

EVALUACIÓN DE LA SUSTITUCIÓN PARCIAL DE MATERIAS PRIMAS DEL
PRODUCTO “DESINFECT & CLEAN” PARA LA EMPRESA C.I. LIANSA S.A.S.

VALENTINA BELTRÁN GUTIÉRREZ
LAURA FERNANDA RODRÍGUEZ CRUZ

FUNDACIÓN UNIVERSIDAD DE AMÉRICA
FACULTAD DE INGENIERÍAS
PROGRAMA DE INGENIERÍA QUÍMICA
BOGOTÁ D.C.
2019

EVALUACIÓN DE LA SUSTITUCIÓN PARCIAL DE MATERIAS PRIMAS DEL
PRODUCTO “DESINFECT & CLEAN” PARA LA EMPRESA C.I. LIANSA S.A.S.

VALENTINA BELTRÁN GUTIÉRREZ
LAURA FERNANDA RODRÍGUEZ CRUZ

Proyecto integral de grado para optar al título de
INGENIERO QUÍMICO

Director
JUAN CAMILO CELY GARZÓN.
Ingeniero Químico

FUNDACIÓNUNIVERSIDAD DE AMÉRICA
FACULTAD DE INGENIERÍAS
PROGRAMA DE INGENIERÍAQUÍMICA
BOGOTÁ D.C.
2019

Nota de aceptación

Ing. Alexander López Castro

Ing. Jaime Eduardo Arturo Calvache

Bogotá D.C., agosto de 2019

DIRECTIVAS DE LA UNIVERSIDAD

Presidente Institucional y Rector del Claustro

Dr. MARIO POSADA GARCÍA-PEÑA

Vicerrector de Desarrollo y Recursos Humanos

Dr. LUIS JAIME POSADA GARCÍA PEÑA

Vicerrectora Académica y de Postgrados

Dra. ANA JOSEFA HERRERA VARGAS

Decano Facultad de Ingenierías

Ing. JULIO CESAR FUENTES ARISMENDI

Director Programa Ingeniería Química

Ing. LEONARDO DE JESÚS HERRERA GUTIÉRREZ

Las directivas de la fundación Universidad de América, los jurados calificadores y el cuerpo docente no son responsables por los criterios e ideas expuestas en el presente documento.

Estos corresponden únicamente a los autores.

DEDICATORIA

Doy profundas gracias a Dios, por darme la vida, la salud, mi familia y la voluntad de salir adelante. A mis padres, Teodolinda Cruz Gutiérrez y William Antonio Rodríguez, gracias por su amor incondicional, por apoyarme en la realización de mis metas y por nunca dejarme desanimar cuando sentía desfallecer; a mi hermana Paola Andrea Rodríguez, quien con esfuerzo diario apoyó la obtención de mi título profesional, gracias por cada una de tus palabras y la confianza que depositaste en mí. A mi hermana Marcela y mi hermano William Rodríguez, gracias por aportarme sus conocimientos y palabras de aliento. Gracias a cada uno por ser ejemplo a seguir, ser motivo para levantarme cada día, por estar ahí cada momento de este proceso, por el amor incondicional que siempre me han brindado, por ser el motor de mi vida, por cada enseñanza. A mi sobrino Matías Velasco Rodríguez, quien me hace muy feliz con su llegada a este mundo. A Eduard Amaya, quien me brindó su apoyo incondicional durante este proceso. Familia, ¡éste título es nuestro!

Laura Fernanda Rodríguez Cruz

Inicialmente doy gracias a Dios por guiarme por el buen camino, darme fuerzas para seguir adelante y no permitirme decaer antes las dificultades y problemas que se presentaron. Le dedico y les doy un profundo agradecimiento a mis padres Enrique Manuel Beltrán Marchena y Janneth Patricia Gutiérrez Guzmán quienes, con su amor y ejemplo, me han forjado como persona, me han inculcado mis valores, mis principios, mi carácter, mi perseverancia y mi coraje para conseguir mis objetivos; ya que me han apoyado en cada una de las metas que me he propuesto a lo largo de mi vida. A mis hermanos Andrés Felipe Beltrán Gutiérrez, Asdrúbal Enrique Beltrán quienes sin esperar nada a cambio compartieron sus conocimientos, apoyo y estuvieron siempre acompañándome en este proceso y a mi hermana Valeria Beltrán Gutiérrez, quien me ha enseñado a ver lo mejor de la vida y siempre tener una actitud positiva ante las dificultades que se presenten. Me siento muy afortunada de tener a personas llenas de amor que hacen mi vida más feliz, son mi motor por el cual quiero progresar y salir adelante. A ustedes les debo cada logro que cumpla en mi camino.

Valentina Beltrán Gutiérrez

AGRADECIMIENTOS

Los autores expresan sus agradecimientos a:

A nuestros padres, quienes nos brindaron su amor y apoyo incondicional en la culminación de esta gran meta, son nuestra principal inspiración.

A Juan Pablo Lizarralde, dueño de la empresa C.I. LIANSA S.A.S. quien nos brindó su confianza, amabilidad y apoyo.

Al ingeniero Juan Camilo Cely, nuestro director de trabajo de grado quien nos apoyó, guío y brindó confianza para realizar el proyecto.

Al ingeniero Alejandro Pérez, docente de la universidad Javeriana, quien nos brindó su apoyo incondicional en la realización de este proyecto.

Al microbiólogo Camilo Venegas, funcionario de la Universidad Javeriana, quien nos brindó su apoyo incondicional en la experimentación microbiológica de este proyecto.

CONTENIDO

	pág.
INTRODUCCIÓN	27
OBJETIVOS	29
1. MARCO TEÓRICO	30
1.1 DESINFECCIÓN QUÍMICA	30
1.2 DESINFECCIÓN FÍSICA	30
1.3 BIOCIDA, ANTISÉPTICO, ESTERILIZANTE, DESINFECTANTE Y LIMPIEZA	31
1.3.1 Desinfectante	31
1.4 RIESGO A LA SALUD GENERADOS POR AGENTES BIOLÓGICOS	33
1.5 RIESGOS BIOLÓGICOS ASOCIADOS A LA ACTIVIDAD LABORAL	34
1.5.1 Cadena de transmisión	36
1.6 AGENTES DESINFECTANTES	37
1.6.1 Alcoholes	37
1.6.2 Aldehídos	37
1.6.2.1 Formaldehído	37
1.6.2.2 Glutaraldehído	37
1.6.3 Halogenados (Liberación de halógenos)	37
1.6.3.1 Componentes de cloro	37
1.6.3.2 Componentes de Yodo	38
1.6.4 Compuestos de amonio cuaternario	38
1.7 FACTORES QUE INFLUYEN EN LA ACCIÓN DE DESINFECTANTES	40
1.8 MECANISMOS DE ACCIÓN DE LOS AGENTES DESINFECTANTES	40
1.8.1 Resistencia microbiana a los desinfectantes	42
1.8.1.1 Resistencia intrínseca de las bacterias Gram Positivas	42
1.8.1.2 Resistencia intrínseca de las bacterias Gram Negativas	42
1.8.2 Mecanismo de la actividad desinfectante	43
1.9 LIMPIEZA Y DESINFECCIÓN INDUSTRIAL/COMERCIAL	44
1.10 FUNCIONAMIENTO DE ADITIVOS EN UN DESINFECTANTE	45
1.11 LIMPIEZA Y DESINFECCIÓN DOMÉSTICA	48
1.12 CARACTERÍSTICAS DE UN DESINFECTANTE IDEAL	49
1.13 CONCENTRACIÓN DEL AGENTE	49
1.14 pH DEL MEDIO	49
1.15 TEMPERATURA	50
1.16 PRESENCIA DE MATERIALES EXTRAÑOS	50
1.17 RESISTENCIA INTRÍNSECA DEL MICROORGANISMO	50
1.18 NÚMERO INICIAL DE LA POBLACIÓN	50
1.19 TÉCNICAS DE CARACTERIZACIÓN DE REACTIVOS	51
1.19.1 Microscopía electrónica de barrido (SEM)	51
1.19.2 Difracción de rayos X (DRX)	52
1.19.3 Reducción a temperatura programada (TPR)	53
1.19.4 Espectroscopia foto-electrónica de rayos X	53
1.19.5 Espectroscopia infrarroja	54

1.19.6 Índice de refracción.	55
1.20 TÉCNICA DE SIEMBRA POR MÉTODO DE ESTRÍAS	56
1.21 BACTERIAS	57
1.21.1 <i>Escherichia Coli</i>	57
1.21.1.1 Características	58
1.21.1.2 Fuentes y Transmisión	59
1.21.2 <i>Bacillus Subtilis</i>	60
1.21.2.1 Características	61
1.21.2.2 Fuentes y Transmisión	61
1.22 MARCO LEGAL	61
1.22.1 GTC 215. Guía de pruebas de estabilidad, cosméticos y productos de higiene doméstica	62
1.22.2 Decreto número 1545 de 1998	62
1.22.3 NTC 5962/2012 Antisépticos y desinfectantes químicos. Actividad esporicida básica. Método de ensayo y requisitos	64
1.22.4 NTC 5848/2011 Productos con actividad antimicrobiana	64
2. GENERALIDADES DEL PRODUCTO DESINFECTANTE ACTUAL	
“DESINFECT & CLEAN”	66
2.1 MATERIALES	67
2.2 REACTIVOS	67
2.3 EQUIPOS	68
2.4 ESTIMACIÓN DE COSTOS DEL PRODUCTO INICIAL	68
2.4.1 Costos de diferentes productos desinfectantes en Latinoamérica	70
2.5 FUNCIÓN DE CADA REACTIVO EN EL PRODUCTO	74
2.6 CONDICIONES DE OPERACIÓN PARA LA FABRICACIÓN DEL PRODUCTO “D&C”	77
2.7 PROCESO DE FABRICACIÓN DEL PRODUCTO	77
2.8 PROPIEDADES DE LOS PRODUCTOS: "D&C" ACTUAL, Y LOS DESINFECTANTES 4 Y 5	78
2.8.1 Propiedades organolépticas	81
2.8.2 Propiedades físico-químicas	81
2.8.2.1 Índice de refracción	82
2.8.2.2 Densidad	83
2.8.2.3 pH	85
2.8.2.4 Viscosidad	87
2.8.3 Pruebas de desempeño visual	90
3. CARACTERIZACIÓN DE LAS MATERIAS PRIMAS ACTUALES DEL PRODUCTO “D&C”	94
3.1 ESPECTROCOPIA INFRARROJA	94
3.1.1 Alcohol etílico extra neutro	97
3.1.2 Lauril éter al 28%	98
3.1.3 Cocoamida	100

3.1.4 Steposol	101
3.1.5 Alcohol N-Propílico	103
3.1.6 Formol al 37%	104
3.1.7 Glicerina	106
3.1.8 Extracto cítrico	107
3.1.9 Esencia de limón británica (Olor Limón)	109
3.1.10 Compuesto sólido blanquecino	109
3.1.11 Color Azul	111
3.1.12 Ácido orgánico derivado de aldehídos	112
3.1.13 Cloruro de Sodio (Sal de cocina)	113
4. ALTERNATIVAS DE SUSTITUCIÓN DE LAS MATERIAS PRIMAS DEL PRODUCTO "D&C"	116
4.1 CARACTERIZACIÓN DE MATERIAS PRIMAS PARA EL ESTABLECIMIENTO DE LA ELIMINACIÓN	116
4.2 CARACTERIZACIÓN DE MATERIAS PRIMAS PARA EL ESTABLECIMIENTO DE LA SUSTITUCIÓN	123
4.3 DESARROLLO EXPERIMENTAL PARA LA ELIMINACIÓN Y SUSTITUCIÓN DE AGENTES DESINFECTANTES DE LA FÓRMULA MODIFICADA	135
5. EFECTO DE LA SUSTITUCIÓN PARCIAL DE LAS MATERIAS PRIMAS DEL PRODUCTO SOBRE BACTERIAS GRAM POSITIVAS Y GRAM NEGATIVAS	144
5.1 PREPARACIÓN DE INÓCULOS	144
5.2 ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO	146
5.2.1 Método de estrías	146
5.2.1.1 Escherichia Coli	150
5.2.1.2 Bacillus Subtilis	153
5.3 SELECCIÓN DE LA ALTERNATIVA DE SUSTITUCIÓN DEL PRODUCTO	156
5.4 CARACTERÍSTICAS DE LA MUESTRA FINAL (M3)	157
5.4.1 Propiedades fisicoquímicas	157
5.4.1.1 Densidad	157
5.4.1.2 pH	158
5.4.1.3 Índice de refracción	158
5.4.1.4 Viscosidad	159
5.4.2 Propiedades organolépticas	160
5.4.3 Pruebas de desempeño visual	161
6. ANÁLISIS DE COSTO FINAL	164
6.1 COMPARACIÓN DE COSTOS: PRODUCTO ORIGINAL CON RESPECTO AL PRODUCTO MODIFICADO	164
6.2 COMPARACIÓN DE VENTAS DEL PRODUCTO ORIGINAL CON RESPECTO AL MODIFICADO	168

7. CONCLUSIONES	171
8. RECOMENDACIONES	172
BIBLIOGRAFÍA	173
ANEXOS	184

LISTA DE TABLAS

	pág.
Tabla 1. Comparativo del producto “Desinfect&Clean”, respecto a los dos más vendidos en Colombia.	68
Tabla 2. Discriminado de costos de cada reactivo según precios del mercado (segundo semestre 2018).	69
Tabla 3. Deducción del costo actual del producto “Desinfect&Clean”.	69
Tabla 4. Comparativo de costos del producto “Desinfect&Clean” respecto a otros productos desinfectantes de Latinoamérica.	70
Tabla 5. Porcentajes de diferencia del producto “D&C” original respecto a los vendidos en Latinoamérica.	73
Tabla 6. Índice de refracción para cada uno de los desinfectantes.	83
Tabla 7. Medición en masa para cada uno de los desinfectantes.	84
Tabla 8. Datos de densidad obtenidos para los desinfectantes 4, 5 y el “D&C” original.	85
Tabla 9. Datos de pH obtenidos para los desinfectantes 4, 5 y “D&C” original.	86
Tabla 10. Tiempo medido en viscosímetro manual de 400 ($K=1,175\text{mm}^2/\text{s}^2$).	89
Tabla 11. Viscosidad cinemática obtenida para cada uno de los productos con el viscosímetro de 400 ($K=1,175\text{mm}^2/\text{s}^2$).	89
Tabla 12. Viscosidad dinámica obtenida para cada uno de los productos con el viscosímetro de 400 ($K=1,175\text{mm}^2/\text{s}^2$).	90
Tabla 13. Costos de los posibles sustitutos del colorante azul.	125
Tabla 14. Costos de los posibles sustitutos del emulsificante Stepsol.	127
Tabla 15. Matriz de selección del emulsificante sustituto.	129
Tabla 16. Porcentajes de ponderación para cada uno de los criterios definidos para la matriz de selección del emulsificante.	131
Tabla 17. Puntaje dado a cada uno de los factores definidos.	132
Tabla 18. Matriz de selección ponderada de los posibles sustitutos del emulsificante stepsol.	133
Tabla 19. %v/v y %p/v para la elaboración de 1 litro de producto modificado, en base de los componentes escogidos.	135
Tabla 20. Escalamiento de los compuestos del producto “D&C” para la segunda parte del desarrollo experimental (M2).	139
Tabla 21. Escalamiento de los compuestos del producto “D & C” para la tercera parte del desarrollo experimental (M3).	140
Tabla 22. Escalamiento de los compuestos del producto “D & C” para la cuarta parte del desarrollo experimental (M4).	141
Tabla 23. Escalamiento de los compuestos del producto “D & C” para la quinta parte del desarrollo experimental (M5).	141
Tabla 24. Datos de disoluciones para cada muestra del desarrollo experimental a 100%, 50% y 25%.	142
Tabla 25. Resultado de inhibición de la bacteria <i>E. Coli</i> frente al desinfectante “D&C” modificado teniendo en cuenta diferentes concentraciones y tiempos de contacto.	151

Tabla 26. Resultados promedio de % de inhibición en la bacteria Gram negativa <i>E. Coli</i> frente al desinfectante “D&C” modificado teniendo en cuenta diferentes concentraciones y tiempos de contacto.	152
Tabla 27. Resultado de % inhibición con réplicas de la bacteria esporulada <i>B. Subtilis</i> frente al desinfectante “D&C” modificado teniendo en cuenta diferentes concentraciones y tiempos de contacto.	154
Tabla 28. Resultados promedio de inhibición en la bacteria Gram positiva <i>B. Subtilis</i> frente al desinfectante “D&C” modificado teniendo en cuenta diferentes concentraciones y tiempos de contacto.	155
Tabla 29. Tabla de datos de densidad del producto final.	157
Tabla 30. Tabla de datos de pH del producto final.	158
Tabla 31. Tabla de datos del índice de refracción del producto final.	158
Tabla 32. Tabla de datos de viscosidad del producto final.	159
Tabla 33. Tabla de datos de viscosidad cinemática del producto final.	160
Tabla 34. Tabla de datos de viscosidad dinámica del producto final.	160
Tabla 35. Propiedades fisicoquímicas del producto “D&C” original vs. “D&C” modificado.	160
Tabla 36. Costo del producto después de eliminar de la fórmula del producto original tres compuestos: esencia de limón británica, glicerina y alcohol n-propílico.	164
Tabla 37. Costo del producto después de sustituir en la fórmula del producto original dos compuestos: steposol y color azul.	165
Tabla 38. Costo final del producto modificado después de la reducción del tiempo de fabricación haciendo uso de dos planchas calentadoras con agitador magnético.	166
Tabla 39. Impacto del cambio de emulsificante en el costo del producto final.	167
Tabla 40. Diferencia del aporte de los compuestos sustituidos dentro del producto.	167
Tabla 41. Comparativo del costo del producto respecto al producto modificado, con porcentaje de reducción de costo.	168
Tabla 42. Comparativo del producto “D&C” modificado, respecto a dos productos desinfectantes con hipoclorito de sodio y otros dos productos desinfectantes fabricados con otros agentes desinfectantes.	168
Tabla 43. Historial de ventas del producto “D&C” primer semestre del año 2019.	169
Tabla 44. Proyección de ventas del producto “D&C” segundo semestre del año 2019.	169
Tabla 45. Balance de materia de la formulación del producto “D&C”.	190

LISTA DE CUADROS

	pág.
Cuadro 1. Ejemplo de agentes activos y su mecanismo de acción.	41
Cuadro 2. Algunos agentes desinfectantes y su mecanismo de acción.	41
Cuadro 3. Algunos desinfectantes con su mecanismo de acción desinfectante.	43
Cuadro 4. Funcionamiento químico de los aditivos en un desinfectante.	45
Cuadro 5. Generalidades producto desinfectante actual “Desinfect&Clean”.	66
Cuadro 6. Cuadro comparativo de producto “Desinfect&Clean” con respecto a otros productos.	75
Cuadro 7. Materias primas utilizadas en la fabricación el producto “D & C” original.	79
Cuadro 8. Propiedades organolépticas de Desinfect & Clean y otros dos productos desinfectantes.	81
Cuadro 9. Pruebas de desempeño (apariencia, espuma, tiempo de secado).	90
Cuadro 10. Prueba de desempeño visual en diferentes pisos del producto “D&C”.	91
Cuadro 11. Prueba de desempeño visual en diferentes pisos del producto desinfectante 4.	91
Cuadro 12. Prueba de desempeño visual en diferentes pisos del producto desinfectante 5.	92
Cuadro 13. Fórmulas químicas de los reactivos que componen la fórmula original del producto “D&C”.	97
Cuadro 14. Cuadro resumen mostrando la pureza de todos los reactivos de acuerdo al espectro infrarrojo.	114
Cuadro 15. Fórmula actual del producto “Desinfect&Clean”.	116
Cuadro 16. Cuadro descriptivo de solventes que componen la fórmula base del producto “D&C”.	117
Cuadro 17. Cuadro descriptivo de olores que componen la fórmula.	120
Cuadro 18. Descripción de los agentes desinfectantes del producto “Desinfect & Clean”.	121
Cuadro 19. Fórmula de producto Desinfect & Clean después de eliminar tres compuestos.	124
Cuadro 20. Convenciones de las alternativas de posibles emulsificantes.	129
Cuadro 21. Criterios de evaluación para matriz de selección del emulsificante.	130
Cuadro 22. Fórmula final del producto “D&C” después de eliminar tres compuestos.	133
Cuadro 23. Cuadro resumen de cada muestra del desarrollo experimental.	142
Cuadro 24. Comparación de las morfologías obtenidas con respecto a las bibliográficas.	148
Cuadro 25. Propiedades organolépticas de M3.	161
Cuadro 26. Pruebas de desempeño (apariencia, espuma, tiempo de secado).	161
Cuadro 27. Prueba de desempeño visual en diferentes pisos del producto sustituto “M3”.	161
Cuadro 28. Ilustraciones de las cajas de Petri con crecimiento bacteriano E. Coli.	185

Cuadro 29. Ilustraciones de las cajas de Petri con crecimiento bacteriano B. Subtilis.	188
Cuadro 30. Espectrofotómetro infrarrojo IRPrestige-21.	206
Cuadro 31. Equipo de índice de refracción.	207
Cuadro 32. Planchas calentadoras con agitador magnético.	208
Cuadro 33. Incubadora bioquímica de la alta precisión.	209

LISTA DE GRÁFICAS

	pág.
Gráfica 1. Espectro infrarrojo experimental del Alcohol etílico extra neutro vs. %T, donde %T, es el porcentaje de transmitancia y 1/cm es el inverso de la longitud de onda.	97
Gráfica 2. Espectro infrarrojo experimental del Lauril éter 28% vs. %T, donde %T, es el porcentaje de transmitancia y 1/cm es el inverso de la longitud de onda.	99
Gráfica 3. Espectro infrarrojo experimental de la Cocoamida vs. %T, donde %T, es el porcentaje de transmitancia y 1/cm es el inverso de la longitud de onda.	100
Gráfica 4. Espectro infrarrojo experimental del steposol vs. %T, donde %T, es el porcentaje de transmitancia y 1/cm es el inverso de la longitud de onda.	102
Gráfica 5. Espectro infrarrojo experimental del Alcohol N-propílico vs. %T, donde %T, es el porcentaje de transmitancia y 1/cm es el inverso de la longitud de onda.	103
Gráfica 6. Espectro infrarrojo experimental del Formol al 37% vs. %T, donde %T, es el porcentaje de transmitancia y 1/cm es el inverso de la longitud de onda.	105
Gráfica 7. Espectro infrarrojo experimental de la Glicerina vs. %T, donde %T, es el porcentaje de transmitancia y 1/cm es el inverso de la longitud de onda.	106
Gráfica 8. Espectro infrarrojo experimental del extracto cítrico vs. %T, donde %T, es el porcentaje de transmitancia y 1/cm es el inverso de la longitud de onda.	108
Gráfica 9. Espectro infrarrojo experimental de Esencia de limón británica (Olor limón) vs. %T, donde %T, es el porcentaje de transmitancia y 1/cm es el inverso de la longitud de onda.	109
Gráfica 10. Espectro infrarrojo experimental del compuesto sólido blanquecino vs. %T, donde %T, es el porcentaje de transmitancia y 1/cm es el inverso de la longitud de onda.	110
Gráfica 11. Espectro infrarrojo experimental de Color Azul vs. %T, donde %T, es el porcentaje de transmitancia y 1/cm es el inverso de la longitud de onda.	111
Gráfica 12. Espectro infrarrojo experimental del ácido orgánico derivado de aldehídos vs. %T, donde %T, es el porcentaje de transmitancia y 1/cm es el inverso de la longitud de onda.	112

LISTA DE IMÁGENES

	pág.
Imagen 1. Esterilización llevada a cabo con luz ultravioleta en hospital.	31
Imagen 2. Orden de susceptibilidad microbiana a los antisépticos y desinfectantes.	32
Imagen 3. Riesgos Biológicos en el trabajo.	35
Imagen 4. Microscopía electrónica de barrido.	52
Imagen 5. Técnica A para método de estrías.	56
Imagen 6. Técnica B para el método de estrías.	57
Imagen 7. Tiempo de contacto y temperatura óptima para la bacteria E. Coli-desinfectante.	65
Imagen 8. Tiempo de contacto y temperatura óptima para la bacteria B.Subtilis-desinfectante.	65
Imagen 9. Refractómetro utilizado para la medición de índice de refracción.	82
Imagen 10. Prisma de refracción del refractómetro.	82
Imagen 11. Proceso para la determinación del índice de refracción.	82
Imagen 12. Metodología utilizada para la determinación de densidad.	83
Imagen 13. Determinación de la densidad del agua mediante una balanza analítica Pioneer.	85
Imagen 14. Metodología utilizada para la determinación del pH.	86
Imagen 15. Medición del pH del desinfectante 4.	87
Imagen 16. Proceso de viscosidad con viscosímetro de 400 ($K=1,175 \text{ mm}^2/\text{s}^2$)	87
Imagen 17. Viscosímetro Capilar Cannon-Fenske de 400 con una constante $K=1,175 \text{ mm}^2/\text{s}^2$.	88
Imagen 18. Espectrofotómetro infrarrojo marca IRPRESTIGE 21-SHIMADZU.	94
Imagen 19. Haz de luz del espectrofotómetro infrarrojo marca IRPRESTIGE 21-SHIMADZU, rodeado de bolsas de sílica gel, para controlar la humedad.	94
Imagen 20. Celdas fotovoltaicas utilizadas para medir el espectro infrarrojo.	95
Imagen 21. Metodología utilizada para la determinación del espectro infrarrojo.	95
Imagen 22. Mortero Agatha	96
Imagen 23. Pastillero utilizado para la formar la lámina.	96
Imagen 24. Lámina resultante.	96
Imagen 25. Espectro infrarrojo bibliográfico del Alcohol etílico extra neutro vs. %T, donde %T, es el porcentaje de transmitancia y $1/\text{cm}$ es el inverso de la longitud de onda.	98
Imagen 26. Espectro infrarrojo bibliográfico del Lauril éter 28% vs. %T, donde %T, es el porcentaje de transmitancia y $1/\text{cm}$ es el inverso de la longitud de onda.	99
Imagen 27. Espectro infrarrojo bibliográfico de la Cocoamida vs. %T, donde %T, es el porcentaje de transmitancia y $1/\text{cm}$ es el inverso de la longitud de onda.	101
Imagen 28. Espectro infrarrojo bibliográfico del Steposol vs. %T, donde %T, es el porcentaje de transmitancia y $1/\text{cm}$ es el inverso de la longitud de onda.	102

Imagen 29. Espectro infrarrojo bibliográfico del Alcohol N-propílico vs. %T, donde %T, es el porcentaje de transmitancia y 1/cm es el inverso de la longitud de onda.	104
Imagen 30. Espectro infrarrojo bibliográfico del Formol al 37% vs. %T, donde %T, es el porcentaje de transmitancia y 1/cm es el inverso de la longitud de onda.	105
Imagen 31. Espectro infrarrojo bibliográfico de la Glicerina vs. %T, donde %T, es el porcentaje de transmitancia y 1/cm es el inverso de la longitud de onda.	107
Imagen 32. Espectro infrarrojo bibliográfico del extracto cítrico vs. %T, donde %T, es el porcentaje de transmitancia y 1/cm es el inverso de la longitud de onda.	108
Imagen 33. Espectro infrarrojo bibliográfico del compuesto sólido blanquecino vs. %T, donde %T, es el porcentaje de transmitancia y 1/cm es el inverso de la longitud de onda.	110
Imagen 34. Espectro infrarrojo bibliográfico del ácido orgánico derivado de aldehídos vs. %T, donde %T, es el porcentaje de transmitancia y 1/cm es el inverso de la longitud de onda.	112
Imagen 35. Montaje de preparación del producto en planchas de calentamiento con agitador magnético.	134
Imagen 36. Proceso de fabricación de cada una de las muestras del desarrollo experimental.	137
Imagen 37. Balance de materia en unidades múltiples para preparar cada una de las muestras para 100mL.	138
Imagen 38. Diluciones del desarrollo experimental a 100%, 50% y 25%.	143
Imagen 39. Preparación del inóculo para cada bacteria.	144
Imagen 40. Caldo nutritivo para la bacteria <i>E. Coli</i> .	145
Imagen 41. Caldo nutritivo para la bacteria <i>B. Suptilis</i> .	145
Imagen 42. Dilución en tubo de la solución bacteria-desinfectante para la muestra 1 (M1) a concentraciones del 100%, 50% y 25%.	145
Imagen 43. Dilución en tubo de la solución bacteria-desinfectante para la muestra 2 (M2) a concentraciones del 100%, 50% y 25%.	145
Imagen 44. Dilución en tubo de la solución bacteria-desinfectante para la muestra 3 (M3) a concentraciones del 100%, 50% y 25%.	145
Imagen 45. Dilución en tubo de bacteria-desinfectante para la muestra 4 (M4) a concentraciones del 100%, 50% y 25%.	146
Imagen 46. Dilución en tubo de bacteria-desinfectante para la muestra 5 (M5) a concentraciones del 100%, 50% y 25%.	146
Imagen 47. Caja de Petri con los cuartiles dibujados.	147
Imagen 48. Método de estrías.	147
Imagen 49. Caja de Petri con crecimiento de bacteria <i>E. Coli</i> bibliográfica.	148
Imagen 50. Caja de Petri con crecimiento de bacteria <i>E. Coli</i> .	148
Imagen 51. Caja de Petri con crecimiento de bacteria <i>B. Subtilis</i> bibliográfica.	148
Imagen 52. Caja de Petri con crecimiento de bacteria <i>B. Subtilis</i> M1 25%.	148
Imagen 53. Caja de Petri con crecimiento de bacteria <i>E. Coli</i> .	149

Imagen 54. Caja de Petri con crecimiento de bacteria <i>B. Subtilis</i> M1 100%.	150
Imagen 55. Cajas de Petri sembradas con bacteria <i>E. Coli.</i> , después de la incubación, parte 1.	151
Imagen 56. Cajas de Petri sembradas con bacteria <i>E. Coli.</i> , después de la incubación, parte 2.	151
Imagen 57. Cajas de Petri sembradas con bacteria <i>B. Subtilis</i> , después de la incubación.	154
Imagen 58. Viscosímetro manual 400(K=1,175 mm ² /s ²)	159
Imagen 59. Ficha técnica del alcohol etílico extra neutro.	192
Imagen 60. Ficha técnica del cloruro de sodio.	193
Imagen 61. Ficha técnica del colorante azul.	194
Imagen 62. Ficha técnica de la glicerina.	195
Imagen 63. Ficha técnica del alcohol N-propílico.	196
Imagen 64. Ficha técnica de la cocoamida.	197
Imagen 65. Ficha técnica del formaldehído 37%.	198
Imagen 66. Ficha técnica del colorante azul ultramar.	199
Imagen 67. Lauril éter al 28%.	200
Imagen 68. Ficha técnica steposol.	201
Imagen 69. pH-metro BP3001 TRANS INSTRUMENTS.	202
Imagen 70. Viscosímetro Capilar Cannon- Fenske de 400.	203
Imagen 71. Balanza analítica Pioneer.	204

LISTA DE ANEXOS

	pág.
Anexo A. Ilustraciones de las cajas de petri con crecimiento bacteriano.	185
Anexo B. Balance de materia de la formulación del producto “d&c”.	190
Anexo C. Fichas técnicas	192
Anexo D. Brochures de los equipos utilizados durante el desarrollo del proyecto	202

LISTA DE ECUACIONES

	pág.
Ecuación 1. Determinación de índice de refracción.	55
Ecuación 2. Determinación de la densidad.	84
Ecuación 3. Ecuación de viscosidad cinemática.	88
Ecuación 4. Muestra de cálculo de la ponderación de ácido esteárico.	132
Ecuación 5. Factor de escala.	138
Ecuación 6. Escalamiento de alimentación para cada reactivo.	139
Ecuación 7. Escalamiento de cada muestra del desarrollo experimental.	139

LISTA DE SÍMBOLOS Y ABREVIATURAS

D&C: Desinfect & Clean

g: gramos

cm: centímetros

%: porcentaje

pH: potencial de Hidrógeno

mL: Mililitros

s: Segundo

rpm: Revoluciones por Minuto

T: Temperatura

L: Longitud

°C: Grados Celsius

min: minutos

NaClO: Hipoclorito de Sodio

ufc=Unidades formadoras de colonia

t= indica el tiempo en minutos

n =Índice de refracción

C=Velocidad de la luz en el vacío

V_a =Velocidad de la luz en el medio

ρ = Densidad

m = Masa

V = Volumen

\mathcal{V} =Viscosidad cinemática

μ =Viscosidad dinámica

ρ =Densidad

D1= Desinfectante 1: Desinfectante limpia pisos con olor a lavanda a base de cloruro de amonio cuaternario.

D2= Desinfectante 2: Desinfectante a base de hipoclorito de sodio al 5%.

D3= Desinfectante 3: Desinfectante a base de hipoclorito de sodio al 5,25% p/p.

D4= Desinfectante 4: Desinfectante a base de Amonio cuaternario.

D5= Desinfectante 5: Desinfectante sin Hipoclorito de Sodio.

%T= Porcentaje de transmitancia.

GLOSARIO

BACTERIA: microorganismo unicelular sin núcleo diferenciado, algunas de cuyas especies descomponen la materia orgánica, mientras que otras producen enfermedades.

BLANQUEADOR: se aplica a la persona o cosa que blanquea una sustancia blanqueadora.

COLORANTE: sustancia que da color, la cual, al ser añadida a ciertos alimentos, sirve para darles color o teñirlos.

CONSERVANTE: que conserva, cuida de la permanencia; sustancia que añadida a ciertos alimentos sirve para conservarlo.

COSTO DE PRODUCTO: cantidad que se da o se paga por algo; Gasto de manutención del trabajador cuando se añade al salario.

DENSIDAD: hace referencia a la relación entre la masa de un cuerpo y el volumen que este mismo ocupa, es otras palabras, es la cantidad de materia que tiene un cuerpo.

DESEMPEÑO VISUAL: en este caso, se refiere al efecto visual en diferentes superficies que presenta un producto desinfectante.

DESENGRASANTE: se aplica a la sustancia o producto que se utiliza para limpiar la grasa; que desengrasa o hace adelgazar.

DESINFECTANTE: se refiere a la sustancia que puede destruir microorganismo y parásitos.

EMULSIFICANTE: sustancia que ayuda en la mezcla de dos sustancias que normalmente son poco miscibles o difíciles de mezclar.

ESENCIA: sustancia líquida, muy volátil y de olor intenso, producida por ciertos vegetales y otros cuerpos orgánicos que se emplea para dar olor o sabor a otras sustancias.

ESPESANTE: dicho de una sustancia que al agregarse a una mezcla aumenta el espesor y la viscosidad de dicha disolución sin modificar sustancialmente sus otras propiedades.

ÍNDICE DE REFRACCIÓN: es la acción o consecuencia que logra cierta radiación, modificando su dirección al pasar de una manera oblicua, de un medio hacia otro; puede variar la velocidad dependiendo del material que se esté utilizando.

MATERIAS PRIMAS: son todas aquellas materias que una industria o persona utiliza para la elaboración de productos.

MEZCLA HOMOGÉNEA: es un tipo de mezcla que está conformada por dos o más elementos pero que a simple vista no se pueden diferenciar entre sí. Sin embargo, los componentes pierden sus características al ser mezclados.

pH: es una medida de acidez o alcalinidad que indica la cantidad de iones de hidrógeno que puede presentarse en una solución o sustancia.

PRUEBAS ORGANOLÉPTICAS: son todas las descripciones de las características físicas que se hacen por medio de los sentidos (gusto, olfato y vista), sobre ciertos productos o alimentos.

PRODUCTO ARTESANAL: cuando se habla de un producto artesanal se refiere a un producto cuyo proceso de fabricación es manual o con ayudas de herramientas manuales donde se evidencia la falta de técnica.

SOLVENTE: sustancia que permite disolver un componente con otro y permite producir una mezcla homogénea. En este caso es el agua que es conocido como solvente universal.

SURFACTANTE / TENSOACTIVO: son sustancias que se emplean para disminuir la tensión superficial entre la fase dispersa y la fase continua. Cuanto menor sea la tensión superficial entre las dos fases de una mezcla más fácil es la emulsificación.

SUSTITUCIÓN PARCIAL: dicho de una persona o cosa que se ponga de lugar de otra. En este caso hace referencia reemplazar una o varias materias primas de la formulación inicial del desinfectante por otras que cumplan la misma función pero que sean de un menor costo.

USO DOMÉSTICO: sustancia que se puede utilizar en hogares y no tiene ningún tipo de riesgo.

RESUMEN

La empresa C.I. LIANSA S.A.S. (Bio2Eco), comercializa una línea de productos desinfectantes industriales, los cuales, se busca que sean asequibles, ecológicos y de calidad. La empresa se encuentra en la comercialización de un producto denominado “Desinfect&Clean”; este producto se vende a un centro comercial de la ciudad de Medellín, pero aún no está disponible libremente en el mercado. Uno de los desafíos de este proyecto es asegurar que, al realizar modificaciones en el producto, se mantenga la calidad. Se busca realizar una mejora física o química, para obtener un producto final que compita con los productos que ya están en el mercado, cumpliendo con las características de un desinfectante que actúe sobre bacterias gram positivas y gram negativas. C.I. LIANSA S.A.S. ve un potencial económico en el producto, ya que, sin estar mejorado, éste ya le ofrece beneficios económicos al vendedor, por tal motivo, busca la reducción del costo para poder competir con las marcas de productos desinfectantes que no están fabricados a base de hipoclorito de sodio. En este proyecto, se toma la formulación original del producto, la cual contiene 14 constituyentes, cada uno con diferentes funciones. En la primera etapa del proyecto se enuncian las características del producto original, posteriormente, se lleva a cabo la caracterización de cada materia prima por medio del método de caracterización de espectroscopia infrarroja, permitiendo comprobar la pureza de cada uno. Posteriormente, se eliminan tres materias primas y se sustituyen dos, basados en el criterio costo y función de cada reactivo; luego, se realizan pruebas microbiológicas sobre las bacterias *EscherichiaColi* (Bacterias Gram negativa) y *BacillusSubtilis* (Bacteria Gram positiva) haciendo uso del método de estrías y basados en un desarrollo experimental. Finalmente, se realiza un análisis comparativo de costos entre el producto inicial y el final.

Palabras clave: desinfectante, emulsificante, mezcla homogénea, producto artesanal, sustitución parcial, uso doméstico.

ABSTRACT

The company C.I. LIANSA S.A.S. (Bio2Eco), commercializes a line of industrial disinfectant products, which are intended to be affordable, ecological and of quality. The company is in the commercialization of a product called "Desinfect& Clean"; This product is sold to a shopping center in the city of Medellin, but it is not yet freely available in the market. One of the challenges of this project is to ensure that by making changes to the product, quality is maintained. A physical or chemical improvement is sought to obtain a final product that competes with the products that are already on the market, complying with the characteristics of a disinfectant that acts on gram positive and gram negative bacteria. C.I. LIANSA S.A.S. sees an economic potential in the product, since, without being improved, it already offers economic benefits to the seller, for this reason, looking for cost reduction to compete with brands of disinfectant products that are not manufactured based on hypochlorite of sodium. In this project, we take the original formulation of the product, which contains 14 constituents, each with different functions. In the first stage of the project the characteristics of the original product are stated, later, the characterization of each raw material is carried out by means of the infrared spectroscopy characterization method, allowing to verify the purity of each one. Subsequently, three raw materials are eliminated and two are replaced, based on the cost and function criterion of each reagent; then, microbiological tests are performed on the bacteria *Escherichia Coli* (Gram negative bacteria) and *Bacillus subtilis* (Gram positive bacteria) using the stria method and based on an experimental development. Finally, a comparative cost analysis is carried out between the initial product and the final product.

Keywords: disinfectant, emulsifier, homogeneous mixture, artisanal product, partial replacement, domestic use.

INTRODUCCIÓN

El uso de desinfectantes, surgió principalmente como una estrategia de profilaxis y de prevención de enfermedades que causa la presencia de microorganismos indeseados, además, de resistencias microbianas si no se establece y efectúa un protocolo de limpieza y desinfección. Los productos de higiene doméstica son aquellas formulaciones cuya función es remover la suciedad, desinfectar, aromatizar el medio y mantener el debido cuidado de objetos, utensilios, pisos o áreas que se encuentran en contacto con el ser humano. Por otro lado, los productos de higiene industrial tienen como función principal remover la suciedad, desinfectar y mantener el debido cuidado de la maquinaria e instalaciones de la industria y áreas que sean utilizadas para llevar a cabo el proceso industrial¹.

Se ha demostrado que debido al uso de hipoclorito de sodio al realizar proceso de desinfección se pueden llegar a promover enfermedades asociadas al contacto oral o vía aérea como son la conjuntivitis, bronquitis crónica, edemas pulmonares, erosión en los dientes, pérdida de voz y asma². El hipoclorito de sodio se utiliza principalmente para el blanqueado, desinfección, control de olor, cloración de aguas de proceso o para bebida, eliminación de lógamo y algas en piscinas, además se utiliza para eliminar el pelo en la industria de curtido, también se emplea en la industria de pollos, granjas porcícolas, industrias lecheras, procesadoras de alimentos, refinería de petróleo, refinería de aceite, industria textil, industria de la pulpa y el papel y además se utiliza en la manufactura de jabones y desinfectantes³. El hipoclorito de sodio es letal para varios microorganismos, virus y bacterias vegetativas, pero es menos efectivo contra esporas bacterianas, hongos y protozoarios⁴.

¹LA COMISIÓN DE LA COMUNIDAD ANDINA. Armonización de legislaciones en materia de productos de higiene doméstica y productos absorbentes de higiene personal. [Sitio WEB]. Bogotá D.C. Comunidad Andina. [15, mayo, 2018]. Disponible en: <http://www.saludcapital.gov.co/sitios/SectorBelleza/Galera%20de%20descargas/Normatividad/Decisiones/Decisi%C3%B3n%20706%20de%202008%20-%20CAN%20-%20Productos%20Higiene%20Domestica.pdf>

²AGENCIA PARA SUSTANCIAS TOXICAS Y EL REGISTRO DE ENFERMEDADES (ATSDR). Resumen de salud pública dióxido de Cloro y Clorito. [Sitio WEB]. EE.UU. ATSDR. [15, mayo, 2018]. Disponible en: https://www.atsdr.cdc.gov/es/toxfaqs/es_tfacts160.pdf

³MINISTERIO DE AMBIENTE, VIVIENDA Y DESARROLLO TERRITORIAL. Guías para manejo seguro y gestión ambiental. República de Colombia: Concejo Colombiano de seguridad, 2003. 277-292 p.

⁴ROMERO, Julieta. Hipoclorito de sodio como agente desinfectante. [Sitio WEB]. Bogotá D.C.: Seguridad Biológica. [5, junio, 2019]. Disponible en: <https://seguridadbiologica.blogspot.com/search/label/Desinfectantes>

Otra consecuencia se refiere a la contaminación ambiental que genera el contacto del NaClO, con la luz solar o con compuestos (aminas, ácidos, metanol en presencia de ácidos, materiales orgánicos combustibles) que se encuentran en el agua, ya que, se pueden dar reacciones que formen sustancias explosivas o se da la liberación de cloro violentamente⁵.

El uso de desinfectantes en Colombia y algunos países Latinoamericanos, ha tenido mayor trascendencia a lo largo de los años, para el 2009, en Colombia los principales desinfectantes a base de hipoclorito de Sodio, utilizados para realizar el aseo a nivel hogar y empresarial son Clorox y Blancox⁶; al mismo tiempo, se realizó el comparativo de costos respecto a dos productos que manejan otro agente desinfectante diferente al hipoclorito de sodio. En mismo año, se produjo una actividad en ventas de más de 110000 millones de dólares al año en Colombia.

Las consecuencias anteriormente descritas, fueron punto de partida para que la empresa C.I. LIANSA S.A.S. (Bio2Eco, situada en la ciudad de Medellín, Colombia), diseñara un producto sustituto para los desinfectantes existentes, denominado “Desinfect & Clean”. El producto, cumple con el reemplazo del hipoclorito de sodio (materia prima más corrosiva), por otros productos menos dañinos; siendo un 31% más costoso que el Clorox, 34,70% más costoso que el Blancox (*), 57,92% y 20,36% más costoso que dos productos desinfectantes que no tienen como base el hipoclorito de sodio. Como consecuencia de esto, el producto “Desinfect & Clean” no es competitivo en el mercado. El mejoramiento de la fórmula del producto, se basa en el costo, buscando reducir el precio final de éste, tecnificar el proceso y competir en el mercado, ya que, C.I. LIANSA S.A.S maneja otras líneas de negocio, pero quiere incursionar en el ámbito de los desinfectantes a nivel doméstico.

⁵⁵MINISTERIO DE AMBIENTE, VIVIENDA Y DESARROLLO TERRITORIAL.Op. cit., p. 284.

⁶MONSALVE, Andrés. Cambios de consumo en el cuidado del hogar. [Sitio WEB]. República de Colombia: Dinero. [11, octubre, 2018]. Disponible en: <https://www.dinero.com/app-conexion-congreso/articulo/sesion-exclusiva-para-la-oposicion/263107>

OBJETIVOS

OBJETIVO GENERAL

Evaluar la sustitución parcial de materias primas en el producto “Desinfect & Clean” con el fin que sea competitivo en el mercado para la compañía C.I. LIANSA S.A.S.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Definir las características de las materias primas actuales del producto “Desinfect&Clean”.
- Seleccionar las alternativas para la sustitución de una o varias materias primas de acuerdo al costo y variables técnicas (orden de mezclado y orden de sustitución).
- Establecer el efecto de la sustitución parcial de las materias primas en el producto sobre las bacterias Gram positivas y Gram negativas por medio de análisis microbiológico.
- Realizar el análisis comparativo de costos del nuevo producto.

1. MARCO TEÓRICO

Este capítulo se hace énfasis a los conceptos que se deben tener en cuenta para la evaluación de la sustitución parcial de materias primas en el producto “Desinfect & Clean” con el fin que sea competitivo en el mercado para la compañía C.I. LIANSA S.A.S.

1.1 DESINFECCIÓN QUÍMICA

La desinfección química es una técnica utilizada para la inhibición o disminución de la población de un agente biológico, la cual se basa en el uso de agentes químicos para la desinfección como: el cloro y sus compuestos, bromo, yodo, fenol y compuestos fenólicos, alcoholes, metales pesados y compuestos afines, colorante, jabones, compuesto amoniacales cuaternarios, agua oxigenada, ácidos y álcalis diversos⁷.

Los desinfectantes más comunes son los productos químicos oxidantes, de los cuales el cloro es el más empleado, aunque también se ha utilizado, para la desinfección del agua residual, el bromo y el yodo. El ozono es un desinfectante muy eficaz cuyo uso va en aumento, a pesar de que no deja una concentración residual que permita valorar su presencia después del tratamiento. El agua muy ácida o muy alcalina también se ha empleado para la destrucción de bacterias patógenas, ya que el agua con pH inferior a 3 o superior a 11 es relativamente tóxica para la mayoría de las bacterias⁸.

1.2 DESINFECCIÓN FÍSICA

La desinfección física hace uso de desinfectantes físicos como la luz y el calor, o por abrasión mediante uso de materiales. El agua a temperatura de ebullición, por ejemplo, destruye las bacterias causantes de enfermedades y no formadoras de esporas; mientras que el calor se suele emplear con frecuencia en industrias lácticas y de bebidas. Por otro lado, la luz solar es un buen desinfectante, principalmente la luz ultravioleta⁹. Sin embargo, la aplicación de la radiación ultravioleta como mecanismo de desinfección no resulta sencilla en sistemas acuosos, especialmente por la presencia de materia particulada¹⁰, en la Imagen 1, se muestra un ejemplo de esterilización haciendo uso de luz ultravioleta en un hospital.

⁷LOZANO RIVAS, William Antonio, LOZANO BRAVO, Guillermo. Potabilización del agua. República de Colombia: Universidad piloto de Colombia, 2015. 284 p. ISBN 9588957184.

⁸Ibíd., p. 3.

⁹HOYOS SERRANO, Maddelainne, GUTIÉRREZ CHOQUE, Lenny. Revista boliviana Scielo. [en línea]. Esterilización, desinfección, antisépticos y desinfectantes. 2014, 49 (2).11-21. [Consultado 5, octubre, 2018]. Disponible en: http://www.revistasbolivianas.org.bo/scielo.php?pid=S2304-37682014001000010&script=sci_arttext&lng=es

¹⁰ Ibíd., p. 3-4.

Imagen 1. Esterilización llevada a cabo con luz ultravioleta en hospital.



Fuente: GARCIA, Borja. Luz ultravioleta para acabar con las bacterias de los hospitales. [Sitio WEB]. Bogotá D.C.: Blogthinkbig.com. [5, mayo, 2019]. Disponible en: <https://blogthinkbig.com/luz-ultravioleta-hospitales>

1.3 BIOCIDA, ANTISÉPTICO, ESTERILIZANTE, DESINFECTANTE Y LIMPIEZA

Cuando se habla de biocida, se hace referencia a un término general que describe un agente químico, habitualmente presenta un amplio espectro, que inactiva los microorganismos. Los antisépticos son biocidas o productos que destruyen o inhiben el crecimiento de microorganismos tanto en los tejidos vivos como sobre ellos (por ejemplo, lavados de manos de personal sanitario y exfoliaciones quirúrgicas)¹¹; los desinfectantes son similares, pero generalmente son productos o biocidas que se utilizan en objetos o superficies inanimados. Los desinfectantes pueden ser esporostáticos, pero no necesariamente son esporicidas. La esterilización se refiere a un proceso físico o químico que destruye por completo, inhibe o elimina toda la vida microbiana, incluidas las bacterias, sus formas esporuladas altamente resistentes, hongos junto con sus esporas y virus. La limpieza en estos casos se refiere a la eliminación física de materiales extraños de una superficie.¹²

1.3.1 Desinfectante. “Un desinfectante es un agente (químico o físico) que se libera de la infección y mata a las bacterias, hongos, virus y protozoos, pero puede no

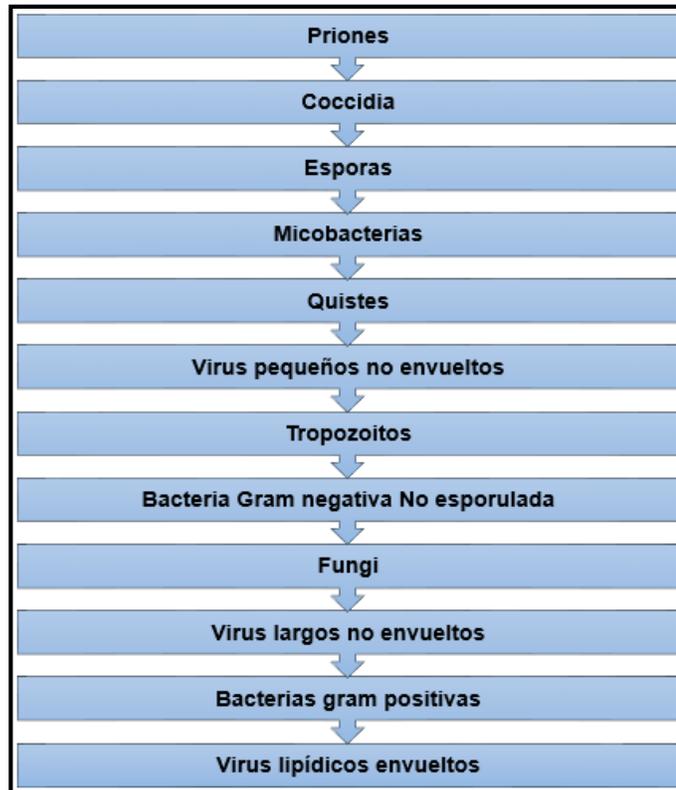
¹¹HERNANDEZ NAVARRETE, Maria Jesus, et al. Principles of antiseptics, disinfection and sterilization. Science Direct. [en línea]. 2014, 32 (10). 681-688. [Consultado 5, octubre, 2018]. Disponible en:

<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0213005X14001839>

¹² DENVER RUSSELL, A., MCDONNELL, Gerald. Antiseptics and Disinfectants: Activity, Action, and Resistance. Clinical Microbiology Reviews. [en línea]. 1999,12 (1). 147–179. [Consultado 5, octubre, 2018]. ISSN 88911. Disponible en: www.ncbi.nlm.nih.gov

matar o inactivar las esporas bacterianas”¹³. Diferentes tipos de microorganismos varían en su respuesta a los antisépticos y desinfectantes. Esto no es sorprendente en vista de su diferente estructura celular, composición y fisiología. Tradicionalmente, la susceptibilidad microbiana a los antisépticos y desinfectantes se ha clasificado de acuerdo con estas diferencias; con trabajos recientes, esta clasificación se puede ampliar aún más (Imagen 2).

Imagen 2. Orden de susceptibilidad microbiana a los antisépticos y desinfectantes.



Fuente: DENVER RUSSELL, A., MCDONNELL, Gerald. Antiseptics and Disinfectants: Activity, Action, and Resistance. *Clinical Microbiology Reviews*. [en línea]. 1999,12 (1). 147–179. [Consultado 5, octubre, 2018]. ISSN 88911. Disponible en: www.ncbi.nlm.nih.gov

Debido a que los diferentes tipos de organismos reaccionan de manera diferente, es conveniente considerar las bacterias, hongos, virus, protozoos y priones por separado. La resistencia intrínseca se demuestra por bacterias gram negativas,

¹³CARDOSO, Ana Sofia, MARTINS ALMEIDA, Cristina Maria Cordeiro, TELMA COSTA DE JESUS GAFFNEY, Vanesa. *Disinfectants: Properties, Applications and Effectiveness*. 1 ed. New York: Nova Science Publishers, 2017. 1-39 p. ISBN 1634859588

esporas bacterianas, micobacterias y, en ciertas condiciones, estafilococos. La resistencia mediada por plásmidos adquirida se asocia más ampliamente con los compuestos de mercurio y otras sales metálicas. En los últimos años, se ha observado resistencia adquirida a ciertos otros tipos de biocidas, especialmente en estafilococos¹⁴.

1.4 RIESGO A LA SALUD GENERADOS POR AGENTES BIOLÓGICOS

Los agentes biológicos están en todas partes, y si bien pueden ser muy beneficiosos para la vida, también pueden ser peligrosos. Los agentes biológicos son relevantes para muchos oficios y ocupaciones, y una parte considerable de la población activa se enfrenta al riesgo de exposición. A pesar de esto, los trabajadores y los empleadores tienden a saber poco sobre el riesgo de exposición a agentes biológicos. La evaluación de riesgos para los agentes biológicos es un reto, por muchas razones. Primero, por la diversidad de estos agentes. Además, los límites de exposición ocupacional (OEL) no se han establecido para muchos de ellos. Los microorganismos patógenos pueden ser peligrosos en concentraciones extremadamente bajas y, por supuesto, los agentes biológicos no son visibles a simple vista. Incluso si no se detecta ningún agente biológico, es posible que los microorganismos provoquen un efecto tóxico o alérgico a través de sus metabolitos (micotoxinas o sus endotoxinas componentes). A diferencia de otras sustancias peligrosas, los agentes biológicos son capaces de reproducirse. En condiciones favorables, un pequeño número de microorganismos puede multiplicarse en muy poco tiempo para crear un problema considerable¹⁵.

Los agentes biológicos son organismos vivos o productos de organismos vivos. Incluyen virus, bacterias y los hongos y sus metabolitos, así como los gusanos parásitos y las plantas. Pueden entrar al cuerpo por inhalación, por ingestión o por absorción a través de la piel, ojos, membranas mucosas o heridas (mordeduras de animales, lesiones por pinchazos, etc.). Si las condiciones de vida son favorables virus, bacterias y los hongos pueden reproducirse muy rápidamente en muy poco tiempo. Además, algunos de ellos pueden pasarse desde una persona a otra¹⁶.

¹⁴DENVER RUSSELL, A., MCDONNELL, Gerald. Op. cit., p. 158.

¹⁵EUROPEAN AGENCY FOR SAFETY AND HEALTH AT WORK, (EU-OSHA). Risk Assessment for biological agents. EU-OSHA. [en línea]. 2018, Vol 1(1). 1-14. [Consultado 15, octubre, 2018]. Disponible en: http://www.osha.mddsz.gov.si/resources/files/pdf/53_risk-assessment-biological-agents.pdf

¹⁶ Ibíd., p. 1.

La directiva europea 2000/54/CE divide los peligros biológicos (patógenos) en cuatro grupos, basados en el peligro inherente del organismo. (Esta clasificación se refiere solo al nivel de riesgo de infección del agente biológico en cuestión) ¹⁷.

- Grupo 1: Es poco probable que cause enfermedades humanas.
- Grupo 2: Puede causar enfermedades humanas y puede ser un peligro para los trabajadores; poco probable que se extienda a la comunidad; usualmente hay profilaxis o tratamiento efectivo disponible.
- Grupo 3: Puede causar enfermedades humanas graves y presentar un riesgo grave para los trabajadores; puede presentar un riesgo de propagación a la comunidad, pero generalmente existe una profilaxis o tratamiento eficaz disponible.
- Grupo 4: Causa enfermedades humanas graves y es un peligro grave para los trabajadores; puede presentar un alto riesgo de propagación a la comunidad; Por lo general, no hay profilaxis o tratamiento efectivo disponible.

1.5 RIESGOS BIOLÓGICOS ASOCIADOS A LA ACTIVIDAD LABORAL

Se define el Riesgo Biológico como la posible exposición a microorganismos que puedan dar lugar a enfermedades, motivada por la actividad laboral. Su transmisión puede ser por vía respiratoria, digestiva, sanguínea, piel o mucosas¹⁸.

Entre los accidentes relacionados con el trabajo que involucran fluidos biológicos, se encuentran los más frecuentes y graves, que pueden llevar al desarrollo de diversas enfermedades. La exposición ocupacional entre estos trabajadores, si se habla del caso de las enfermeras, se puede atribuir a varios factores directos o indirectos, como la atención integral y directa a los pacientes, la administración de medicamentos y heridas de apósito, la limpieza y esterilización de materiales quirúrgicos y diversos instrumentos, la carga de trabajo excesiva, y condiciones inadecuadas para llevar a cabo el proceso de trabajo. En la Imagen 3, se evidencia un riesgo biológico asociado a la actividad laboral desarrollada en los hospitales.

¹⁷ *Ibíd.*, p. 1.

¹⁸HOSPITAL SAN PEDRO. Riesgos Biológicos (Accidentes Biológicos). [Sitio WEB]. Logroño (La Rioja): Dirección general de recursos humanos. [5, junio, 2019]. Disponible en: <https://www.riojasalud.es/profesionales/prevencion-de-riesgos/1104-riesgos-biologicos-accidentes-biologicos>.

Imagen 3. Riesgos Biológicos en el trabajo.



Fuente: ALCATRAZ, Juan. Riesgos biológicos hospitalarios. [Sitio WEB]. Bogotá D.C.: Wordpress. [6, mayo, 2019].
Disponibile: <https://procedimientoyprevencion.wordpress.com/2016/08/21/procedimiento-para-el-manejo-de-accidentes-cortopunzantes-con-sangre-o-fluidos-corporales-de-riesgo/>.

Dos grupos principales de agentes biológicos se consideran riesgos laborales: agentes alergénicos y / o tóxicos que forman bioaerosoles, y agentes que causan zoonosis y otras enfermedades infecciosas. Todos estos agentes pueden ser una causa de enfermedades alérgicas y / o inmunotóxicas ocupacionales de órganos respiratorios (inflamación de las vías respiratorias, rinitis, neumonitis tóxica, neumonitis por hipersensibilidad y asma), conjuntivitis y dermatitis en trabajadores expuestos. Entre otros agentes infecciosos, no zoonóticos, la hepatitis humana transmitida por la sangre y los virus de inmunodeficiencia representan los mayores riesgos para los trabajadores de la salud. También son de interés las bacterias que causan legionelosis en personas expuestas ocupacionalmente a los aerosoles de gotas, principalmente de agua caliente.

Las fuentes de peligros biológicos incluyen bacterias, virus, insectos, plantas, aves, animales y humanos. Estos peligros pueden causar una variedad de problemas de salud, que van desde irritación de la piel y alergias hasta infecciones (tuberculosis y SIDA), cáncer (cáncer de hígado e infección por VHB o VHC), etc. Varias clases de patógenos, incluyendo bacterias, virus, hongos, parásitos y priones, pueden causar infección¹⁹.

Los modos de transmisión varían según el tipo de organismo; algunos agentes infecciosos pueden transmitirse por más de una ruta: algunos se transmiten

¹⁹KYUNG, Taek Rim, CHEOL, Hong Lim. Biologically hazardous agents at work and efforts to protect workers' health: a review of recent reports. Elsevier. [en línea]. 2014, 5 (2). 43-52. [Consultado 15, octubre, 2018]. ISSN 25180133. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4147232/>

principalmente por contacto directo o indirecto, y otros por gotitas o por vía aérea. Otros agentes infecciosos, como los virus transmitidos por la sangre (VHB, VHC y VIH), se transmiten a través de la exposición percutánea o de la membrana mucosa. Es importante destacar que no todos los agentes infecciosos se transmiten de persona a persona. La infección es el resultado de una compleja interrelación entre un huésped potencial y un agente infeccioso.

La mayoría de los factores que influyen en la infección y la aparición y gravedad de la enfermedad están relacionados con el huésped. Sin embargo, las características de la interacción huésped-agente, en relación con la patogenicidad, la virulencia y la antigenicidad, también son importantes, al igual que la dosis infecciosa, los mecanismos de producción de la enfermedad y la vía de exposición. Se presentó un sistema de clasificación más eficaz de las enfermedades infecciosas ocupacionales, distinguiendo así a los agentes biológicamente peligrosos, las ocupaciones, industrias y enfermedades infecciosas, y conectándolos con los trabajadores relacionados²⁰.

1.5.1 Cadena de transmisión. Portal de salida: Para que la contaminación ocurra, el agente biológico debe salir del reservorio o debe ser accesible. Modo de transmisión: Se puede presentar en tres diferentes modos como lo son: directo (inhalación o contacto), semi-directo (transmitido en las manos sucias) o indirecto (el agente biológico utiliza un portador: insecto, instrumento contaminado, etc.), posteriormente se encuentra el portal de entrada: Tracto respiratorio, tracto digestivo, piel intacta o dañada: lesión previa a través de un instrumento o moco contaminado. Luego, se tiene en cuenta el posible huésped: El trabajador en su puesto de trabajo.

El proceso de infección por lo tanto puede ser visto como una cadena. El primer eslabón es el reservorio del agente biológico. El segundo es el proceso por el cual el agente se escapa del reservorio a través del portal de salida, el método de transmisión del agente biológico (inhalación, ingestión o absorción) y el portal de entrada al huésped.

El enlace final es el potencial anfitrión o trabajador. Romper un enlace en cualquier punto reducirá el riesgo de infección. Cuando se identifica un peligro (mediante el uso de la lista de verificación), se debe averiguar cuáles son los enlaces que componen la cadena para identificar la mejor manera de romper uno o varios de los enlaces para controlar el riesgo. Idealmente, el (los) enlace (s) más cercano al reservorio debe apuntar en particular²¹.

²⁰Ibíd., p. 43-52.

²¹EUROPEAN AGENCY FOR SAFETY AND HEALTH AT WORK, (EU-OSHA). Op. cit., p. 3.

1.6 AGENTES DESINFECTANTES

A continuación, se presenta la clasificación de los agentes desinfectantes más comunes:

1.6.1 Alcoholes. Son compuestos hidrosolubles. Los que se utilizan son el alcohol etílico y el alcohol isopropílico. La concentración óptima bactericida está en el rango del 60 al 90% por volumen²².

1.6.2 Aldehídos. En el grupo de aldehídos existen dos clasificaciones las cuales son:

1.6.2.1 Formaldehído. Se utiliza como desinfectante o esterilizante en forma líquida o gaseosa. Es un desinfectante cancerígeno. Se usa principalmente en una solución acuosa llamada formalina o formol, la cual es 37% por peso de formaldehído²³.

1.6.2.2 Glutaraldehído. Las soluciones ácidas de glutaraldehído adquieren su actividad máxima a un pH 7,5 a 8,5; después de activado tiene una vida media de 32 días, porque las moléculas de glutaraldehído se van polimerizando, lo que bloquea los grupos aldehído que son el sitio activo (biocida). La actividad antimicrobiana también depende de condiciones como la dilución, la concentración y la temperatura (es mayor al aumentar la temperatura). Es un compuesto no corrosivo²⁴.

1.6.3 Halogenados (Liberación de halógenos). Dentro de los halogenados se encuentran los compuestos de cloro, hipoclorito de sodio y los componentes de yodo.

1.6.3.1 Componentes de cloro. En los componentes de cloro se encuentran específicamente dos reactivos que cumplen la función de desinfectante. Los cuales son:

Hipoclorito de Sodio. Es una solución de color amarillo claro y presenta un olor característico. Este compuesto puede ser utilizado para desinfección y

²²MEZA VERA, Franklin Eduardo. Desinfectantes químicos. [Sitio WEB]. Colombia: Departamento técnico. [16, octubre, 2018]. Disponible en: http://www.provinas.net/files/boletin_tecnico_002.pdf.

²³REYES MELCHOR, Pedro Alejandro. Antisépticos, guardianes contra infecciones. [Sitio WEB]. Colombia: Multicolor. [5, mayo, 2018]. Disponible en: <https://www.saludymedicinas.com.mx/centros-de-salud/acne/temas-relacionados/antisepticos.html>

²⁴Ibid., prr. 3.

purificación de superficies, blanqueamiento, eliminación de olores y desinfección del agua. Como agente desinfectante y de uso doméstico se encuentra en un 5% de hipoclorito de sodio. Una concentración mayor de esta causa quemaduras y es altamente corrosivo²⁵.

1.6.3.2 Componentes de Yodo. Los componentes de yodo se clasifican en dos grupos, los cuales se enuncian a continuación:

Tinturas de Yodo: Se ha utilizado por muchos años para la desinfección de la piel antes de la cirugía, también garantiza la desinfección de superficies sobre la que se aplique combatiendo bacterias, hongos y virus. Su uso es relativamente seguro y es de acción rápida, manteniendo el efecto hasta por dos horas. Su acción se da por oxidación e inactivación de los componentes celulares; produce irritación en la piel si se deja por varias horas en ella²⁶.

Yodóforos: Los yodóforos se mezclan con detergentes en un medio ácido, por lo tanto, son efectivos a la hora que se necesite un limpiador ácido. El efecto es rápido y su actividad antimicrobiana es amplia. Estos compuestos no son tóxicos cuando se emplean en concentraciones normales. Cuando las concentraciones son altas pueden tener acciones corrosivas en metales. Por esta razón debe eliminarse con especial cuidado enjuagando las superficies después de haberlos aplicado²⁷.

1.6.4 Compuestos de amonio cuaternario. Corresponden a los compuestos cuya estructura básica es el catión amonio (NH₄⁺) y al ser modificados dan lugar a distintos agentes desinfectantes. Son solubles en agua y alcohol, actúan en medio ácido, pero principalmente en medio alcalino, tienen propiedades tenso-activas y su actividad se ve afectada cuando existe la presencia de materia orgánica. Presentan una acción desinfectante a partir de concentraciones de 0,25% o mayores, se usan principalmente en superficies de mobiliario clínico y planta física de centros hospitalarios. Para estos fines se utilizan en soluciones acuosas o mezclados con detergentes para combinar la limpieza y desinfección en una sola aplicación. Se asocian generalmente a aminas terciarias en las formulaciones desinfectantes aumentando su acción biocida. Las sales de amonio cuaternario se reconocen como compuestos incoloros o de coloración

²⁵LENNTECH, B. V. Desinfectantes Hipoclorito de sodio. [Sitio WEB]. Miami: Lenntech. [17, octubre 2018]. Disponible en: <https://www.lenntech.es/procesos/desinfeccion/quimica/desinfectantes-hipoclorito-de-sodio.htm>

²⁶PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATOLICA DE CHILE. Antisépticos y desinfectantes, tintura de yodo. [Sitio WEB]. Chile: Universidad católica. [18, octubre, 2018]. Disponible en: <http://www6.uc.cl/manejoheridas/html/antiseptico.html>

²⁷VIGNOLI, R. Temas de bacteriología y virología médica yodóforos. Montevideo: Oficina del libro FEFMUR, 2006. 619-620 p. ISBN 9974-31-194-2

amarilla, son inodoros, desodorantes y no irritantes a concentraciones habituales²⁸.

La modificación de los compuestos de amonio cuaternario (QAC) en el tiempo ha logrado constituir distintas generaciones de antisépticos como se muestran a continuación:

- **Primera, segunda y tercera generación.** Cloruro de benzalconio. Fue el primer compuesto utilizado como antiséptico y en la actualidad mantiene su uso especialmente en desinfección hospitalaria; esta molécula presenta un grupo alquilo con más número de carbonos obteniendo una mayor potencia antimicrobiana. Los compuestos cuaternarios de segunda generación como cloruro de etilbencilo y los de tercera generación que corresponden a mezclas de moléculas de primera y segunda generación, como cloruro de benzalconio y cloruro de alquil-dimetil-etil-bencil amonio respectivamente, presentan un incremento importante en la actividad desinfectante y una menor resistencia microbiana frente al uso repetido de un solo compuesto²⁹.

- **Cuarta y quinta generación.** Los compuestos de cuarta generación como cloruro de didecil-dimetil amonio, también llamados de cadena gemela por la estructura que presentan con cadenas di-alquílicas lineales, se caracterizan principalmente por su alta tolerancia al agua dura y a las cargas de proteínas. Se utilizan también en industrias como de alimentos, bebidas, textil, del papel, entre otras. Finalmente, los compuestos de quinta generación corresponden a las mezclas de moléculas de segunda y cuarta generación, como cloruro de alquil-dimetil-etil-bencil amonio, cloruro de didecil-dimetil amonio más otras moléculas según las diferentes formulaciones, obteniendo un mejor rendimiento microbicida especialmente en condiciones ambientales difíciles y un uso más seguro, que es característica de estos compuestos conforme avanza. En el campo clínico, sus usos actuales más frecuentes son la limpieza y desinfección de superficies (pisos, paredes, puertas, vidrios) de centros hospitalarios, materiales y equipos como camas, mesas, veladores, bombas de infusión, monitores, atriles, máquinas de rayos, de diálisis, etc. y artículos no críticos como esfigmomanómetros, oxímetros de pulso, incluyendo también algunos elementos de baños como lavatorios, patos, entre otros. Estos compuestos no son corrosivos para los metales. Los compuestos de amonio cuaternario son compatibles con la mayoría de materiales donde ejercen su acción como vidrio, cerámica, aluminio, acero inoxidable, goma, etc. No son reconocidos como más

²⁸DIOMEDI, Alexis, 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, 34 (2). 156-174. [Consultado 19, octubre, 2018]. ISSN 0716-1018. Disponible en: https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0716-10182017000200010

²⁹Ibíd p., p. 12.

efectivos que otros compuestos desinfectantes y en general su costo es superior al de los productos clorados³⁰.

1.7 FACTORES QUE INFLUYEN EN LA ACCIÓN DE DESINFECTANTES

Los tres factores que se muestran a continuación son los más influyentes para realizar el análisis desinfectante de un producto³¹:

- La concentración del producto.
- La temperatura a la cual es utilizado el producto.
- El tipo y cantidad de microorganismos presentes.

1.8 MECANISMOS DE ACCIÓN DE LOS AGENTES DESINFECTANTES

La acción desinfectante puede ejercerse principalmente sobre una función, algunas veces reversible y otra irreversible. Dentro de los principales mecanismos de acción de los desinfectantes se encuentran³²:

- Daño de la pared celular, llevando a los microorganismos a la lisis.
- Alteración de la permeabilidad de la membrana citoplasmática, impidiendo el transporte selectivo de nutrientes al interior de la célula bacteriana.
- Alteración de la naturaleza coloidal del citoplasma, desnaturalizándola o coagulándola.
- Inhibición de la acción enzimática.
- Formación de antimetabolitos.
- Inhibición de la síntesis de ácidos nucleicos.

³⁰Ibíd p., p. 12.

³¹ALBA TORRES, Nathalia Elvira, ARAUJO ESTRADA, Fanny Lucía. Evaluación de los desinfectantes utilizados en el proceso de limpieza y desinfección del área de fisioterapéuticos en laboratorios PRONABELL LTDA. [en línea]. Tesis. Universidad Javeriana. Bogotá D.C: 2008. [Consultado 20, octubre, 2019]. Disponible en: <https://www.javeriana.edu.co/biblos/tesis/ciencias/tesis232.pdf>

³²GARZON, Luis Eduardo, et al. Guías para la prevención, control y vigilancia epidemiológica de infecciones infra hospitalarias. [Sitio WEB]. Bogotá D.C.: Esfera editores Ltda. [23, abril, 2019]. Disponible en: <http://saludcapital.gov.co/sitios/VigilanciaSaludPublica/Todo%20IIH/007%20Desinfectantes.pdf>

Cuadro 1. Ejemplo de agentes activos y su mecanismo de acción.

Acción	Grupo químico (Agentes activos)
Pared celular y membrana celular	Aldehídos
	Tensoactivos aniónicos
	Fenoles y derivados
	Biguanidas
Material nuclear	Óxido de etileno
	Colorantes
	Agentes alquilantes
Enzimas y proteínas	Agentes oxidantes
	Halógenos
	Alcoholes
	Ácidos y álcalis
	Metales pesados

Fuente: GARZON, Luis Eduardo, et al. Guías para la prevención, control y vigilancia epidemiológica de infecciones intrahospitalarias. Jun. [Consultado el Abr 23,2019]. Disponible en: <http://saludcapital.gov.co/sitios/VigilanciaSaludPublica/Todo%20IIH/007%20Desinfectantes.pdf>.

Cuadro 2. Algunos agentes desinfectantes y su mecanismo de acción³³.

Agente desinfectante	Mecanismo de Acción	Usos
Etanol (50-70%)	Desnaturaliza proteínas y solubiliza lípidos	Antiséptico usado en la piel
Isopropanol (50-70%)	Desnaturaliza proteínas y solubiliza lípidos	Antiséptico usado en la piel
Formaldehído (8%)	Reacciona con grupos NH ₂ , -SH Y -COOH	Desinfectante, mata endosporas
Tintura de Yodo (2% I ₂ en 70% de alcohol)	Inactiva proteínas	Antiséptico usado en la piel
Cloro (Cl ₂) gas	Forma ácido hipocloroso (HClO), un fuerte agente oxidante	Desinfección en general y en general para agua potable
Nitrato de plata (AgNO ₃)	Precipita proteínas	Antiséptico general y usado en ojos de recién nacidos
Cloruro de mercurio	Inactiva proteínas por reacción con los grupos sulfuro	Desinfectante. En ocasiones usado como componente en antisépticos para la piel

³³ALBA TORRES, Nathalia Elvira and ARAUJO ESTRADA, Fanny Lucia. Op. cit.; p. 23.

Cuadro 2. (Continuación)

Agente desinfectante	Mecanismo de Acción	Usos
Detergentes (Ej. Amonios cuaternarios)	Ruptura de membranas celulares	Desinfectantes y antiséptico de piel
Compuestos fenólicos (Ej. Hexilresorcinol, Hexaclorofenol)	Desnaturalizan proteínas y rompen las membranas celulares	Antiséptico a bajas concentraciones, desinfectantes a altas concentraciones
Óxido de etileno (gas)	Agente alquilante	Desinfectante usado para esterilizar objetos sensibles al calor como goma y plásticos

Fuente: ALBA TORRES, Nathalia Elvira and ARAUJO ESTRADA, Fanny Lucia. Evaluación de los desinfectantes utilizados en el proceso de limpieza y desinfección del área de fisioterapéuticos en laboratorios PRONABELL LTDA. Universidad Javeriana, 2008. p. 19-20.

1.8.1 Resistencia microbiana a los desinfectantes. La resistencia de los microorganismos a los desinfectantes es muy poco probable a diferencia de estos mismos a los antibióticos. Los desinfectantes están hechos para cumplir su rol biocida, por lo que a continuación se explica a groso modo la resistencia que presentan los microorganismos a bacterias Gram positivas y Gram negativas³⁴.

1.8.1.1 Resistencia intrínseca de las bacterias Gram Positivas. Las bacterias Gram positivas están compuestas por una pared celular que principalmente contiene péptidoglicano y ácido teicoico; ninguna de estas barreras es completamente efectiva respecto a la entrada de antisépticos y desinfectantes; los microorganismos pueden crecer o no con aspecto mucoso, los que no tienen este aspecto, mueren mucho más rápido, de lo cual se puede deducir que esta lama, juega un papel indispensable al actuar como barrera física a la penetración de los desinfectantes o como una capa suelta que interactúa o absorbe el biocida³⁵.

1.8.1.2 Resistencia intrínseca de las bacterias Gram Negativas. Las bacterias Gram negativas, por lo general, actúan con más resistencia a los desinfectantes que las bacterias Gram positivas. La membrana de las bacterias Gram negativas, hacen el papel de barrera que limita la entrada de algunos agentes químicos no relacionados con agentes antibacteriales. Según la bibliografía, el péptidoglicano actúa como una barrera potencial, que impide la entrada de sustancias inhibitorias, por tal motivo, las bacterias Gram negativas presentan mayor resistencia a desinfectantes, ya que contiene mayor cantidad de péptidoglicano; a diferencia de

³⁴ *Ibíd.*, p. 23.

³⁵ *Ibíd.*, p. 24.

las bacterias Gram positivas que el contenido de éste es mucho más bajo, lo que las hace más susceptibles a la acción de los desinfectantes³⁶.

1.8.2 Mecanismo de la actividad desinfectante. En el siguiente cuadro se especifican algunos desinfectantes con su mecanismo de acción desinfectante³⁷:

Cuadro 3. Algunos desinfectantes con su mecanismo de acción desinfectante.

Desinfectante	Tipo de acción Biocida	Objetivo
<ul style="list-style-type: none"> • Formaldehído • Hipoclorito • Mercuriales 	Desinfección Esterilización Preservación Antisepsis	Pared celular
<ul style="list-style-type: none"> • Anilidas • Hexaclorofeno 	Antisepsis Agentes antiplaca Desodorantes Preservación	Membrana citoplasmática, acción sobre el potencial de la membrana
<ul style="list-style-type: none"> • Clorhexidina • Óxido de etileno 	Antisepsis Agentes Antiplaca Preservación Desinfección	Acción sobre ATP
<ul style="list-style-type: none"> • Óxido de etileno • Glutaraldehído • Peróxido de hidrógeno • Hipoclorito • Yodo • Mercuriales 	Desinfección Antisepsis Limpieza	Acción sobre enzimas con grupos –SH
<ul style="list-style-type: none"> • Alcoholes • Clorhexidina • Compuestos de Amonio cuaternario 	Antisepsis Preservación Desinfección	Acción sobre la permeabilidad general de la membrana
<ul style="list-style-type: none"> • Peróxido de hidrógeno • Mercuriales 	Desinfección	Ribosomas
<ul style="list-style-type: none"> • Hipocloritos 	Desinfección	Ácidos nucleicos Hipocloritos
<ul style="list-style-type: none"> • Óxido de etileno • Glutaraldehído • Peróxido de hidrógeno • Mercuriales 	Desinfección Antisepsis Limpieza	Grupos tiol

³⁶ *Ibíd.*, p. 24.

³⁷ *Ibíd.*, p. 25.

Cuadro 3. (Continuación)

Desinfectante	Tipo de acción Biocida	Objetivo
<ul style="list-style-type: none">• Óxido de etileno• Glutaraldehído• Hipoclorito	Desinfección Antisepsis Limpieza	Grupos Amino
<ul style="list-style-type: none">• Óxido de etileno• Glutaraldehído• Hipoclorito	Desinfección Antisepsis Limpieza	Oxidación general

Fuente: ALBA TORRES, Nathalia Elvira and ARAUJO ESTRADA, Fanny Lucia. Evaluación de los desinfectantes utilizados en el proceso de limpieza y desinfección del área de fisioterapéuticos en laboratorios PRONABELL LTDA. Universidad Javeriana, 2008. p. 19-20.

1.9 LIMPIEZA Y DESINFECCIÓN INDUSTRIAL/COMERCIAL

Las instalaciones donde se reciben, preparan y expenden cualquier tipo de productos, deben dar seguridad higiénica. Deben estar diseñadas de forma que favorezcan y faciliten tanto la higiene personal como la limpieza y desinfección de locales y equipos. El Plan de Limpieza y Desinfección agrupa el conjunto de operaciones que tienen como fin eliminar la suciedad y mantener controlada bajo mínimos la carga microbiana. La limpieza y desinfección debe actuar sobre las distintas superficies de trabajo: utensilios, equipos, paredes, suelos y techos. Los procedimientos de limpieza y desinfección deberán satisfacer las necesidades particulares de cada establecimiento y se registrarán por escrito en programas que sirvan de guía a los empleados y a la administración. La limpieza tiene como objetivo la eliminación de la suciedad orgánica y/o inorgánica adherida a las superficies, sin alterar éstas, siendo a su vez lo más respetuoso posible con el medio ambiente. La desinfección tiene como objetivo la destrucción o reducción en mayor o menor medida de los microorganismos presentes en las superficies, hasta reducir la carga microbiana de las mismas a niveles que no sean nocivos ni para la salud de los consumidores, ni para la calidad de los alimentos³⁸.

Para desarrollar un protocolo de limpieza y desinfección se tendrá en cuenta³⁹:
Tipo de superficies: deben ser fáciles de limpiar, evitándose los materiales porosos en beneficio de aquellos impermeables e inalterables.

Tipo de suciedad sobre la que se desea actuar: un producto puede ser muy eficaz frente a un sustrato y tener un efecto nulo frente a otro diferente.

³⁸FUNDACIÓN VASCA PARA LA SEGURIDAD AGROALIMENTARIA. Limpieza y Desinfección. [Sitio WEB]. Bogotá D.C.: Brasil. [5, junio, 2019]. Disponible en: http://www.elika.net/datos/formacion_documentos/Archivo17/14.Limpieza%20y%20de%20desinfeccion%20en%20el%20sector%20de%20alimentos.pdf

³⁹Ibíd., p. 2.

Tiempo y frecuencia con la que se realizarán las actividades: si se distancian en exceso pueden darse incrustaciones o residuos adheridos a superficies que originen crecimiento de microorganismos o compuestos tóxicos, siendo posteriormente su limpieza más complicada.

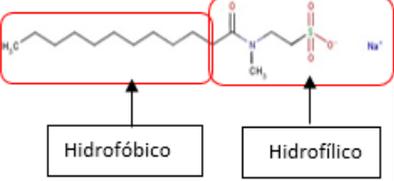
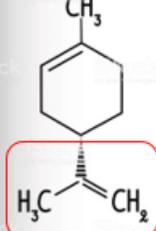
1.10 FUNCIONAMIENTO DE ADITIVOS EN UN DESINFECTANTE

Tomando como base la información que provee la empresa C.I. LIANSA S.A.S., se definen las funciones que cumplen cada uno de los reactivos, y se procede a consultar su mecanismo de acción, como se muestra en el Cuadro 4.

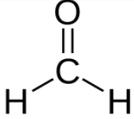
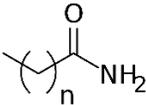
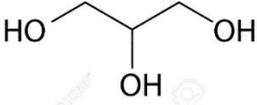
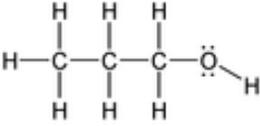
Cuadro 4. Funcionamiento químico de los aditivos en un desinfectante.

Compuesto	Estructura	Función
Agua	$\begin{array}{c} \text{O} \\ / \quad \backslash \\ \text{H} \quad \text{H} \end{array}$	Solvente
El agua actúa como solvente, formando puentes de hidrógeno con los demás compuestos, haciendo uso de los hidrógenos que componen su estructura.		
Alcohol etílico extra neutro	$\begin{array}{c} \text{H} \quad \text{H} \\ \quad \\ \text{H}-\text{C}-\text{C}-\text{O}-\text{H} \\ \quad \\ \text{H} \quad \text{H} \end{array}$	Agente desinfectante
Grupo OH ácido débil pH bajo no permite el crecimiento de microorganismos. Cuando se habla de alcohol etílico extra neutro, es lo mismo que decir alcohol etílico absoluto, con una concentración máxima del 98%.		
Ácido orgánico derivado de aldehídos	$\begin{array}{c} \text{H} \quad \text{O} \\ \quad // \\ \text{H}-\text{C}-\text{C} \\ \quad \backslash \\ \text{H} \quad \text{O}-\text{H} \end{array}$	Agente desinfectante
Cada ácido posee una constante pKa(constante de acidez). Esta constante, indica qué tanto se disocia un ácido. Si el pKa es bajo, significa que es un ácido débil, al ser un ácido débil disminuye el pH, cambian el ambiente celular, pero no son corrosivos, como sucede en este caso.		
Cloruro de sodio	$[\text{Na}]^+ \quad [\text{Cl}]^-$	Blanqueador
En el caso del cloruro de sodio, químicamente se puede decir que el Na ⁺ tiene carga positiva y el Cl ⁻ tiene carga negativa, esto causa atracción electrostática (enlace iónico), lo que permite la estabilidad del compuesto formando una red cristalina. Al realizar la adición de este compuesto a la fórmula, se liberan molécula de Cloro (Cl), lo que hace que también tenga una propiedad desinfectante. La propiedad blanqueadora de este compuesto, se da por intercambio electrónico, por efectos electroquímicos (migración electrónica, en la cual se atacan los dobles enlaces y se rompen), o en ciertos casos, por una reacción de radicales libres, ya que, la sal es un excelente conductor electrónico.		

Cuadro 4. (Continuación)

Compuesto	Estructura	Función
Compuesto sólido blanquecino		Blanqueador
<p>La acción blanqueadora, ocurre por medio de una reacción redox, en la cual el compuesto sólido blanquecino (NaHCO_3) y/o el cloruro de sodio (NaCl), cumplen el papel de agentes oxidante (son oxidantes fuertes) y el colorante actúa como el agente reductor, el agente oxidante reacciona con la materia orgánica (colorante) y se produce dióxido de carbono (CO_2), carbonato de sodio (Na_2CO_3), óxidos de nitrógeno (NO_x), lo cual depende del estado de oxidación del nitrógeno, monóxido de carbono (CO). En una oxidación débil, los dobles enlaces entre carbonos, se rompen y se produce carbono con enlace sencillo con OH (C-OH), lo cual corresponde a un alcohol. Los alcoholes no tienen propiedades colorantes.</p>		
Lauril éter al 28%	 <p>The diagram shows the chemical structure of Lauril éter al 28%. It consists of a long hydrocarbon chain (H₃C-CCCCCCCCCCCC) labeled as 'Hidrofóbico' (hydrophobic) and a head group containing a nitrogen atom bonded to a methyl group and a phosphate group (CH₂-N(CH₃)-CH₂-O-P(=O)(O⁻)₂-Na⁺) labeled as 'Hidrofílico' (hydrophilic).</p>	Tensoactivo Surfactante
<p>Es un compuesto orgánico que corresponde a una molécula anfipática polar y no polar, disminuye la tensión superficial por medio del rompimiento de los puentes de hidrógeno formados por el agua. Es un agente de humectación que baja la tensión superficial de un líquido, permiten una más fácil dispersión y baja la tensión interfacial entre dos líquidos, contienen grupos no polares hidrófobos o lipofílicos, solubles en hidrocarburo (colas) y grupos polares hidrofílicos (cabezas) solubles en agua. Por ello son solubles en solventes orgánicos y en agua. Posee tres propiedades fundamentales: la adsorción, la asociación y micelas.</p>		
Extracto cítrico	 <p>The diagram shows the chemical structure of limonene, a cyclic monoterpene. It features a six-membered ring with a methyl group (CH₃) and an isopropenyl group (H₃C-CH=C-CH₂) attached to it.</p>	Desengrasante Neutralizador de olores Olor
<p>El desengrasante, disuelve grasas, es un reactivo poco polar. El extracto (limoneno), es el principio activo del limón en su máxima concentración. Como es un compuesto aromático, posee una parte no polar, la cual por medio de una atracción dipolo inducido- dipolo inducido, se disuelve la grasa.</p>		

Cuadro 4. (Continuación)

Compuesto	Estructura	Función
Steposol/ Emulsificante a base de amonio cuaternario		Emulsificante
<p>La estructura química, está compuesta por una parte polar y otra no polar, la parte no polar se atrae con la parte no polar de los compuestos aceitosos, y cuando ocurre esta atracción (dipolo inducido-dipolo inducido), se forma una emulsión. El aceite se mantiene disuelto en el agua gracias al emulsificante. Es una sustancia que facilita la formación de una emulsión y ayuda a retrasar la separación de las fases.</p> <p>Las fases de una emulsión reciben el nombre de fase acuosa y fase oleosa. Se conoce como fase externa, continua o dispersante a aquella que se encuentra alrededor de las gotas de fase interna, discontinua o dispersa.</p>		
Formol al 37%		Conservante
<p>Desinfectante pero no antiséptico es conservante no permite el crecimiento de microorganismos. Funciona por efectos de pH, impidiendo que se presenten las condiciones adecuadas para el crecimiento de microorganismos ya que es novico para éstos mismos. Este compuesto actúa en la alquilación de la pared celular y rompe las membranas de los microorganismos.</p>		
Cocoamida		Espesante
<p>La cocoamida presenta en su estructura un zwitterion, es decir que es positivo y negativo, pero al final es neutro. Cuando el OH le dona el Hidrógeno al nitrógeno, éste queda cargado positivamente y el oxígeno queda con carga negativamente, lo cual al hacer un balance final, las cargas se anulan y queda neutro, al ser neutro provee la propiedad de espesante.</p>		
Glicerina		Solvente Provee suavidad a las manos
<p>Es una sustancia no polar y debido a su viscosidad actúa como un aceite suavizante, actúa igual el agua.</p>		
Alcohol N- propílico		Agente desinfectante Solvente

Cuadro 4. (Continuación)

Compuesto	Estructura	Función
Es un alcohol que posee una cadena carbonada más larga que la del alcohol etílico, lo que lo hace menos polar, más ácido y poco soluble en agua. A medida que aumenta la cadena carbonada, se van haciendo menos solubles en agua y más solubles en sustancias orgánicas, por tal motivo, es más común verlo como solvente que como agente desinfectante.		
Color azul		Color
Cuando la estructura química de un colorante reacciona con un oxidante fuerte, se puede liberar CO ₂ y al ocurrir esta reacción, la estructura cambia haciendo que pierda su color . Si el colorante contiene azufre y/o nitrógeno, al reaccionar, se pueden obtener óxidos de nitrógeno u óxidos de azufre. Cuando el colorante contiene enlaces dobles de carbono (C=C), por resonancia, absorben y emiten energía; en ese proceso, es que se genera el color. Cuando existe una oxidación débil , se rompen los dobles enlaces del carbono y el colorante pierde su efecto.		

Fuente: elaboración propia, con base en: TRUJILLO, Ginna.

1.11 LIMPIEZA Y DESINFECCIÓN DOMÉSTICA

La limpieza es definida como el “acto en el cual se eliminan desechos orgánicos e inorgánicos visibles”; este acto debe hacerse haciendo uso de agua, detergentes y otros productos con efecto limpiador. Los residuos orgánicos son aquellos originados de un compuesto vivo; los residuos inorgánicos son los que provienen que materia que no se descompone o tarda mucho tiempo en degradarse. La limpieza en el hogar se puede dar de dos métodos: el método de fricción, el cual consiste en limpiar la superficie o el elemento haciendo uso de un cepillo o un paño; y el método de fluidos el cual consiste en hacer uso de una disolución de detergente y agua. Sin embargo, el efecto de la limpieza es visual, pero no asegura la desinfección, por lo que es necesario utilizar un producto desinfectante para eliminar la suciedad que no es perceptible por el ojo humano. Este proceso de desinfección asegura la eliminación de bacterias, hongos e incluso virus de carácter dañino. Estos microorganismos pueden sobrevivir mucho tiempo siempre y cuando tengan los nutrientes y el medio para su supervivencia, por tal motivo, es necesario desinfectar las superficies donde habitan para eliminarlos. Las superficies del hogar en las que más se recomienda desinfectar son los baños (al menos una vez al día y si alguna persona se encuentra enferma, dos veces al día) y la cocina (lavaplatos, loza, mesones, pisos principalmente); las demás superficies como paredes y asientos, no son considerados como grandes agentes de transmisión de infecciones, por lo que es suficiente con la limpieza de éstos haciendo uso de un detergente, teniendo en cuenta consideraciones como: que las superficies esté seca y sin residuos, si hay residuos orgánicos sobre la superficie, debe hacerse una desinfección adicional; para la limpieza de pisos, debe removerse la suciedad previamente con una escoba o una aspiradora y luego, hacer uso de un

desinfectante, de acuerdo a lo indicado en la etiqueta de cada producto; y finalmente⁴⁰.

1.12 CARACTERÍSTICAS DE UN DESINFECTANTE IDEAL

Un desinfectante, debe contener los siguientes requisitos básicos para su buen funcionamiento⁴¹:

- Debe ser soluble en agua.
- Amplio espectro de actividad.
- Estable: tiempo prolongado de vida útil.
- No debe reaccionar con materia orgánica ni inactivarse en presencia de ella.
- Escasa o nula toxicidad para el ser humano.
- Acción rápida.
- Capacidad de penetración.
- Acción residual.
- Compatible con todos los materiales.
- Disponibilidad y buena relación costo-riesgo-beneficio.
- No debe afectar al medio ambiente.

1.13 CONCENTRACIÓN DEL AGENTE

Si bien este aspecto varía según el desinfectante y el microorganismo, existe una relación inversamente proporcional entre concentración y tiempo de exposición. A mayores concentraciones de desinfectante, menor es el tiempo de exposición para conseguir el mismo efecto. También se modifica la cinética de muerte, como lo muestra el cambio de forma en la curva de sobrevivientes-tiempo, que se transforma muchas veces de exponencial a altas concentraciones en sigmoide para concentraciones intermedias. En estos casos existe un tiempo inicial de muerte muy lento que luego se acelera para volver a decaer al final. Este factor es tan crítico, que se sabe que concentraciones mínimas de casi cualquier desinfectante no solo no elimina los microorganismos, sino que permiten su desarrollo⁴².

1.14 pH DEL MEDIO

Entre otras cosas determina el grado de ionización de la gente, siendo en general la forma no disociada la que atraviesa mejor las paredes del microorganismo⁴³.

⁴⁰GOBIERNO DE CHILE. Guía de limpieza y desinfección en el hogar. [Sitio WEB]. Chile: Ministerio de salud. [23, abril, 2019]. Disponible en: <https://www.emis.com/php/search/doc?pc=AR&dcid=622512917&primo=1>

⁴¹GARZON, Luis Eduardo. Op. Cit., p.10.

⁴²Ibíd., p. 2.

⁴³Ibíd., p. 2.

1.15 TEMPERATURA

El aumento de la temperatura aumenta el poder bactericida del agente, siempre que no lo desnaturalice. Así para temperaturas bajas, por lo general, por cada 10°C de incremento de esta, la tasa de mortalidad se duplica⁴⁴.

1.16 PRESENCIA DE MATERIALES EXTRAÑOS

La presencia de materia orgánica, por ej: moco, pus, sangre, heces, etc. influyen negativamente en la actividad de muchos desinfectantes, incluso llegando a inactivarlos. Por lo general forman cubiertas que impiden el contacto microorganismo desinfectante, o se combinan con el agente formando compuestos inertes o menos activos, etc. Por esto es esencial un buen lavado de la superficie, antes de intentar un proceso de desinfección o esterilización. Además, el lavado y arrastre también disminuye la población de microorganismos sobre la cual actúa el agente contribuyendo a una más rápida destrucción⁴⁵.

1.17 RESISTENCIA INTRÍNSECA DEL MICROORGANISMO

La eficacia de cada agente depende también de las propiedades características de cada microorganismo contra el cual se lo está aplicando. Así el tipo de pared, la presencia de esporos y la fase de desarrollo, modifican la resistencia. Dentro de las formas vegetativas, es el género *Micobacterium* el más resistente. Luego dentro de los Gram (+) se destacan *Staphylococcus* y *Enterococcus*. Dentro de los Gram (-) *Pseudomona*, *Klebsiella*, *Enterobacter*, y *Serratia* son los más resistentes. Son estos microorganismos (cocos Gram (+) y bacilos Gram (-), los más frecuentes causantes de epidemias intrahospitalarias debido en primer lugar a no practicar el lavado de manos tantas veces como sea necesario y en segundo lugar (por lejos) a la mala utilización de desinfectantes y antisépticos⁴⁶.

1.18 NÚMERO INICIAL DE LA POBLACIÓN

Finalmente, el número de la población bacteriana inicial es importante, porque a mayor número de microorganismos, mayor deberá ser la concentración del agente y su tiempo de exposición al mismo. En este punto al igual que en la remoción de materiales extraños, toma fundamental relevancia el lavado de manos, donde por arrastre se consigue una disminución importante de la flora normal transitoria, mejorando así las condiciones de utilización del agente a utilizar. A continuación, iremos viendo progresivamente, el lavado de manos, y la utilización de antisépticos,

⁴⁴ *Ibíd.*, p. 2.

⁴⁵ *Ibíd.*, p. 2.

⁴⁶ *Ibíd.*, p. 2.

desinfectantes, hasta llegar finalmente a la esterilización, primero química y luego química y física⁴⁷.

1.19 TÉCNICAS DE CARACTERIZACIÓN DE REACTIVOS

Los materiales se pueden caracterizar por medio de diferentes métodos los cuales se muestran a continuación:

1.19.1 Microscopía electrónica de barrido (SEM). Técnica que consiste en enfocar sobre una muestra electrodensa un haz de electrones acelerado con energía de excitación que se encuentra en un nivel de 0.1 hasta 30 KV. El haz de electrones con la muestra produce señales que son recolectadas por diferentes detectores; dichos detectores permiten la observación, caracterización y microanálisis superficial de materiales tanto orgánicos como inorgánicos. Un microscopio de barrido de electrones funciona con un haz de electrones producido por una fuente llamado cañón termiónico o un cañón de emisión de campo FEG. A este cañón se le aplica un potencial eléctrico que acelera el haz de electrones hacia una columna, los lentes electromagnéticos lo focalizan sobre la muestra. Los electrones interactúan con la muestra produciendo varias señales que son captadas de acuerdo a la señal y los detectores. La imagen se produce por un conjunto de lentes electromagnéticas que mediante un tratamiento de las señales proyectadas en un tubo de rayos catódicos⁴⁸.

Cuando los electrones colisionan con la muestra se producen distintos fenómenos como son⁴⁹:

- Electrones secundarios.
- Electrones retrodispersados.
- Absorción de electrones.
- Emisión de rayos X.
- Emisión de electrones Auger.

Todas estas señales dependen de la topografía, el número atómico y el estado químico de la muestra, lo que quiere decir que la microscopía de barrido de electrones suministra la información morfológica, topográfica y composicional de las superficies de las muestras⁵⁰.

⁴⁷ *Ibíd.*, p. 3.

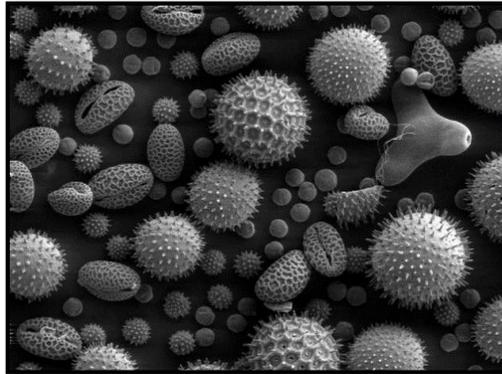
⁴⁸ UNIVERSIDAD DE LOS ANDES. Barrido de Electrones (MEB). [Sitio WEB]. Bogotá D.C.: Universidad de los andes. [21, octubre, 2019]. Disponible en: <https://investigaciones.uniandes.edu.co/microscopio-electronico-de-barrido-meb/>

⁴⁹ *Ibíd.*, p.4.

⁵⁰ *Ibíd.*, p.5.

Al aplicar el método SEM se observa la imagen proyectada, como se evidencia en la Imagen 4.

Imagen 4. Microscopía electrónica de barrido.



Fuente: DARMOUTH, College. Electron Microscope Facility. [Sitio WEB]. EE.UU: Louisa Howard. [18, junio, 2019]. Disponible en: <https://www.dartmouth.edu/~emlab/>.

1.19.2 Difracción de rayos X (DRX). Esta técnica se basa en las interferencias ópticas que se producen cuando una radiación monocromática atraviesa una rendija de espesor comparable a la longitud de onda de la radiación. Las longitudes de onda se miden en Angstroms. Al ser irradiados sobre la muestra que se quiere analizar, los rayos X se difractan con ángulos que dependen de las distancias interatómicas. La difracción de rayos X es un método de alta tecnología no destructivo para el análisis de diversos materiales, como fluidos, metales, minerales, polímeros, catalizadores, plásticos, productos farmacéuticos, recubrimientos de capa fina, cerámico y semiconductor. La aplicación fundamental de la difracción de rayos X es la identificación cualitativa de la composición mineralógica de una muestra⁵¹.

El espectro continuo: Este tipo de espectro se produce cuando una partícula cargada eléctricamente con suficiente energía cinética es frenada rápidamente. Los electrones son las partículas utilizadas habitualmente y la radiación se obtiene en un dispositivo como tubo de rayos X⁵².

⁵¹UNIVERSIDAD DE ALICANTE. Difracción de rayos x. [Sitio WEB]. Alicante: Universidad de alicante. [19, mayo, 2019]. Disponible en: <https://sstti.ua.es/esinstrumentacion-cientifica/unidad-de-rayos-x/difraccion-de-rayos-x.html>

⁵²UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE CARTAGENA. Difracción de rayos X. [Sitio WEB]. Cartagena: Universidad de Cartagena. [8, mayo, 2019]. Disponible en: file:///C:/Users/Usuario/Documents/difraccion_rayosx.pdf

El espectro característico: Esto sucede cuando el voltaje de un tubo r-x supera cierto valor crítico, aparecen unos picos estrechos y agudos en ciertas longitudes de onda superpuestos sobre el espectro continuo. Estas líneas se agrupan en conjuntos denominados K, L, M, en orden de λ creciente⁵³.

1.19.3 Reducción a temperatura programada (TPR). Es una etapa esencial en los procesos catalíticos, ya que la molécula absorbida forma un complejo intermedio superficial que es más predispuesto a la reacción química. Estos análisis se aplican para determinar la eficiencia relativa del catalizador, para estudiar el envenenamiento de catalizadores y para controlar la degradación de la actividad catalítica con el tiempo de uso. Estas técnicas a temperatura programada estudian el efecto de la temperatura sobre una superficie de reacción. Hay tres tipos principales de reacciones que se estudian mediante esta técnica los cuales son: Desorción a temperatura programada (TPD), reducción a temperatura programada (TPR), oxidación a temperatura programada (TPO), quimisorción por pulsos y reacción a temperatura programada⁵⁴.

En la técnica TPR el catalizador es sometido a un aumento de temperatura, mientras que una mezcla de gas reductor fluye por ella. El porcentaje de reducción se adquiere a partir de la medición continua y mediante el seguimiento del cambio en la composición de la mezcla de gas luego de pasar por el reactor. Dicha técnica tiene una alta sensibilidad, no depende de las propiedades físicas del material sino de las especies que presentan cambios en su estado de oxidación⁵⁵.

La técnica de TPR, permite aclarar ciertos fenómenos importantes, tales como⁵⁶:

- La interacción del metal-soporte
- El efecto del pre-tratamiento sobre la reducibilidad de catalizadores.
- El efecto de aditivos metálicos como promotores de la reducibilidad.
- Esta técnica es basada en el hecho de que los procesos de reducción de una especie, en atmósfera reductora, dependen de su estado de oxidación, del tamaño de la partícula y de su naturaleza química, es decir, del compuesto que éste está formando. La reducción de las especies presente en el sólido se favorece con la temperatura.

1.19.4 Espectroscopia foto-electrónica de rayos X. La espectroscopia foto-electrónica de rayos X, es un método de caracterización de superficies más ampliamente utilizado. El reconocimiento de esta técnica es debido al alto contenido

⁵³ *Ibíd.*, p. 3.

⁵⁴ UNIVERSIDAD REY JUAN CARLOS. Laboratorio de técnicas espectroscópicas. [Sitio WEB]. Madrid: Universidad rey Juan Carlos. [5, mayo, 2019]. Disponible en: <http://www.labte.es/index.php/es/2013-11-03-19-54-23/analisis-termoquimico/tpd>

⁵⁵ *Ibíd.*, prr. 4.

⁵⁶ *Ibíd.*, prr. 2.

de información que suministra y la flexibilidad para ser utilizadas en una gran variedad de muestras. Esta técnica se encuentra dentro de las técnicas analíticas de espectroscopias electrónicas, denominadas de este modo porque se miden electrones, el análisis de una superficie proporciona la información cualitativa y cuantitativa de todos los elementos presentes, exceptuando H y He pero con aplicaciones más sofisticadas de la técnica se obtiene información detallada de la química, organización y morfología de la superficie. Esta técnica consiste en excitar mediante un haz de rayos X de los niveles más internos de los átomos, incitando la emisión de fotoelectrones que suministran información sobre la energía de cada nivel y sobre la naturaleza de cada átomo emisor. Se recomienda trabajar en condiciones de Ultra Alto Vacío UHV. Esto se da usando bombas turbo-moleculares y bombas iónicas apoyadas con vacíos previos obtenidos por bombas rotatorias de aceite⁵⁷.

1.19.5 Espectroscopia infrarroja. Cuando la radiación infrarroja incide sobre una muestra, presentan cambios los estados vibracionales de las moléculas constituyentes de la misma. Permite determinar tipo de enlaces y grupos funcionales presentes. Es bueno dividir la región infrarroja en tres regiones denominadas infrarrojo cercano (NIR), infrarrojo medio (MIR) e infrarrojo lejano (FIR). La obtención de espectros IR se puede llevar a cabo a través de las siguientes técnicas de medida⁵⁸.

Transmisión: En este método de medida la radiación IR atraviesa la muestra registrándose la cantidad de energía absorbida por la muestra. Mediante esta se puede analizar, muestras gaseosas, líquidas y sólidas. En caso de muestras sólidas, éstas se muelen junto con KBr en polvo (ópticamente transparente) y se prensa para obtener una pastilla delgada que se expone a la radiación infrarroja.

Reflexión: La radiación infrarroja es reflejada sobre la muestra. Al compararla con la radiación incidente se obtiene información molecular de la muestra. Para que esta sea utilizada debe ser reflectante o estar colocada sobre una superficie reflectante.

Modo ATR: Es un modo de muestreo en el que el haz IR se proyecta en un cristal de alto índice de refracción. El haz se refleja en la cara interna del cristal y crea una onda evanescente que penetra en la muestra. Ésta debe estar en íntimo contacto

⁵⁷UNIVERSIDAD DE ALICANTE. Espectroscopia fotoelectrónica de rayos X. [Sitio WEB]. Alicante (España): Universidad de alicante. [5, mayo, 2019]. Disponible en: <https://sstti.ua.es/es/instrumentacion-cientifica/unidad-de-rayos-x/espectroscopia-fotoelectronica-de-rayos-x.html>

⁵⁸UNIVERSIDAD DE ALICANTE. Espectroscopia Infrarroja. [Sitio WEB]. Alicante (España): Universidad de alicante. [5, mayo, 2019]. Disponible en: <https://sstti.ua.es/es/instrumentacion-cientifica/unidad-de-rayos-x-de-monocristal-y-espectroscopias-vibracional-y-optica/espectroscopia-infrarroja.html>

con el cristal. Parte de la energía de la onda evanescente es absorbida y la radiación reflejada (con la información química de la muestra) es conducida al detector. Se trata de un método muy versátil que permite la medida de muestras líquidas y sólidas sin prácticamente preparación de las mismas.

Las señales se comparan y, luego, se procede a registrar los datos. Hay dos razones por las que es recomendable utilizar una referencia⁵⁹:

- Evita que las fluctuaciones de energía eléctrica de la fuente afecten a los resultados finales, ya que tanto la muestra como la referencia se ven afectadas del mismo modo. También impide la influencia de variaciones sobre el resultado final, esto sucede porque la fuente no emite la misma intensidad de luz para todas las longitudes de onda.
- Permite que los efectos del disolvente se anulen, porque la referencia es normalmente la forma pura del disolvente en el que se encuentra. La espectroscopia de adsorción en el infrarrojo aplicando la técnica de reflectancia total atenuada permite obtener espectros de IR en muestras que presentan alguna dificultad analítica utilizando pastillas de KBr, y es especialmente útil en el caso de muestras viscosas y de baja transmitancia, porque se obtiene un mejor contacto entre la muestra y el cristal y se generan caminos ópticos cortos, difíciles de alcanzar y manipular utilizando simple transmisión.

1.19.6 Índice de refracción. Indica la relación existente entre la velocidad de la luz en el vacío en relación a la velocidad que lleva la luz en dicho medio. Lo que indica que el índice de refracción de la luz en el vacío tiene un valor 1. También se dice que el valor del índice de refracción del medio es una medida de su “densidad óptica”: La luz se propaga a velocidad máxima en el vacío, pero más lentamente en los demás medios transparentes; por tanto, en todos ellos $n > 1$. La ecuación que permite la determinación del índice de refracción es la siguiente⁶⁰:

Ecuación 1. Determinación de índice de refracción.

$$n = \frac{c}{v_a}$$

Fuente: GEOFIS. Determinación de índices de refracción. [Sitio WEB]. Colombia: Geofis. [15, mayo, 2019]. Disponible en: <https://webs.ucm.es/info/Geofis/practicas/prac22.pdf>

⁵⁹PEREZ, Guillermo. Espectrometría infrarroja. [Sitio WEB]. Colombia: Espectrometria.com. [15, mayo, 2019]. Disponible en: https://www.espectrometria.com/espectrometra_infrarroja

⁶⁰GEOFIS. Determinación de índices de refracción. [Sitio WEB]. Colombia: Geofis. [15, mayo, 2019]. Disponible en: <https://webs.ucm.es/info/Geofis/practicas/prac22.pdf>

Donde:

n =Índice de refracción

c =Velocidad de la luz en el vacío (m/s) = $3 \cdot 10^8$ m/s

V_a =Velocidad de la luz en el medio (m/s)

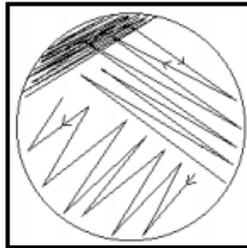
Cuando un rayo luminoso incide sobre la superficie de separación entre dos medios diferentes, el haz incidente se divide en tres: el más intenso penetra en el segundo medio formando el rayo refractado, otro es reflejado en la superficie y el tercero se descompone en numerosos haces débiles que surgen del punto de incidencia en todas direcciones, creando un conjunto de haces de luz difusa⁶¹.

1.20 TÉCNICA DE SIEMBRA POR MÉTODO DE ESTRÍAS

Consiste en verter sobre una placa de Petri el medio de cultivo fundido y se deja solidificar. Existen distintas técnicas para la siembra en estrías, el objeto es obtener colonias aisladas⁶².

- **Técnica A:** Consiste en cargar el asa con la muestra y hacer estrías paralelas en la cuarta parte de la superficie de la placa, se quema el asa, se enfría, se gira la placa a 90° y se vuelve a estriar tocando 3 o 4 veces el área sembrada inicialmente y cubriendo otro cuarto de la placa. Por último, sin quemar el asa, se estria el resto de la superficie sin sembrar⁶³

Imagen 5. Técnica A para método de estrías.



Fuente: SATAMBROSIO, Eduardo. Siembra y recuento de microorganismos. [Sitio WEB]. Buenos aires: Universidad tecnológica nacional. [19, mayo, 2019]. Disponible en: https://www.frro.utn.edu.ar/repositorio/catedras/quimica/5_anio/biotecnologia/practicoll.pdf

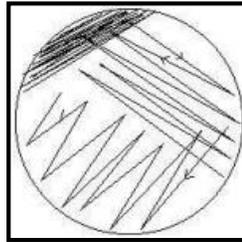
⁶¹ *Ibíd.*, p. 2.

⁶² SATAMBROSIO, Eduardo. Siembra y recuento de microorganismos. [Sitio WEB]. Buenos aires: Universidad tecnológica nacional. [19, mayo, 2019]. Disponible en: https://www.frro.utn.edu.ar/repositorio/catedras/quimica/5_anio/biotecnologia/practicoll.pdf

⁶³ *Ibíd.*, p. 3.

- **Técnica B:** Con el asa cargada se hacen 3 o 4 estrías; se quema el asa, se hacen 3 o 4 estrías perpendiculares a las anteriores, se quema el asa y se repite el procedimiento hasta agotar la superficie de la placa⁶⁴.

Imagen 6. Técnica B para el método de estrías.



Fuente: SATAMBROSIO, Eduardo. Siembra y recuento de microorganismos. [Sitio WEB]. Buenos aires: Universidad tecnológica nacional. [19, mayo, 2019]. Disponible en: https://www.frro.utn.edu.ar/repositorio/catedras/quimica/5_anio/bioteecnologia/practicoll.pdf

Para llevar a cabo el método de estrías primero es necesario realizar la preparación de las diluciones bacteria-desinfectante en los tubos previamente esterilizados, este procedimiento se realiza de la siguiente forma: se agrega 1 mL de la bacteria escogida y los mL deseados de la respectiva muestra, se agita mediante un asa previamente esterilizada; posteriormente con el asa se toma la muestra y se agrega en la caja de Petri para el método de estrías.

1.21 BACTERIAS

Para efectos de este proyecto de grado a continuación se muestran las principales características de las bacterias *Escherichia Coli* (Gram negativa) y *Bacillus Subtilis* (Gram positiva):

1.21.1 *Escherichia Coli*. La mayoría de las cepas de *Escherichia Coli* viven inofensivamente en los intestinos y rara vez causan enfermedades en individuos sanos. No obstante, varias cepas patógenas pueden causar diarrea o enfermedades extraintestinales tanto en individuos sanos como inmunocomprometidos. Las enfermedades diarreicas son un grave problema de

⁶⁴ *Ibíd.*, p. 3.

salud pública y una causa importante de morbilidad y mortalidad en lactantes y niños pequeños, especialmente en países en desarrollo. Las cepas de *E. Coli* que causan diarrea han evolucionado al adquirir, a través de la transferencia horizontal de genes, un conjunto particular de características que han persistido con éxito en el huésped. De acuerdo con el grupo de virulencia adquiridos, se formaron combinaciones específicas que determinan los patotipos de *E. Coli* actualmente conocidos, que se conocen colectivamente como *E. Colidiarreogénico*. En esta revisión, hemos recopilado información sobre definiciones actuales, serotipos, linajes, mecanismos de virulencia, epidemiología y diagnóstico de los principales patotipos diarreogénicos de *E. Coli*⁶⁵.

Las enfermedades diarreicas son un grave problema de salud pública y una de las principales causas de morbilidad y mortalidad en bebés y niños pequeños; Los países de bajos y medianos ingresos en África, Asia y América Latina son las regiones más afectadas con enfermedades diarreicas que ocurren con mayor frecuencia con resultados letales, principalmente debido a las malas condiciones de vida (suministro de agua inadecuado, higiene y saneamiento ambiental deficiente y educación insuficiente)⁶⁶.

Los patotipos DEC difieren con respecto a sus sitios de colonización anfitrión preferenciales, mecanismos de virulencia, y los síntomas y consecuencias clínicas siguientes, y se clasifican como enteropatógena *E. coli* (EPEC), enterohemorrágica (productora de toxina Shiga) *E. coli* (EHEC/ STEC), *E. Coli* enteroagregativa (EAEC), *E. Coli* enterotoxigénica (ETEC) y *E. Coli* enteroinvasiva (EIEC)⁶⁷.

1.21.1.1 Características. Las características que presenta la bacteria *E. Coli* son las siguientes:

- *E. Coli* productora de toxina Shiga es una bacteria que puede causar graves enfermedades a través de los alimentos.
- El origen principal de los brotes de *E. Coli* productora de toxina Shiga son los productos de carne picada cruda o poco cocinada, la leche cruda y las hortalizas contaminadas por materia fecal.
- Aunque en la mayoría de los casos remite espontáneamente, la enfermedad puede llegar a poner en peligro la vida, por ejemplo, cuando da lugar al síndrome hemolítico urémico, especialmente en niños pequeños y ancianos.

⁶⁵GOMES, Tania A., et al. Diarrheagenic Escherichia coli. BRAZILIAN JOURNAL OF MICROBIOLOGY. [en línea]. 2016, 47 (1). 3-30. [Consultado 20, jun, 2019]. ISSN 1517-8382. Disponible en: www.sciencedirect.com

⁶⁶ *Ibíd.*, prr. 8.

⁶⁷ *Ibíd.*, prr. 14.

- *E. Coli* productora de toxina Shiga es termo sensible. Al preparar los alimentos en el hogar, hay que seguir las prácticas básicas de higiene de los alimentos, entre ellas la de cocerlos bien.
- La aplicación de las Cinco claves para la inocuidad de los alimentos de la OMS es una medida fundamental para prevenir las infecciones por agentes patógenos transmitidos por los alimentos, como *E. Coli* productora de toxina Shiga.

1.21.1.2 Fuentes y Transmisión. La mayor parte de la información disponible sobre *E. Coli* productora de toxina Shiga guarda relación con el serotipo O157: H7, pues es el más fácil de distinguir bioquímicamente de otras cepas de *E. Coli*. El reservorio de este patógeno es principalmente el ganado bovino. También se consideran reservorios importantes otros rumiantes, como ovejas, cabras y ciervos, y se ha detectado la infección en otros mamíferos (como cerdos, caballos, conejos, perros y gatos) y aves (como pollos y pavos)⁶⁸.

E. coli O157: H7 se transmite al hombre principalmente por el consumo de alimentos contaminados, como productos de carne picada cruda o poco cocida y leche cruda. La contaminación fecal del agua y de otros alimentos, así como la contaminación cruzada durante la preparación de estos (con carne de vacuno y otros productos cárnicos, superficies y utensilios de cocina contaminados), también es causa de infecciones. Ejemplos de alimentos implicados en brotes de *E. Coli* O157: H7 son las hamburguesas poco cocidas, el salami curado, la sidra fresca no pasteurizada, el yogur y el queso elaborado con leche cruda⁶⁹.

Un número creciente de brotes se asocian al consumo de frutas y verduras (como las coles de Bruselas, las espinacas, la lechuga, las ensaladas de col y de otro tipo) contaminadas por el contacto con las heces de animales domésticos o salvajes en algún momento durante su cultivo o manipulación. También se ha aislado *E. coli* productora de toxina Shiga en masas de agua (estanques y arroyos), pozos y abrevaderos, y se ha observado que puede sobrevivir durante meses en el estiércol y en los sedimentos de recipientes de agua. Se ha informado de casos de transmisión por el agua, tanto por agua de bebida contaminada como por aguas de recreo. Los contactos de persona a persona son una forma de transmisión importante por vía oral-fecal. Se ha informado de un estado de portador asintomático, en el que la persona no muestra signos clínicos de la enfermedad, pero puede infectar a otros. La excreción de *E. Coli* productora de toxina Shiga dura aproximadamente una semana o menos en los adultos, pero puede prolongarse más en los niños. Se ha observado que otro factor de riesgo importante de infección

⁶⁸ORGANIZACIÓN MUNDIAL DE LA SALUD. *E. coli*. [Sitio WEB]. Sitio web mundial: OMS. [5, junio, 2019]. Disponible en: <https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/e-coli>

⁶⁹Ibíd., prr. 8.

por *E. Coli* productora de toxina Shiga son las visitas a granjas y otros lugares donde el público en general puede entrar en contacto directo con el ganado⁷⁰.

1.21.2 *Bacillus Subtilis*. Es una bacteria de tipo Gram positiva, produce endospora las que son termorresistentes y también resisten factores físicos perjudiciales como la desecación la radiación los ácidos y los desinfectantes químicos, produce enzimas hidrofílicas extracelulares que descomponen polisacáridos, ácidos nucleicos permitiendo que el organismo emplee estos productos como fuente de carbono y electrones, este tipo de bacteria es el agente causal de la enfermedad denominada “mal del tallito” del algodónero⁷¹. Este género está formado por microorganismos bacilares Gram positivos, formadores de endosporas, quimiheterótrofos que normalmente son móviles y rodeados de flagelos periticos. Son anaerobios o aerobios facultativos. Las células bacterianas son de un amplio tamaño que varía 0,5 a 2,5 µm x 1,2-10 µm. Este género se encuentra comúnmente en suelos y plantas donde tienen un papel importante en ciclo del carbono y el nitrógeno. Son habitantes comunes de aguas frescas y estancadas, son particularmente activos en sedimentos⁷².

Su ciclo de vida se divide en dos fases: crecimiento vegetativo y esporulación. Durante el primer estado, la bacteria crece de forma exponencial cuando se encuentra en un medio donde las condiciones son favorables. Cuando los nutrientes comienzan a escasear, la bacteria esporula, formando una endospora, la cual puede permanecer viable en el ambiente por largos períodos de tiempo hasta que las condiciones se tornen favorables para volver a su forma vegetativa. También se ha visto que existe una gran distribución de estas endosporas, estructura que les permite sobrevivir en condiciones extremas de temperatura desecación, pH entre otros. La presencia de endosporas bacterianas constituye una estructura de resistencia que puede permanecer viable durante una gran cantidad de tiempo hasta que las condiciones se tornen favorables para el desarrollo de la forma vegetativa. También existen cepas muy virulentas que se han encontrado asociadas al ser humano y algunos animales⁷³.

⁷⁰Ibíd., prr. 10.

⁷¹BAYLISS, Catherine E., WAITES, W. M., KING, N. R. Resistance and structure of spores of *Bacillus subtilis*. *Journal of applied microbiology*. [en línea]. 2008, 50 (2). 379-390. [Consultado 21, junio, 2019]. ISSN 0021-8847. Disponible en: https://www.researchgate.net/publication/229786914_Resistance_and_Structure_of_Spores_of_Bacillus_subtilis

⁷²CUERVO LOZADA, Jeanny Paola. Aislamiento y caracterización de *Bacillus* spp como fijadores biológicos de nitrógeno y solubilizadores de fosfatos en dos muestras de biofertilizantes comerciales. [en línea]. Tesis. Universidad Javeriana, Bogotá. D.C.: 2010. [Consultado 21, junio, 2019]. Disponible en: <http://hdl.handle.net/10554/8434>

⁷³TEJERA HERNÁNDEZ, Berto, ROJAS BADÍA, Marcia M. Potencialidades del género *Bacillus* en la promoción del crecimiento vegetal y el control de hongos fitopatógenos.

1.21.2.1 Características. Las características principales de la bacteria *B. Subtilis* son las siguientes⁷⁴:

- Generalmente son móviles con flagelos peritricos.
- Poseen antígenos somáticos y flagelares y de esporas.
- Las reacciones serológicas no se usan en su identificación, ya que dan reacciones cruzadas con otros géneros.
- Los antígenos de las esporas son termo resistentes al igual que las propias esporas.
- Este tipo de bacteria permite la degradación de la mayoría de los sustratos derivados de plantas y animales, incluyendo celulosa, almidón, pectina, proteínas, agar, hidrocarburos y otros.
- Se utiliza para la producción de antibióticos, la nitrificación, la desnitrificación, la fijación de nitrógeno, la litotrofia facultativa, la acidofilia, la alcalofilia, la psicofilia, la termófila y el parasitismo.
- Tienen la capacidad de sobrevivir en diversos ambientes. En muchas ocasiones, asociadas a las plantas, ejerciendo un efecto positivo sobre el crecimiento a través de una serie de mecanismos que involucran la promoción del crecimiento vegetal y el control biológico de patógenos.
- Excretan a los medios ácidos orgánicos como principal mecanismo de solubilización, aunque también pueden actuar enzimas como las fitasas.

1.21.2.2 Fuentes y Transmisión. Las bacterias *BacillusSubtilis*, se encuentran esencialmente en las capas del suelo y en el tubo digestivo de los animales, es muy fácil que por esta bacteria s contaminen alimentos frescos, principalmente aquellos que tengan contacto directo con el suelo y en los de origen vegetal. Además, pueden contaminar productos lácteos, carnes, cereales, platos de arroz e incluso alimentos infantiles. Generalmente se consideran especies no patógenas y se ha utilizado incluso como probióticos, sin embargo, se han descritos casos en donde se ha afectado el funcionamiento digestivo, brotes en la piel e infecciones, esto se debe a que este tipo de bacterias pueden sobrevivir a la cocción y preparación de las comidas caseras⁷⁵.

1.22 MARCO LEGAL

A continuación, se muestran las principales normas relacionadas con este proyecto de grado.

CENIC. [en línea]. 2011, 42 (3). 131-138. [Consultado 22, junio, 2019]. ISSN: 0253-5688. Disponible en: www.redalyc.org

⁷⁴CUERVO LOZADA, Jeanny Paola. Op. cit., p. 6.

⁷⁵IVAMI. *BacillusSubtilis*. [Sitio WEB]. Colombia: Instituto colombiano de microbiología. [5, junio, 2019]. Disponible en: <https://www.ivami.com/es/microbiologia-de-alimentos/642-bacillus-subtilis-investigacion-y-recuento>

1.22.1 GTC 215. Guía de pruebas de estabilidad, cosméticos y productos de higiene doméstica. La presente guía proporciona recomendaciones generales para predecir la estabilidad de un producto cosmético y de higiene doméstica. Esta guía no comprende las etapas de pre diseño del producto⁷⁶.

Diseño de un estudio de estabilidad

Un estudio de estabilidad, según sea aplicable, debería incluir las siguientes consideraciones:

- Considerar la evaluación de propiedades organolépticas críticas, tales como aspecto, color, olor, textura y fluidez, particularmente después de exposición a condiciones diseñadas para estresar cada propiedad específica.

Variabilidad de parámetros durante de la vida útil del producto

La evaluación de los siguientes criterios constituye un ejemplo. No es obligatorio ni tampoco un requisito mínimo, ya que las pruebas dependen de la categoría del producto, del parámetro que ha cambiado en una reformulación, y del tipo de envase primario:

- Color, olor y apariencia;
- Cambios en el envase (puede incluir hermeticidad);
- pH;
- Viscosidad;
- Pruebas microbiológicas demostrando la habilidad de los productos para evitar crecimiento bacteriano durante el uso normal y otras pruebas específicas se es necesario, y
- Datos analíticos en relación con otros parámetros para tipos específicos de productos.

1.22.2 Decreto número 1545 de 1998. Por el cual se reglamentan parcialmente los Regímenes Sanitario, de Control de Calidad y de Vigilancia de los Productos de Aseo, Higiene y Limpieza de Uso Doméstico y se dictan otras disposiciones ⁷⁷.

Artículo 2. Definiciones:

⁷⁶INSTITUTO COLOMBIANO DE NORMAS TÉCNICAS Y CERTIFICACIÓN. Guía de pruebas de estabilidad, cosméticos y productos de higiene doméstica. GTC 215: 2017. Colombia: Icontec. 2011. 14 p.

⁷⁷MINISTERIO DE EDUCACIÓN NACIONAL. Por el cual se reglamentan parcialmente los Regímenes Sanitario, de Control de Calidad y de Vigilancia de los Productos de Aseo, Higiene y Limpieza de Uso Doméstico y se dictan otras disposiciones. Decreto número 1545 de 1998. Colombia: Departamento administrativo de la función pública, 1998. 13 p.

- **DESINFECTANTE:** Agente químico que elimina un rango de organismos patógenos, pero no necesariamente todos los microorganismos.
- **NORMAS DE FABRICACIÓN PARA PRODUCTOS DE ASEO, HIGIENE Y LIMPIEZA DE USO DOMESTICO VIGENTES:** Son el conjunto de normas, procesos y procedimientos técnicos, cuya aplicación debe garantizar la producción uniforme y controlada de cada lote de productos de aseo, higiene y limpieza de uso doméstico, de conformidad con las normas de calidad y los requisitos exigidos en su comercialización.
- **PRODUCTO DE ASEO Y LIMPIEZA DE USO DOMESTICO:** Es aquella formulación cuya función principal es aromatizar el ambiente, remover la suciedad y propender por el cuidado de utensilios, objetos, ropas o áreas que posteriormente estarán en contacto con el ser humano.

Artículo 14. Clasificación de los productos. Para los efectos de este Decreto se considerarán productos de aseo, higiene y limpieza de uso doméstico, los siguientes productos:

- a) Jabones y detergentes no cosméticos
- b) Productos lavaloz
- c) Suavizantes y productos para prelavado y preplanchado de ropa
- d) Ambientadores
- e) Blanqueadores y desmanchadores.
- f) **Desinfectantes de uso doméstico**
- g) Limpiadores
- h) Productos absorbentes de higiene personal (toallas higiénicas, pañales desechables, tampones, protectores, protectores para la lactancia, pañitos húmedos, etc.) (sin nebrillas)
- i) Los demás productos que el Ministerio de Salud determine **PARÁGRAFO:** Las materias primas o productos químicos que lleven en su etiqueta instrucciones de uso como productos de aseo, higiene y limpieza de uso doméstico, requieren Registro Sanitario y se clasificarán de acuerdo a la función indicada en la etiqueta.

Artículo 34. Control de la calidad: El control de la calidad de los productos de aseo, higiene y limpieza de uso doméstico se realizará por el INVIMA o la autoridad delegada, con sujeción a lo previsto en las normas sanitarias y en el presente Decreto.

Artículo 36. Producto alterado: Se entiende por producto alterado el que se encuentra en una de las siguientes situaciones:

- a) Cuando se le hubiere sustituido, sustraído total o parcialmente o reemplazado los elementos constitutivos que forman parte de la composición oficialmente aprobada o cuando se le hubieren adicionado sustancias que puedan modificar sus efectos o características fisicoquímicas u organolépticas.

- b) Cuando hubiere sufrido transformaciones en sus características fisicoquímicas, biológicas u organolépticas por causa de agentes químicos, físicos o biológicos.
- c) Cuando el contenido no corresponda al autorizado o se hubiere sustraído del original total o parcialmente.
- d) Cuando por su naturaleza no se encuentre almacenado o conservado con las debidas precauciones.

1.22.3 NTC 5962/2012 Antisépticos y desinfectantes químicos. Actividad esporicida básica. Método de ensayo y requisitos. Se realiza el ensayo con dos bacterias una de ellas es la *Bacillus Suptilis* la cual se maneja de igual manera en este proyecto. Según esta norma es necesario tener en cuenta ciertas técnicas y cantidades al momento de llevar acabo la suspensión de ensayo en cajas de Petri⁷⁸. Las cuales son:

Suspensiones de ensayo (“N1”, “N2”)

- a) La técnica de siembra en caja, se extiende cada muestra de 1,0 ml sobre un número apropiado de cajas de superficie seca contenido TSA.
- b) La técnica de vertido en caja, se pipetea cada muestra de 1.0ml sobre cajas de Petri y se añaden entre 12ml y 15ml de TSA fundido.
- c) Se verifica el tamaño, forma, color y propiedades superficiales de las colonias crecidas sobre el agar para garantizar la pureza de ls suspensiones de esporas bacterianas mediante control visual.

1.22.4 NTC 5848/2011 Productos con actividad antimicrobiana. Para los tiempos mínimos de contacto al que se debe poner el desinfectante, se toma como base la norma 5848/2011, la cual se refiere a los productos con actividad microbiana, en la Imagen 7, se puede observar la temperatura y el tiempo de contacto en minutos que se debe manejar para la bacteria *Escherichia coli*; igualmente, en la Imagen 8, se evidencian los mismos datos para la bacteria esporulada *Bacillus subtilis*⁷⁹.

⁷⁸ INSTITUTO COLOMBIANO DE NORMAS TÉCNICAS Y CERTIFICACIÓN. Antisépticos y desinfectantes químicos. Actividad esporicida básica. Método de ensayo y requisitos. NTC 5962: 2012. Colombia: ICONTEC, 2012. 44 p.

⁷⁹ INSTITUTO COLOMBIANO DE NORMAS TÉCNICAS Y CERTIFICACIÓN. Productos con actividad antimicrobiana. NTC 5848:2011. Colombia: ICONTEC, 2012. 32 p.

Imagen 7. Tiempo de contacto y temperatura óptima para la bacteria E. Coli-desinfectante.

Referencia EN Fase, etapa	Organismos de ensayo	Temperatura (°C)	Tiempo de contacto (min)	Sustancias interferentes	Reducción (lg)
EN 1276 2,1	Condiciones de ensayo obligatorias				
	<i>Staphylococcus aureus</i> ATCC 6538 <i>Pseudomonas aeruginosa</i> ATCC 15442 <i>Escherichia coli</i> ATCC 105136 <i>Enterococcus hirae</i> ATCC 10541	20	5	<u>Condiciones limpias:</u> Albúmina Bovina, 0,3 g/L <u>Condiciones sucias:</u> albúmina bovina, 3,0 g/L	≥ 5,0

Fuente: INSTITUTO COLOMBIANO DE NORMAS TÉCNICAS Y CERTIFICACIÓN. Productos con actividad antimicrobiana. NTC 5848:2011. Colombia: ICONTEC, 2012. 32 p.

Imagen 8. Tiempo de contacto y temperatura óptima para la bacteria B.Subtilis-desinfectante.

Referencia EN Fase, etapa	Organismos de ensayo	Temperatura (°C)	Tiempo de contacto (min)	Sustancias interferentes	Reducción (lg)
EN 13704 2,1	Condiciones de ensayo obligatorias				
	Esporas de <i>Bacillus subtilis</i> ATCC 6633	20	60	<u>Condiciones limpias:</u> albúmina bovina, 0,3 g/L	≥ 3,0

Fuente: INSTITUTO COLOMBIANO DE NORMAS TÉCNICAS Y CERTIFICACIÓN. Productos con actividad antimicrobiana. NTC 5848:2011. Colombia: ICONTEC, 2012. 32 p.

Según la misma norma, en el apartado C.3.Ejemplos de declaraciones de categorías de desinfectantes, el producto “D&C”, según el apartado C.3.1. Es un producto limitados contra algunas bacterias ya sea bacterias gram positivas (*BacillusSubtilis*) o gram negativas (*Escherichia Coli*)”.

2. GENERALIDADES DEL PRODUCTO DESINFECTANTE ACTUAL “DESINFECT & CLEAN”

De acuerdo a la información obtenida de la compañía, se describe el producto “Desinfect&Clean” como se muestra a continuación:

Cuadro 5. Generalidades producto desinfectante actual “Desinfect&Clean”.

Características	Descripción
Nombre del producto	Desinfect&Clean 
Tipo de producto	Agente biodegradable, limpiador, desengrasante y desinfectante a base de agua
Nombre de la compañía	C.I. LIANSA S.A.S.
Uso del producto	<ul style="list-style-type: none"> • Limpiador • Desengrasante • Desinfectante a base agua multiusos para superficies de uso industrial e institucional.

Fuente: C.I. LIANSA S.A.S.

Según el decreto 1545 del 4 de agosto 1998, por el cual se reglamentan parcialmente los Regímenes Sanitario, de Control de Calidad y de Vigilancia de los Productos de Aseo, Higiene y Limpieza de Uso Doméstico y se dictan otras disposiciones, “D&C”, se clasifica como un desinfectante de uso doméstico.

En este documento se comparó el producto “D&C” con otros cinco productos desinfectantes, los cuales se especifican a continuación:

- **D&C:** Desinfectante Desinfect&Clean
- **Desinfectante 1 (D1):** Desinfectante limpia pisos con olor a lavanda a base de cloruro de amonio cuaternario.
- **Desinfectante 2 (D2):** Desinfectante a base de hipoclorito de sodio al 5%.
- **Desinfectante 3 (D3):** Desinfectante a base de hipoclorito de sodio al 5,25% p/p.
- **Desinfectante 4 (D4):** Desinfectante a base de Amonio cuaternario.

- **Desinfectante 5(D5):** Desinfectante sin Hipoclorito de Sodio.

2.1 MATERIALES

- Vidrio de reloj
- Pipetas
- Beakers
- Picnómetro
- Espátulas
- Celdas fotovoltaicas
- Mortero de Agatha
- Pastilleros
- Recipientes estériles
- Termómetro
- Asas
- Cajas de Petri
- Mecheros
- Tubos de ensayo previamente esterilizados
- Soportes para tubos de ensayo
- Micropipetas

2.2 REACTIVOS

- Agua
- Alcohol Etílico
- Ácido orgánico derivado de aldehídos
- Cloruro de Sodio
- Compuesto sólido blanquecino
- Lauril éter al 28%
- Extracto cítrico
- Steposol
- Formol al 37%
- Cocoamida
- Glicerina
- Alcohol N-propílico
- Esencia de limón británica
- Ácido esteárico
- KBR
- Emulsificante a base de amonio cuaternario
- Color azul ultramar
- Agar nutritivo para bacterias
- Caldo nutritivo para bacterias Gram positivas Gram negativas
- Acetona

2.3 EQUIPOS

- pH-metroBP3001 TRANS INSTRUMENTS.
- Balanza analítica Pioneer.
- Viscosímetro Capilar Cannon- Fenske de 400.
- Espectrofotómetro infrarrojo IRPrestige-21
- Equipo de índice de refracción
- Planchas calentadoras con agitador magnético
- Incubadora

2.4 ESTIMACIÓN DE COSTOS DEL PRODUCTO INICIAL

A continuación, en la Tabla 1, se da a conocer el comparativo de costos del producto “Desinfect&Clean” con respecto a dos productos desinfectantes a base de hipoclorito de sodio que más compiten en el mercado colombiano, como son el desinfectante 2 y 3; además, se realiza el comparativo respecto a otros dos productos a base de otros agentes desinfectantes como son el desinfectante 4 y el desinfectante 5.

Reiterando que:

- **D&C:** Desinfectante Desinfect&Clean
- **Desinfectante 1 (D1):** Desinfectante limpia pisos con olor a lavanda a base de cloruro de amonio cuaternario.
- **Desinfectante 2 (D2):** Desinfectante a base de hipoclorito de sodio al 5%.
- **Desinfectante 3 (D3):** Desinfectante a base de hipoclorito de sodio al 5,25% p/p.
- **Desinfectante 4 (D4):** Desinfectante a base de Amonio cuaternario.
- **Desinfectante 5(D5):** Desinfectante sin Hipoclorito de Sodio.

Tabla 1. Comparativo del producto “Desinfect&Clean”, respecto a los dos más vendidos en Colombia.

Desinfectante/ ítem	D&C	D2	D3	D4	D5
Precio (1L) \$ COP	6278.39	4290.00	4100.00	2641.72	5000.00
Diferencia en costo	----	31%	34,7%	57.92%	20.36%

Fuente: elaboración propia

La empresa C.I LIANSA S.A.S. adquiere las materias primas al costo especificado en la Tabla 2:

Tabla 2. Discriminado de costos de cada reactivo según precios del mercado (segundo semestre 2018).

Componente	Costo (COP)	Cantidad	Unidad
Agua	\$1,8	1	litro
Alcohol etílico extra neutro	\$4.350,0	1	litro
Ácido orgánico derivado de aldehídos	\$6.394,7	1	litro
Cloruro de sodio (sal)	\$550,0	1	libra
Compuesto sólido blanquecino	\$1.600,0	1	libra
Lauril éter al 28%	\$10.000,0	3	litros
Extracto cítrico	\$52.000,0	1	litro
Steposol	\$36.890,0	1	litro
Formol al 37%	\$4.315,8	1	litro
Cocoamida	\$13.400,0	1	litro
Glicerina	\$7.631,6	1	litro
Alcohol N-propílico	\$7.789,5	1	litro
Esencia limón británica (Olor limón)	\$30.000,0	1	litro
Color azul	\$24.500,0	1	libra

Fuente: C.I. LIANSA S.A.S.

En la Tabla 3, se especifican los rangos de cantidades y el precio comercial que se maneja para cada uno de los reactivos utilizados en la fórmula de producto actual "D&C".

Tabla 3. Deducción del costo actual del producto "Desinfect&Clean".

Componente	Descripción	1000 mL	Unidad medida	Valor unidad	Valor total
SOLUTION	Agua	600	mL	\$0,002	\$1,08
ACET01	Alcohol etílico extra neutro	200	mL	\$4,35	\$870,00
ACACET01	Ácido orgánico derivado de aldehídos	10	mL	\$6,39	\$63,90
CLSOD01	Cloruro de sodio	20	g	\$1,10	\$22,00
BCS1	Compuesto sólido blanquecino	12	g	\$3,20	\$38,40
LAUR	Lauril Éter 28%	60	mL	\$3,33	\$200,00
DL02	Extracto cítrico	4	mL	\$52,00	\$208,00
STEPO	Steposol	10	mL	\$38,83	\$388,32
FORM	Formol37%	4	mL	\$4,32	\$17,26
COCO	Cocoamida	8	mL	\$13,40	\$107,20
GLICER1	Glicerina USP	4	mL	\$7,63	\$30,53

Tabla 3. (Continuación)

Componente	Descripción	1000 mL	Unidad medida	Valor unidad	Valor total
NPROP	Alcohol N-Propílico	4	mL	\$7,79	\$31,16
ESCLEMON	Esencia de limón británica (Olor limón)	4	mL	\$30,00	\$120,00
COLAZ01	Color azul	2	g	\$49,00	\$98,00
CIF	Costos internos de fabricación	1	---	\$1.375,00	\$1.375,00
MANO DE OBRA	Mano de obra	45	Minutos	\$6.017,00	\$2.707,50
Total Costo					\$6.278,39

Fuente: C.I. LIANSA S.A.S.

Nota: Los nombres de cada componente son de manejo interno por C.I. LIANSA S.A.S.

2.4.1 Costos de diferentes productos desinfectantes en Latinoamérica. En la Tabla 4, se realiza un comparativo entre los productos desinfectantes que más se venden en algunos países de Latinoamérica, previamente, se realizó una conversión de cada moneda a la colombiana, y se unificaron las cantidades de cada uno de los productos, para obtener un valor que pudiera arrojar un comparativo respecto al producto “Desinfect&Clean”.

Tabla 4. Comparativo de costos del producto “Desinfect&Clean” respecto a otros productos desinfectantes de Latinoamérica.

País	Producto	Cantidad 1	Precio (\$COP)	Cantidad 2 (ml)	Precio en \$COP
Colombia	Clorox ⁸⁰	1000 mL	4.290,00	1000	4.290,00
	Blancox ⁸¹	3800 mL	14.990,00	1000	3.945,00

⁸⁰JUMBO. Aseo del hogar. [Sitio WEB]. Colombia: tiendas jumbo. [11, febrero, 2019]. Disponible en: <https://www.tiendasjumbo.co/clorox-regular-x-1000ml/p>

⁸¹JUMBO. Ultra desinfectantes líquidos. [Sitio WEB]. Colombia: tiendas jumbo. [11, febrero, 2019]. Disponible en: <https://www.tiendasjumbo.co/Sistema/404?ProductLinkNotFound=blanqueador-blancox-ultra-desinfectante-liquido-x-3800-ml->

Tabla 4. (Continuación)

País	Producto	Cantidad 1	Precio (\$COP)	Cantidad 2 (ml)	Precio en \$COP
Colombia	Sanpic ⁸²	1000mL	4.790,00	1000	4.790,00
	Pinolina ⁸³	960mL	4.632,00	1000	4.825,00
	Desinfec- tante Binner ⁸⁴	2L	11.990,00	1000	5.995,00
	Fabuloso ⁸⁵	5000mL	13.590,00	1000	2.718,00
México	Clorox ⁸⁶	500 mL	115,00	1000	12.000,00
Argentina	Desinfec- tante líquido para pisos espadol- detol original ⁸⁷	1,8L	82,90	1000	37.879,21

⁸²JUMBO. Multiusos sanpic citronela repele insectos x 1000ml. [Sitio WEB]. Colombia: tiendas jumbo. [11, febrero, 2019]. Disponible en: <https://www.tiendasjumbo.co/multiusos-sanpic-citronela-repele-insectos-x-1000ml/p?idsku=32149>

⁸³JUMBO. Desinfectante Cristal Limpia y Perfuma Tu Hogar Citronela Pinolina x 960ml. [Sitio WEB]. Colombia: tiendas jumbo. [11, febrero, 2019]. Disponible en: <https://www.tiendasjumbo.co/desinfectante-cristal-limpia-y-perfuma-tu-hogar-citronela-pinolina-x-960ml/p?idsku=11873>

⁸⁴JUMBO. Limpiador de piso brillo desinfectante lavanda Binner x 2 L. [Sitio WEB]. Colombia: tiendas jumbo. [11, febrero, 2019]. Disponible en: <https://www.tiendasjumbo.co/limpiador-de-piso-brillo-desinfectante-lavanda-binner-x-2-l/p?idsku=53006>

⁸⁵JUMBO. Desinfectante fabuloso lavanda 5000 ml. [Sitio WEB]. Colombia: tiendas jumbo. [11, febrero, 2019]. Disponible en: <https://www.tiendasjumbo.co/desinfectante-fabuloso-lavanda-5000-ml/p?idsku=41509>

⁸⁶MAYOREO TOTAL. Caja Clorox de 500 mL con 20 piezas- Cloro. [Sitio WEB]. Colombia: tiendas jumbo. [11, febrero, 2019]. Disponible en: <https://www.mayoreototal.mx/products/caja-clorox-500-ml-20-piezas>

⁸⁷JUMBO. Desinfectante Líquido Para Pisos EspadolDetol Original. [Sitio WEB]. Colombia: tiendas jumbo. [11, febrero, 2019]. Disponible en: <https://www.jumbo.com.ar/Sistema/buscavazia?ft=desinfectante%20pisos>

Tabla 4. (Continuación)

País	Producto	Cantidad 1	Precio(\$COP)	Cantidad 2 (ml)	Precio en \$COP
Bolivia	Limpiador para pisos excell, flotante, desinfectante con aroma a bebé ⁸⁸	900mL	2.959,00	1000	3.287,78
Brasil	Desinfectante Becker versátil bactericida floral ⁸⁹	5L	18,38	1000	3.063,10
	Desinfectante liz concentrado lavanda ⁹⁰	5L	14,01	1000	2.334,82
Perú	Desinfectante metro aroma pino ⁹¹	1800mL	8,90	1000	4.634,39
	Limpiador desinfectante aroma bebe Virutex ⁹²	900mL	5,30	1000	5.519,61

Fuente: elaboración propia

⁸⁸JUMBO. Limpiador para pisos Excell, flotante, desinfectante, bebé. [Sitio WEB]. Colombia: tiendas jumbo. [11, febrero, 2019]. Disponible en: <https://www2.jumbo.cl/Sistema/404?ProductLinkNotFound=limpiador-para-pisos-excell-900-ml-flotante-desinfectante-bebe/>

⁸⁹ELLO ATACADÃO DE PRODUTOS LTDA. Desinfectante Becker versatil bactericida floral 5L. [Sitio WEB]. Brasil: grupo ello. [11, febrero, 2019]. Disponible en: <https://www.grupoello.com/quimicos/desinfetantes/desinfetante-becker-versatil-bactericida-floral-5l>

⁹⁰ELLO ATACADÃO DE PRODUTOS LTDA. Desinfectantes. [Sitio WEB]. Brasil: grupo ello. [11, febrero, 2019]. Disponible en: https://www.grupoello.com/produtos?path=118_124

⁹¹METRO. Desinfectante Multiusos Metro Pino Botella 910 ml. [Sitio WEB]. Colombia: tiendas metro. [11, febrero, 2019]. <https://www.metro.pe/desinfectante-metro-aroma-pino-botella-1800-ml-549212/p>

⁹²METRO. Limpiador Desinfectante Aroma Bebe Virutex Botella 900 ml. [Sitio WEB]. Colombia: tiendas metro. [11, febrero, 2019]. Disponible en: <https://www.metro.pe/limpiador-desinfectante-aroma-bebe-virutex-botella-900-ml-700627001/p>

Para realizar un comparativo de costos del producto “Desinfect&Clean” respecto a otros productos desinfectantes que se venden en algunos países de Latinoamérica, fue necesario realizar la previa conversión de los precios de cada desinfectante a pesos colombianos; posteriormente, se hizo una relación para calcular el precio de cada uno de los productos para 1000 mL del producto, obteniendo así, los datos mostrados en la Tabla 4.

En la Tabla 5, se evidencia el porcentaje de diferencia en costos que presenta el producto “Desinfect&Clean” respecto a los demás productos desinfectantes que existen en Latinoamérica.

Tabla 5. Porcentajes de diferencia del producto “D&C” original respecto a los vendidos en Latinoamérica.

País	Desinfectante	% diferencia de costo
Colombia	Clorox	31,67
	Blancox	37,17
	Sanpic	23,71
	Pinolina	23,15
	Desinfectante Binner	4,51
	Fabuloso	56,71
México	Clorox	-91,13
Argentina	Desinfectante líquido para pisos espadol detol original	-503,33
Bolivia	Limpiador para pisos excell, flotante, desinfectante, bebé	47,63
Brasil	Desinfectante Becker versátil bactericida floral	51,21
	Desinfectante liz concentrado lavanda	62,81
Perú	Desinfectante metro aroma pino	26,19
	Limpiador desinfectante aroma bebe Virutex	12,09

Fuente: elaboración propia

De este análisis, se corrobora que el producto “Desinfect&Clean” es 62,81% más costoso que el “Desinfectante liz concentrado lavanda” comercializado en el Perú; siendo este producto el más costoso dentro del comparativo se evidencia que el precio del producto “Desinfect&Clean” está por encima de los productos comercializados en Latinoamérica. Los resultados que aparecen en negativo indican que los productos de esos países son más costosos que el nuestro, esto se da ya que el valor de la moneda es mayor en otros países con respecto a Colombia.

2.5 FUNCIÓN DE CADA REACTIVO EN EL PRODUCTO

Para el análisis de cada uno de los reactivos que componen la fórmula del producto “Desinfect&Clean”, inicialmente, se lleva a cabo una búsqueda de los productos desinfectantes que más se comercializan en el mercado colombiano y Latinoamericano, el resultado de ésta, se evidencia en la Tabla 4. La búsqueda de compuestos más importantes se realiza a cinco productos diferentes incluyendo “D&C”, esto, con el fin de hacer una deducción de las principales propiedades que debe tener un producto desinfectante ideal.

Antes de realizar este análisis, se dedujo que los compuestos principales que tienen los productos desinfectantes en su fórmula (datos extraídos de los compuestos nombrados en las etiquetas de cada uno de estos), son los siguientes:

- Tensoactivo
- Espesante
- Solvente
- Surfactante
- Agente desinfectante
- Blanqueador
- Emulsificante
- Desengrasante
- Neutralizador de olores
- Conservante
- Olor
- Color

El comparativo, se realizó, como se dijo anteriormente con respecto a los productos desinfectantes que más sobresalen en el mercado; cabe aclarar que para conservar el anonimato y no hacer públicos los productos respecto a los cuales se realizó el comparativo, se denominaron de acuerdo al componente principal dentro de su fórmula, como se muestra a continuación:

Cabe aclarar, que en las etiquetas de los productos no están reveladas las materias primas en su totalidad, sino que solamente se encuentran las más sobresalientes; es con dichas materias primas ya que las empresas necesitan mantener su

confidencialidad. Por tal motivo, el comparativo se realizó con los compuestos publicados en las etiquetas de cada producto.

El desinfectante número 5 (sin Hipoclorito de Sodio), no se tiene en cuenta en el análisis realizado, debido a que en su etiqueta no se encontraban especificados sus componentes, sin embargo, más adelante se utiliza para realizar el comparativo en pruebas como el pH, densidad, índice de refracción, pruebas organolépticas y de desempeño visual.

Cuadro 6. Cuadro comparativo de producto “Desinfect&Clean” con respecto a otros productos.

Propiedades	D&C	D1	D2	D3	D4
Tensoactivo	Lauril Éter 28% ⁹³	---	---	---	Tensoactivo No iónico
Espesante	Cocoamida ⁹⁴	---	Cloruro de Sodio	---	---
Solvente	Agua ⁹⁵ Glicerina ⁹⁶ Alcohol N-propílico ⁹⁷	Agua	Agua	Agua	Agua
Surfactante	Lauril Éter 28% ⁹⁸	---	---	---	---

⁹³POCHTECA. Lauril éter. [Sitio WEB]. Colombia: grupo Pochteca. [11, febrero, 2019]. Disponible en: <https://www.pochteca.com.mx/lauril-eter-sulfato-de-sodio-less/>

⁹⁴POCHTECA. Cocoamida. [Sitio WEB]. Colombia: grupo Pochteca. [11, febrero, 2019]. Disponible en: <https://www.pochteca.com.mx/productosmp/amida-de-coco/>

⁹⁵KHAN ACADEMY. Propiedades disolventes del agua. [Sitio WEB]. Colombia: Khan academy [11, febrero, 2019]. Disponible en: <https://es.khanacademy.org/science/biology/water-acids-and-bases/hydrogen-bonding-in-water/a/water-as-a-solvent>

⁹⁶MISMUMI. Glicerina. [Sitio WEB]. Colombia: mismumi [11, febrero, 2019]. Disponible en: <https://www.mismumi.com/glicerina-que-es-formula/>

⁹⁷DISTRIBUCIONES Y ESPECIALIDADES QUÍMICAS LTDA. Alcohol N-Propanol. [Sitio WEB]. Colombia: Dyeq. [11, febrero, 2019]. Disponible en: <file:///C:/Users/lenovo/Downloads/Alcohol%20N-Propanol.pdf>

⁹⁸POCHTECA. Op. cit., p.

Cuadro 6. (Continuación)

Propiedades	D&C	D1	D2	D3	D4
Agente desinfectante	Alcohol etílico extra neutro ⁹⁹ Ácido orgánico derivado de aldehídos ¹⁰⁰ Alcohol N-propílico ¹⁰¹	Cloruro de Amonio Cuaterna-rio	Hipoclorito de sodio	Hipoclorito de sodio 5,25 % p/p	Amonio Cuaternario
Blanqueador	Compuesto sólido blanquecino ¹⁰² Cloruro de Sodio ¹⁰³	---	Hipoclorito de sodio	Hidróxido de sodio (NaOH)	---
Emulsificante	Steposol ¹⁰⁴	Nonil FenilEtoxilado	---	---	---
Desengrasante	Extracto cítrico ¹⁰⁵ (Desengrasante y neutralizador de olores)	---	Carbonato de sodio (sosa)	---	---

⁹⁹UCHIKAWA GRAZIANO, Maurício, et al. Eficacia de la desinfección con alcohol al 70% (p/v) de superficies contaminadas sin limpieza previa. *Latino-Am enfermagem*. [en línea]. 2013, 21 (2). 4 p. [Consultado 25, agosto, 2018]. Disponible en: www.scielo.br

¹⁰⁰PROTOKIMICA. Ácido Acético Glacial. [Sitio WEB]. Colombia: Protokimica. [10, septiembre, 2019]. Disponible en: <https://www.protokimica.com/producto/acido-acetico-glacial/>

¹⁰¹DISTRIBUCIONES Y ESPECIALIDADES QUÍMICAS LTDA. Op. cit., p.

¹⁰²MORO BURONZO, Alessandra. Les incroyables vertus du bicarbonate de soude. Brasil: jourence, 2009. 160 p. ISBN 2883537526

¹⁰³CHEMICAL SAFETY FACTS. Cloruro de sodio. [Sitio WEB]. EE. UU: Chemical safety facts. [20, mayo, 2019]. Disponible en: <https://www.chemicalsafetyfacts.org/es/cloruro-de-sodio/>

¹⁰⁴STEPAN. STEPOSOL® CITRI-MET. [Sitio WEB]. EE. UU: Stepan company. [20, mayo, 2019]. Disponible en: http://www.innovation-plus.com.tw/essence-plus689/program_download/good/201703111637514117.pdf

¹⁰⁵ALBALADEJO MEROÑO, Querubina. El Aceite Esencial de limón producido en España. contribución a su evaluación por organismos internacionales. [en línea]. Tesis. Universidad de Murcia, España: 1999. [Consultado 20, octubre, 2019]. Disponible en: www.tdx.cat

Cuadro 6. (Continuación)

Propiedades	D&C	D1	D2	D3	D4
Conservante	Formol al 37% ¹⁰⁶	---	---	---	---
Olor	Esencia de limón británica (olor limón) Extracto cítrico ¹⁰⁷	---	---	---	---
Color	Colorante Azul	---	---	---	---

Fuente: elaboración propia

Analizando el Cuadro 6, se puede observar que todos los productos desinfectantes contienen principalmente el agente desinfectante y el solvente. El desinfectante a base de compuesto de amonio cuaternario, además de contener el agente desinfectante y el solvente, contiene emulsificante; el desinfectante a base de hipoclorito de sodio al 5%, contiene desengrasante, blanqueador y espesante; el desinfectante a base de hipoclorito de sodio 5,25% p/p, contiene además Hidróxido de Sodio que funciona como blanqueador y, por último, el desinfectante a base de amonio cuaternario, además contiene tensoactivo no iónico.

2.6 CONDICIONES DE OPERACIÓN PARA LA FABRICACIÓN DEL PRODUCTO “D&C”

- **Temperatura.** La temperatura a la cual se llevan a cabo los calentamientos es a 80°C (No alcanzar el punto de ebullición).
- **Velocidad de agitación.** Se lleva a cabo una agitación media para la fase 2 y agitación baja para la fase 3.

2.7 PROCESO DE FABRICACIÓN DEL PRODUCTO

Para el proceso de fabricación, se tienen en cuenta seis fases, las cuales se especifican de la siguiente manera:

FASE 1: Agregar compuestos sólidos y el ácido orgánico derivado de aldehídos

FASE 2: Agregar compuestos a base de aceite.

FASE 3: Agregar alcoholes a la fase 1.

FASE 4: Mezclar fase 2 y 3.

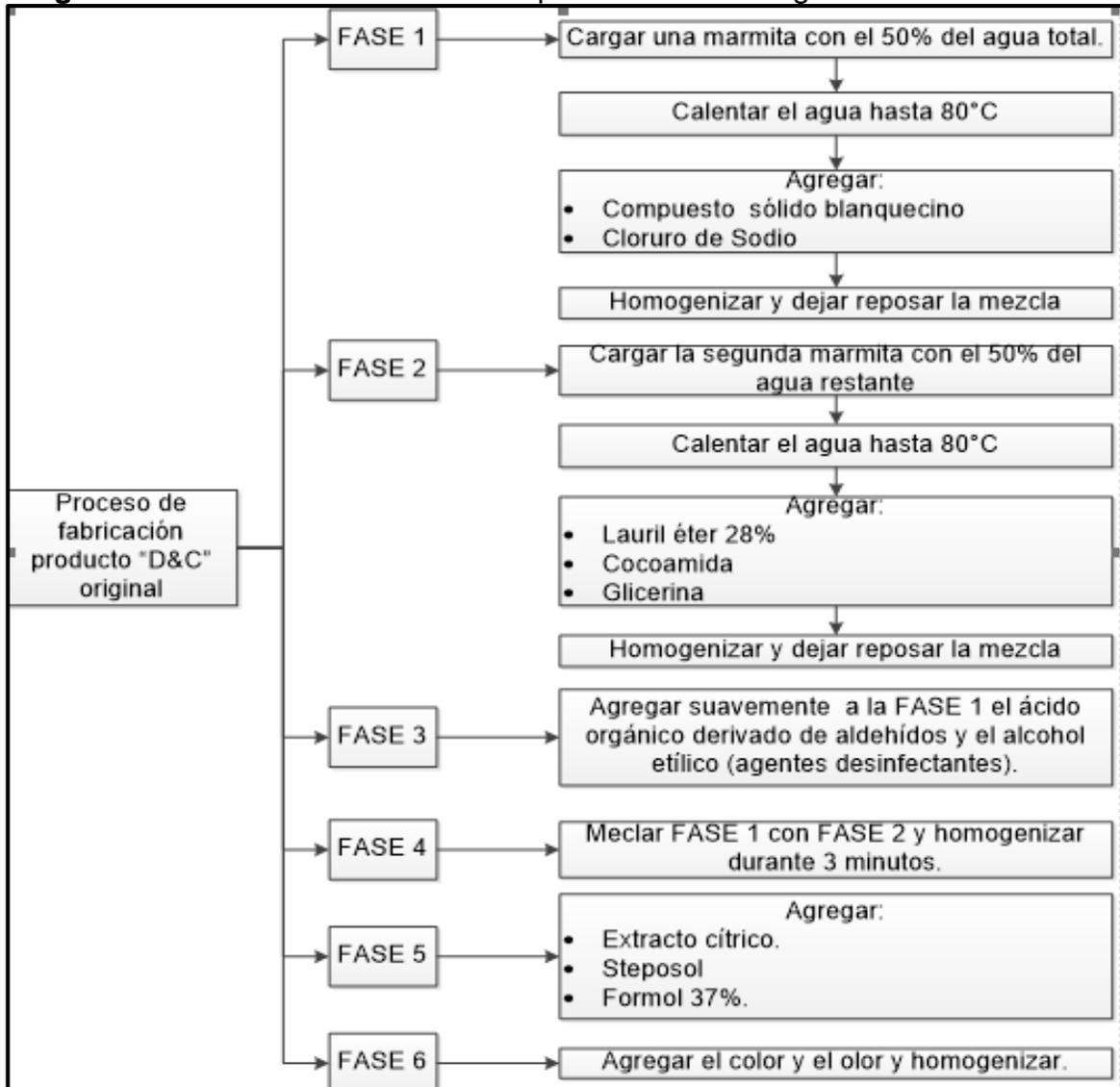
FASE 5: Adicionar extracto cítrico, Steposol y Formol al 37%.

¹⁰⁶MINISTERIO DE AMBIENTE, VIVIENDA Y DESARROLLO TERRITORIAL. Op. cit., p. 237.

¹⁰⁷GRUPO POCHTECA. D-Limoneno. [Sitio WEB]. Colombia: grupo Pochteca. [20, octubre, 2019]. Disponible en: <https://www.pochteca.com.mx/limoneno/>

FASE 6: Incorporar olor y color a la mezcla final.

Imagen 10. Proceso de fabricación del producto "D&C" original.



Fuente: elaboración propia

2.8 PROPIEDADES DE LOS PRODUCTOS: "D&C" ACTUAL, Y LOS DESINFECTANTES 4 Y 5

Para la elaboración del producto inicial, se hizo uso de los productos que se muestran en el Cuadro 6, los cuales fueron enviados directamente desde la empresa C.I. LIANSA S.A.S. La función de cada uno de los reactivos, se definió en el análisis mostrado en el Cuadro 7.

Cuadro 7. Materias primas utilizadas en la fabricación el producto “D & C” original.

Nombre del reactivo	Función del reactivo dentro de la fórmula	Reactivo
Agua ¹⁰⁸	Solvente	Agua pura
Alcohol etílico extra neutro ¹⁰⁹	Agente desinfectante	
Ácido orgánico derivado de aldehídos ¹¹⁰	Agente desinfectante	
Cloruro de sodio ¹¹¹	Blanqueador	
Compuesto sólido blanquecino ¹¹²	Blanqueador	
Lauril Éter 28% ¹¹³	Tensoactivo Surfactante	

¹⁰⁸KHAN ACADEMY. Op. cit., prr. 5.

¹⁰⁹UCHIKAWA GRAZIANO, Maurício. Op. cit., prr. 8.

¹¹⁰PROTOKIMICA. Op. cit., prr. 12.

¹¹¹CHEMICALSAFETYFACTS. Op. cit., prr. 5.

¹¹²MORO BURONZO, Alessandra. Op. cit., prr. 10.

¹¹³POCHTECA. Op. cit., prr. 10.

Cuadro 7. (Continuación)

Nombre del reactivo	Función del reactivo dentro de la fórmula	Reactivo
Extracto cítrico ¹¹⁴	Desengrasante Neutralizador de olores Olor	
Steposol ¹¹⁵	Emulsificante	
Formol 37% ¹¹⁶	Conservante	
Cocoamida ¹¹⁷	Espesante	
Glicerina USP ¹¹⁸	Solvente Provee suavidad en las manos	

¹¹⁴GRUPO POCHTECA. Op. cit., prr. 9.

¹¹⁵STEPAN. STEPOSOL® CITRI-MET. Op. cit., prr. 12.

¹¹⁶MINISTERIO DE AMBIENTE, VIVIENDA Y DESARROLLO TERRITORIAL. Op. cit., prr. 14.

¹¹⁷POCHTECA. Op. cit., prr. 6.

¹¹⁸MISMUMI. Op. cit., prr. 7.

Cuadro 7. (Continuación)

Nombre del reactivo	Función del reactivo dentro de la fórmula	Reactivo
Alcohol N- Propílico ¹¹⁹	Solvente Agente desinfectante	
Esencia de limón británica (Olor limón)	Olor	
Color azul	Color	

Fuente: elaboración propia

Inicialmente, se procede a caracterizar el producto actual según sus propiedades organolépticas, propiedades físicas y el desempeño del producto.

2.8.1 Propiedades organolépticas. A continuación, se procede a caracterizar organolépticamente según color y olor a los desinfectantes: “D&C”, desinfectante 4 y 5, como lo dicta la GTC 215:2017. Los colores se definen según la siguiente codificación, y basados en la codificación definida en la encycolorpedia¹²⁰:

Cuadro 8. Propiedades organolépticas de Desinfect & Clean y otros dos productos desinfectantes.

Producto /Propiedad	Color	Olor
“D&C”	Azul cielo intenso (#00BFFF)	Extracto cítrico
Desinfectante 4	Amarillo Verde (#D9FF22)	Limón
Desinfectante 5	Amarillo Azufre (#EDFF21)	Maracuyá

Fuente: elaboración propia

2.8.2 Propiedades físico-químicas. A continuación, se muestra la metodología utilizada para la determinación de índice de refracción, pH, densidad y espectroscopia infrarroja, haciendo uso de los respectivos de equipos de medición y los reactivos ilustrados en el Cuadro 6.

¹¹⁹DISTRIBUCIONES Y ESPECIALIDADES QUÍMICAS LTDA. Op. cit., prr. 12.

¹²⁰ENCYCOLORPEDIA. Colores codificados. [Sitio WEB]. Colombia: Encycolorpedia. [13, julio, 2019]. Disponible en: <https://encycolorpedia.es/5564eb>

2.8.2.1 Índice de refracción. Para la determinación del índice de refracción, se hizo uso del refractómetro mostrado en Imagen 9 y 10. Para los mismos tres productos desinfectantes nombrados anteriormente, se realizaron 3 réplicas para cada uno de los desinfectantes, se obtienen los resultados mostrados en la Tabla 6.

Imagen 9.Refractómetro utilizado para la medición de índice de refracción.



Fuente: elaboración propia

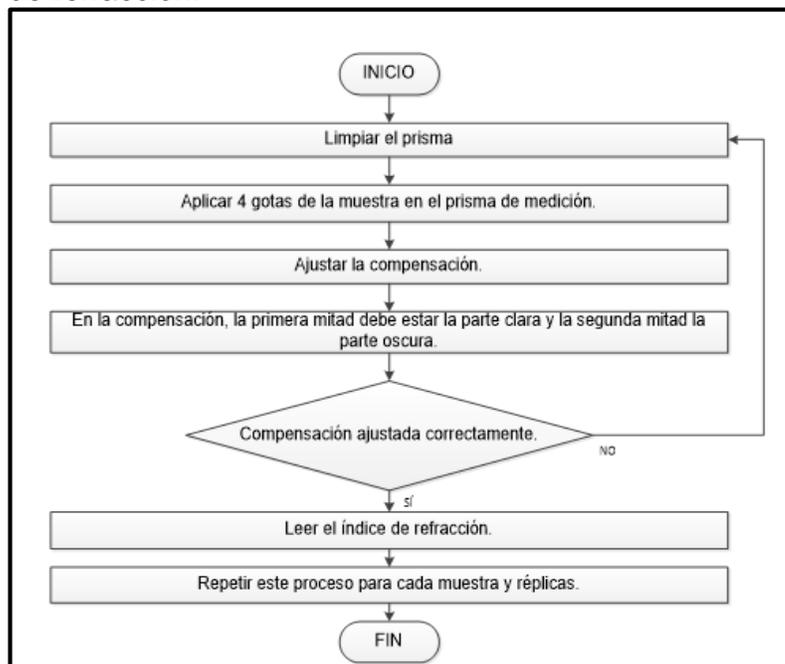
Imagen 10.Prisma de refracción del refractómetro.



Fuente: elaboración propia

En la Imagen 11, se muestra el respectivo procedimiento para determinar el índice de refracción de cada uno de los desinfectantes:

Imagen 11. Proceso para la determinación del índice de refracción.



Fuente: elaboración propia

Se obtuvieron los siguientes resultados al hacer la medición del índice de refracción para cada uno de los desinfectantes:

Tabla 6. Índice de refracción para cada uno de los desinfectantes.

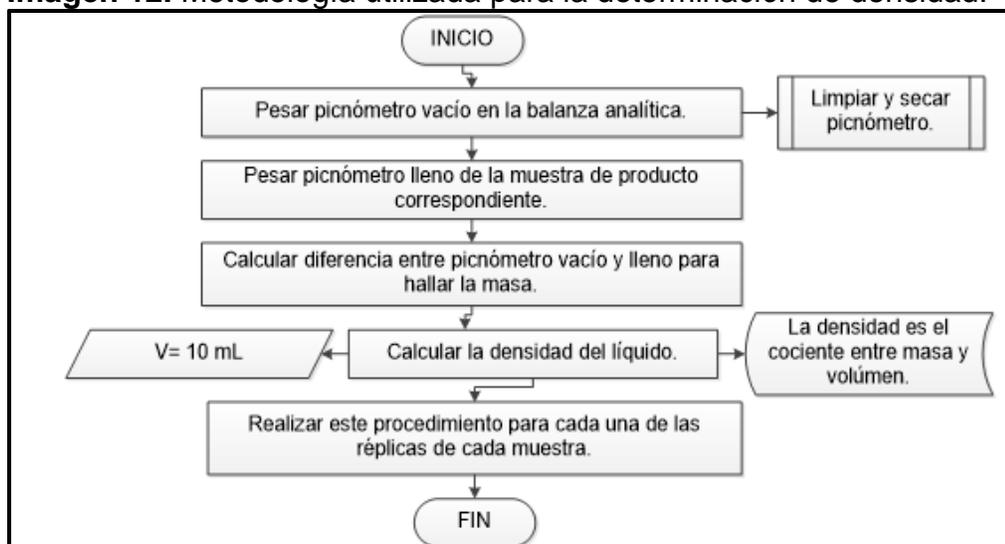
Desinfectante	Índice de refracción (T=17°C)	Promedio
"D&C"	1,3540	1,3526
	1,3538	
	1,3500	
Desinfectante 4	1,3346	1,3345
	1,3340	
	1,3350	
Desinfectante 5	1,3399	1,3389
	1,3385	
	1,3383	

Fuente: elaboración propia

El índice de refracción obtenido indica el comportamiento de la luz al atravesar cada uno de los desinfectantes; se evidencia que está directamente relacionado con el medio en el cual se encuentran, por tal motivo, dan valores muy cercanos, lo que indica que el efecto de la luz es muy cercano en cada producto. En esta caracterización se corrobora que se trata de una mezcla (no es un compuesto puro).

2.8.2.2 Densidad. En la Imagen 12, se evidencia el proceso que se lleva a cabo para hallar las masas de los desinfectantes evaluados, los cuales son: D&C, Desinfectante 2, Desinfectante 3, Desinfectante 4, Desinfectante 5. Para determinar la masa se utilizó una balanza analítica y un picnómetro de 10mL de volumen. Con esto se lleva a cabo el respectivo proceso que nos permite obtener la densidad de cada producto desinfectante. Como se muestra a continuación:

Imagen 12. Metodología utilizada para la determinación de densidad.



Fuente: elaboración propia

Al realizar el procedimiento descrito en la metodología, se obtuvieron las siguientes masas para cada uno de los desinfectantes, se llevaron a cabo tres réplicas para cada producto desinfectante:

Tabla 7. Medición en masa para cada uno de los desinfectantes.

Desinfectante 4(g)	Desinfectante 5(g)	“Desinfect&Clean” (g)
10,5499	10,5498	10,5910
10,5773	10,5551	10,5519
10,5709	10,5562	10,5920

Fuente: elaboración propia

Luego de tener las respectivas masas, se procede a hallar las densidades. Para ellos es necesario tener en cuenta la masa y densidad del agua. Con el volumen del picnómetro (10 mL), se halla la densidad haciendo uso de la Ecuación 2 como se evidencia en la muestra de cálculo, para cada réplica de los desinfectantes, obteniendo los siguientes resultados:

Ecuación 2. Determinación de la densidad.

$$\rho = \frac{m}{V}$$

Fuente: ATARES HUERTA, Lorena. Determinación de la densidad de un líquido con el método del picnómetro. [Sitio WEB]. España: Universidad politécnica de Valencia. [2, agosto, 2019]. Disponible en: <https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/12655/11.%20Art%20C3%ADculo%20docente.%20Determinaci%C3%B3n%20de%20la%20densidad%20de%20un%20l%C3%ADquido%20con%20el%20m%C3%A9todo%20del%20picn%C3%B3metro.pdf?sequence=1>

Realizando una muestra de cálculo, la densidad se halla de la siguiente manera:

$$\rho = \frac{10,5499 \text{ g}}{10 \text{ mL}} = 1,0550 \frac{\text{g}}{\text{mL}}$$

Donde:

m = Masa (g)

V = Volumen (mL)

ρ = Densidad ($\frac{\text{g}}{\text{mL}}$)

A continuación, se muestran los resultados obtenidos al aplicar el cálculo para cada una de las réplicas:

Tabla 8. Datos de densidad obtenidos para los desinfectantes 4, 5 y el “D&C” original.

Desinfectante 4(g/mL)	Desinfectante 5(g/mL)	“Desinfect&Clean” (g/mL)
1,0550	1,0550	1,0591
1,0577	1,0555	1,0552
1,0571	1,0556	1,0592
Promedio: 1,0566	Promedio: 1,0554	Promedio: 1,0578

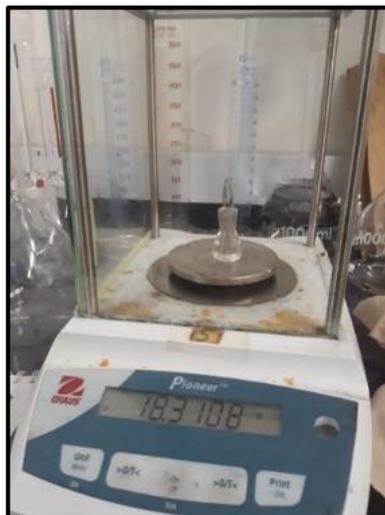
Fuente: elaboración propia

Las densidades promedio obtenidas para cada producto no difieren con respecto a la del agua, lo que indica que los productos no son densos y esto permite que tengan una mejor homogenización a la hora de aplicarlo.

Al comparar la densidad del producto “Desinfect&Clean” con los otros dos desinfectantes, se observa que es la misma que la del agua, lo que confirma que el producto es apto para aplicar en diferentes superficies y va a tener una fácil aplicación.

A continuación, se muestra la evidencia durante la medición de la densidad para cada uno de los desinfectantes:

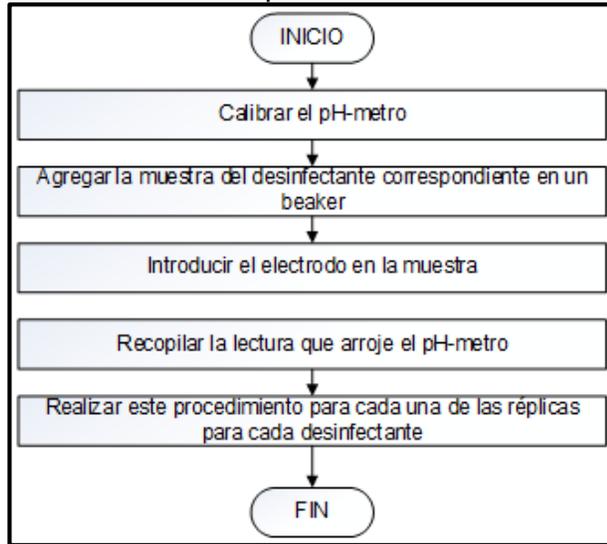
Imagen 13. Determinación de la densidad del agua mediante una balanza analítica Pioneer.



Fuente: elaboración propia

2.8.2.3 pH. El pH se determinó por medio de un pH-metro como el que muestra en la Imagen 14:

Imagen 14. Metodología utilizada para la determinación del pH.



Fuente: elaboración propia

Este procedimiento se realizó para cada una de las réplicas, haciendo uso del pH-metro mostrado en la Imagen 15, en este caso se llevaron a cabo 4 réplicas para cada producto desinfectante. Obteniendo los siguientes resultados:

Tabla 9. Datos de pH obtenidos para los desinfectantes 4, 5 y “D&C” original.

Producto	Réplicas pH	pH promedio
“D&C” original	5,4900	5,4850
	5,4800	
	5,4800	
	5,4900	
Desinfectante 4	9,0800	9,0800
	9,0900	
	9,0600	
	9,0700	
Desinfectante 5	7,5300	7,3800
	7,3800	
	7,3300	
	7,2900	

Fuente: elaboración propia

Como se evidencia en los resultados de pH obtenidos, el desinfectante “D&C”, presenta un pH muy diferente a los otros dos. Ya que, presenta un pH alcalino (ideal), correspondiente a 5,4850; lo cual hace que no sea corrosivo con la piel del ser humano (ya que presenta un pH de 5,5). Lo anteriormente mencionado, indica

que el desinfectante no causará irritación ni daños en las manos de la persona que lo manipule. En la Imagen 15, se evidencia la medida del pH.

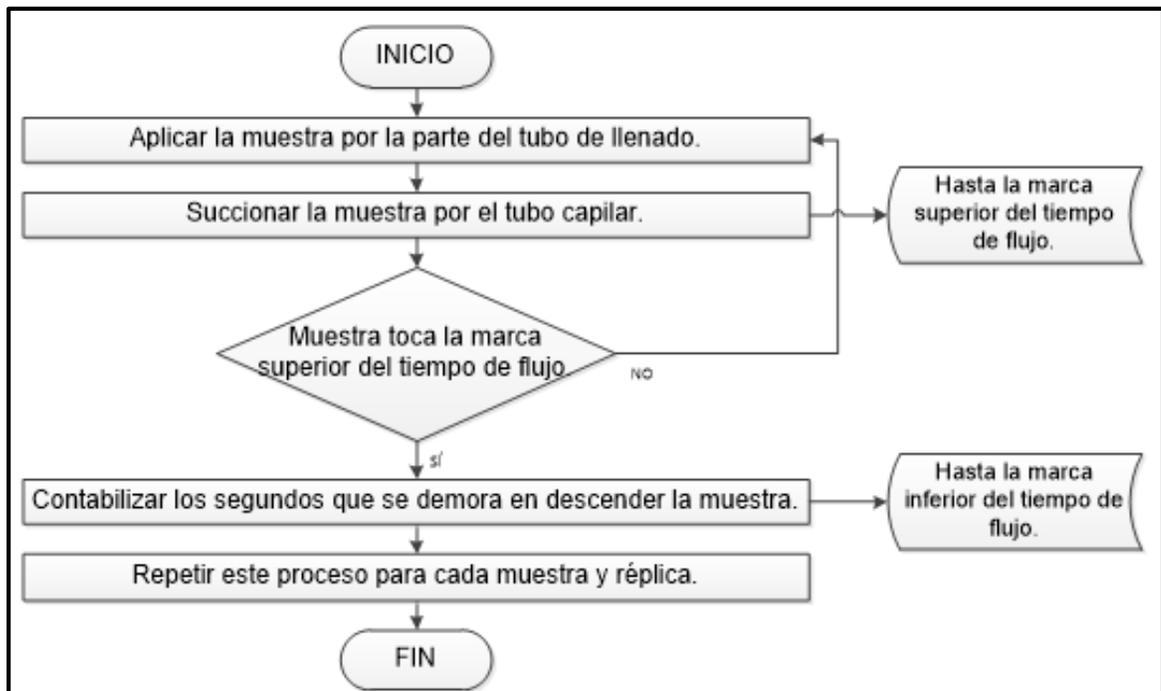
Imagen 15. Medición del pH del desinfectante 4.



Fuente: elaboración propia

2.8.2.4 Viscosidad. En la Imagen 16 se evidencia el proceso que se lleva a cabo para hallar la viscosidad, haciendo uso de un viscosímetro (Imagen 17).

Imagen 16. Proceso de viscosidad con viscosímetro de 400 ($K=1,175 \text{ mm}^2/\text{s}^2$)



Fuente: elaboración propia

Para hallar el valor de viscosidad dinámica y cinemática, se hace uso de la siguiente ecuación:

Ecuación 3. Ecuación de viscosidad cinemática.

$$\nu = \frac{\mu}{\rho}$$

Fuente: SIGNIFICADOS. Significado de Viscosidad dinámica y cinemática. [Sitio WEB]. Colombia: Significados [2, agosto, 2019]. Disponible en: <https://www.significados.com/viscosidad-dinamica-y-cinematica/>

Donde:

ν =Viscosidad cinemática(mm²/s)

μ =Viscosidad dinámica(g/mL*s)

ρ =Densidad(g/mL*s²)

Imagen 17.Viscosímetro Capilar Cannon-Fenske de 400 con una constante K=1,175 mm²/s².



Fuente: elaboración propia

La medición de la viscosidad se realizó según lo indicado en la metodología, obteniendo los resultados mostrados en la Tabla10. La constante K= 1,175mm²/s², depende por tanto de la geometría de cada viscosímetro y lo provee el fabricante.

Tabla 10. Tiempo medido en viscosímetro manual de 400 ($K=1,175\text{mm}^2/\text{s}^2$).

Desinfectante	Tiempo (s)
"D&C" original	3,28
	3,30
	3,23
"D&C" modificado	8,26
	8,22
	7,88
Desinfectante 4	2,96
	2,37
	2,56
Desinfectante 5	2,60
	1,97
	2,60

Fuente: elaboración propia

Nota: Para cada producto se realizaron tres réplicas, para hallar un valor de viscosidad con menor incertidumbre.

Posteriormente, se calcula la viscosidad cinemática para cada una de las réplicas, como se evidencia en la Tabla 11:

Tabla 11. Viscosidad cinemática obtenida para cada uno de los productos con el viscosímetro de 400 ($K=1,175\text{mm}^2/\text{s}^2$).

Desinfectante	Viscosidad cinemática (mm^2/s)
"D&C" original	3,85
	3,88
	3,80
Desinfectante 4	3,48
	2,79
	3,01
Desinfectante 5	2,42
	2,31
	2,35

Fuente: elaboración propia

Luego, se calcula la viscosidad dinámica para cada una de las réplicas, como se evidencia en la Tabla 12:

Tabla 12. Viscosidad dinámica obtenida para cada uno de los productos con el viscosímetro de 400 ($K=1,175\text{mm}^2/\text{s}^2$).

Desinfectante	Viscosidad dinámica (g/mL*s)	Promedio (g/mL*s)
“D&C” original	3,86	3,85
	3,89	
	3,80	
Desinfectante 4	3,48	3,09
	2,79	
	3,01	
Desinfectante 5	2,42	2,36
	2,31	
	2,35	

Fuente: elaboración propia

Se realizaron tres réplicas para cada medición de viscosidad para los desinfectantes anteriormente mencionados, se puede analizar que el desinfectante “D&C” original es el producto que mayor viscosidad presenta en comparación con los desinfectantes 4 y 5. Esto se debe a que contiene varios compuestos aceitosos, los cuales aumentan la viscosidad del producto original.

2.8.3 Pruebas de desempeño visual. Los tres productos desinfectantes son sometidos a pruebas de desempeño exclusivamente visuales como son: apariencia, cantidad de espuma, tiempo de secado y efecto en diferentes superficies como se muestra a continuación:

Cuadro 9. Pruebas de desempeño (apariencia, espuma, tiempo de secado).

Desinfectante /Propiedad	Apariencia	Espuma	Tiempo de secado
“D&C”	Fluido no viscoso	Espuma espesa y abundante	7 minutos
Desinfectante 4	Fluido no viscoso	Espuma abundante	5 minutos
Desinfectante 5	Fluido no viscoso	Espuma media	4 minutos

Fuente: elaboración propia

Se evidencia que el producto “D&C”, presenta el mayor tiempo de secado respecto a los demás, debido a que contiene gran proporción de surfactante (Lauril éter 28%). Posteriormente en los Cuadros 10, 11 y 12, se hace un comparativo del efecto visual que tiene los desinfectantes al aplicarlos en diferentes tipos de pisos.

Cuadro 10. Prueba de desempeño visual en diferentes pisos del producto “D&C”.

Tipo de piso	Antes	Después
Porcelanato		
Cerámica		
Cerámico con impresión digital		
Baldosa blanca		

Fuente: elaboración propia

Cuadro 11. Prueba de desempeño visual en diferentes pisos del producto desinfectante 4.

Tipo de piso	Antes	Después
Porcelanato		
Cerámica		

Cuadro 11. (Continuación)

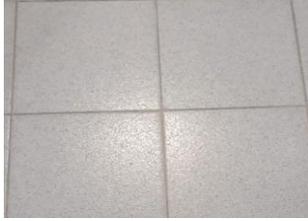
Tipo de piso	Antes	Después
Cerámico con impresión digital		
Baldosa blanca		

Fuente: elaboración propia

Cuadro 12. Prueba de desempeño visual en diferentes pisos del producto desinfectante 5.

Tipo de piso	Antes	Después
Porcelanato		
Cerámica		
Cerámico con impresión digital		

Cuadro 12. (Continuación)

Tipo de piso	Antes	Después
Baldosa blanca		

Fuente: elaboración propia

Realizando el análisis del comportamiento de cada producto desinfectante en cada una de las superficies, se evidencia que ninguno de los tres presenta un comportamiento desfavorable al hacer uso de éstos; esto se da, debido a que los tres están fabricados a base a de agua (600 mL para 1 L de la solución total). Además, se comprueba el efecto limpiador y blanqueador sobre cada superficie. Cabe aclarar, que al aplicar cada uno los productos desinfectantes sobre cada superficie, se observa el comportamiento esperado, ya que los productos se esparcen y limpian satisfactoriamente.

3. CARACTERIZACIÓN DE LAS MATERIAS PRIMAS ACTUALES DEL PRODUCTO “D&C”

3.1 ESPECTROCOPIA INFRARROJA

Para la determinación de espectroscopia infrarroja, se llevó a cabo el procedimiento mostrado en la Imagen 18, haciendo uso del Espectrofotómetro infrarrojo IRPrestige-21Solutiony del software IRSolution.

Imagen 18. Espectrofotómetro infrarrojo marca IRPRESTIGE 21-SHIMADZU.



Fuente: elaboración propia

En la Imagen 19, se muestra el haz de luz infrarrojo que posee el equipo utilizado.

Imagen 19. Haz de luz del espectrofotómetro infrarrojo marca IRPRESTIGE 21-SHIMADZU, rodeado de bolsas de sílica gel, para controlar la humedad.



Fuente: elaboración propia

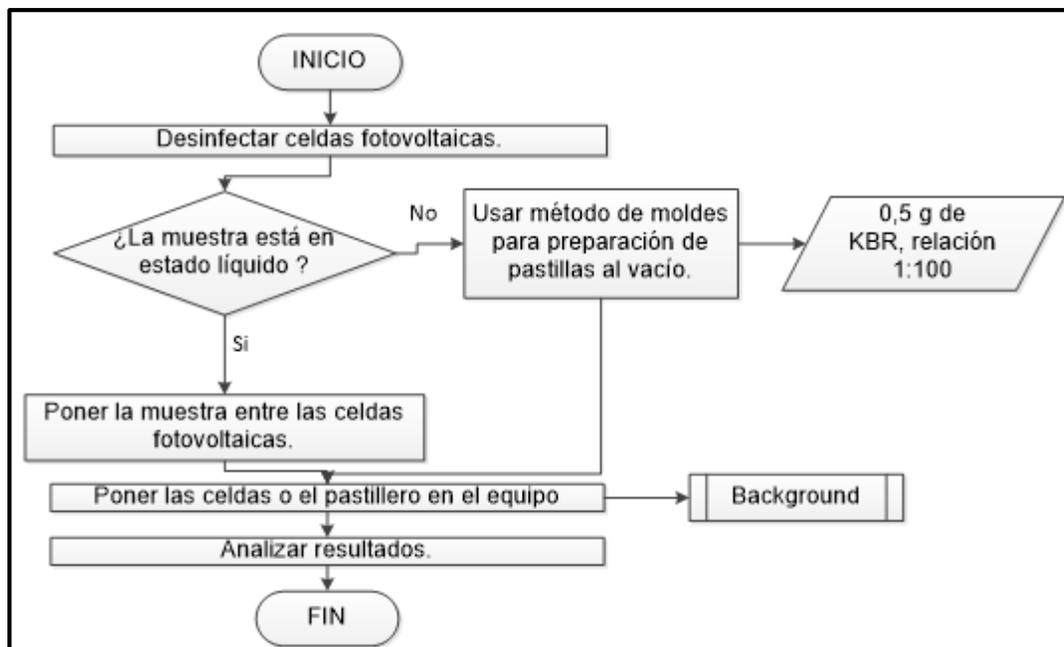
En la Imagen 20, se muestran las celdas fotovoltaicas utilizadas para medir espectro infrarrojo de los reactivos líquidos.

Imagen 20. Celdas fotovoltaicas utilizadas para medir el espectro infrarrojo.



Fuente: elaboración propia

Imagen 21. Metodología utilizada para la determinación del espectro infrarrojo.



Fuente: elaboración propia

Para los reactivos sólidos, se utilizó un mortero tipo Agatha para macerarlos como el que se ve en la Imagen 22. Previamente, se mezcló el sólido macerado con el dilusor sólido KBR. Luego, haciendo uso de un pastillero como el que se muestra en la Imagen 23, y una prensa manual, se forma la lámina casi transparente, permitiendo que pase el haz de luz infrarrojo, como se muestra en la Imagen 24.

Imagen 22. Mortero Agatha con la disolución de cada sólido con el KBR.



Fuente: elaboración propia

Imagen 23. Pastillero utilizado para la formar la lámina.



Fuente: elaboración propia

Imagen 24. Lámina resultante.



Fuente: elaboración propia

Se llevó a cabo la caracterización de cada uno de los reactivos por espectroscopia infrarroja. Para que una vibración sea activa en el infrarrojo (IR) es necesario que haya cambio en el momento dipolar de la misma. Si no lo hay, la vibración no origina señal; en este caso, en casi todos los reactivos se genera una señal que arroja el espectro infrarrojo.

El objetivo de esta prueba es comparar el espectro infrarrojo que se obtuvo de cada uno de los reactivos que se utilizan en la fabricación del producto desinfectante "D&C", con respecto a los espectros que se encuentren en la literatura; el espectro infrarrojo nos permite corroborar la pureza de cada reactivo asegurando que no tiene otro compuesto fuera del que dice que debe tener, además permite identificar algunos de los grupos funcionales que contiene cada una de las materias primas que conforman la fórmula del producto.

La pureza de los reactivos es de suma importancia, ya que, de ésta depende la obtención de un producto no contaminado, sin impurezas, metales pesados y/o inertes. Es importante aclarar, que se realizó el respectivo background para la determinación de cada uno de los espectros. El background es importante, ya que, permite obtener el espectro infrarrojo real de cada uno de los compuestos, sin contaminantes, ni humedad que afecten el espectro graficado.

En el siguiente cuadro, se menciona la fórmula química de cada uno de los compuestos que hacen parte de la formulación del producto "D&C" original.

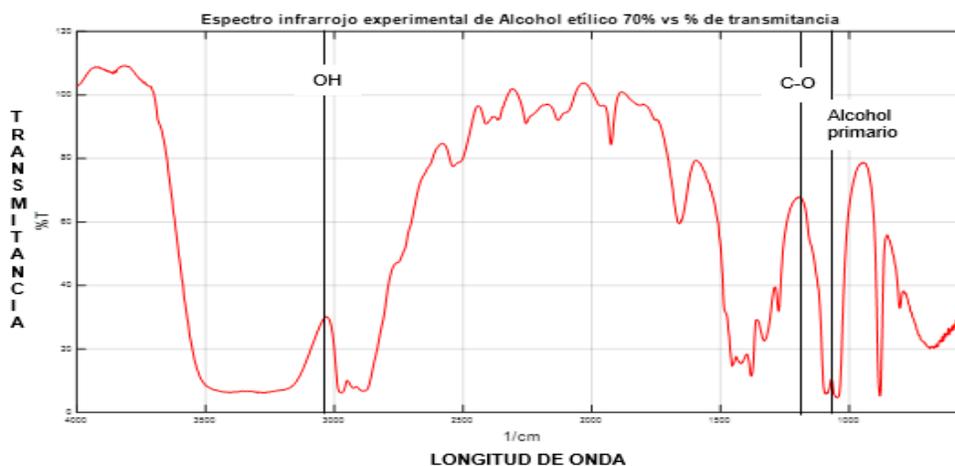
Cuadro 13. Fórmulas químicas de los reactivos que componen la fórmula original del producto “D&C”.

Materias Primas	Fórmula química
Agua	H ₂ O
Alcohol etílico extra neutro	CH ₃ CH ₂ OH
Ácido orgánico derivado de aldehídos	C ₂ H ₄ O ₂
Cloruro de sodio	NaCl
Compuesto sólido blanquecino	NaHCO ₃
Lauril Éter 28%	C ₁₂ H ₂₅ O(C ₂ H ₄ O) ₂ SO ₃
Extracto cítrico	C ₁₀ H ₁₆
Steposol	No Aplica ya que es una mezcla.
Formol37%	CH ₂ O
Cocoamida	CH ₃ (CH ₂) _n C(=O)N(CH ₂ CH ₂ OH) ₂
Glicerina USP	C ₃ H ₈ O ₃
Alcohol N- Propílico	C ₃ H ₈ O
Esencia de limón británica (Olor limón)	No Aplica ya que es una mezcla.
Color azul	No Aplica ya que es una mezcla.

Fuente: elaboración propia

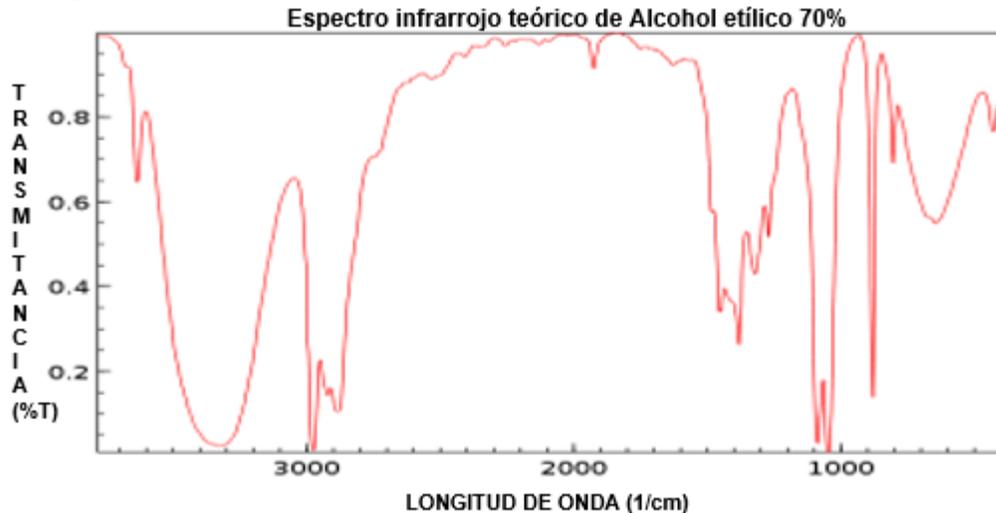
3.1.1 Alcohol etílico extra neutro. A continuación, se presenta el espectro obtenido por el software IRSolution (Gráfica 1) y el espectro tomado teóricamente (Imagen 25), el cual permite realizar la respectiva comparación para corroborar la pureza del etanol.

Gráfica 1. Espectro infrarrojo experimental del Alcohol etílico extra neutro vs. %T, donde %T, es el porcentaje de transmitancia y 1/cm es el inverso de la longitud de onda.



Fuente: elaboración propia, con base en: SOFTWARE IRSOLUTION.

Imagen 25. Espectro infrarrojo bibliográfico del Alcohol etílico extra neutro vs. %T, donde %T, es el porcentaje de transmitancia y $1/\text{cm}$ es el inverso de la longitud de onda.

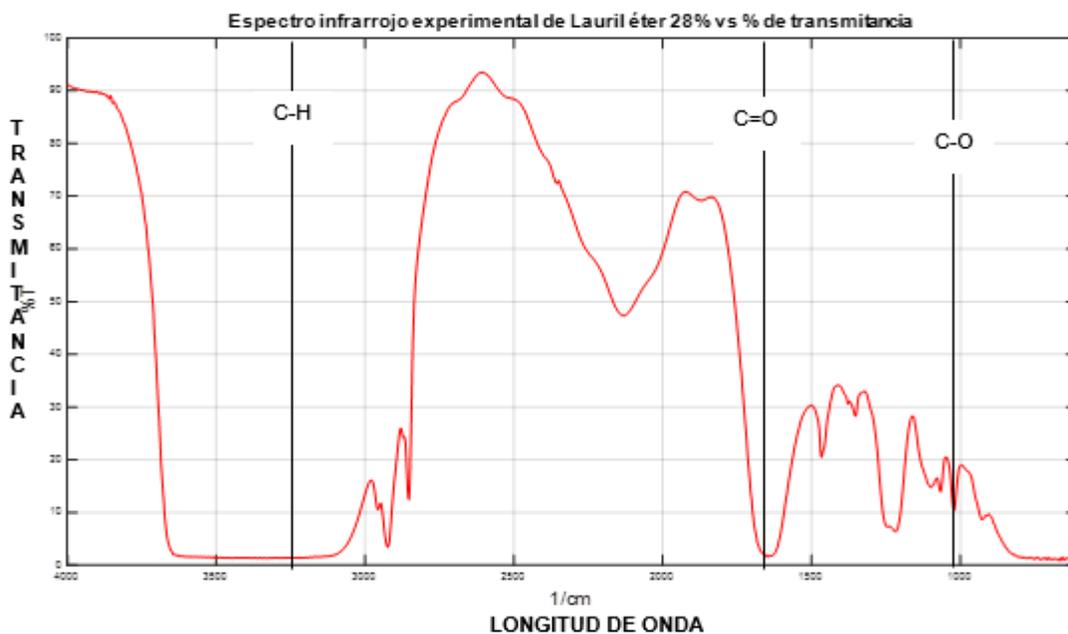


Fuente: NATIONAL INSTITUTE OF STANDARDS AND TECHNOLOGY. Ethanol. [Sitio WEB]. EE. UU.: NIST. [13, marzo, 2019]. Disponible en: <https://webbook.nist.gov/cgi/cbook.cgi?ID=C64175&Units=SI&Type=IR-SPEC&Index=3#IR-SPEC>

Al llevar a cabo la comparación entre el espectro infrarrojo hallado experimental y el tomado de la NIST se evidencia que el espectro del etanol utilizado para la fabricación del producto “D&C” coincide con el espectro teórico. Lo que quiere decir que existe una tensión O-H banda ancha por puentes de hidrógeno desde 3500cm^{-1} a 3200cm^{-1} se observa que esta tensión abarca un rango desde 3600cm^{-1} a 3200cm^{-1} , lo que quiere decir que es más concentrada en el espectro hallado experimentalmente. Además, se verifica la tensión C-O, la cual es una banda comprendida entre 1250cm^{-1} - 1000cm^{-1} , también se puede distinguir aproximadamente en 1050cm^{-1} del espectro, un alcohol primario, lo que es característico del etanol.

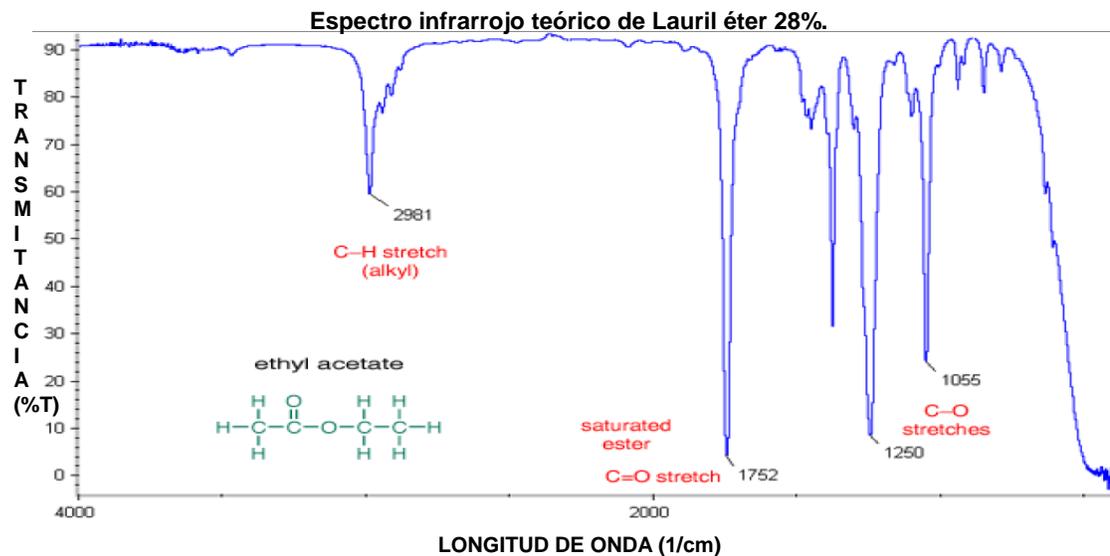
3.1.2 Lauril éter al 28%. En este caso, se presenta el espectro obtenido por el software IRsolution y el espectro tomado teóricamente del lauril éter 28%, el cual permite realizar la respectiva comparación para corroborar la pureza.

Gráfica 2. Espectro infrarrojo experimental del Lauril éter 28% vs. %T, donde %T, es el porcentaje de transmitancia y 1/cm es el inverso de la longitud de onda.



Fuente: elaboración propia, con base en: SOFTWARE IRSOLUTION.

Imagen 26. Espectro infrarrojo bibliográfico del Lauril éter 28% vs. %T, donde %T, es el porcentaje de transmitancia y 1/cm es el inverso de la longitud de onda.

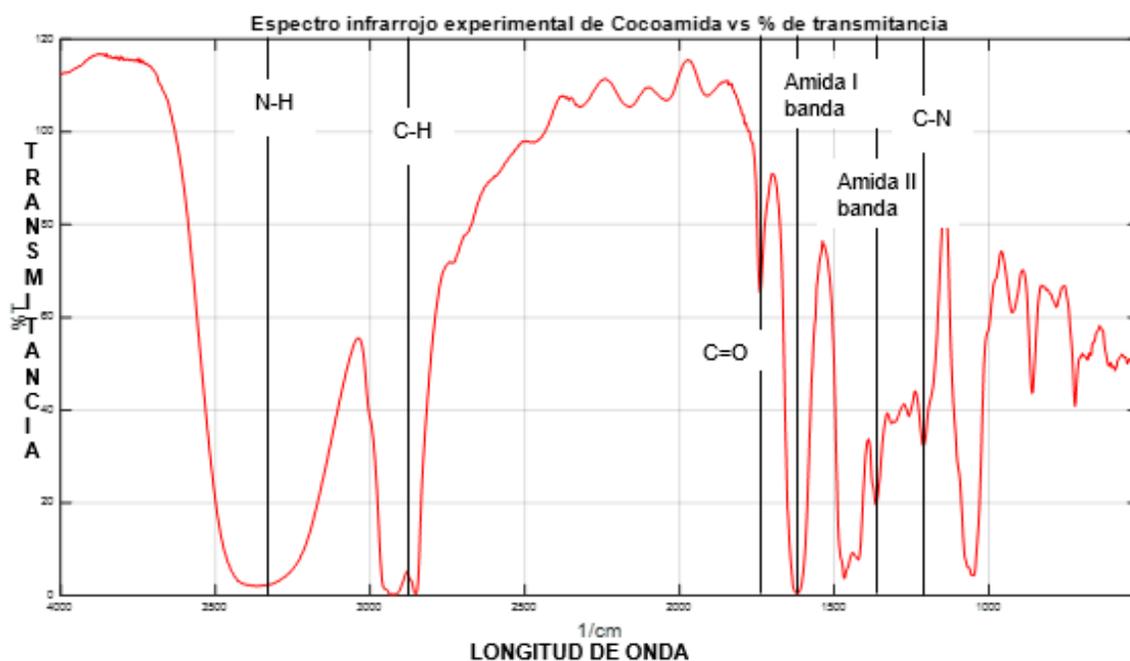


Fuente: elaboración propia, con base en: PÉREZ, Alejandro.

Realizando el comparativo entre el espectro infrarrojo arrojado experimentalmente por equipo y el espectro teórico, se puede observar que en el experimental se presenta un ensanchamiento en el rango de 3000 a 3500 cm^{-1} y de 1750 a 1550 cm^{-1} ; esto se puede dar por la excesiva formación de puentes de hidrógeno, lo que indica que existe humedad más alta de lo normal. No obstante, el comportamiento coincide en su mayoría, lo que indica que el lauril éter utilizado, se encuentra prácticamente puro.

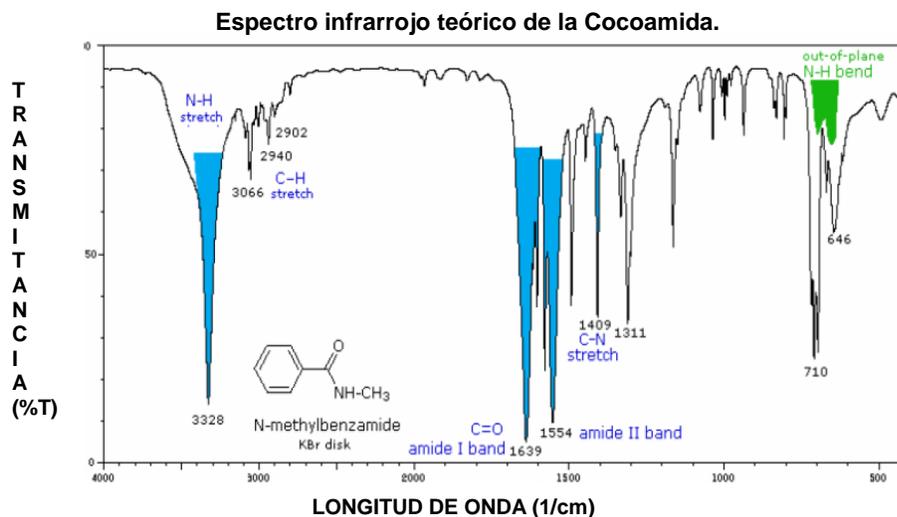
3.1.3 Cocoamida. Posteriormente, se presenta el espectro obtenido por el software IRSolution y el espectro tomado teóricamente, el cual permite realizar la respectiva comparación para corroborar la pureza de la cocoamida.

Gráfica 3. Espectro infrarrojo experimental de la Cocoamida vs. %T, donde %T, es el porcentaje de transmitancia y $1/\text{cm}$ es el inverso de la longitud de onda.



Fuente: elaboración propia, con base en: SOFTWARE IRSOLUTION.

Imagen 27. Espectro infrarrojo bibliográfico de la Cocoamida vs. %T, donde %T, es el porcentaje de transmitancia y $1/\text{cm}$ es el inverso de la longitud de onda.

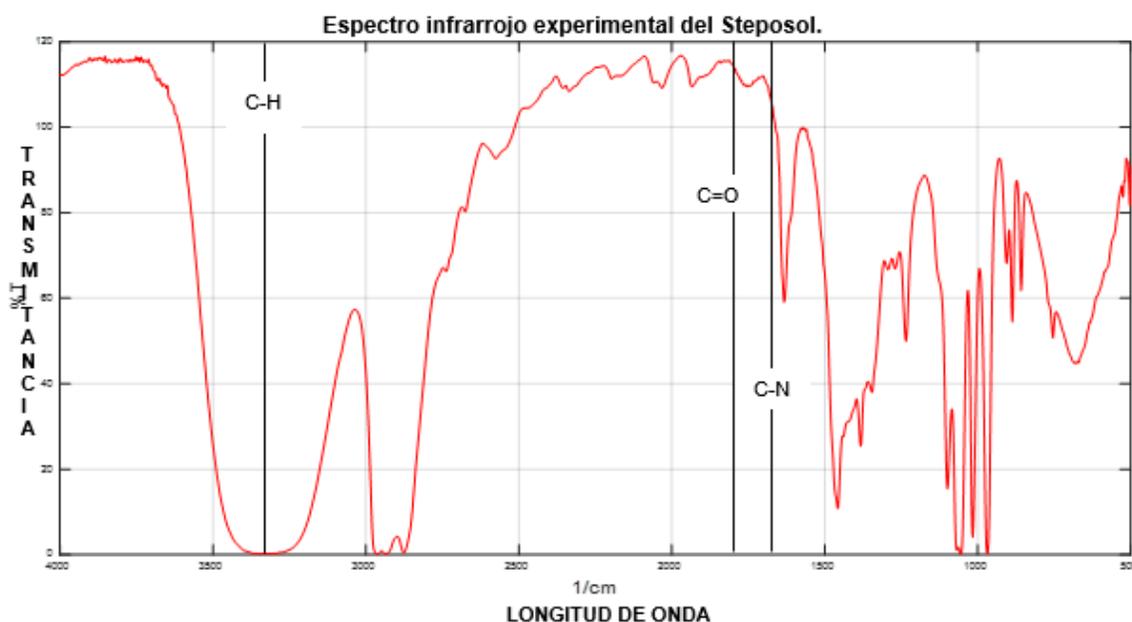


Fuente: elaboración propia, con base en: PÉREZ, Alejandro.

Según la bibliografía, no se encuentra ningún tipo de análisis por espectro infrarrojo para la cocoamida por lo que se procede hacer el respectivo comparativo con el espectro de una amida secundaria teniendo en cuenta que la cocoamida está compuesta de ella. En la Imagen 32, se evidencia que una amina secundaria contiene en el rango de 3500cm^{-1} - 3000cm^{-1} presenta un pico correspondiente al grupo NH de la amida, sin embargo, en el espectro experimental 3550cm^{-1} - 3000cm^{-1} lo que quiere decir que la cocoamida utilizada para fabricar el producto se encuentra en mayor concentración el grupo NH. En el rango de 2940cm^{-1} a 2900cm^{-1} del espectro bibliográfico se presenta el enlace C-H al realizar la comparación con el espectro experimental se evidencia que este se presenta en el rango de 2940cm^{-1} a 2750cm^{-1} , se presenta más pronunciado y presenta una menor transmitancia debido a que contiene mayor número de grupos C-H en su fórmula química por ende la luz incidida en el espectro es menor. El tercer y cuarto pico se presenta en el rango de 1639cm^{-1} (Amida I banda)- 1554cm^{-1} (Amida II banda) lo que cual representa el grupo C=O para una amida secundaria. Por último, se presenta un pico en el rango de 1409 lo que indica la presencia del grupo C-N pero se presenta un notorio desfase con respecto al experimental, ya que, no se ve claramente la presencia de este grupo en el compuesto.

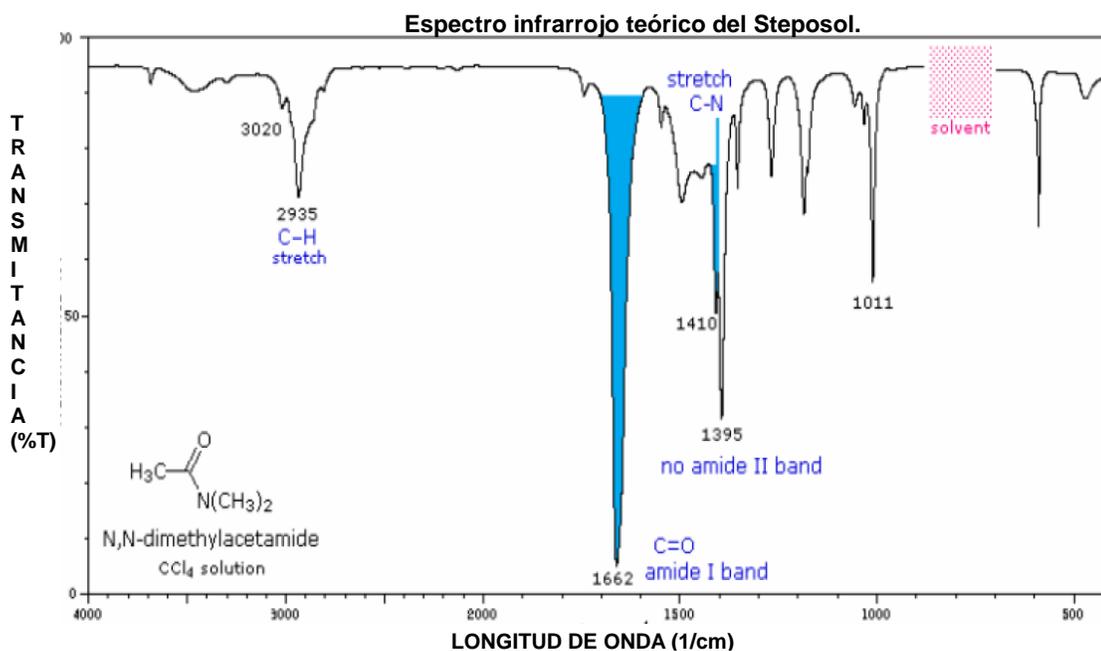
3.1.4 Steposol. A continuación, se presenta el espectro obtenido por el software IRSolution y el espectro tomado teóricamente, el cual permite realizar la respectiva comparación para corroborar la pureza del steposol.

Gráfica 4.Espectro infrarrojo experimental del steposol vs. %T, donde %T, es el porcentaje de transmitancia y 1/cm es el inverso de la longitud de onda.



Fuente: elaboración propia, con base en: SOFTWARE IRSOLUTION.

Imagen 28.Espectro infrarrojo bibliográfico del Steposol vs. %T, donde %T, es el porcentaje de transmitancia y 1/cm es el inverso de la longitud de onda.

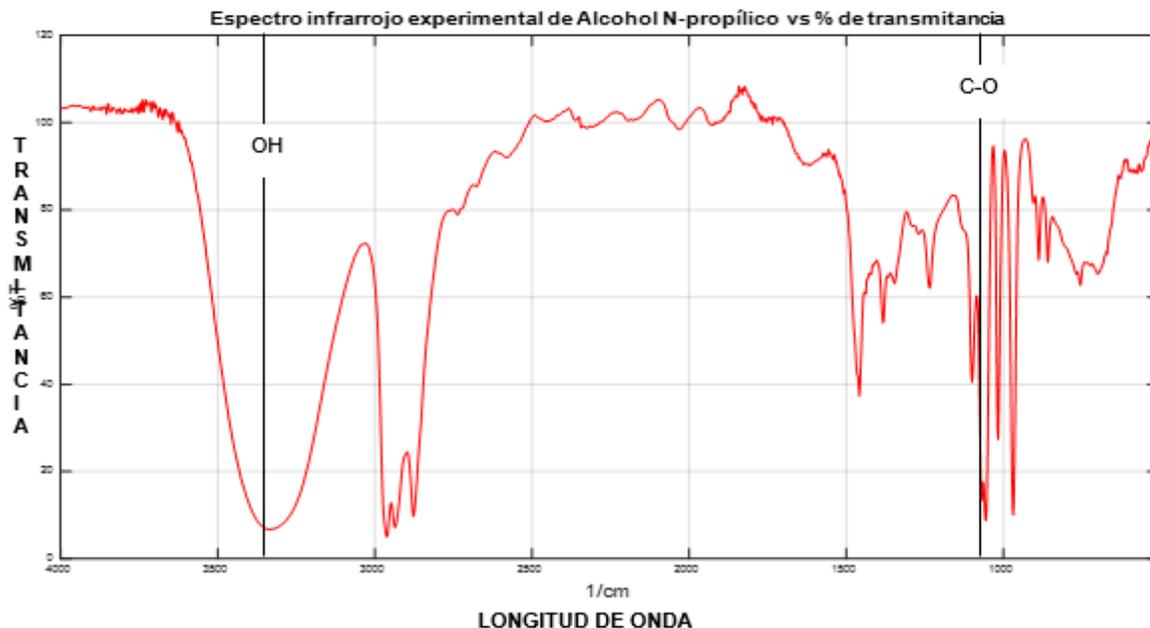


Fuente: elaboración propia, con base en: PÉREZ, Alejandro.

Para el primer pico correspondiente al grupo C-H, se presenta teóricamente en 1935cm^{-1} y una transmitancia del 70% con respecto al experimental este se presenta en un rango de 1995cm^{-1} a 2800cm^{-1} . Para el segundo pico bibliográficamente se presenta en 1662cm^{-1} en comparación con el experimental este se encuentra en un rango de 1600cm^{-1} a 1700cm^{-1} además presenta una variación de transmitancia bastante notoria del 55% respecto a la teórica. Teniendo en cuenta que la experimental presenta una mayor transmitancia que la teórica. Para el último pico correspondiente al grupo CN el cual debe estar en aproximadamente 1410cm^{-1} se puede decir que el pico también se evidencia, pero en un rango de 1400cm^{-1} a 1500cm^{-1} ; además el espectro experimental presenta transmitancia de 5% y la teórica presenta una transmitancia de 50%. Las variaciones de la transmitancia se dan debido a la composición del Steposol ya que el comparativo se hizo en base a la amida terciaria que este debe contener, sin embargo, cabe resaltar que este reactivo tiene otros componentes además de la amida terciaria que influyen en la lectura del espectro y en la transmitancia.

3.1.5 Alcohol N-Propílico. En este caso, se presenta el espectro obtenido por el software IRSolution y el espectro tomado teóricamente del alcohol n-propílico, el cual permite realizar la respectiva comparación para corroborar la pureza.

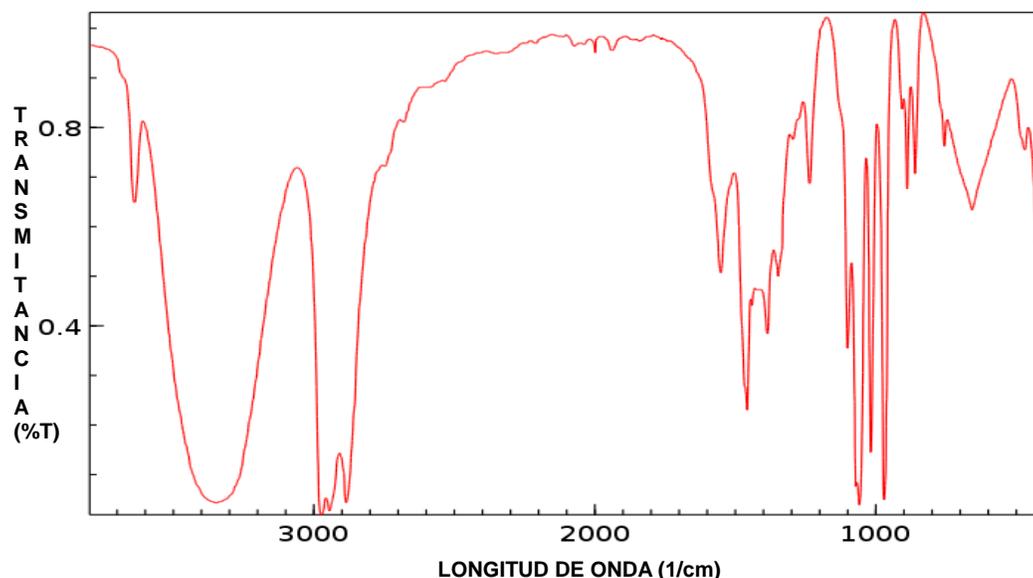
Gráfica 5. Espectro infrarrojo experimental del Alcohol N-propílico vs. %T, donde %T, es el porcentaje de transmitancia y $1/\text{cm}$ es el inverso de la longitud de onda.



Fuente: elaboración propia, con base en: SOFTWARE IRSOLUTION.

Imagen 29. Espectro infrarrojo bibliográfico del Alcohol N-propílico vs. %T, donde %T, es el porcentaje de transmitancia y $1/\text{cm}$ es el inverso de la longitud de onda.

Espectro infrarrojo teórico del propanol.



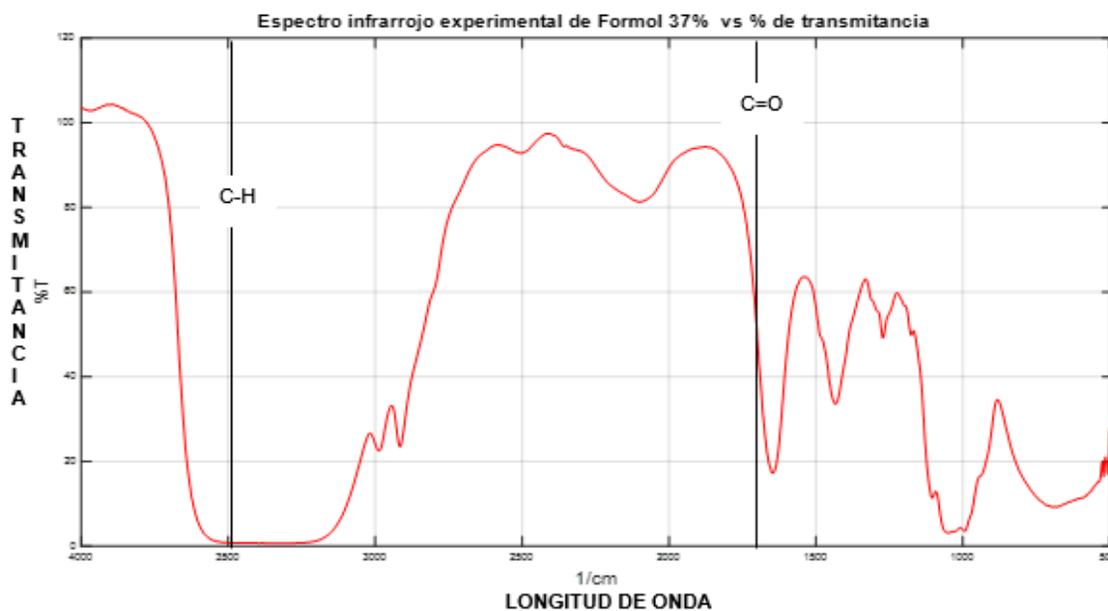
Fuente: NATIONAL INSTITUTE OF STANDARDS AND TECHNOLOGY. N-propanol. [Sitio WEB]. EE. UU.: NIST. [13, marzo, 2019]. Disponible en: <https://webbook.nist.gov/cgi/cbook.cgi?Spec=C71238&Index=3&Type=IR&Large=on>

El pico que se presenta en el rango de 3100cm^{-1} a 3600cm^{-1} se analiza la presencia de la tensión OH que arroja la banda ancha por puentes de hidrógeno en ambos espectros; además en el rango de 1050cm^{-1} a 1150cm^{-1} se presenta una tensión C-O correspondientes al comportamiento de un alcohol.

Respecto al espectro arrojado por la NIST se evidencia la coincidencia en el comportamiento a lo largo de la lectura.

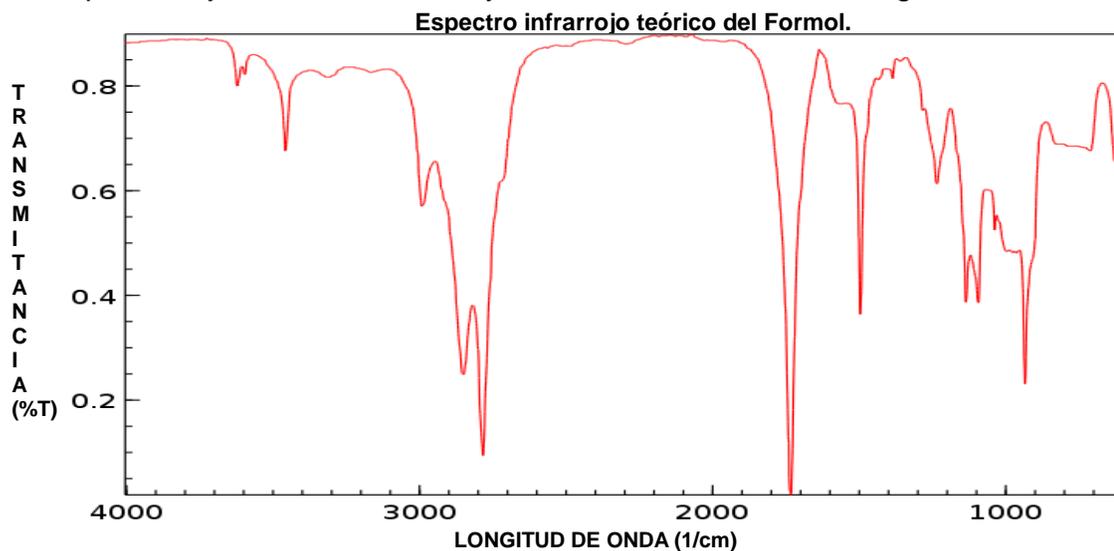
3.1.6 Formol al 37%. Posteriormente, se presenta el espectro obtenido por el software IRSolution y el espectro tomado teóricamente, el cual permite realizar la respectiva comparación para corroborar la pureza del formol al 37%.

Gráfica 6. Espectro infrarrojo experimental del Formol al 37% vs. %T, donde %T, es el porcentaje de transmitancia y $1/\text{cm}$ es el inverso de la longitud de onda.



Fuente: elaboración propia, con base en: SOFTWARE IRSOLUTION.

Imagen 30. Espectro infrarrojo bibliográfico del Formol al 37% vs. %T, donde %T, es el porcentaje de transmitancia y $1/\text{cm}$ es el inverso de la longitud de onda.



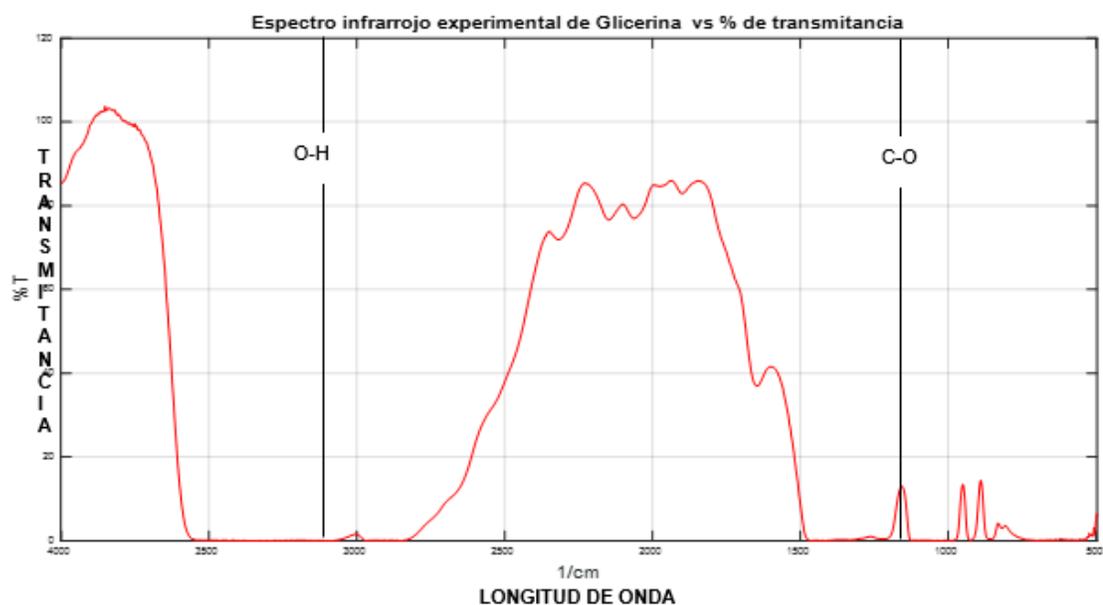
Fuente: NATIONAL INSTITUTE OF STANDARDS AND TECHNOLOGY. Formaldehído. [Sitio WEB]. EE. UU.: NIST. [13, marzo, 2019]. Disponible en: <https://webbook.nist.gov/cgi/cbook.cgi?Spec=C50000&Index=1&Type=IR&Large=on>

En el rango de 2820cm^{-1} a 2700cm^{-1} , se observan dos picos correspondientes a la tensión C-H carbonilo, sin embargo, se presenta una variación la cual se debe a que el formaldehído utilizado por C.I LIANSA S.A.S. está más concentrado y esto se evidencia en el pico existente en el rango de 3100cm^{-1} a 3600cm^{-1} .

El segundo pico se presenta en 1703cm^{-1} lo que indica la tensión de C=O, este grupo se presenta en ambos espectros, pero varía en porcentaje de transmitancia debido a que el porcentaje de concentración de formol varía.

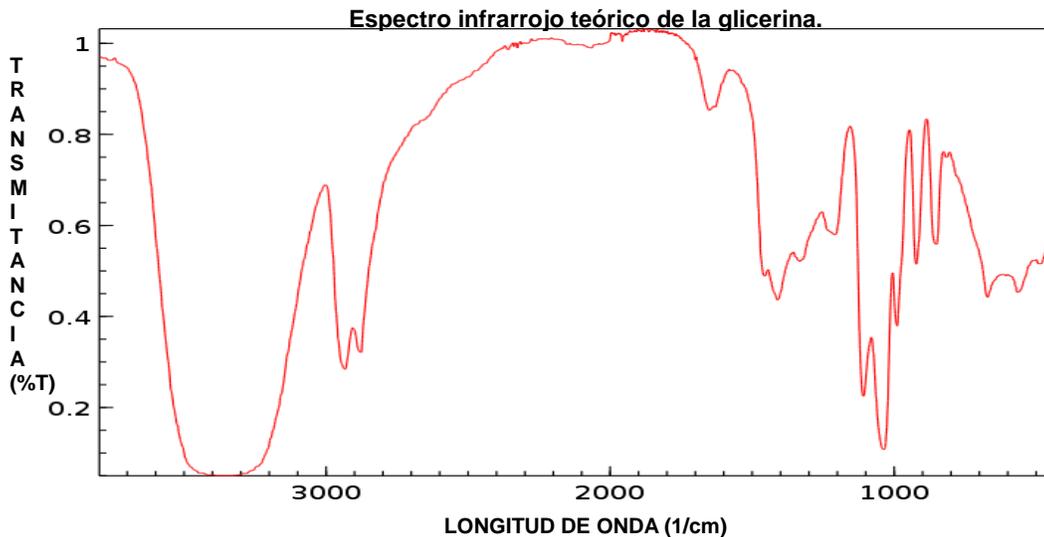
3.1.7 Glicerina. A continuación, se presenta el espectro obtenido por el software IRSolution y el espectro tomado teóricamente, el cual permite realizar la respectiva comparación para corroborar la pureza de la glicerina.

Gráfica 7. Espectro infrarrojo experimental de la Glicerina vs. %T, donde %T, es el porcentaje de transmitancia y $1/\text{cm}$ es el inverso de la longitud de onda.



Fuente: elaboración propia, con base en: SOFTWARE IRSOLUTION.

Imagen 31. Espectro infrarrojo bibliográfico de la Glicerina vs. %T, donde %T, es el porcentaje de transmitancia y $1/\text{cm}$ es el inverso de la longitud de ond

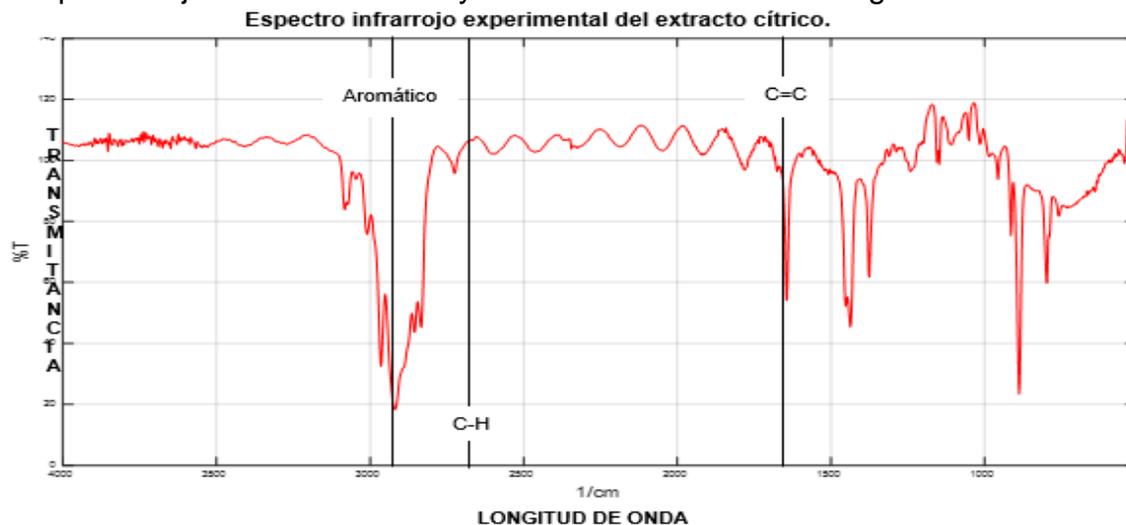


Fuente: elaboración propia, con base en: PÉREZ, Alejandro.

El espectro infrarrojo experimental de la glicerina tiene un comportamiento muy similar al espectro infrarrojo que arroja la NIST; lo que quiere decir que existe una tensión O-H banda ancha por puentes de hidrógeno desde 3500cm^{-1} a 3200cm^{-1} , lo que quiere decir que la glicerina utilizada por la empresa C.I LIANSA S.A.S está más concentrada ya que el espectro hallado experimentalmente abarca un rango de 2500cm^{-1} a 3600cm^{-1} . Además, existe una tensión C-O, la cual es una banda comprendida entre 1250cm^{-1} - 1000cm^{-1} , que no se puede distinguir claramente para el espectro infrarrojo experimental.

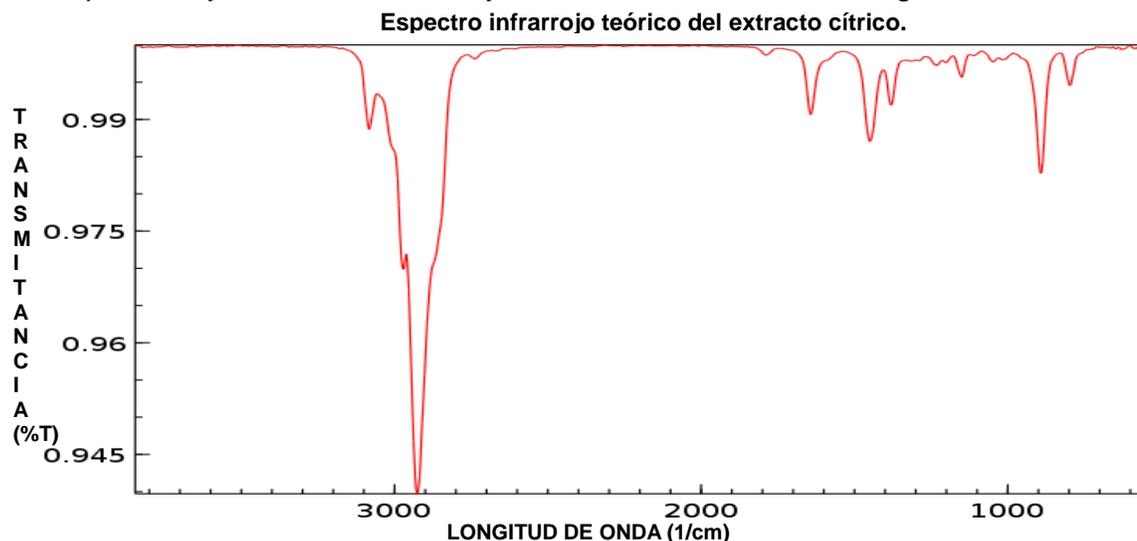
3.1.8 Extracto cítrico. En este caso, se presenta el espectro del extracto cítrico, obtenido por el software IRSolution y el espectro tomado teóricamente, el cual permite realizar la respectiva comparación para corroborar la pureza.

Gráfica 8. Espectro infrarrojo experimental del extracto cítrico vs. %T, donde %T, es el porcentaje de transmitancia y $1/\text{cm}$ es el inverso de la longitud de onda.



Fuente: elaboración propia, con base en: SOFTWARE IRSOLUTION.

Imagen 32. Espectro infrarrojo bibliográfico del extracto cítrico vs. %T, donde %T, es el porcentaje de transmitancia y $1/\text{cm}$ es el inverso de la longitud de onda.



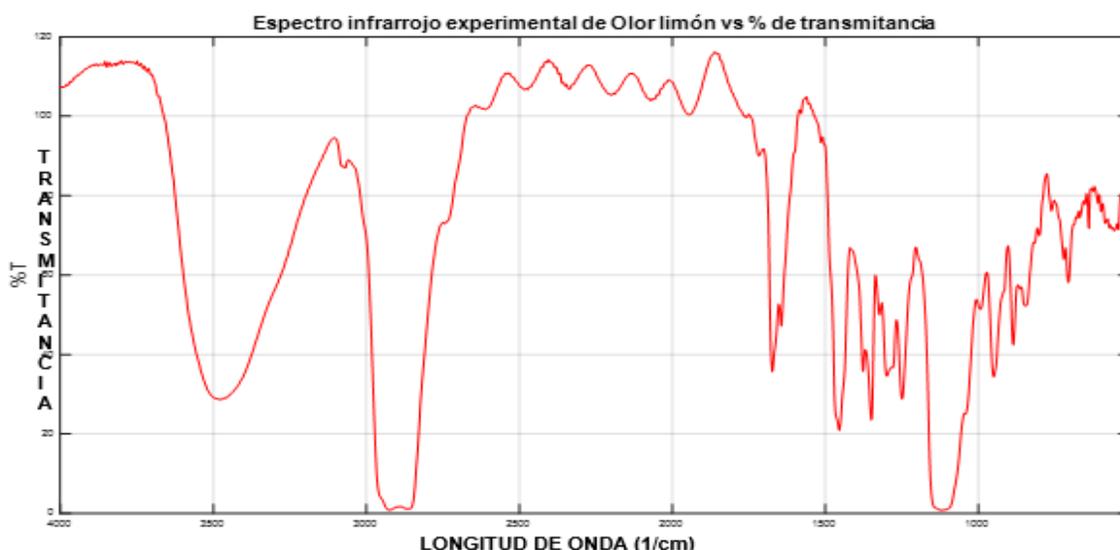
Fuente: NATIONAL INSTITUTE OF STANDARDS AND TECHNOLOGY. D-limonene. [Sitio WEB]. EE. UU.: NIST. [13, marzo, 2019]. Disponible en: <https://webbook.nist.gov/cgi/cbook.cgi?ID=5989-27%205&Units=SI&cIR=on#IR-Spec>

Al llevar a cabo la comparación entre el espectro infrarrojo hallado experimental y el tomado de la NIST del extracto cítrico, se denota el mismo comportamiento, con un notorio pico en el rango de 2900cm^{-1} a 3000cm^{-1} , el cual indica la presencia de un evidente compuesto aromático, además el pico observado en el rango de 1600cm^{-1} a 1800cm^{-1} , corresponde a un doble enlace $\text{C}=\text{C}$, correspondiente a un alqueno, además de los picos que coinciden en ambos espectros correspondientes al grupo

C-H. El compuesto utilizado para fabricar el producto, conlleva el mismo comportamiento a lo largo del espectro con respecto al arrojado por la NIST, de esta forma se corrobora que el ácido orgánico derivado de aldehídos utilizado en el producto “Desinfect&Clean” no tiene influencia de otros componentes que puedan afectar la efectividad del desinfectante ya que se comprueba que es puro.

3.1.9 Esencia de limón británica (Olor Limón). Luego, se presenta el espectro obtenido por el software IRSolution y el espectro tomado teóricamente, el cual permite realizar la respectiva comparación para corroborar la pureza de la esencia de limón británica.

Gráfica 9. Espectro infrarrojo experimental de Esencia de limón británica (Olor limón) vs. %T, donde %T, es el porcentaje de transmitancia y $1/\text{cm}$ es el inverso de la longitud de onda.

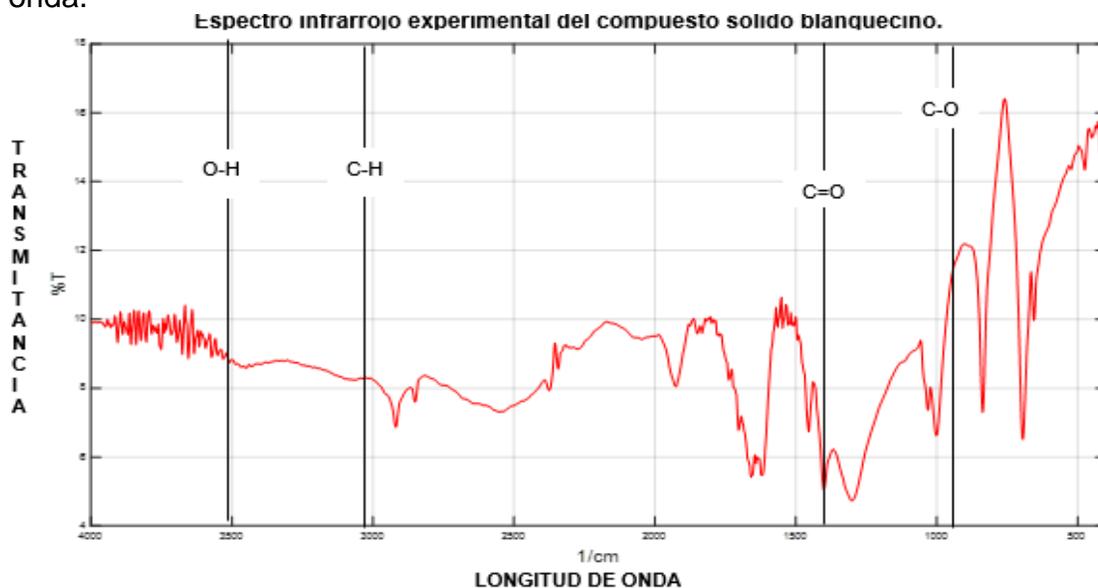


Fuente: elaboración propia, con base en: SOFTWARE IRSOLUTION.

Para el reactivo olor limón, no es posible realizar un comparativo de espectro infrarrojo con respecto a la bibliografía, debido a que es una sustancia que contiene gran variedad de compuestos, además, no existe gráfica del espectro infrarrojo de dicha sustancia, lo que quiere decir que no se puede llegar a una caracterización concreta.

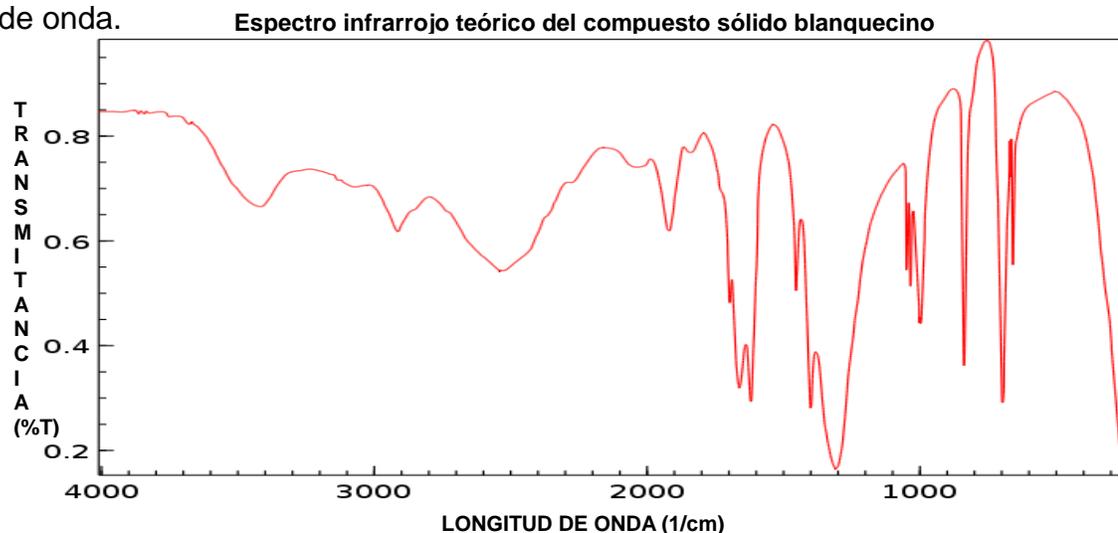
3.1.10 Compuesto sólido blanquecino. A continuación, se presenta el espectro obtenido por el software IRSolution y el espectro tomado teóricamente, el cual permite realizar la respectiva comparación para corroborar la pureza del compuesto sólido blanquecino.

Gráfica 10. Espectro infrarrojo experimental del compuesto sólido blanquecino vs. %T, donde %T, es el porcentaje de transmitancia y 1/cm es el inverso de la longitud de onda.



Fuente: elaboración propia, con base en: SOFTWARE IRSOLUTION.

Imagen 33. Espectro infrarrojo bibliográfico del compuesto sólido blanquecino vs. %T, donde %T, es el porcentaje de transmitancia y 1/cm es el inverso de la longitud de onda.



Fuente: NATIONAL INSTITUTE OF STANDARDS AND TECHNOLOGY. Sodium bicarbonate. [Sitio WEB]. EE. UU.: NIST. [13, marzo, 2019]. Disponible en: <https://webbook.nist.gov/cgi/cbook.cgi?Spec=C50000&Index=1&Type=IR&Large=on>.

El primer pico se presenta a 3450cm^{-1} teóricamente y experimentalmente, sin embargo, en el espectro experimental este pico se presenta de una forma menos notoria y esto es debido a que la concentración del compuesto sólido blanquecino

de cada muestra es diferente y eso influye en el resultado de la espectroscopia infrarroja.

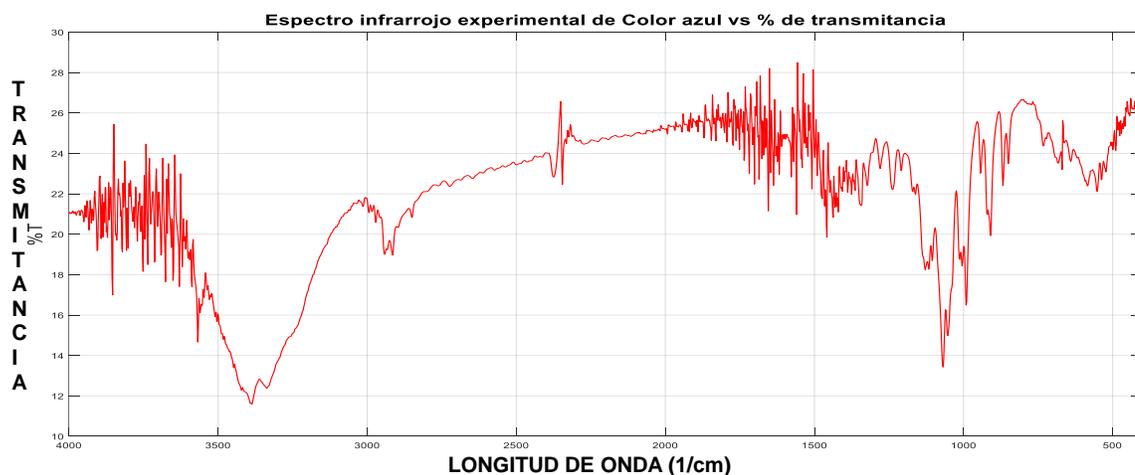
Este pico se debe a la tensión que genera la molécula O-H presente en el compuesto sólido blanquecino. En un rango de 3500cm^{-1} a 2700cm^{-1} se presenta un pico el cual indica que se encuentra un enlace simple entre C-H, en el caso del espectro experimental este pico se presenta en un valor de 2800cm^{-1} , el pico experimental con respecto al teórico se presenta más angosto y un poco menos notorio ya que la diferencia de concentraciones hace que varíen estas lecturas.

El tercer pico se presenta en un rango de 1400cm^{-1} a 1300cm^{-1} como se expone en la bibliografía, en el caso del experimental se presenta en el rango de 1400cm^{-1} - 1100cm^{-1} es decir un poco más extenso, este pico representa la presencia del doble enlace entre C=O.

El último pico se presenta entre 1400cm^{-1} a 600cm^{-1} que representa la tensión de C-O teóricamente, en la gráfica experimental se presenta entre 900cm^{-1} - 800cm^{-1} , el experimental es más corto por lo tanto tiene un valor menor de transmitancia respecto al tomado de la bibliografía ya que la transmitancia varía según la concentración de cada reactivo y como se ha evidenciado las concentraciones del compuesto sólido blanquecino utilizado por la empresa C.I LIANSA S.A.S. cambia respecto al que se utilizó en la teoría.

3.1.11 Color Azul. En este caso, se evidencia el espectro obtenido por el software IRSolution y el espectro tomado teóricamente del color azul, el cual permite realizar la respectiva comparación para corroborar la pureza.

Gráfica 11. Espectro infrarrojo experimental de Color Azul vs. %T, donde %T, es el porcentaje de transmitancia y $1/\text{cm}$ es el inverso de la longitud de onda.

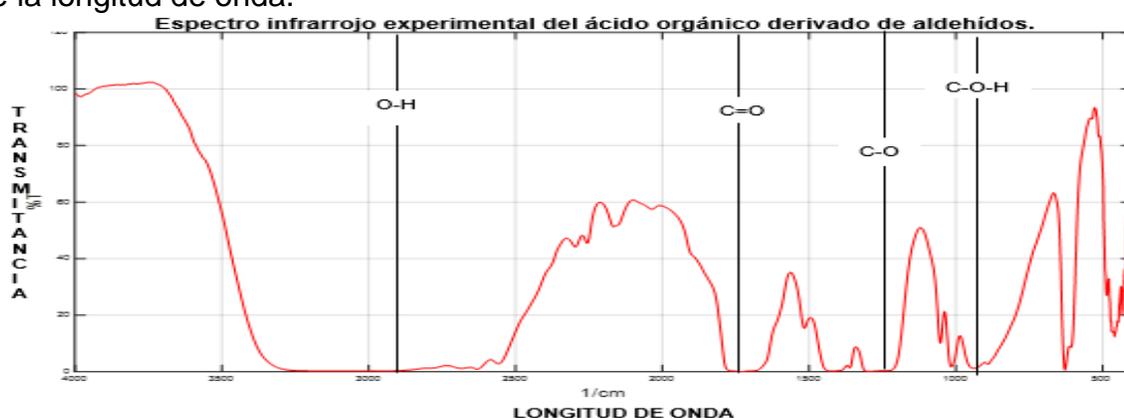


Fuente: elaboración propia, con base en: SOFTWARE IRSOLUTION.

Para el colorante azul, no es posible realizar un comparativo de espectro infrarrojo con respecto a la bibliografía, debido a que es una sustancia que contiene gran variedad de compuestos, además, no existe gráfica de espectro infrarrojo de dicha sustancia, lo que quiere decir que no se puede llegar a una caracterización concreta.

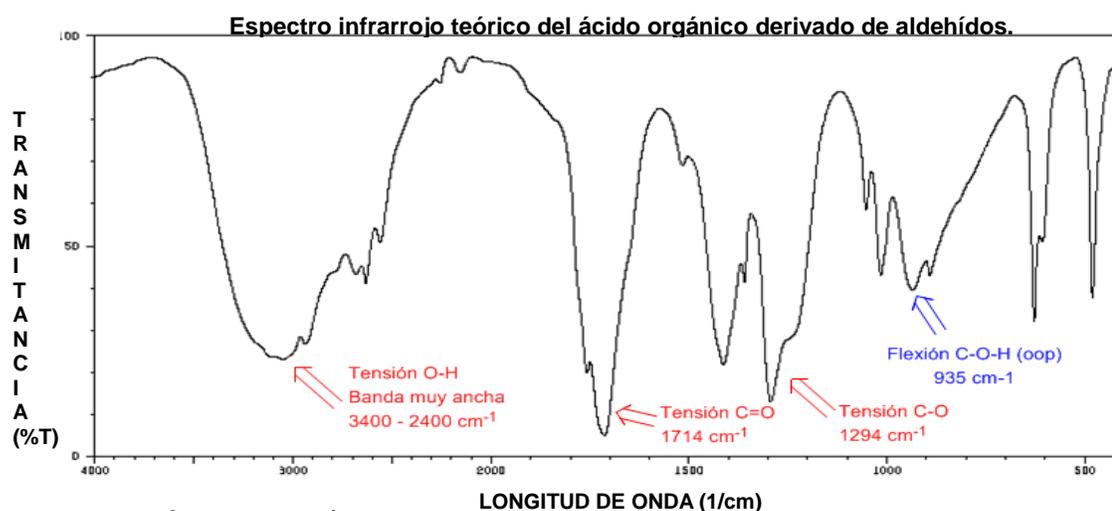
3.1.12 Ácido orgánico derivado de aldehídos. A continuación, se evidencia el espectro obtenido por el software IRSolution y el espectro tomado teóricamente, el cual permite realizar la respectiva comparación para corroborar la pureza del ácido orgánico derivado de aldehídos.

Gráfica 12. Espectro infrarrojo experimental del ácido orgánico derivado de aldehídos vs. %T, donde %T, es el porcentaje de transmitancia y $1/\text{cm}$ es el inverso de la longitud de onda.



Fuente: elaboración propia, con base en: SOFTWARE IRSOLUTION.

Imagen 34. Espectro infrarrojo bibliográfico del ácido orgánico derivado de aldehídos vs. %T, donde %T, es el porcentaje de transmitancia y $1/\text{cm}$ es el inverso de la longitud de onda.



Fuente: QUÍMICA ORGÁNICA. Espectroscopia de ácido acético. [Sitio WEB]. Colombia: Química org. [2, mayo, 2019] Disponible

en: <https://www.quimicaorganica.org/espectroscopia-infrarroja/786-espectro-infrarrojo-de-acidos-carboxilicos.html>

El primer pico se presenta en el rango de $3400-2400\text{cm}^{-1}$ el cual indica la tensión que genera la presencia de O-H según se aprecia en la comparación teórica, sin embargo, en el espectro hallado se presenta en el rango de $3500-2300\text{cm}^{-1}$ y se presenta un poco más recta esto se debe a que el ácido orgánico derivado de aldehídos, el cual es utilizado en la empresa LIANSA S.A.S. para fabricar el producto es más concentrado que el ácido orgánico derivado de aldehídos utilizado para la comparación.

El segundo pico que se presenta en 1714cm^{-1} se debe a la tensión que se presenta por el C=O y en los dos casos se presenta en el mismo rango.

En el rango de 1294cm^{-1} en los dos espectros (experimental y teórico) se presenta el 3 pico, este pico indica la tensión que es causada por el C-O, aunque el experimental presenta un pico más recto y un poco más ancho que el que se presenta en el tomado bibliográficamente.

El último pico se presenta en 935cm^{-1} y esto significa la flexión de C-O-H esto se presentan de la misma forma tanto en el espectro experimental como en el bibliográfico. La gráfica obtenida tiene el mismo comportamiento a lo largo del espectro con respecto a la teórica, lo que permite corroborar que el ácido orgánico derivado de aldehídos, utilizado en el producto "D&C" no tiene otros componentes que puedan afectar la efectividad del desinfectante ya que se comprueba que es puro.

3.1.13 Cloruro de Sodio (Sal de cocina). El procedimiento de espectroscopia infrarroja no se lleva a cabo para este reactivo, ya que, es sal de cocina. La espectroscopia infrarroja tiene su aplicación más inmediata en el análisis cualitativo: detección de las moléculas presentes en el material. En la zona del espectro electromagnético IR con longitudes de onda del infrarrojo medio (entre 4000 y 1300 cm^{-1}) se suelen observar una serie de bandas de absorción provocadas por las vibraciones entre únicamente dos átomos de la molécula. Estas vibraciones derivan de grupos que contienen hidrógeno o de grupos con dobles o triples enlaces aislados. En la zona del espectro electromagnético IR con longitudes de onda comprendidas entre 1300 y 400 cm^{-1} (infrarrojo lejano), la asignación de las bandas de absorción a vibraciones moleculares es más difícil de realizar, debido a que cada una de ellas está generada por absorciones individuales sumadas (multiplicidad de las bandas). Es la denominada zona de la huella dactilar (flexión de enlaces CH, CO, CN, CC). En esta zona de longitudes de onda, pequeñas diferencias en la estructura y constitución de las moléculas dan lugar a variaciones importantes en los máximos de absorción.

La sal tiene en su fórmula química Sodio (Na) y Cloro(Cl), lo que quiere decir, que no se puede caracterizar haciendo uso de éste método que comprende entre 4000 a 400 cm^{-1} , la sal utilizada para la fabricación del producto "Desinfect and Clean" es

sal “Refisal”, es una empresa muy bien posicionada en el mercado, que debe tener todas las certificaciones para tener vigente su producto en el mercado, por lo que el producto está completamente en su estado puro, no hay ningún otro compuesto que altere su composición.

Finalmente, para dar una vista general de los resultados de este objetivo en el cual se realizó la evaluación por medio de espectroscopia infrarroja, se da a conocer la siguiente tabla resumen:

Cuadro 14. Cuadro resumen mostrando la pureza de todos los reactivos de acuerdo al espectro infrarrojo.

Compuesto	Resultado espectro infrarrojo
Alcohol etílico extra neutro	Coincidió el espectro infrarrojo bibliográfico con el experimental, lo que indica que se encuentra puro, se encuentra más concentrado.
Ácido orgánico derivado de aldehídos	Coincidió el espectro infrarrojo bibliográfico con el experimental, lo que indica que se encuentra puro.
Cloruro de sodio	Sólido: No se realizó ya que se utiliza Cloruro de sodio en su máxima pureza.
Compuesto sólido blanquecino	Sólido: Coincidió El espectro infrarrojo bibliográfico con el experimental, lo que indica que se encuentra puro.
Lauril Éter 28%	Coincidió el espectro infrarrojo bibliográfico con el experimental, lo que indica que se encuentra puro, se encuentra más concentrado.
Extracto cítrico	Coincidió el espectro infrarrojo bibliográfico con el experimental, lo que indica que se encuentra puro.
Steposol	Los grupos funcionales de este compuesto, coinciden con el espectro infrarrojo de una amida Terciaria.
Formol al 37%	Coincidió el espectro infrarrojo bibliográfico con el experimental, lo que indica que se encuentra puro, se encuentra más concentrado.
Cocoamida	Los grupos funcionales de este compuesto, coinciden con el espectro infrarrojo de una amida Secundaria.
Glicerina USP	Coincidió el espectro infrarrojo bibliográfico con el experimental, lo que indica que se encuentra puro, se encuentra más concentrado.
Alcohol N- Propílico	Coincidió el espectro infrarrojo bibliográfico con el experimental, lo que indica que se encuentra puro

Cuadro 14. (Continuación)

Compuesto	Resultado espectro infrarrojo
Esencia de limón británica (olor limón)	No es posible realizar comparativo
Color azul	No es posible realizar comparativo

Fuente: elaboración propia

4. ALTERNATIVAS DE SUSTITUCIÓN DE LAS MATERIAS PRIMAS DEL PRODUCTO "D&C"

Teniendo en cuenta la fórmula del producto "D&C" especificada en el Cuadro 15, (en la cual se definen los roles que cumplen cada materia prima dentro de la fórmula), se precisan algunos reactivos que se pueden eliminar definitivamente de ésta. Debido a que hay algunas materias primas que cumplen una única función dentro de la fórmula y que además redundan dentro de ésta; además, según la Tabla 4 (en la cual se especifican los reactivos, cantidades y costo de cada materia prima que compone el producto), se identifican los reactivos más costosos que pueden ser sustituidos por otras materias primas más económicas.

Cuadro 15. Fórmula actual del producto "Desinfect&Clean".

Propiedades	"D&C"
Tensoactivo	Lauril Éter 28%
Espesante	Cocoamida
Solvente	<ul style="list-style-type: none"> • Agua • Glicerina • Alcohol N-propílico
Surfactante	Lauril Éter 28%
Agente desinfectante	<ul style="list-style-type: none"> • Alcohol etílico • Ácido orgánico derivado de aldehídos • Alcohol N-propílico
Blanqueador	<ul style="list-style-type: none"> • Compuesto sólido blanquecino • Cloruro de Sodio
Emulsificante	Steposol
Desengrasante	Extracto cítrico
Neutralizador de olores	Extracto cítrico
Conservante	Formol al 37%
Olor	<ul style="list-style-type: none"> • Esencia de limón británica • Extracto cítrico
Color	Colorante Azul

Fuente: elaboración propia

4.1 CARACTERIZACIÓN DE MATERIAS PRIMAS PARA EL ESTABLECIMIENTO DE LA ELIMINACIÓN

De acuerdo al Cuadro 15, se evidencia que existen materias primas que cumplen la misma función, por ende, se hace necesario llevar a cabo la eliminación de los reactivos que no son indispensables en la formulación del producto. Para llevar a cabo esta eliminación, se dan a conocer las características de los solventes,

esencias y agentes desinfectantes que componen la lista de materias primas para denotar las ventajas y desventajas de su manipulación. El costo se tiene en cuenta como criterio primordial.

Se evidencia que existen tres compuestos que cumplen la función del solvente, como son: el agua, la glicerina y el alcohol n-propílico. Éste último, tiene propiedad de solvente y de agente desinfectante; los demás agentes desinfectantes existentes dentro de la fórmula son: alcohol etílico y el ácido orgánico derivado de aldehídos (el formol al 37%, aunque es agente desinfectante, se utiliza como conservante debido a la pequeña cantidad que se agrega en la fabricación del producto). Además, existen dos compuestos que cumplen el rol de dar olor al producto: la esencia de limón británica y el extracto cítrico.

A continuación, en los Cuadros 16, 17 y 18, se muestra la descripción de cada uno de los compuestos anteriormente nombrados:

Cuadro 16. Cuadro descriptivo de solventes que componen la fórmula base del producto “D&C”.

Materia prima	Descripción
Agua ¹²¹	<p>Solvente universal</p> <p>El agua pura es un líquido sin color, olor ni sabor, puede disolver sustancias sólidas, líquidas y gaseosas. Las características polares de la molécula tienen que ver con su capacidad de actuar como disolvente, principalmente de las sustancias polares y las que se disocian en iones, como la sal común, el bicarbonato, el alcohol, el vinagre y la cal.</p> <p>El agua también disuelve otros líquidos, como el alcohol etílico, el vinagre y la acetona; asimismo disuelve gases, como el oxígeno que respiran los organismos acuáticos. Cuando el agua contiene sustancias disueltas, algunas de sus propiedades físicas cambian.</p>

¹²¹RINCÓN VALENZUELA, David A. Libertad para pensar y actuar. Revista colombiana de anestesiología. [en línea]. 2011, 39 (2). 277-278. [Consultado 2, marzo, 2019]. ISSN 0120-3347. Disponible en: www.scielo.org.co

Cuadro 16. (Continuación)

Materia prima	Descripción
Glicerina ¹²²	<p>Es espesante y solvente.</p> <p>Inhalación: Puede ser irritante para las vías aéreas.</p> <p>Contacto con la piel: El contacto frecuente o prolongado puede causar irritación de la piel y dermatitis.</p> <p>Contacto con los ojos: Puede ser irritante para las vías oculares.</p> <p>Ingestión: Puede provocar malestar, náuseas, vómitos, diarrea. Por ingestión masiva puede provocar cefaleas, deshidratación, perturbación del ritmo cardíaco, cambio en el hemograma, disminución de la función renal.</p> <p>Peligros específicos derivados de la mezcla: Combustible. El líquido puede arder, pero no encenderá fácilmente.</p> <p>Reactividad: No se espera que se produzcan reacciones o descomposiciones del producto en condiciones normales de almacenamiento. No contiene peróxidos orgánicos. No es corrosivo para los metales. No reacciona con el agua.</p> <p>Condiciones que deben evitarse. Evitar altas temperaturas.</p> <p>Productos de descomposición peligrosos. En caso de calentamiento puede desprender vapores irritantes y tóxicos.</p> <p>Toxicidad aguda</p> <p>DL50 oral (rata, OECD 401): 27200 mg/kg</p> <p>DL50 der (conejo, OECD 402): > 5000 mg/kg</p> <p>CL50 inh. (rata, 4hs., OECD 403): > 2,75 mg/l</p> <p>La exposición aguda por inhalación de ratas durante dos horas a vapores saturados generados a 200 °C produjo 100% de mortalidad, mientras que, para exposiciones de una hora a un aerosol de condensación, con una concentración nominal de 11 mg/l, no se observó mortalidad. Según las directrices de la OECD, se puede determinar una CL50 de 4 horas a partir de una CL50 de 1 hora. De este modo, un valor calculado de CL50 de 4 horas basado en la concentración nominal de 11 mg/L sería superior a 2,75 mg/L.</p> <p>Peligro por aspiración. No se clasifica como peligroso en caso de aspiración.</p>

¹²²GTM. Ficha técnica glicerina. [Sitio WEB]. Latinoamérica: GTM. [5, junio, 2019]. Disponible en: <http://www.gtm.net/images/industrial/g/GLICERINA.pdf>

Cuadro 16. (Continuación)

Materia prima	Descripción
Alcohol n-propílico ¹²³	<p>Es solvente y desinfectante.</p> <p>Riesgos de fuego y explosión: Por ser un producto inflamable, los vapores son más densos que el aire, pueden llegar a un punto de ignición, encenderse y transportar el fuego hacia el material que los originó.</p> <p>Inhalación: Altas concentraciones del vapor pueden causar somnolencia, tos, irritación de los ojos y el tracto respiratorio, dolor de cabeza y síntomas similares a la ingestión. Puede afectar el tracto respiratorio.</p> <p>Ingestión: Sensación de quemadura. Actúa al principio como estimulante seguido de depresión, dolor de cabeza, visión borrosa, somnolencia e inconsciencia. Grandes cantidades afectan el aparato gastrointestinal.</p> <p>Contacto con la piel: Resequedad, puede generar irritación de la piel.</p> <p>Contacto con los ojos: Irritación, enrojecimiento, dolor, sensación de quemadura.</p> <p>Toxicidad aguda DL50 oral rata: 1870 mg/kg DL50 dermal conejo: 5040 mg/kg</p> <p>Ecotoxicidad: Tiene potencial de causar agotamiento de oxígeno en sistemas acuosos.</p> <p>Otros efectos adversos: Ha sido investigado como tumorigeno, mutagénico y causante de efectos reproductivos.</p>

Fuente: elaboración propia

A continuación, se especifican las materias primas que dan olor al producto (Esencia de limón británica y extracto cítrico).

¹²³DISTRIBUCIONES Y ESPECIALIDADES QUÍMICAS LTDA. Alcohol N-Propanol. [Sitio WEB]. Colombia: Dyeq. [5, junio, 2019]. Disponible en: <file:///C:/Users/lenovo/Downloads/Alcohol%20N-Propanol.pdf>

Cuadro 17. Cuadro descriptivo de olores que componen la fórmula.

Materia prima	Descripción
Esencia de limón británica ¹²⁴	El aceite esencial de limón, es un extracto líquido que se obtiene a partir del procesamiento de la cáscara de ésta fruta y también es conocido en muchas partes del mundo, bajo el nombre de aceite cítrico. Contiene compuestos naturales, incluyendo terpenos, sesquiterpenos, aldehídos, alcoholes, ésteres y esteroides. Las investigaciones demuestran que el aceite de limón contiene poderosos antioxidantes y ayuda a reducir la inflamación, combatir bacterias y hongos.
Extracto cítrico ¹²⁵	Es un desengrasante natural, amigable con el medio ambiente, sustituto de sustancias tóxicas. Es una sustancia natural que se extrae de los cítricos, da olor característico a las naranjas y a los limones. Es disolvente biodegradable, aparte de ser disolvente industrial también tiene aplicaciones como componente aromático y es ampliamente usado para sintetizar nuevos compuestos. Usos: <ul style="list-style-type: none"> • Limpieza en general • Control de olores • Limpieza de drenajes y alcantarillado • Control y eliminación de grasas • Lavado de piezas mecánicas. • Limpieza de equipos de asfalto • Disolvente de resinas, pigmentos y tintas • Limpieza de equipos de asfalto • Remoción de aceite en carreteras y pistas • Lavado de unidades recolectoras de basura • Lavado de máquinas automotrices, ferrocarriles, avionetas. • Desengrasante de líneas de producción

Fuente: elaboración propia

De acuerdo a lo descrito en los cuadros 16 y 17, se puede analizar que tanto la glicerina, como la esencia de limón británica, son compuestos que cumplen las

¹²⁴ECOCOSAS. Aceite esencial de limón, todos sus beneficios, propiedades y contraindicaciones. [Sitio WEB]. Colombia: Saluda natural. [23, abril, 2019]. Disponible en: <https://ecocosas.com/salud-natural/aceite-esencial-de-limon/?cn-reloaded=1&cn-reloaded=1>

¹²⁵QUIMINET. El D-limoneno o Terpenos de Naranja. [Sitio WEB]. México: quiminet. [23, abril, 2019]. Disponible en: <https://www.quiminet.com/articulos/el-d-limoneno-o-terpenos-de-naranja-36744.htm>

mismas funciones que otras materias primas dentro de la fórmula, lo cual hace que no sea necesario que se encuentren en la composición del producto. Existen productos comerciales que solo tienen un componente para cada función, lo cual no afecta en su desempeño como producto desinfectante.

La gran mayoría de fabricantes de productos desinfectantes, utilizan el agua como solvente, por este motivo, es necesaria tenerla en la fórmula, ya que es el solvente universal. Si se habla de solventes; a pesar de que la glicerina es 2,05% menos costosa que el alcohol n-propílico (teniendo en cuenta los precios especificados en la Tabla 3), ésta se elige como la primera materia prima a eliminar de la fórmula. La razón principal para eliminarla es que ya hay un solvente en la fórmula, por lo que se hace innecesaria.

Posteriormente, se verifica que el extracto cítrico, además de cumplir la función de desengrasante y neutralizador de olores, también cumple la función de dar olor al producto desinfectante. La esencia de limón británica tiene un costo de \$ 30,0/L del producto y el extracto cítrico cuesta \$ 52,0/L del producto; a pesar de que el extracto cítrico, es más costoso, se le da prioridad dentro de la fórmula, ya que, además de brindar olor al producto, le aporta otras dos propiedades a éste: desengrasante y neutralizador de olores, lo que hace que deba estar dentro de la fórmula. Por lo tanto, se procede a eliminar la esencia de limón británica.

Posteriormente, se procede a hacer un análisis de los tres agentes desinfectantes que aparecen en la fórmula, como se muestra en el Cuadro 18.

Cuadro 18. Descripción de los agentes desinfectantes del producto “Desinfect & Clean”.

Agente desinfectante	Características
<p>Alcohol etílico extra neutro¹²⁶</p> $ \begin{array}{c} \text{H} \quad \text{H} \\ \quad \\ \text{H}-\text{C}-\text{C}-\text{OH} \\ \quad \\ \text{H} \quad \text{H} \end{array} $	<p>Los alcoholes habitualmente usados son el alcohol etílico o etanol y el alcohol isopropílico. Las concentraciones varían entre el 70% y el 96% para el primero y entre el 70% y el 100% para el segundo. Aunque sus aplicaciones son idénticas, se suele usar habitualmente el etanol por ser el menos irritante.</p> <p>Mecanismo de acción: Los alcoholes actúan destruyendo la membrana celular y desnaturalizando las proteínas. Su eficacia está basada en la presencia de agua, ello se debe a que estos compuestos acuosos penetran mejor en las células y bacterias permitiendo así</p>

¹²⁶SÁNCHEZ SALDAÑA, Leonardo and SAENZ ANDUAGA, Eliana. Op. cit., p. 86-87.

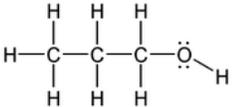
Cuadro 18. (Continuación)

Agente desinfectante	Características
Alcohol etílico extra neutro ¹²⁷	<p>daño a la membrana y rápida desnaturalización de las proteínas, con la consiguiente interferencia con el metabolismo y lisis celular. Su acción es rápida, incluso desde los 15 segundos, aunque no tiene efecto persistente. Sus efectos biológicos de daño microbiano permanecen por varias horas.</p> <p>Espectro de acción: Los alcoholes poseen una rápida acción y amplio espectro de actividad, actuando sobre bacterias gram negativas y gram positivas, incluyendo micobacterias, hongos y virus (hepatitis B y VIH), pero no son esporicidas. Este efecto es reversible. Debido a la falta de actividad esporicida, los alcoholes no son recomendados para esterilización, pero son ampliamente usados para desinfección de superficies o antisepsis de la piel. Bajas concentraciones pueden ser usadas como preservantes y para potenciar la actividad de otros biocidas.</p> <p>En general, el alcohol isopropílico es considerado más efectivo contra las bacterias y el etílico es más potente contra virus; esto es dependiente de la concentración de ambos agentes activos. El etanol al 70% destruye alrededor del 90% de las bacterias cutáneas en dos minutos, siempre que la piel se mantenga en contacto con el alcohol sin secarlo. Los alcoholes se inactivan en presencia de materia orgánica.</p>
Ácido orgánico derivado de aldehídos ¹²⁸	<p>Se trata del ácido orgánico derivado de aldehídos diluido al 33% con agua destilada, que al 5% es bactericida y a concentraciones inferiores bacteriostático.</p> <p>Según la concentración tiene diferentes usos. Así, al 0,25-1%, se usa para realizar irrigaciones vaginales en el tratamiento de infecciones producidas por <i>Candida</i>, <i>Tichomonas</i> y <i>Haemophilus</i>; al 1%, en apósitos y vendajes quirúrgicos; al 0,25%, para irrigaciones de la</p>

¹²⁷SÁNCHEZ SALDAÑA, Leonardo and SAENZ ANDUAGA, Eliana. Op. cit., p. 86-87.

¹²⁸FONT, Elisabet. Antisépticos y Desinfectantes. Offarm. [en línea]. 2001. 1-6 p. [Consultado 10, marzo, 2019]. Disponible en: www.elsevier.es

Cuadro 18. (Continuación)

Agente desinfectante	Características
	vejiga; al 5%, en quemaduras extensas, y al 2%, en alcohol de 70° para tratar otitis externas causadas por <i>Candida</i> , <i>Aspergillus</i> y <i>Pseudomonas</i> . Puede resultar irritante y se debe manipular con precaución.
Alcohol N-propílico ¹²⁹ 	Es un disolvente utilizado en lacas, cosméticos, lociones dentales, tintas de impresión, lentes de contacto y líquidos de frenos. También sirve como antiséptico, aromatizante sintético de bebidas no alcohólicas y alimentos, producto químico intermedio y desinfectante.

Fuente: elaboración propia

Según la bibliografía¹³⁰, el ácido orgánico derivado de aldehídos, actúa como desinfectante sobre bacterias gram positivas y gram negativas debido a su alta concentración. El alcohol etílico extra neutro, es el principal agente desinfectante dentro de la lista de componentes base de “D&C”, ya que es el que más se utiliza para la fabricación de desinfectantes y también inhibe el crecimiento de bacterias gram positivas y gram negativas.

Por consiguiente, el alcohol n-propílico, no es un agente desinfectante indispensable, ya que se tienen otros dos reactivos en las concentraciones adecuadas para lograr una efectiva inhibición de las bacterias anteriormente nombradas. El alcohol n-propílico es inútil como solvente, ya que se encuentra el agua (solvente universal). Por lo anteriormente expuesto, se procede a eliminar el alcohol n- propílico.

Debido al análisis realizado anteriormente, se eliminan tres compuestos: la glicerina, la esencia de limón británica y el alcohol n-propílico.

4.2 CARACTERIZACIÓN DE MATERIAS PRIMAS PARA EL ESTABLECIMIENTO DE LA SUSTITUCIÓN

Después de haber eliminado tres de los compuestos de la fórmula inicial, se procede a hacer el análisis para definir cuál de los 11 compuestos restantes pueden sustituirse y cuál sustituto se va a seleccionar, como se muestra en el Cuadro 19.

¹²⁹DISTRIBUCIONES Y ESPECIALIDADES QUÍMICAS LTDA. Alcohol N-Propanol. Op. cit., p. 1-3

¹³⁰DIOMEDI, Alexis. Op. cit. 156-174.

Cuadro 19.Fórmula de producto Desinfect & Clean después de eliminar tres compuestos.

Propiedades	“D&C”
Tensoactivo	Lauril Éter 28%
Espesante	Cocoamida
Solvente	Agua
Surfactante	Lauril Éter 28%
Agente desinfectante	<ul style="list-style-type: none"> • Alcohol etílico • Ácido orgánico derivado de aldehídos
Blanqueador	Compuesto sólido blanquecino Cloruro de Sodio
Emulsificante	Steposol
Desengrasante	Extracto cítrico
Neutralizador de olores	Extracto cítrico
Conservante	Formol al 37%
Olor	Extracto cítrico
Color	Colorante Azul

Fuente: elaboración propia

Se realiza el respectivo análisis de las materias primas que se pueden sustituir de acuerdo al mayor costo y disponibilidad en el mercado.

- El Lauril éter 28% cumple la función de tensoactivo y surfactante.
- El extracto cítrico es desengrasante, neutralizador de olores y proporciona olor
- La cocoamida actúa como espesante.
- Hay dos agentes desinfectantes: el alcohol etílico y el ácido orgánico derivado de aldehídos.
- Se exponen dos blanqueadores: compuesto sólido blanquecino y cloruro de sodio.
- El Steposol actúa como emulsificante
- El formol al 37% actúa como conservante
- Por último, el colorante azul.

De acuerdo a la Tabla 4, las materias primas más costosas en esta nueva fórmula son: extracto cítrico (\$ 52,0/L de producto), el colorante azul (\$ 49,0/L de producto) y el Steposol (\$ 38,83/L de producto).

El extracto cítrico, a pesar de ser costoso, es complejo sustituirlo ya que cumple tres funciones en la fórmula, por lo tanto, no se sustituye. Para el colorante y el steposol, se buscan sustitutos, como se muestra a continuación.

Para buscar un sustituto, se procede a hacer la búsqueda bibliográfica de los costos de colorantes en el mercado, como se muestra en la Tabla 13.

Tabla 13. Costos de los posibles sustitutos del colorante azul.

Número	Nombre Colorante	Precio (\$COP) /kg
1	Rit Multiuso Colorante En Polvo, Azul Denim ¹³¹	\$1.529,06
2	Colorante Azul ultramar ¹³²	\$12.600,00
3	Colorante Azul Sky En Gel Comestible Chefmaster ¹³³	\$323.810,00
4	Raíz De Remolacha En Polvo-4 Oz - Colorantes Naturales ¹³⁴	\$716.943,00
5	Wilton Glas Color Delphinium Azul Pasado Colorante Para ¹³⁵	\$3'844.510,00
6	Polvo Colorante De 1 Kg Baycolor ¹³⁶	\$49.426,00
7	Colorante Liquido Azul Metalizado Chefmaster 2 Oz 60 MI ¹³⁷	\$264.555,00
8	Polvo Perlado Azul ¹³⁸	\$685.714,00

¹³¹MERCADO LIBRE. Rit R Tinte En Polvo De Color Verde Oscuro. [Consultado el Jun 5,2019]. Disponible en: <https://articulo.mercadolibre.com.co/MCO-497624542-rit-r-tinte-en-polvo-de-color-verde-oscuro- JM?quantity=1>

¹³²LEGAQUIMICOS. COLORANTE AZUL ULTRAMAR. [Consultado el JUN,, 03Disponible en: <https://legaquimicos.com/>

¹³³ MERCADO LIBRE. Colorante Azul Sky En Gel Comestible Chefmaster .75 Oz 21g. [Consultado el Jun 5,2019]. Disponible en: <https://articulo.mercadolibre.com.co/MCO-457711038-colorante-azul-sky-en-gel-comestible-chefmaster-75-oz-21g- JM?quantity=1>

¹³⁴MERCADO LIBRE. Raíz De Remolacha En Polvo-4 Oz - Colorantes Naturales. [Consultado el Jun 5,2019]. Disponible en: <https://articulo.mercadolibre.com.co/MCO-479694806-raiz-de-remolacha-en-polvo-4-oz-colorantes-naturales- JM?quantity=1>

¹³⁵MERCADO LIBRE. Wilton Glas Color Delphinium Azul Pasado Colorante Para. [Consultado el Jun 5,2019]. Disponible en: <https://articulo.mercadolibre.com.co/MCO-497409370-wilton-glas-color-delphinium-azul-pasado-colorante-para- JM?quantity=1>

¹³⁶MERCADO LIBRE. Polvo Colorante De 1 Kg Baycolor. [Consultado el Apr,2019]. Disponible en: <https://articulo.mercadolibre.com.co/MCO-462695948-polvo-colorante-de-1-kg-baycolor-colores-varios- JM>

¹³⁷MERCADO LIBRE. Colorante Liquido Azul Metalizado Chefmaster 2 Oz 60 MI. [Consultado el Jun 5,2019]. Disponible en: <https://articulo.mercadolibre.com.co/MCO-462695948-polvo-colorante-de-1-kg-baycolor-colores-varios- JM>

¹³⁸MERCADO LIBRE. Polvo Perlado Azul. Disponible en: <https://articulo.mercadolibre.com.co/MCO-490638955-polvo-perlado-azul-7gr- JM?quantity=1>

Tabla 13. (Continuación)

Número	Nombre Colorante	Precio (\$COP) /kg
9	Lote De 1 Tintex Marca Royal Azul Tela Colorante 6 ¹³⁹	
10	Chef O Van Food Colorante Azul ¹⁴⁰	\$200.400,00

Fuente: elaboración propia

Según el cuadro de costos establecido anteriormente, se define el Color azul Ultramar como el colorante más económico, por lo tanto, se sustituye el Color azul utilizado en la fórmula anterior por el colorante azul Ultramar. Debido a que este colorante es muy concentrado, no es necesario utilizar la misma cantidad que se utilizó inicialmente en la formulación del producto, sino que se utiliza 0,4 g para 1 L de solución (*). Para la llevar a cabo la búsqueda del posible sustituto del emulsificante (Steposol), se procede a realizar una matriz de selección.

Para realizar la selección del modelo apropiado que cumpla con las características del sistema para el caso en estudio, se tomó como base el modelo de una matriz Pugh, basados en los siguientes artículos: “3DCAD conceptual design of the next-generation impulse turbine using the Pugh decision-matrix.”¹⁴¹ ; “Applied digital library project management using Pugh matrix analysis in complex decision-making situations.”¹⁴² y “Aplicación de una Metodología estructurada para el diseño de un Sistema de Cosecha Selectiva de Café”¹⁴³. La metodología de decisión multicriterio

¹³⁹MERCADO LIBRE. Lote De 1 Tintex Marca Royal Azul Tela Colorante 6. [Sitio WEB]. Colombia: Mercado libre. [5, junio, 2019]. Disponible en: <https://articulo.mercadolibre.com.co/MCO-505015105-lote-de-1-tintex-marca-royal-azul-tela-colorante-6- JM?quantity=1>

¹⁴⁰MERCADO LIBRE. Chef O Van Food Colorante Azul. [Sitio WEB]. Colombia: Mercado libre. [5, junio, 2019]. Disponible en: <https://articulo.mercadolibre.com.co/MCO-505223854-chef-o-van-food-colorante-azul-16-onza- JM?quantity=1>

(*) Dato especificado por el distribuidor.

¹⁴¹THAKKER, A., et al. 3DCAD conceptual design of the next-generation impulse turbine using the Pugh decision-matrix. Elsevier. [en línea]. 2008. 9 p. [Consultado 2, julio, 2019]. ISSN 2676-2684. Disponible en: file:///C:/Users/Lenovo/Downloads/Thakker,%202009.%203DCAD%20conceptual%20design%20of%20the%20next-generation%20impulse%20turbine%20using%20the%20Pugh%20decision-matrix.pdf

¹⁴²CERVONE, H. Frank. Applied digital library project management using Pugh matrix analysis in complex decision making situations. Emerald group publishing limited. [en línea]. 2009,25 (4). 5 p. [Consultado 5, julio, 2019]. Disponible en: file:///C:/Users/Lenovo/Downloads/Cervone,%202009.%20Applied%20digital%20library%20project%20management%20Using%20Pugh%20matrix%20analysis%20in%20complex%20decision-making%20situations.pdf

¹⁴³RAMOS GIRALDO, Paula Jimena, et al. Aplicación de una Metodología Estructurada para el diseño de un Sistema de Cosecha Selectiva de Café. Scientia Et Technica. [en

Pugh, es una técnica cuantitativa que se utiliza en ingeniería para evaluar y elegir una opción de una lista de posibles alternativas¹⁴⁴. Primero, se realiza una búsqueda de emulsificantes existentes en el mercado, con su respectivo costo. Luego, se establecen los criterios que son relevantes para llevar a cabo la selección de un emulsificante de acuerdo al criterio de la empresa C.I. LIANSA S.A.S., posteriormente, se les asigna un peso que varía entre 1 y 4, el cual corresponde a la importancia que posee cada criterio definido por la empresa, siendo el número 4 el de mayor peso o importancia y 1 el de menor.

A continuación, en la Tabla 14, se evidencian los costos de cada producto emulsificante elegido para esta evaluación.

Tabla 14. Costos de los posibles sustitutos del emulsificante Steposol.

Compuesto	Costo (\$COP)
Ácido Esteárico	\$9.200,00 ¹⁴⁵ / kg
Emulsificante a base de amonio cuaternario	\$12.600,00 ¹⁴⁶ / L
Alcohol Cetílico	\$35.900,00 ¹⁴⁷ / kg
Monoestearato de Glicerilo	\$55.116,00 ¹⁴⁸ / kg
Polietilenglicol 600	\$6.606,00 ¹⁴⁹ /kg

línea]. 2015, 20 (1). 11 p. [Consultado 5, julio, 2019]. ISSN 0122-1701. Disponible en: [file:///C:/Users/Lenovo/Downloads/Ramos,%202015.%20Aplicación%20de%20una%20Metodología%20Estructurada%20para%20el%20Diseño%20de%20un%20Sistema%20de%20Cosecha%20Selectiva%20de%20Café%20\(1\).pdf](file:///C:/Users/Lenovo/Downloads/Ramos,%202015.%20Aplicación%20de%20una%20Metodología%20Estructurada%20para%20el%20Diseño%20de%20un%20Sistema%20de%20Cosecha%20Selectiva%20de%20Café%20(1).pdf)

¹⁴⁴PUGH, S. Total Design: Integrated Methods for Successful Product Engineering. EE.UU.: Addison-wesley publishing company, 1991. p. 5. ISBN 9780201416398.

¹⁴⁵FARMACIA SAN JORGE. Ácido esteárico 500g. [Sitio WEB]. Colombia: farmacia san Jorge. [2, junio, 2019]. Disponible en: <https://www.drogueriasanjorge.com/producto/acido-estearico-500g/>

¹⁴⁶LEGAQUIMICOS. Dehyquart. [Sitio WEB]. Colombia: Legaquímicos. [2, junio, 2019]. Disponible en: <https://legaquimicos.com/productos-quimicos-bogota-2/>

¹⁴⁷MERCADO LIBRE. Alcohol Cetílico * 1000 Gramos 1 Kilo, Uso Externo Cosmético. [Sitio WEB]. Colombia: mercado libre. [2, junio, 2019]. Disponible en: <https://articulo.mercadolibre.com.co/MCO-487457507-alcohol-cetilico-1000-gramos-1-kilo-uso-externo-cosmetico- JM?quantity=1>

¹⁴⁸GRAN VELADA. Gliceril Monoestearato emulsionante. [Sitio WEB]. España: Gran velada. [2, junio, 2019]. Disponible en: <https://www.granvelada.com/es/donde-comprar-colorantes-pigmentos-naturales-al-agua/1682-glicerilo-monoestearato-autoemulsion.html>

¹⁴⁹ALIBABA. Glicol De polietileno. [Sitio WEB]. EE. UU: Alibaba. [2, junio, 2019]. Disponible en: <https://spanish.alibaba.com/product-detail/polyethylene-glycol-peg-200-300-400-600-800-1000-1500-2000-3000-4000-6000-8000-62093071563.html?spm=a2700.8699010.normalList.5.59b26540dCypML&s=p>

Tabla 14. (Continuación)

Compuesto	Costo (\$COP)
Aceite de castor Hidrogenado PEG 40	\$23.000,00 ¹⁵⁰ / L
Alcohol Cetoestearílico	\$1'468.775,00 ¹⁵¹ / kg
Alcohol Estearílico	\$38.000,00 ¹⁵² / kg

Fuente: elaboración propia

Para la matriz de selección, se tienen en cuenta los siguientes criterios de acuerdo a las fichas técnicas de cada uno de los reactivos. A continuación, se presentan las definiciones de los criterios de evaluación de la matriz de selección:

Costo: Cantidad que se da o se paga por algo¹⁵³.

Toxicidad: Grado de efectividad de una sustancia tóxica¹⁵⁴; es decir, es cualquier sustancia que produzca daño al mantener contacto directo con ésta. Este criterio está basado en la toxicidad propuesta por la NFPA.

Tendencia a solidificarse: La propiedad de solidificar hace referencia a la cualidad que tiene el reactivo, en este caso el emulsificante, a solidificarse a temperatura ambiente. Este tipo de compuestos se utilizan en aseo cuando se quiere obtener jabón en barra; para lo que se requiere no es apto, ya que lo que se busca es que los compuestos del producto desinfectante no se solidifiquen en condiciones normales de temperatura y humedad relativa.

Factor ecológico: Este criterio hace referencia al daño que causa al medio ambiente el emulsificante a analizar.

Inflamabilidad: Que se enciende con facilidad y desprende llamas¹⁵⁵, para la definición de este criterio, se tomó como los parámetros establecidos en el código de la NFPA, Asociación Nacional de Protección contra el Fuego (EE.UU.), para inflamabilidad. Este criterio está basado en la toxicidad propuesta por la NFPA.

¹⁵⁰MERCADO LIBRE. Aceite De Ricino Galón 3.5 100% Puro. [Sitio WEB]. Colombia: mercado libre. [2, junio,2019]. Disponible en: <https://articulo.mercadolibre.com.co/MCO-463444661-aceite-de-ricino-galon-35-100-puro- JM?quantity=1>

¹⁵¹GRAN VELADA. Alcohol cetoestearílico. [Sitio WEB]. España: gran velada. [2, junio,2019]. Disponible en: <https://www.granvelada.com/es/productos-quimicos/1680-alcohol-cetoestearilico.html>

¹⁵²MERCADO LIBRE. Alcohol Estearílico Libra. [Sitio WEB]. Colombia: mercado libre. [2, junio,2019]. Disponible en: <https://articulo.mercadolibre.com.co/MCO-455794199-alcohol-estearilico-libra- JM>

¹⁵³REAL ACADEMIA ESPAÑOLA. Costo. [Sitio WEB]. Colombia: real academia de la lengua española. [2, junio,2019]. Disponible en: <https://dle.rae.es/?id=B7MbcqN|B7QOlcz|B7RFb89>

¹⁵⁴REAL ACADEMIA ESPAÑOLA. Toxicidad. [Sitio WEB]. Colombia: real academia de la lengua española. [2, junio,2019]. Disponible en: <https://dle.rae.es/?id=aAuV7pb>

¹⁵⁵REAL ACADEMIA ESPAÑOLA. Inflamabilidad. [Sitio WEB]. Colombia: real academia de la lengua española. [2, junio,2019]. Disponible en: <https://dle.rae.es/?id=LXHnr1W>

Disponibilidad en el mercado colombiano: Este criterio hace referencia a la facilidad de adquisición del producto emulsificante en el mercado colombiano.

En el Cuadro 20, se muestran las convenciones utilizadas para cada alternativa de producto emulsificante, las cuales serán utilizadas en la matriz de selección Pugh.

Cuadro 20. Convenciones de las alternativas de posibles emulsificantes.

Factor	Criterio
A	Ácido Esteárico
B	Emulsificante a base de amonio cuaternario
C	Alcohol Cetílico
D	Monoestearato de Glicerilo
E	Polietilenglicol 600
F	Aceite de castor Hidrogenado PEG 40
G	Alcohol Cetoestearílico
H	Alcohol Estearílico

Fuente: elaboración propia

Tabla 15. Matriz de selección del emulsificante sustituto.

Criterios de selección	Alternativas de emulsificantes									
	Peso	A	B	C	D	E	F	G	H	
Costo	4	+1	+1	+1	-1	+1	+1	-1	-1	
Toxicidad	2	-1	+1	0	+1	0	+1	-1	+1	
Propiedad de solidificar	4	-1	0	-1	-1	0	0	0	0	
Factor ecológico	2	-1	+1	0	+1	+1	0	+1	+1	
Inflamabilidad	3	0	0	+1	+1	+1	+1	+1	0	
Disponibilidad en el mercado	3	+1	+1	0	+1	0	0	-1	+1	
Total		-1	11	3	3	9	9	-4	3	

Fuente: elaboración propia

Para la elección del emulsificante sustituto (tener en cuenta que el emulsificante base es el steposol); se calificó cada criterio (A, B, C, D, E, F, G, H) de la siguiente forma¹⁵⁶:

0: hace referencia a la característica que no es relevante, ya que, se comporta de la misma forma que el emulsificante base.

¹⁵⁶VELAZCO RINCÓN, Carol Lorena, CASTRO PARDO, Julián Camilo. Modelación de la calidad de agua del vertimiento en un proceso de curtido. [en línea]. Tesis. Fundación Universidad de América, Bogotá D.C.: 2017 [Consultado 17, julio, 2019]. Disponible en: <file:///C:/Users/lenovo/Downloads/matriz%20de%20seleccion.pdf>

+1: Hace referencia al criterio que prevalece, ya que, se comporta de una mejor manera en comparación con el emulsificante base.

-1: Hace referencia al criterio que se comporta desfavorablemente respecto al emulsificante base.

Para hallar el valor total de cada uno de los criterios, se multiplicaron los pesos asignados a cada criterio por la calificación que se le dio a cada producto. Luego, se sumó el total de estas multiplicaciones para cada producto y se eligió el de mayor valor, el cual corresponde al emulsificante a base de amonio cuaternario(B). El emulsificante elegido además de presentar el menor costo, es amigable con el medio ambiente. Para ratificar la elección del emulsificante sustituto, se lleva cabo la aplicación del el método de selección multicriterio de Richman, para el uso de esta metodología, se tomaron como base, los siguientes documentos: “Decisión multicriterio para la evaluación y selección de proyectos de ciencia e innovación.”¹⁵⁷ y “Selección de recursos web como fuente de información para los estudios de tendencias tecnológicas” ¹⁵⁸. Para el desarrollo de la matriz de selección Richman se manejan los mismos criterios establecidos para la matriz Pugh. A continuación, en el Cuadro 21, se muestran los puntajes definidos para cada criterio, a los cuales, se le asignó un puntaje; siendo el número 4 el más favorable y el número 1 el menos favorable.

Cuadro 21. Criterios de evaluación para matriz de selección del emulsificante.

Puntaje	Costo
1	Muy alto
2	Alto
3	Medio
4	Bajo
Puntaje	Tendencia a solidificarse
1	Muy alto
2	Alto
3	Medio
4	Bajo
Puntaje	Toxicidad
1	Toxicidad Aguda

¹⁵⁷RAMOS MORALES, Lázaro, et al. Decisión multicriterio para la evaluación y selección de proyectos de ciencia e innovación. Scielo. [en línea]. 2014, 25 (2). 249-256. [Consultado 5, agosto, 2019]. Disponible en: <http://scielo.sld.cu/pdf/ics/v25n2/rci09214.pdf>

¹⁵⁸ CARDENAS, Gema Cossio. Selección de recursos web de patentes como fuente de información para los estudios de tendencias tecnológicas. Perspectivas em gestão & conhecimento. [en línea]. 2016, 6 (1). 204-216. [Consultado 5, agosto, 2019]. ISSN 2236-417X. Disponible en: <https://doaj.org/article/5306a4722da447fea41c0cb10783b05f>

Cuadro 21. (Continuación)

Puntaje	Toxicidad
2	Tóxico
3	Toxicidad media
4	No tóxico
Puntaje	Factor ecológico
1	Muy contaminante
2	Contaminante
3	Moderado
4	Amigable con el medio ambiente
Puntaje	Disponibilidad en el mercado
1	Poca disponibilidad
2	Medianamente disponible
3	Disponible
4	Fácilmente disponible
Puntaje	Inflamabilidad
1	Arde a más de 93°
2	Arde a menos de 93°
3	Arde a menos de 37°
4	Arde a menos de 25°

Fuente: elaboración propia

En la Tabla 16, se presenta el porcentaje de ponderación a cada uno de los criterios asignados para la matriz de selección del emulsificante:

Tabla 16. Porcentajes de ponderación para cada uno de los criterios definidos para la matriz de selección del emulsificante.

Factor	Criterio	% ponderación
A	Costo	25%
B	Toxicidad	10%
C	Propiedad de solidificar	25%
D	Factor ecológico	10%
E	Inflamabilidad	15%
F	Disponibilidad en el mercado Colombiano	15%

Fuente: elaboración propia

En la Tabla 17, se le asigna el puntaje respectivo a cada uno de los productos emulsificantes evaluados, de acuerdo a los criterios y porcentajes de ponderación.

Tabla 17. Puntaje dado a cada uno de los factores definidos.

ALTERNATIVAS	A	B	C	D	E	F
Ácido Esteárico ¹⁵⁹	4	1	1	3	4	4
Emulsificante a base de amonio cuaternario	4	3	4	3	4	3
Alcohol Cetílico ¹⁶⁰	2	3	1	3	3	4
Monoestearato de Glicerilo ¹⁶¹	1	4	1	4	4	4
Polietilenglicol 600 ¹⁶²	4	2	3	4	4	3
Aceite de castor	3	4	4	4	3	3
Hidrogenado PEG 40 ¹⁶³						
Alcohol Cetoestearílico ¹⁶⁴	1	1	4	3	4	1
Alcohol Estearílico ¹⁶⁵	3	4	2	3	3	2

Fuente: elaboración propia

La ponderación se realizó dividiendo cada uno de los puntajes dados a cada factor por el porcentaje de ponderación definido para cada criterio, como se muestra en la siguiente muestra de cálculo:

Ecuación 4. Muestra de cálculo de la ponderación de ácido esteárico.

$$\text{Ácido esteárico A 25\%} = \frac{\text{Factor A}}{\text{Porcentaje de ponderación}} = \frac{4}{0.25} = 1$$

Fuente: elaboración propia

¹⁵⁹ROTH. Ficha datos de seguridad Ácido esteárico 98%. [Sitio WEB]. España: Roth. [5, mayo, 2019]. Disponible

en: https://www.carlroth.com/downloads/sdb/es/9/SDB_9459_MX_ES.pdf

¹⁶⁰MAQUIMEX. Ficha técnica Alcohol cetílico 95%. [Sitio WEB]. México: maquimex. [5, mayo, 2019]. Disponible

en: <http://www.maquimex.com/archivos/productos/Alcoholcetilico.pdf>

¹⁶¹ROTH. Ficha técnica de Monoestearato de glicerol puro. [Sitio WEB]. España: roth. [5, mayo, 2019]. Disponible

en: https://www.carlroth.com/downloads/sdb/es/3/SDB_3787_ES_ES.pdf

¹⁶²INDUSTRIA QUÍMICAS DE OXIDO DE ETILENO-IQOXE. Ficha técnica: Polietilenglicol 600. [Sitio WEB]. Colombia: Iqoxe. [5, mayo, 2019]. Disponible

en: https://www.iqoxe.com/images/PDFs/ES/FICHA_POLIETILENGLICOL_600.pdf

¹⁶³ROTH. Ficha de seguridad: Aceite de ricino. [Sitio WEB]. España: roth [5, mayo, 2019]. Disponible en:

https://www.carlroth.com/downloads/sdb/es/4/SDB_4702_MX_ES.pdf

¹⁶⁴FERAR QUÍMICA. Ficha técnica: Alcohol cetoestearílico. [Sitio WEB]. Colombia: Ferar química. [5, mayo, 2019]. Disponible

en: <http://www.ferarquimica.com/espanol/032/ficha.pdf>

¹⁶⁵ROTH. Ficha técnica: Alcohol estearílico ≥95 %. [Sitio WEB]. España: Roth. [5, mayo, 2019]. Disponible

en: https://www.carlroth.com/downloads/sdb/es/8/SDB_8663_ES_ES.pdf

Se realizó el mismo cálculo para cada alternativa y criterio, obteniendo los siguientes resultados:

Tabla 18. Matriz de selección ponderada de los posibles sustitutos del emulsificante steposol.

Alternativas	A 25%	B 10%	C 25%	D 10%	E 15%	F 15%	Suma
Ácido Esteárico	1	0,1	0,25	0,3	0,6	0,6	2,85
Emulsificante a base de amonio cuaternario	1	0,3	1	0,3	0,6	0,45	3,65
Alcohol Cetílico	0,5	0,3	0,25	0,3	0,45	0,6	2,4
Monoestearato de Glicerilo	0,25	0,4	0,25	0,4	0,6	0,6	2,5
Polietilenglicol 600	1	0,2	0,75	0,4	0,6	0,45	3,4
Aceite de castor	0,75	0,4	1	0,4	0,45	0,45	3,45
Hidrogenado PEG 40							
Alcohol Cetoestearílico	0,25	0,1	1	0,3	0,6	0,15	2,4
Alcohol Estearílico	0,75	0,4	0,5	0,3	0,45	0,3	2,7

Fuente: elaboración propia

Al realizar la matriz de selección Richman, se obtiene como resultado el emulsificante a base de amonio cuaternario; ya que, es el producto que presenta mayor suma, como se observa en la Tabla 18. Por lo tanto, es el más favorable. Este resultado coincide con el de la matriz Pugh lo que corrobora por medio de estas dos metodologías que el emulsificante más apropiado para sustituir al steposol es el emulsificante a base de amonio cuaternario.

La fórmula final del producto “D&C”, después de haber realizado la eliminación y sustitución, se muestra en el siguiente cuadro:

Cuadro 22. Fórmula final del producto “D&C” después de eliminar tres compuestos.

Propiedades	“D&C”
Tensoactivo	Lauril Éter al 28%
Espesante	Cocoamida
Solvente	Agua
Surfactante	Lauril Éter al 28%
Agente desinfectante	Alcohol etílico Ácido orgánico derivado de aldehídos
Blanqueador	Compuesto sólido blanquecino Cloruro de Sodio
Emulsificante	Emulsificante a base de amonio cuaternario

Cuadro 22. (Continuación)

Propiedades	“D&C”
Desengrasante	Extracto cítrico
Neutralizador de olores	Extracto cítrico
Conservante	Formol al 37%
Olor	Extracto cítrico
Color	Colorante Azul Ultramar

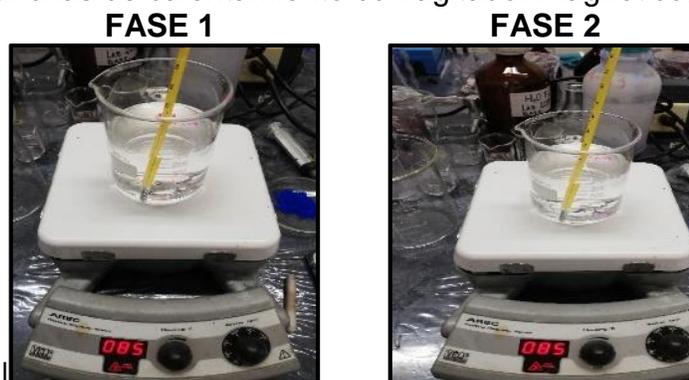
Fuente: elaboración propia

Cuando se eliminan compuestos de la fórmula, hay que compensar las cantidades de reactivo que se eliminan y/o sustituyen. Como se eliminaron 3 compuestos, la suma en cantidad de éstos, es de 12 mL, los cuales se sustituyeron con agua, ya que es el compuesto que se encuentra en mayor proporción (600mL/L del producto). Posteriormente, se sustituyó el emulsificante. Se sustituyeron 10 mL de Steposol por 10 mL de emulsificante a base de amonio cuaternario (nuevo emulsificante).

En la fórmula original se agregaban 2 g del colorante azul, los cuales se sustituyeron por 0,4g de Colorante azul Ultramar. Como el colorante es un reactivo sólido en muy bajas proporciones, no afecta significativamente en la disolución total, ni tampoco afecta las propiedades del producto, por tal razón, no es necesario suplir la cantidad restante. El tiempo de fabricación del producto, se puede reducir en 15 minutos (pasa de 45 a 30 minutos) iniciando el calentamiento del agua de la fase 1 y fase 2 al mismo tiempo haciendo uso de dos planchas de calentamiento con agitador magnético, como se muestra en la Imagen 35.

Las condiciones de operación cambiaron a temperatura 85°C de temperatura y a velocidad de agitación de 200 rpm. Se le sugiere al fabricante, adquirir dos planchas de calentamiento con agitador magnético para reducir el tiempo de fabricación de su producto; si no se hace uso de estas, el tiempo de fabricación será el mismo.

Imagen 35.Montaje de preparación del producto en planchas de calentamiento con agitador magnético.



Fuente: elaboración propia

A continuación, se muestra la fórmula final del producto “D&C” después de eliminar 3 compuestos, sustituir dos y reducir el tiempo de mano de obra.

Tabla 19. %v/v y %p/v para la elaboración de 1 litro de producto modificado, en base de los componentes escogidos.

Componente	Descripción	%v/v y %p/v para elaborar 1L de producto.
SOLUTION	Agua	61,2 %v/v
ACET01	Alcohol etílico extra neutro	20 %v/v
ACACET01	Ácido orgánico derivado de aldehídos	1 %v/v
CLSOD01	Cloruro de sodio	2 %p/v
BCS1	Compuesto sólido blanquecino	1,2 %p/v
LAUR	Lauril Éter al 28%	6 %p/v
DL02	Extracto cítrico	0,4 %v/v
DEHY	Emulsificante a base de amonio cuaternario	1 %v/v
FORM	Formol	0,4 %v/v
COCO	Cocoamida	0,8 %v/v
U200	Color azul Ultramar	0,04 %p/v

Fuente: elaboración propia

Nota: Las convenciones de la columna “Componente”, son internas de la empresa C.I. LIANSA S.A.S. Con el fin de seguir modificando el producto, se procede a realizar el siguiente desarrollo experimental:

4.3 DESARROLLO EXPERIMENTAL PARA LA ELIMINACIÓN Y SUSTITUCIÓN DE AGENTES DESINFECTANTES DE LA FÓRMULA MODIFICADA

De la fórmula (mezcla “D&C” modificada), se busca probar si se puede eliminar alguno de los dos agentes desinfectantes (ácido orgánico derivado de aldehídos y/o alcohol etílico extra neutro). Además, se busca comprobar que al eliminar tres de las materias primas de la fórmula original, no se disminuye la propiedad desinfectante del producto. El desarrollo experimental se lleva a cabo en 5 partes, las cuales se describen a continuación:

1. (M1) Producto desinfectante “D & C” original: se lleva a cabo una prueba microbiológica del producto original, para realizar un comparativo respecto a las muestras propuestas en este desarrollo experimental.

2. (M2) Producto desinfectante sin los tres primeros compuestos eliminados:

- Esencia de limón británica
- Alcohol N-Propílico

- Glicerina

La segunda prueba microbiológica es para comprobar que la efectividad desinfectante del producto no disminuye después de haber eliminado los tres compuestos anteriormente nombrados. Cabe aclarar, que los tres compuestos que se eliminaron fueron compensados con agua (12mL). Esta prueba se lleva a cabo con el emulsificante de la fórmula original (Steposol) y el nuevo Colorante Azul Ultramar. Cabe aclarar, que el colorante no tiene efecto en la propiedad de desinfección, por tal motivo, se sustituye desde esta fase del desarrollo experimental.

3. (M3) Producto desinfectante sin los tres primeros compuestos eliminados, pero con:

- Emulsificante a base de amonio cuaternario
- Alcohol etílico
- Ácido orgánico derivado de aldehídos
- Colorante Azul Ultramar

En esta prueba microbiológica, se utilizan ambos agentes desinfectantes con el emulsificante sustituto (emulsificante a base de amonio cuaternario). Esto con el fin de ver la efectividad desinfectante cuando se hace uso de los dos agentes desinfectantes; observar el comportamiento del emulsificante y del colorante sustituido.

4. (M4) Producto desinfectante sin los tres primeros compuestos eliminados, pero con:

- Emulsificante a base de amonio cuaternario
- Alcohol etílico
- Colorante Azul Ultramar

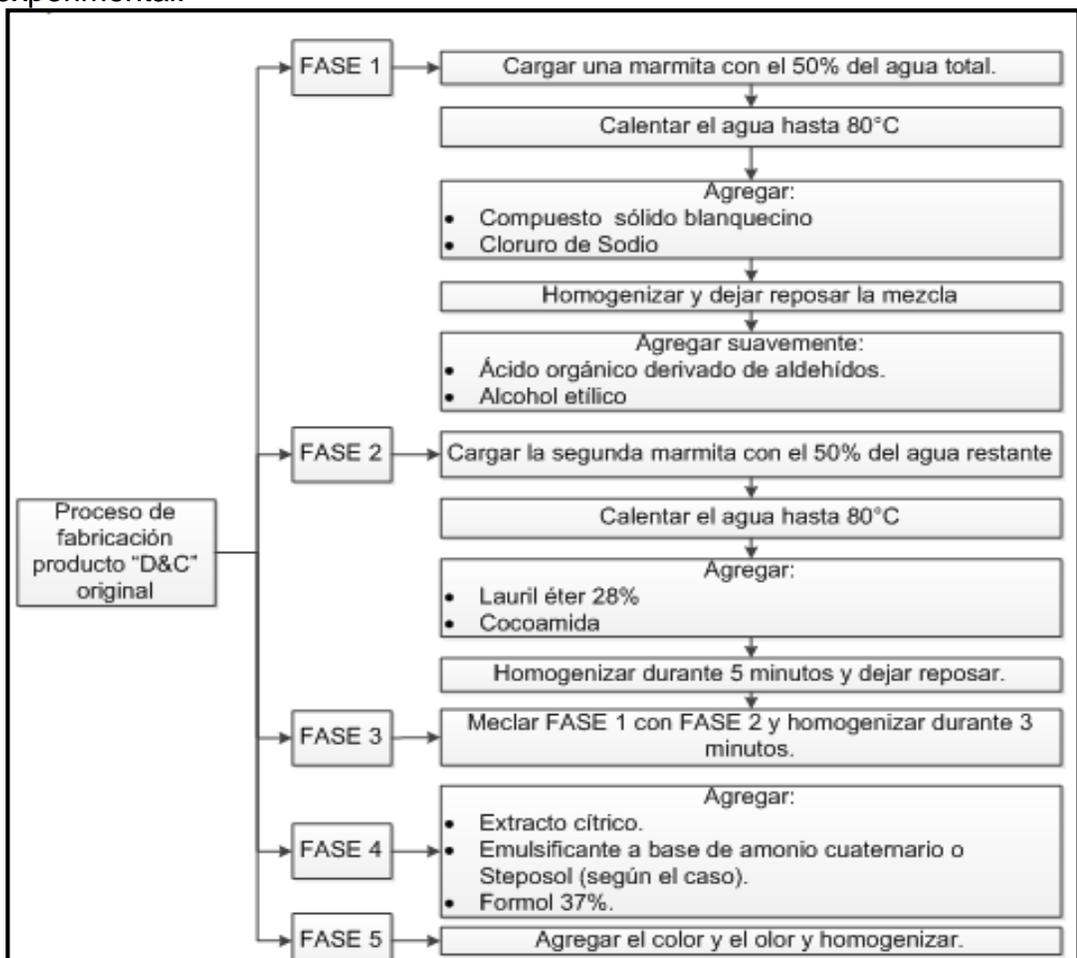
En esta prueba microbiológica, se utiliza únicamente el alcohol etílico como agente desinfectante y el emulsificante sustituto (emulsificante a base de amonio cuaternario). Esto con el fin de ver la efectividad desinfectante cuando se hace uso de únicamente el alcohol etílico y el comportamiento del emulsificante y el colorante. Es importante aclarar que lo que se quitó de ácido orgánico derivado de aldehídos, se suplió con agua, es decir, se agregaron 622mL de agua para 1 L de solución.

5. (M5) Producto desinfectante sin los tres primeros compuestos eliminados, pero con:

- Emulsificante a base de amonio cuaternario
- Ácido orgánico derivado de aldehídos
- Colorante Azul Ultramar

En esta prueba microbiológica, se utiliza únicamente el ácido orgánico derivado de aldehídos como agente desinfectante y el emulsificante sustituto (emulsificante a base de amonio cuaternario). Esto con el fin de ver la efectividad desinfectante cuando se hace uso de únicamente el ácido orgánico derivado de aldehídos y el comportamiento del emulsificante y el colorante que se sustituyeron. Es importante aclarar que lo que se quitó de Alcohol etílico, se suplió con agua; es decir se agregaron 812mL de agua para 1 L de solución. Para la respectiva preparación de cada una de las muestras del desarrollo experimental, se tiene en cuenta la siguiente metodología. Cabe resaltar, que el orden de mezclado y adición de las materias primas se mantiene. Además, se elimina fase 3 del proceso de fabricación propuesto por la empresa C.I. LIANSA S.A.S. por lo que se disminuye el número de fases del proceso de 6 a 5, como se observa a continuación:

Imagen 36.Proceso de fabricación de cada una de las muestras del desarrollo experimental.



Fuente: elaboración propia

Para llevar a cabo el desarrollo experimental en el laboratorio, se debe realizar un escalamiento de todas y cada una de las materias primas utilizadas, teniendo en cuenta que se van a preparar muestras de 100mL según se indica en el desarrollo experimental.

Para llevar a cabo la preparación de las muestras dichas en el desarrollo experimental no es necesario preparar 1L de cada muestra, por lo que se procede a preparar únicamente 100mL de muestra para cada fase del desarrollo experimental manteniendo las proporciones de cada uno de los aditivos.

El procedimiento que se lleva a cabo permite realizar el cambio de valores del modelo por una cantidad proporcional menor, para este caso. Para la primera fase del desarrollo experimental, es decir, la del producto original, se toman 100 mL del producto directamente. Para preparar 100mL de las muestras se hace uso de un factor de escala, teniendo en cuenta la siguiente fórmula:

Ecuación 5. Factor de escala.

$$\frac{\text{Salida}}{\text{Ingreso}} = \frac{\text{Necesidad}}{\text{Valores iniciales}}$$

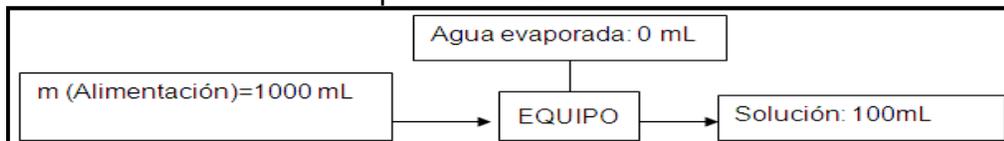
Fuente: elaboración propia, con base en: CELY, Juan Camilo.

Para efectos de este proyecto de grado, se calcula el siguiente factor de escala para preparar 100 mL de cada una de las muestras partiendo de la fórmula que tiene 1 L de solución:

$$\frac{100\text{mL}}{1000\text{mL}} = 0,1$$

Ahora, para calcular la nueva razón de alimentación, se tienen en cuenta el balance de materia en unidades múltiples que se puede ver en la Imagen 37, se debe tener en cuenta que los calentamientos que se llevan a cabo en la fabricación del producto, no llegan a la temperatura de ebullición, por lo que cantidad de agua evaporada es de 0 mL:

Imagen 37. Balance de materia en unidades múltiples para preparar cada una de las muestras para 100mL.



Fuente: elaboración propia, con base en: CELY, Juan Camilo.

Para el cálculo de escalamiento de cada uno de los compuestos se tiene en cuenta la siguiente fórmula:

Ecuación 6. Escalamiento de alimentación para cada reactivo.

$$m(\text{alimentación}) * \text{Factor de escala} = \text{Nuevo } m(\text{alimentación})$$

Fuente: elaboración propia, con base en: CELY, Juan Camilo.

Donde:

m= alimentación del reactivo correspondiente

Nuevo m= Alimentación escalada del reactivo correspondiente.

Ecuación 7. Escalamiento de cada muestra del desarrollo experimental.

$$\text{mL solución INICIAL} * \text{Factor de escala} = \text{mL solución FINAL}$$

Fuente: elaboración propia, con base en: CELY, Juan Camilo.

Donde:

mL solución inicial= 1000 mL

mL solución final=100 mL

El cálculo para cada uno de los compuestos se realiza a continuación por medio de una muestra de cálculo para el compuesto Lauril éter al 28%, haciendo uso de las ecuaciones 6 y 7:

$$60\text{mL} \times 0,1 = 6 \text{ mL escalados de Lauril éter } 28\%$$

$$1000 \text{ mL} \times 0,1 = 100 \text{ mL de solución escalada.}$$

Realizando el escalamiento para cada uno de los compuestos y cada una de las muestras especificadas en el desarrollo experimental, exceptuando la primera fase, ya que, se tomaron 100 mL de la solución preparada del producto original.

A continuación, se muestran las cantidades obtenidas para 100mL de solución de cada uno de los reactivos, después de realizar el escalamiento para la segunda fase del desarrollo experimental:

Tabla 20. Escalamiento de los compuestos del producto “D&C” para la segunda parte del desarrollo experimental (M2).

Compuesto	Cantidad para 1L de solución	Escalado a 100 mL
Agua	612mL	61,2 mL
Alcohol Etílico	200mL	20 mL

Tabla 20. (Continuación)

Compuesto	Cantidad para 1L de solución	Escalado a 100 mL
Ácido orgánico derivado de aldehídos	10mL	1 mL
Cloruro de Sodio	20g	2 g
Steposol	10 mL	1 mL
Compuesto sólido blanquecino	12g	1,2 g
LaurilÉteral28%	60mL	6 mL
Extracto cítrico	4mL	0,4 mL
Formolal37%	4mL	0,4mL
Cocoamida	8mL	0,8mL
Color azul Ultramar	0,4g	0,04g

Fuente: elaboración propia

Los compuestos cloruro de sodio, sólido blanquecino, lauril éter al 28%, extracto cítrico, formol al 37%, cocoamida y color azul ultramar, permanecen constantes al llevar a cabo la preparación de cada una de las muestras.

El agua, alcohol etílico y ácido orgánico derivado de aldehídos, cambian en las muestras 3,4 y 5 del desarrollo experimental. Es importante mencionar que el emulsificante a base de amonio cuaternario se utiliza a partir de la tercera parte del diseño experimental.

En las Tablas 21, 22 y 23, se evidencian los resultados al realizar el escalamiento de las muestras 3, 4 y 5 respectivamente.

Tabla 21. Escalamiento de los compuestos del producto “D & C” para la tercera parte del desarrollo experimental (M3).

Compuesto	Cantidad para 1L de solución	Escalado a 100 mL
Agua	612mL	61,2 mL
Alcohol Etílico	200mL	20 mL
Ácido orgánico derivado de aldehídos	10mL	1mL
Emulsificante a base de amonio cuaternario	10mL	1mL

Fuente: elaboración propia

Tabla 22. Escalamiento de los compuestos del producto “D & C” para la cuarta parte del desarrollo experimental (M4).

Compuesto	Cantidad para 1L de solución	Escalado a 100 mL
Agua	622mL	62,2 mL
Alcohol Etílico	200 mL	20 mL
Ácido orgánico derivado de aldehídos	0 mL	0mL
Emulsificante a base de amonio cuaternario	10mL	1 mL

Fuente: elaboración propia

Tabla 23. Escalamiento de los compuestos del producto “D & C” para la quinta parte del desarrollo experimental (M5).

Compuesto	Cantidad para 1L de solución	Escalado a 100 mL
Agua	812mL	81,2 mL
Alcohol Etílico	0 mL	0 mL
Ácido orgánico derivado de aldehídos	10mL	1mL
Emulsificante a base de amonio cuaternario	10mL	1mL

Fuente: elaboración propia

Para definir la concentración a la cual el producto desinfectante sigue siendo efectivo sobre una bacteria Gram positiva y una Gram negativa, se define que las concentraciones adecuadas para hacer las pruebas microbiológicas son del 100%, 50% y 25%; para definir estas concentraciones se tomó como base el método de estrías, especificado en el marco teórico.

Las concentraciones y el método utilizado fue el mismo que se utilizó en la tesis “Validación concurrente de cuatro tipos de desinfectantes utilizados en el laboratorio de indicadores de calidad de aguas y lodos de la pontificia universidad Javeriana”¹⁶⁶. Para estas disoluciones se tomó una base cálculo de 30 mL, y se diluyeron como muestra en la Tabla 24:

Se deben tener en cuenta las siguientes convenciones para el desarrollo experimental:

¹⁶⁶BEDOYA SALCEDO, Laura Isabel and CORREDOR BARRERA, Lorena del Pilar. Op. cit. 21-35.

Cuadro 23. Cuadro resumen de cada muestra del desarrollo experimental.

Convención	Muestra	Descripción
M1	Muestra 1	Producto desinfectante “D & C” original.
M2	Muestra 2	Producto desinfectante sin los tres primeros compuestos eliminados, pero con: <ul style="list-style-type: none"> ➤ Esencia de limón británica ➤ Alcohol N-Propílico ➤ Glicerina
M3	Muestra 3	Producto desinfectante sin los tres primeros compuestos eliminados, pero con: <ul style="list-style-type: none"> ➤ Emulsificante a base de amonio cuaternario ➤ Alcohol etílico ➤ Ácido orgánico derivado de aldehídos ➤ Colorante Azul Ultramar
M4	Muestra 4	Producto desinfectante sin los tres primeros compuestos eliminados, pero con: <ul style="list-style-type: none"> ➤ Emulsificante a base de amonio cuaternario ➤ Alcohol etílico ➤ Colorante Azul Ultramar
M5	Muestra 5	Producto desinfectante sin los tres primeros compuestos eliminados, pero con: <ul style="list-style-type: none"> ➤ Emulsificante a base de amonio cuaternario ➤ Ácido orgánico derivado de aldehídos ➤ Colorante Azul Ultramar

Fuente: elaboración propia

Tabla 24. Datos de disoluciones para cada muestra del desarrollo experimental a 100%, 50% y 25%.

Muestra	M1 (mL)		M2 (mL)		M3 (mL)		M4 (mL)		M5 (mL)	
	H2O	M1	H2O	M2	H2O	M3	H2O	M4	H2O	M5
100%	0	100	0	100	0	100	0	100	0	100
50%	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50
25%	25	75	25	75	25	75	25	75	25	75

Fuente: elaboración propia

Luego, se procede a fabricar cada una de las muestras a las concentraciones definidas anteriormente, como se muestra en la Imagen 38.

Imagen 38. Diluciones del desarrollo experimental a 100%, 50% y 25%.



Fuente: elaboración propia

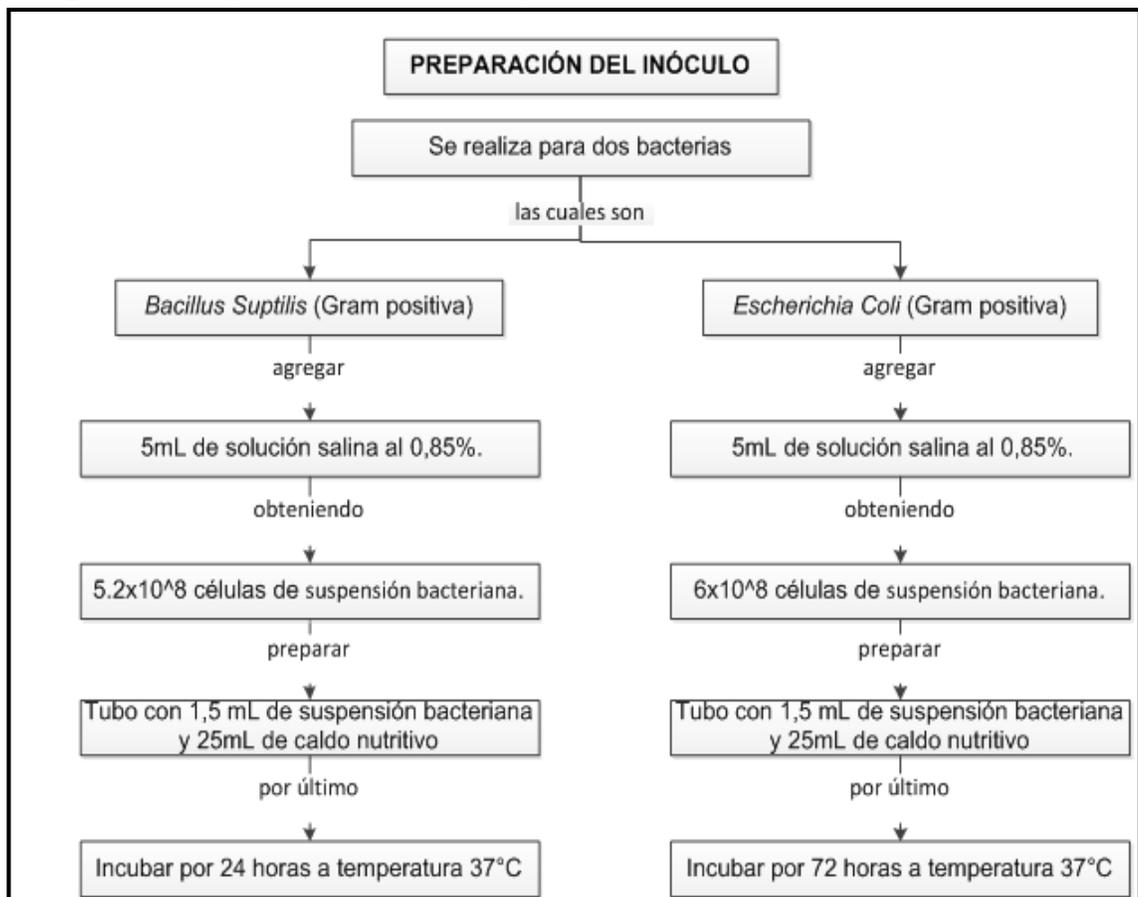
5. EFECTO DE LA SUSTITUCIÓN PARCIAL DE LAS MATERIAS PRIMAS DEL PRODUCTO SOBRE BACTERIAS GRAM POSITIVAS Y GRAM NEGATIVAS

Para ver el efecto de la sustitución parcial que tienen cada una de las muestras con sus respectivas diluciones, se toma como base lo que se realizó en la tesis “Validación concurrente de cuatro tipos de desinfectantes utilizados en el laboratorio de indicadores de calidad de aguas y lodos de la pontificia universidad Javeriana”. Para esta investigación, se manejó *Escherichia Coli* (*E. Coli*) como bacteria Gram negativa y *Bacillus Subtilis* (*B. Suptillis*) como bacteria Gram Positiva, las características de estas bacterias, se encuentran en el marco teórico.

5.1 PREPARACIÓN DE INÓCULOS

Para la preparación de inóculos, se lleva a cabo el procedimiento que se muestra en la Imagen 39, en el cual se especifica la preparación de éste, la preparación de las diluciones en los tubos previamente esterilizados y la metodología que se llevó a cabo para el método de estrías.

Imagen 39. Preparación del inóculo para cada bacteria.



Fuente: elaboración propia

Al realizar la inoculación de las bacterias se obtiene el siguiente caldo nutritivo para cada bacteria:

Imagen 40. Caldo nutritivo para la bacteria *E. Coli*.



Fuente: elaboración propia

Imagen 41. Caldo nutritivo para la bacteria *B. Suptilis*.



Fuente: elaboración propia

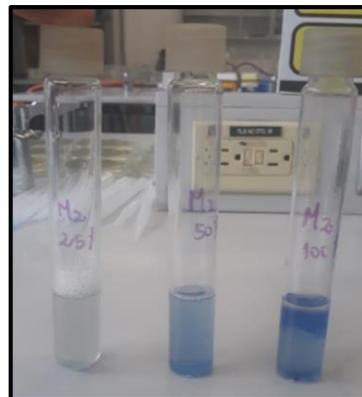
Posteriormente, al llevar a cabo la dilución de bacteria-desinfectante, se obtienen las siguientes muestras:

Imagen 42. Dilución en tubo de la solución bacteria-desinfectante para la muestra 1 (M1) a concentraciones del 100%, 50% y 25%.



Fuente: elaboración propia

Imagen 43. Dilución en tubo de la solución bacteria-desinfectante para la muestra 2 (M2) a concentraciones del 100%, 50% y 25%.



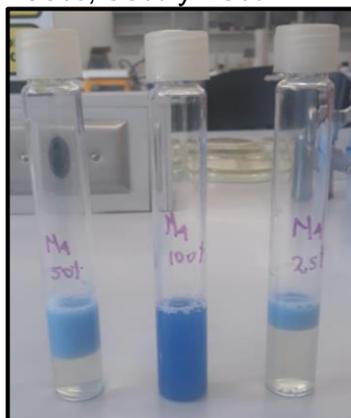
Fuente: elaboración propia

Imagen 44. Dilución en tubo de la solución bacteria-desinfectante para la muestra 3 (M3) a concentraciones del 100%, 50% y 25%.



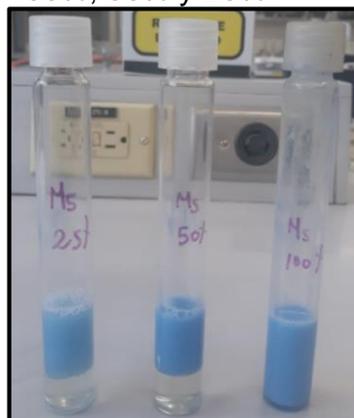
Fuente: elaboración propia

Imagen 45.Dilución en tubo de bacteria-desinfectante para la muestra 4 (M4) a concentraciones del 100%, 50% y 25%.



Fuente: elaboración propia

Imagen 46.Dilución en tubo de bacteria-desinfectante para la muestra 5 (M5) a concentraciones del 100%, 50% y 25%.



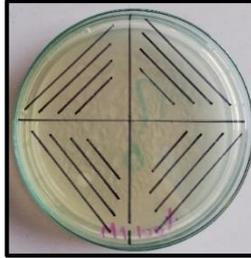
Fuente: elaboración propia

5.2 ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO

Según la NTC 5848/2011, la cual se refiere a los productos con actividad antimicrobiana, se define que para las bacterias *E. Coli* y *B. subtilis*, los tiempos de contacto adecuados son de 5 y 60 minutos, respectivamente; a una temperatura de 20°C; además, según el apartado C.3.1. “D&C”, es un producto limitados contra algunas bacterias gram positivas (*Bacillus subtilis*) y/o gram negativas (*Escherichia coli*)”.

5.2.1 Método de estrías. El método de estrías consiste en dividir la caja de Petri en cuatro partes iguales y dibujar en cada cuartil cuatro líneas oblicuas sin cruzarse, como se muestra en la Imagen 47; cada línea tiene un valor del 25%; en el primer cuartil se aplica la bacteria del inóculo (control positivo), en el segundo cuartil, por medio de un asa previamente esterilizada, pasados 5 minutos, se siembra el inóculo desinfectante-bacteria (lo más homogenizada posible) sobre las cuatro líneas dibujadas en el segundo cuartil,; para el tercer cuartil se realiza el mismo procedimiento pero pasados 10 minutos y para el cuarto cuartil pasados 15 minutos. Las cajas de Petri se incuban durante 24 horas. Se realiza una réplica de este procedimiento, para cada una de las diluciones de cada muestra (100%, 50% y 25%). Todo lo anterior se maneja de la misma manera para la bacteria *B. Suptilis*, pero a tiempos de contacto de 2,4 y 6 horas, debido a que es una bacteria esporulada, necesita mayor tiempo de contacto. Se tiene en cuenta lo dicho en la NTC 5962:2012, enunciada en el marco teórico, para la respectiva suspensión de ensayo.

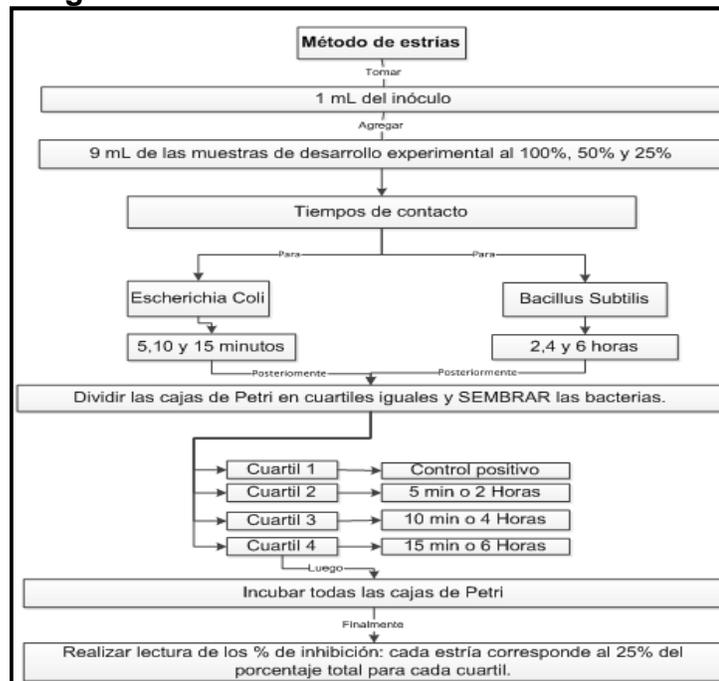
Imagen 47. Caja de Petri con los cuartiles dibujados.



Fuente: elaboración propia

La metodología que se utilizó en el método de estrías es el que se muestra en la Imagen 48. La temperatura de incubación es de 37°C y el tiempo de incubación para las bacterias gram positivas y gram negativas son de 24 y 48 horas respectivamente ¹⁶⁷:

Imagen 48. Método de estrías.



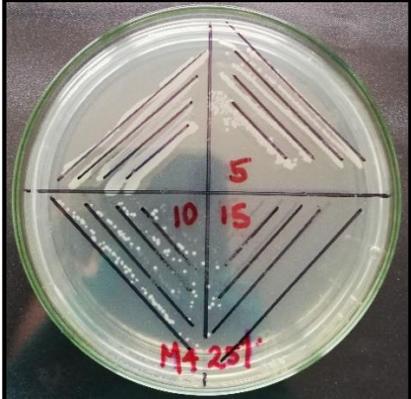
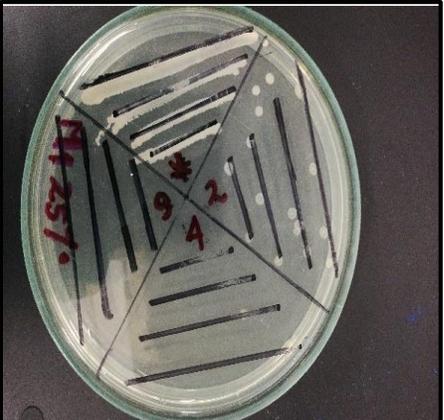
Fuente: elaboración propia

¹⁶⁷RAMOS, Yusibeska, ALONSO, Guillermina. Evaluación de la resistencia a agentes desinfectantes de bacterias aisladas de ambientes naturales. Revista de la sociedad venezolana de microbiología. [en línea]. 2018, 31 (2). 9. [Consultado 5, agosto, 2019]. Disponible en:

https://www.researchgate.net/publication/221709955_Evaluacion_de_la_resistencia_a_agentes_de_sinfectantes_en_bacterias_aisladas_de_ambientes_naturales

Según el Cuadro 24, se puede observar que las morfologías obtenidas para cada bacteria, respecto a las consultadas bibliográficamente, coinciden; por lo tanto, se evidencia un crecimiento eficaz de las bacterias, sin la presencia de otra morfología, lo que quiere decir que no hubo contaminación.

Cuadro 24. Comparación de las morfologías obtenidas con respecto a las bibliográficas.

Bacteria	Morfología original	Morfología obtenido
<i>Escherichia Coli</i>	<p data-bbox="493 554 995 653">Imagen 49. Caja de Petri con crecimiento de bacteria <i>E. Coli</i> bibliográfica.</p> 	<p data-bbox="1021 554 1468 617">Imagen 50. Caja de Petri con crecimiento de bacteria <i>E. Coli</i>.</p> 
<i>Bacillus Subtilis</i>	<p data-bbox="493 1142 995 1241">Imagen 51. Caja de Petri con crecimiento de bacteria <i>B. Subtilis</i> bibliográfica.</p> 	<p data-bbox="1021 1142 1468 1241">Imagen 52. Caja de Petri con crecimiento de bacteria <i>B. Subtilis</i> M1 25%.</p> 

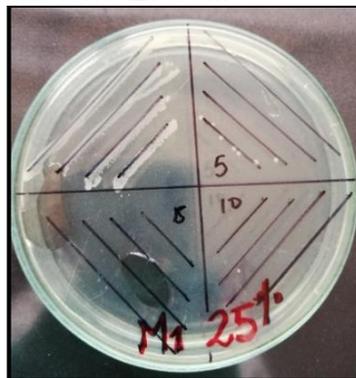
Fuente: elaboración propia

La lectura de las cajas de Petri después de la incubación, se llevó a cabo de la siguiente manera: se observó el número de estrías que presentaron crecimiento de microorganismos, se tuvo en cuenta que cada una de ellas tiene un valor del 25%

sobre un total del 100% equivalente a las cuatro estrías del cuadrante. Se estipula que una estría es válida al presentar un crecimiento mayor o igual al 50% de su longitud. Luego, se sumaron los valores de las estrías, este valor corresponde al porcentaje de crecimiento del microorganismo confrontado con la solución evaluada. Dichos resultados se restaron al 100% que es el equivalente a la totalidad de las estrías de cada cuartil, esto con el fin de determinar el porcentaje de inhibición¹⁶⁸. La caja de Petri después de la incubación se ve como se muestra en las imágenes 54 y 56.

La lectura de la caja de Petri de la Imagen 53, se realiza de la siguiente manera: cada línea de cada cuartil tiene un valor del 25%, si en cada cuartil hay 4 líneas, se completaría un 100% para cada cuartil, es decir, para cada tiempo de contacto. Por ejemplo, en la imagen de la morfología obtenida de la bacteria *B. Subtilis*, se presenta crecimiento bacteriano en todas las estrías del cuartil de tiempo de contacto de 2 horas, por lo que hay un porcentaje de inhibición del 0%, si por el contrario no hubiesen crecido bacterias en ninguna de las estrías de este cuartil, se obtendría un porcentaje de inhibición del 100%. Por consiguiente, si después de incubar las bacterias sembradas en el cuartil del tiempo de contacto de dos horas, se presenta crecimiento en más de la mitad de cada línea en cada cuartil, se disminuye un 25% de inhibición para ese cuartil.

Imagen 53. Caja de Petri con crecimiento de bacteria *E. Coli*.



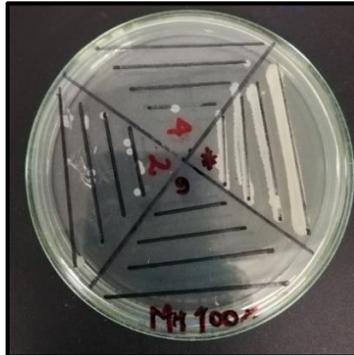
Fuente: elaboración propia

En el tiempo de contacto de 5 minutos, creció la bacteria en toda la línea, por lo tanto, se define una inhibición del 75% en este cuartil; en el tiempo de contacto de 10 y 15 minutos, no se presenta crecimiento de la bacteria, por lo cual, se define una inhibición del 100% para cada cuartil. Cabe aclarar que en la segunda línea del

¹⁶⁸BEDOYA SALCEDO, Laura Isabel and CORREDOR BARRERA, Lorena del Pilar. Op. cit., p. 21-35.

segundo cuartil crece la bacteria, pero no alcanza a llegar a la mitad de la línea, por lo que no disminuye el porcentaje de inhibición.

Imagen 54. Caja de Petri con crecimiento de bacteria *B. Subtilis* M1 100%.



Fuente: elaboración propia

En el cuartil de 2 horas de contacto, en tres de las líneas crece la bacteria en menos de la mitad de cada línea, por lo tanto, se cuenta como un 75% de inhibición; en la última línea la bacteria crece en todo el trayecto de ésta por lo que no se cuenta como inhibición. En el cuartil número tres (4 horas), crece una solo Unidad formadora de colonia (ufc), por lo que no disminuye la inhibición del desinfectante, por lo tanto, hay un 100% de inhibición. En el cuartil del tiempo de contacto 6 horas hubo una inhibición del 100%.

Se procede a realizar la lectura de todas las cajas de Petri para las dos bacterias. para llevar a cabo la lectura, se deben tener en cuenta las siguientes convenciones:

- M1**=Muestra 1.
- M1R**=Muestra 1 réplica.
- M2**=Muestra 2.
- M2R**=Muestra 2 réplica.
- M3**=Muestra 3.
- M3R**=Muestra 3 réplica.
- M4**=Muestra 4.
- M4R**=Muestra 4 réplica.
- M5**=Muestra 5.
- M5R**=Muestra 5 réplica.

5.2.1.1 Escherichia Coli. A continuación, en las imágenes 55 y 56, se muestran todas las muestras que se realizaron con sus respectivas réplicas para la bacteria *E. Coli*. Según la literatura, los tiempos de contacto se definen a 5, 10 y 15 minutos para bacterias gram negativas.

Imagen 55. Cajas de Petri sembradas con bacteria *E. Coli.*, después de la incubación, parte 1.



Fuente: elaboración propia

Imagen 56. Cajas de Petri sembradas con bacteria *E. Coli.*, después de la incubación, parte 2.



Fuente: elaboración propia

A continuación, se muestran la tabla obtenida al hacer la lectura de cada una de las cajas de Petri para la bacteria *E. Coli*:

Tabla 25. Resultado de inhibición de la bacteria *E. Coli* frente al desinfectante “D&C” modificado teniendo en cuenta diferentes concentraciones y tiempos de contacto.

		% Inhibición de microorganismos de la bacteria <i>E. Coli</i>									
Concentración	Tiempo de contacto	M1	M1R	M2	M2R	M3	M3R	M4	M4R	M5	M5R
100%	5	100%	100%	100%	100%	100%	100%	50%	75%	100%	100%
	10	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
	15	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
50%	5	100%	100%	100%	100%	100%	100%	0%	0%	0%	0%
	10	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	0%	50%
	15	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
25%	5	75%	75%	75%	100%	100%	100%	0%	0%	0%	0%
	10	100%	100%	100%	100%	100%	100%	0%	25%	0%	0%
	15	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	0%	25%

Fuente: elaboración propia

Donde:

M1= Muestra 1.

M1R= Muestra 1 réplica.

M2= Muestra 2.

M2R= Muestra 2 réplica.

M3= Muestra 3.

M3R= Muestra 3 réplica.

M4= Muestra 4.

M4R= Muestra 4 réplica.

M5= Muestra 5.

M5R= Muestra 5 réplica.

Al hacer el promedio entre la muestra original y las réplicas se obtienen los resultados que se muestran en la Tabla 26:

Tabla 26. Resultados promedio de % de inhibición en la bacteria Gram negativa *E. Coli* frente al desinfectante “D&C” modificado teniendo en cuenta diferentes concentraciones y tiempos de contacto.

		% Inhibición de microorganismos de la bacteria <i>E. Coli</i>				
Concentración desinfectante	Tiempo de contacto	M1	M2	M3	M4	M5
100%	5	100%	100%	100%	63%	100%
	10	100%	100%	100%	100%	100%
	15	100%	100%	100%	100%	100%
50%	5	100%	100%	100%	0%	0%
	10	100%	100%	100%	100%	25%
	15	100%	100%	100%	100%	100%
25%	5	75%	75%	100%	0%	0%
	10	100%	100%	100%	13%	0%
	15	100%	100%	100%	100%	13%

Fuente: elaboración propia

Los porcentajes de inhibición indican que para la concentración del 100% no hubo crecimiento bacteriano de *E. Coli* en casi la totalidad de las muestras, excepto en la muestra 4 al tiempo de contacto de 5 minutos, no obstante, para esta muestra, a mayor tiempo de contacto, presentó mayor inhibición.

Para la concentración del 50%, se observó completa inhibición para las muestras 1, 2 y 3 a los tres tiempos de contacto; para las muestras 4 y 5, hubo 0% de inhibición en los primeros cinco minutos, en el tiempo de contacto de 10 minutos, la muestra 4 inhibió el 100% de crecimiento, mientras que la muestra 5 inhibió el 25%, luego, a los 15 minutos de contacto tanto la muestra 4 y la 5 presentaron completa inhibición. Para la concentración del 25% en los primeros 5 minutos, solo la muestra 3 presentó completa inhibición mientras que las muestras 1 y 2 inhibieron el 75% y la muestra 4 y 5 no presentó inhibición; luego, a los tiempos de contacto de 10 y 15 minutos, las muestras 1 y 2, presentan excelente inhibición.

La muestra 4 presentó 13% de inhibición a los 10 minutos de contacto, lo cual es muy poco; a los 15 minutos se presentó 100% inhibición, lo que quiere decir que ésta muestra a una concentración del 25% se comporta mejor a mayor tiempo de contacto; para la muestra 5, a ningún tiempo de contacto se presenta total inhibición, sin embargo, a los 15 minutos de contacto, se presenta una inhibición del 25%.

Según el análisis anteriormente descrito, se puede observar que la muestra 1, la cual es el desinfectante original (sin ninguna modificación), presenta en su mayoría excelente inhibición, excluyendo la muestra diluida al 25% en los primeros cinco minutos; la muestra 2, se refiere al producto sin los tres reactivos eliminados inicialmente (Esencia de limón británica, Alcohol N-Propílico y Glicerina) presenta la misma inhibición que la muestra 1, lo que permite corroborar que la eliminación de los 3 reactivos anteriormente mencionados no afectó de ninguna forma la propiedad desinfectante.

La muestra 3, la cual contiene el emulsificante a base de amonio cuaternario (emulsificante sustituto), presenta la mejor inhibición, puesto que impide el 100% del crecimiento bacteriano, esto se debe a que el emulsificante a base de amonio cuaternario en su composición contiene amonio cuaternario lo cual aumenta la inhibición bacteriana por sus propiedades desinfectantes.

La muestra 4, la cual contiene solamente alcohol etílico como agente desinfectante, presenta menor inhibición que las muestras 1, 2 y 3; al encontrarse en una concentración del 100%, se impide el crecimiento bacteriano de una forma eficiente.

Por último, la muestra 5 que contiene únicamente ácido orgánico derivado de aldehídos como agente desinfectante es la que menos inhibe de las cinco muestras al encontrarse diluida al 25% y 50%, sin embargo, al estar en una concentración de 100% impide el crecimiento bacteriano en su totalidad. El porcentaje de inhibición que presenta la muestra 5, se debe a que la cantidad de ácido orgánico derivado de aldehídos es muy baja; además, lo que no se utiliza de alcohol etílico, se suple con agua, lo cual disminuye aún más su concentración y, por lo tanto, su porcentaje de inhibición.

Este análisis permite elegir la muestra 3 como la más eficiente en cuanto al porcentaje de inhibición presentada en la bacteria Gram Negativa *E. Coli*, ya que inhibe completamente en todos los tiempos y en todas las diluciones por lo que es la que mejor desinfección presenta en este caso.

5.2.1.2 *Bacillus Subtilis*. En la Tabla 27, se muestran todas las muestras que se realizaron con sus respectivas réplicas para la bacteria *B. Subtilis*.

Según la literatura, los tiempos de contacto se definen a 2, 4 y 6 horas para bacterias esporuladas.

Imagen 57. Cajas de Petri sembradas con bacteria *B. Subtilis*, después de la incubación.



Fuente: elaboración propia

Tabla 27. Resultado de % inhibición con réplicas de la bacteria esporulada *B. Subtilis* frente al desinfectante “D&C” modificado teniendo en cuenta diferentes concentraciones y tiempos de contacto.

% Inhibición con réplicas de microorganismos de la bacteria <i>B. Subtilis</i>											
Concentra- ción	Tiem- po de con- tacto	M1	M1R	M2	M2R	M3	M3R	M4	M4R	M5	M5R
100%	2	0%	0%	0%	0%	100%	100%	0%	0%	0%	0%
	4	100%	100%	100%	100%	100%	100%	25%	0%	0%	0%
	6	100%	100%	100%	100%	100%	100%	75%	75%	0%	0%
50%	2	50%	50%	50%	50%	100%	100%	0%	0%	0%	0%
	4	100%	100%	100%	100%	100%	100%	50%	50%	0%	25%
	6	100%	100%	100%	100%	100%	100%	75%	75%	50%	50%
25%	2	100%	100%	100%	100%	100%	100%	50%	50%	25%	0%
	4	100%	100%	100%	100%	100%	100%	75%	50%	50%	50%
	6	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	75%	75%

Fuente: elaboración propia

Donde:

M1= Muestra 1.

M1R= Muestra 1 réplica.

M2= Muestra 2.

M2R= Muestra 2 réplica.

M3= Muestra 3.

M3R= Muestra 3 réplica.

M4= Muestra 4.
M4R= Muestra 4 réplica.
M5= Muestra 5.
M5R= Muestra 5 réplica.

Al hacer el promedio entre la muestra original y las réplicas se obtienen los resultados que se muestran en la Tabla 28:

Tabla 28. Resultados promedio de inhibición en la bacteria Gram positiva *B. Subtilis* frente al desinfectante “D&C” modificado teniendo en cuenta diferentes concentraciones y tiempos de contacto.

Concentración desinfectante	Tiempo de contacto (Horas)	% Inhibición de microorganismos de la bacteria <i>B. Subtilis</i>				
		M1	M2	M3	M4	M5
100%	2	100%	100%	100%	50%	13%
	4	100%	100%	100%	63%	50%
	6	100%	100%	100%	100%	75%
50%	2	50%	50%	100%	0%	0%
	4	100%	100%	100%	50%	13%
	6	100%	100%	100%	75%	50%
25%	2	0%	0%	100%	0%	0%
	4	100%	100%	100%	13%	0%
	6	100%	100%	100%	75%	0%

Fuente: elaboración propia

En los porcentajes de inhibición para la bacteria *B. Subtilis*, se evidencia que en la dilución de 100% la muestra 1, 2 y 3 impiden el crecimiento bacteriano totalmente en los tres tiempos de contacto; sin embargo, la muestra 4 a las dos primeras horas presenta una inhibición de 50%, cuando transcurren las 4 horas inhibe el 63% y a las 6 horas lo inhibe totalmente; la muestra 5, en ningún tiempo alcanza a impedir el crecimiento bacteriano totalmente, sin embargo, cuando tiene un mayor tiempo de contacto aumenta la inhibición a 75%. En la dilución del 50%, la muestra 1 inhibe el 50% a las 2 primeras horas, luego de transcurrir las 4 y 6 horas, dicha muestra alcanza el 100% de inhibición; la muestra 3 en los tres tiempos de contacto, presenta inhibición del 100%; mientras que, las muestras 4 y 5 no impiden el crecimiento bacteriano a las primeras 2 horas, a medida que transcurre el tiempo de contacto presentan una mejor inhibición, ya que, para las 6 horas la muestra 4 alcanza a inhibir el 75% y la muestra 5 el 50%. Para la concentración del 25%, la muestra 3 desde el primer tiempo de contacto impide absolutamente todo el crecimiento bacteriano; sin embargo, el restante de las muestras (1, 2, 4 y 5) a las dos horas no presentan inhibición; a las cuatro y seis horas, tanto la muestra 1 como la 2, alcanzan el 100% de inhibición, la muestra 4, a las 4 horas impide el crecimiento bacteriano en un 13% y a las 6 horas en un 75%, la muestra 5 en ningún tiempo de contacto presenta inhibición.

Según el análisis anterior, se evidencia que la muestra 1 (la cual hace referencia al producto original, sin modificación alguna) presenta una inhibición favorable exceptuando la dilución de 50% y 25% en las primeras 2 horas; la muestra 2, tiene exactamente el mismo comportamiento que la muestra 1, lo que permite corroborar nuevamente, que aunque ésta ya tiene tres componentes eliminados (Alcohol N-propílico, Glicerina y esencia limón Británica) de la fórmula original, no tienen efecto alguno sobre la desinfección.

La muestra número 3 la cual contiene el emulsificante a base de amonio cuaternario (emulsificante sustituto) impide el crecimiento bacteriano eficientemente, ya que, tiene 100% de inhibición de todas las diluciones y en todos los tiempos de contacto, esto se debe a que el emulsificante a base de amonio cuaternario, está compuesto por amonio cuaternario lo que aumenta su efectividad como desinfectante¹⁶⁹. Las muestras 4 y 5 en la concentración del 100%, impiden el crecimiento bacteriano más efectivamente; más, sin embargo, no alcanzan a tener una inhibición de 100%. Se evidencia que la muestra 5 en las tres concentraciones presenta bajo porcentaje de inhibición, principalmente en la concentración del 25%, esto se debe a la baja cantidad de ácido orgánico derivado de aldehídos utilizada en la fórmula; además, al suplir los 200 mL del etanol con agua, la concentración se reduce aún más.

Por lo tanto, en la bacteria Gram positiva *B. Subtilis* la muestra 3 es la que mejor porcentaje de inhibición presenta, ya que en todo momento impidió el crecimiento de las unidades formadoras de colonia. La bacteria Gram positiva *B. Subtilis* es más difícil de matar que la *E. Coli*, debido a que, al ser una bacteria Gram positiva contiene mayor cantidad de péptidoglicano, además, al ser esporuladas, la hace más resistente al producto desinfectante, sin embargo, la muestra número 3, es efectiva al 100% en los tres tiempos de contacto y a las tres diluciones.

5.3 SELECCIÓN DE LA ALTERNATIVA DE SUSTITUCIÓN DEL PRODUCTO

Según los resultados que se obtuvieron en las tablas 27 y 29, se puede observar que la tercera muestra del desarrollo experimental es la que presenta mayor porcentaje de inhibición, es decir, es necesario tener dentro de la fórmula el alcohol etílico y el ácido orgánico derivado de aldehídos para lograr una desinfección del 100% en las tres diluciones de la muestra (M3). Por tal motivo, la muestra 3 (M3) es seleccionada como reemplazo del producto "D&C" original, creado por la empresa C.I LIANSA S.A. Esta elección se basa en la excelente desinfección que demostró en las pruebas microbiológicas y en la disminución de los costos. Se debe tener en cuenta que la desinfección aumentó a partir de la tercera parte del

¹⁶⁹CHAPLIN, C. E. Observations on quaternary ammonium disinfectants. Canadian journal of botany. [en línea]. 1951, 29 (4). 373-382. [Consultado 5, Agosto, 2019]. ISSN 1335-1347. Disponible en: <https://www.nrcresearchpress.com/doi/abs/10.1139/b51-036#.XUon6fJKjIU>

desarrollo experimental, ya que el emulsificante a base de amonio cuaternario, contiene Amonio cuaternario, lo cual es una ventaja para lograr una máxima desinfección.

Luego de la elección, se hace necesario caracterizar la muestra 3 (muestra elegida) para poder compararla con la caracterización del desinfectante original. Para la elección final de la muestra M3, únicamente se tuvo en cuenta el desempeño que presentó en el desarrollo experimental, no incluirá la comparación cualitativa y cuantitativa con otros productos similares, ya que, las propiedades físico-químicas de las muestra M3, en comparación con el producto “D&C” no varió significativamente, es decir, al comparar el producto “D&C” original respecto a los existentes en el mercado y la muestra M3, se determinó que poseen prácticamente las mismas propiedades.

5.4 CARACTERÍSTICAS DE LA MUESTRA FINAL (M3)

Luego de seleccionar la muestra que presenta mayor desinfección, se determinan las propiedades fisicoquímicas (densidad, pH, índice de refracción y viscosidad); organolépticas (olor y color) y las pruebas de desempeño visual de la muestra final.

5.4.1 Propiedades fisicoquímicas.

5.4.1.1 Densidad. Teniendo en cuenta que la masa del picnómetro vacío es de 15,5254 g y que el volumen del picnómetro, es de 10 mL, se halla la densidad haciendo uso de la Ecuación 2 como se evidencia en la siguiente muestra de cálculo, para cada réplica de los desinfectantes, obteniendo los siguientes resultados:

$$\rho = \frac{m}{V} = \frac{10,6862\text{g}}{10 \text{ mL}} = 1,0686 \frac{\text{g}}{\text{mL}}$$

Donde ; m = Masa (**g**); V = Volumen (**mL**); ρ = Densidad ($\frac{\text{g}}{\text{mL}}$)

Tabla 29.Tabla de datos de densidad del producto final.

Muestra	Masa (g)	Diferencia de masas (g)	Densidad ($\frac{\text{g}}{\text{mL}}$)	Densidad promedio ($\frac{\text{g}}{\text{mL}}$)
Muestra 3	26,2116	10,6862	1,0686	1,0613
(100%	26,0962	10,5708	1,0571	
concentración)	26,1084	10,5830	1,0583	

Fuente: elaboración propia

La densidad obtenida de la muestra final, es de $1,0613 \frac{\text{g}}{\text{mL}}$, mientras que, la del producto original fue de $1,0024 \frac{\text{g}}{\text{mL}}$, se observa que el cambio en la densidad del

producto modificado respecto al producto original fue de $0,0017 \frac{g}{mL}$. Lo que quiere decir, que la densidad se mantiene.

5.4.1.2 pH. Se halló el pH de la muestra final haciendo uso del pH-metro; se tomaron tres réplicas y se halló un pH promedio.

Tabla 30.Tabla de datos de pH del producto final.

Muestra	pH	pH promedio
MUESTRA 3 (100%)	5,9800	5,9800
	5,9800	
	5,9900	

Fuente: elaboración propia

El pH del producto original es de 5,49 (pH ácido), el del producto modificado es de 5,9800 (pH ácido), de lo cual se puede analizar que no se presenta un cambio importante en esta propiedad, ya que el pH del producto modificado se mantiene ácido, a pesar de las modificaciones que se llevaron a cabo.

Se debe tener en cuenta que el pH ideal para productos de aseo para pisos debe estar dentro del rango de 5 a 9, lo que quiere decir que el pH es adecuado para el uso doméstico, ya que está dentro del rango establecido.

El producto modificado puede estar en contacto directo con la piel, ya que ésta posee un pH de 5,5, lo que quiere decir que al mantener contacto directo con el producto, la piel del ser humano no va a presentar irritación.

5.4.1.3 Índice de refracción. Se halló el índice de refracción de la muestra final haciendo uso de un refractómetro. Se tomaron tres réplicas y se halló el índice de refracción promedio, el cual se muestra a continuación:

Tabla 31.Tabla de datos del índice de refracción del producto final.

Desinfectante	Índice de refracción	Promedio
Muestra 3 (100%)	1,3554	1,3553
	1,3556	
	1,3549	

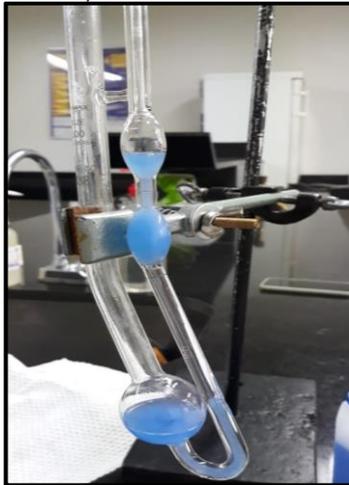
Fuente: elaboración propia

El índice de refracción obtenido de la muestra final, es de 1,3553, mientras que, el del producto original fue de 1,3526; se observa que el cambio en el índice de refracción del producto modificado respecto al producto original fue de 0,0027. Lo que quiere decir, que el índice de refracción del producto final prácticamente se

mantiene, es decir, la incidencia de la luz sobre la muestra 3, se mantiene prácticamente constante.

5.4.1.4 Viscosidad. Se halló la viscosidad de la muestra final haciendo uso de un viscosímetro mostrado en la Imagen 58. Se tomaron tres réplicas y se halló la viscosidad promedio, la cual se muestra a continuación:

Imagen 58.Viscosímetro manual 400(K=1,175 mm²/s²)



Fuente: elaboración propia

A continuación, se muestran los datos del tiempo hallados para la muestra modificada:

Tabla 32. Tabla de datos de viscosidad del producto final.

Desinfectante	Tiempo (s)
Muestra 3 (100%)	8,26
	8,22
	7,88

Fuente: elaboración propia

Teniendo en cuenta la ecuación para hallar la viscosidad dinámica, y teniendo en cuenta que la constante K del viscosímetro manual utilizado es de 1,175 mm²/s² (400), se halla la viscosidad cinemática y luego, haciendo uso de la densidad, previamente hallada, se halla la viscosidad dinámica.

Tabla 33. Tabla de datos de viscosidad cinemática del producto final.

Desinfectante	Viscosidad cinemática (mm ² /s)
Muestra 3 (100%)	9,71
	9,40
	9,26

Fuente: elaboración propia

Tabla 34. Tabla de datos de viscosidad dinámica del producto final.

Desinfectante	Viscosidad dinámica (g/mL*s)	Promedio (g/mL*s)
Muestra 3 (100%)	9,71	9,46
	9,41	
	9,27	

Fuente: elaboración propia

Teniendo en cuenta la viscosidad que se presenta el producto “D&C” original, la cual es de $3,85 \frac{g}{mL*s}$, y la viscosidad del producto modificado: $9,46 \frac{g}{mL*s}$, se evidencia un cambio en la viscosidad muy significativa, la cual puede deberse a que el sustituto del emulsificante, presenta una mayor viscosidad que el del emulsificante original, lo cual hace que la viscosidad del producto final, aumente notoriamente.

Haciendo el respectivo comparativo del producto inicial con respecto al producto modificado, se obtienen los resultados mostrados en la siguiente tabla:

Tabla 35. Propiedades fisicoquímicas del producto “D&C” original vs. “D&C” modificado.

Producto	pH	Densidad (g/mL)	Viscosidad dinámica (g/mL*s)	Índice de refracción
“D&C” original	5,49	1,0024	3,85	1,3526
“D&C” modificado	5,98	1,0007	9,46	1,3553

Fuente: elaboración propia

5.4.2 Propiedades organolépticas. A continuación, se procede a caracterizar organolépticamente según color y olor a la muestra final (M3):

Cuadro 25. Propiedades organolépticas de M3.

Desinfectante /Propiedad	Color	Olor
Muestra 3	Azul Majorelle (#5564eb)	Esencia de extracto cítrico

Fuente: elaboración propia

5.4.3 Pruebas de desempeño visual. La muestra 3 (muestra seleccionada) es sometida a pruebas de desempeño exclusivamente visuales como son: apariencia, cantidad de espuma, tiempo de secado y efecto en diferentes superficies como se muestra a continuación:

Cuadro 26. Pruebas de desempeño (apariencia, espuma, tiempo de secado).

Desinfectante /Propiedad	Apariencia	Espuma	Tiempo de secado
Muestra 3	Fluido poco viscoso	Espuma espesa y abundante	6 minutos

Fuente: elaboración propia

Se evidencia que el producto desinfectante sustituto (M3) presenta menor tiempo de secado (6 minutos) respecto al producto desinfectante “D&C” propuesto por la empresa C.I. LIANSA S.A.S. (7 minutos).

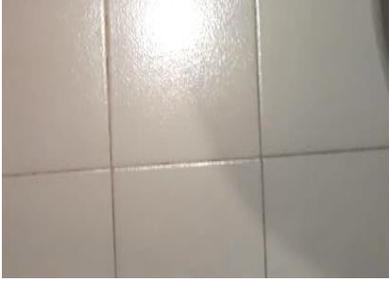
El tiempo de secado se redujo en 1 minuto, lo cual es una ventaja debido a que el producto al ser de uso doméstico se busca a que se seque en el menor tiempo posible.

Posteriormente en el Cuadro 27, se hace un comparativo del efecto visual que tiene la muestra 3 al aplicarla en diferentes tipos de pisos.

Cuadro 27. Prueba de desempeño visual en diferentes pisos del producto sustituto “M3”.

Tipo de piso	Antes	Después
Porcelanato		

Cuadro 27. (Continuación)

Tipo de piso	Antes	Después
Cerámica		
Cerámico con impresión digital		
Baldosa blanca		

Fuente: elaboración propia

Cabe aclarar que al aplicar la muestra 3 en las diferentes superficies, presenta el comportamiento esperado, ya que además de presentar un menor tiempo de secado, el producto se esparce y limpia satisfactoriamente. La luz en el recipiente que contiene la muestra final, el cual es de plástico, no afecta. El producto ha tenido una duración de 4 meses en el recipiente que lo contiene, actuando en perfectas condiciones sobre las superficies.

La luz solar, puede llegar a producir una degradación del desinfectante en envases translúcidos, el aire y las temperaturas altas que podrían alterar su concentración; el agente desinfectante se evapora y la concentración en el agua disminuye, sin embargo, se recomienda llevar a cabo la respectiva investigación del comportamiento del producto.

Cabe aclarar que en el ANEXO B, se realiza el respectivo balance de materia de la formulación original, asumiendo que no existe ninguna pérdida al llevar a cabo el

transvase de las mezclas desde un recipiente a otro. El balance de materia se halló haciendo uso de las densidades de cada uno de los reactivos enunciadas en las propiedades fisicoquímicas de cada reactivo en el ANEXO C (Fichas técnicas). El balance de materia dio como resultado la sumatoria de 927,6381 g de solución final, la densidad del producto es de 1,0578 g/mL, y a al hallar el volumen real de la mezcla, se obtiene un valor de 876,950369 mL. Como en la experimentación sí existen pérdidas, el volumen da menor a 1000 mL.

6. ANÁLISIS DE COSTO FINAL

A continuación, se realiza la comparación del costo original del producto con respecto al seleccionado.

6.1 COMPARACIÓN DE COSTOS: PRODUCTO ORIGINAL CON RESPECTO AL PRODUCTO MODIFICADO

El costo del producto original es de \$ 6.278,39 1 L, el costo del producto después de eliminar los tres primeros compuestos es de \$ 6.096,706, por lo que se redujo el costo del producto en un 2,89%, en esta parte de la investigación, el costo del producto al eliminar los tres primeros compuestos, se muestra en la Tabla 36.

Tabla 36. Costo del producto después de eliminar de la fórmula del producto original tres compuestos: esencia de limón británica, glicerina y alcohol n-propílico.

DESCRIPCIÓN	1000 ML (1LT)	UM	VALOR UNIDAD	VALOR TOTAL (COP) 2018
AGUA	600	mL	0,002	\$1,08
ALCOHOL ETÍLICO EXTRA NEUTRO	200	mL	4,35	\$870,00
ÁCIDO ORGÁNICO DERIVADO DE ALDEHÍDOS	10	mL	6,40	\$63,95
CLORURO DE SODIO	20	g	1,10	\$22,00
COMPUESTO SÓLIDO BLANQUECINO	12	g	3,20	\$38,40
LAURIL ETER AL 28%	60	mL	3,33	\$200,00
D-LIMONENE	4	mL	52,00	\$208,00
STEPOSOL	10	mL	38,83	\$388,32
FORMOL AL37%	4	mL	4,32	\$17,26
COCOAMIDA	8	mL	13,40	\$107,20
GLICERINA USP	0	mL	7,63	\$0,00
ALCOHOL N-PROPÍLICO	0	mL	7,79	\$0,00
ESCENCIA LEMON BRITÁNICA	0	mL	30,00	\$0,00
COLOR AZUL	2	g	49,00	\$98,00
COSTOS INTERNOS DE FABRICACIÓN	1		1.375,00	\$1.375,00
MANO DE OBRA	45	min	6.016,67	\$2.707,50
				\$6.096,71

Fuente: elaboración propia

Nota: UM indica Unidad de medida.

Posteriormente, al llevar a cabo las dos sustituciones, el producto se redujo en un 8,37%, por lo que el precio queda en \$5.752,62. (Tabla 37).

Tabla 37. Costo del producto después de sustituir en la fórmula del producto original dos compuestos: steposol y color azul.

Descripción	1000 mL (1L)	Um	Valor unidad	Valor total
AGUA	600	mL	0,002	\$1,08
ALCOHOL ETÍLICO EXTRA NEUTRO	200	mL	4,35	\$870,00
ÁCIDO ORGÁNICO DERIVADO DE ALDEHÍDOS	10	mL	6,40	\$63,95
CLORURO DE SODIO	20	G	1,10	\$22,00
COMPUESTO SÓLIDO BLANQUECINO	12	G	3,20	\$38,40
LAURIL ÉTER AL 28%	60	mL	3,33	\$200,00
D-LIMONENE	4	mL	52,00	\$208,00
EMULSIFICANTE A BASE DE AMONIO CUATERNARIO	10	mL	13,26	\$132,63
FORMOL AL 37%	4	mL	4,32	\$17,26
COCOAMIDA	8	mL	13,40	\$107,20
GLICERINA USP	0	mL	7,63	\$0,00
ALCOHOL N-PROPÍLICO	0	mL	7,79	\$0,00
ESCENCIA LEMON BRITÁNICA	0	mL	30,00	\$0,00
COLORANTE AZUL ULTRAMAR	0,4	G	24,00	\$9,60
COSTOS INTERNOS DE FABRICACIÓN	1		1.375,00	\$1.375,00
MANO DE OBRA	45	Min	6.016,67	\$2.707,50
				\$5.752,62

Fuente: elaboración propia

Luego, al reducir el tiempo de fabricación, el costo del producto se reduce en un 22.75%, obteniendo un precio final de \$4.850,12. (Tabla 38).

Tabla 38. Costo final del producto modificado después de la reducción del tiempo de fabricación haciendo uso de dos planchas calentadoras con agitador magnético.

Descripción	1000 mL (1L)	Um	Valor unidad	Valor total
AGUA	600	mL	0,002	\$1,080
ALCOHOL ETÍLICO EXTRA NEUTRO	1,08	mL	4,350	\$870,000
ÁCIDO ORGÁNICO DERIVADO DE ALDEHÍDOS	870,00	mL	6,395	\$63,947
CLORURO DE SODIO	63,95	g	1,100	\$22,000
COMPUESTO SÓLIDO BLANQUECINO	22,00	g	3,200	\$38,400
LAURIL ÉTER AL 28%	38,40	mL	3,333	\$200,000
D-LIMONENE	200,00	mL	52,000	\$208,000
EMULSIFICANTE A BASE DE AMONIO CUATERNARIO	208,00	mL	13,26	\$132,63
FORMOL AL 37%	4	mL	4,32	\$17,26
COCOAMIDA	8	mL	13,40	\$107,20
GLICERINA USP	0	mL	7,63	\$0,00
ALCOHOL N- PROPÍLICO	0	mL	7,79	\$0,00
ESCENCIA LEMON BRITÁNICA	0	mL	30,00	\$0,00
COLORANTE AZUL ULTRAMAR	0,4	g	24,00	\$9,60
COSTOS INTERNOS DE FABRICACIÓN	1		1.375,00	\$1.375,00
MANO DE OBRA	30	min	6.016,67	\$1.805,00
				\$4.850,122

Fuente: elaboración propia

Los tres porcentajes de reducción se calcularon tomando como base el precio de \$ 6.278,39 (precio del producto original), especificado en la Tabla 3.

Después de llevar a cabo la eliminación de los tres reactivos y la sustitución de dos, se compara el precio de compra del producto original, teniendo en cuenta el costo de adquisición de los dos compuestos sustitutos (Emulsificante a base de amonio cuaternario y Colorante azul ultramar) como se muestra en la Tabla 39:

Tabla 39. Impacto del cambio de emulsificante en el costo del producto final.

Función	Producto	Precio de compra	Ahorro respecto al original.	Unidad de medida
Emulsificante original	Steposol	\$36.890,00	---	Litro
Emulsificante sustituto	Emulsificante a base de amonio cuaternario	\$12.600,00	\$24.290,00	Litro
Colorante original	Color Azul	\$24.500,00	---	Libra
Colorante sustituto	Colorante Azul Ultramar	\$12.000,00	\$12.500,00	Libra

Fuente: elaboración propia

Según la tabla anterior, se evidencia que el ahorro en el precio de compra de cada reactivo sustituto es de \$24.290 para el emulsificante y de \$12.500 para el colorante.

Se realiza un análisis del ahorro con respecto al aporte que tiene cada reactivo sustituto dentro de 1 L de la solución, como se muestra en la siguiente tabla:

Tabla 40. Diferencia del aporte de los compuestos sustituidos dentro del producto.

Producto	Aporte del compuesto al costo del producto final	Ahorro	Unidad de medida	Cantidad
Steposol	\$ 388,32	---	Litro	1
Emulsificante a base de amonio cuaternario	\$ 132,63	\$255,69	Litro	1
Color Azul	\$ 98,00	---	Libra	1
Colorante Azul Ultramar	\$ 9,6,00	\$88,40	Libra	1

Fuente: elaboración propia

Al comparar el aporte al costo de las materias primas sustituidas del producto original con respecto al modificado, se presenta un ahorro al realizar los cambios de emulsificante y colorante de \$255,686 y \$88,4 respectivamente.

Posteriormente, se realiza el comparativo del costo total del producto original propuesto por la empresa C.I. LIANSA S.A.S. respecto al producto modificado seleccionado en esta investigación, como se muestra en la Tabla 41.

Tabla 41.Comparativo del costo del producto respecto al producto modificado, con porcentaje de reducción de costo.

Producto	Costo	Porcentaje de reducción
Producto original	\$ 6.278,39	--
Producto modificado	\$ 4.850,12(10 mL Emulsificante a base de amonio cuaternario y 30 minutos de fabricación)	22.75%

Fuente: elaboración propia

Se obtuvo un porcentaje de reducción del 31,72%, respecto al costo del producto original.

A continuación (Tabla 42), se realiza el comparativo del costo del producto final respecto a los cuatro productos desinfectantes con los cuales se compararon inicialmente:

Tabla 42.Comparativo del producto “D&C” modificado, respecto a dos productos desinfectantes con hipoclorito de sodio y otros dos productos desinfectantes fabricados con otros agentes desinfectantes.

Desinfectante/ ítem	“D&C” modificado	D2	D3	D4	D5
Precio (1L) \$COP	4.850,12	4.290,00	4.100,00	2.641,72	5.000,00
Diferencia en costo	----	11.55%	15.47%	45.53%	-2.99%

Fuente: elaboración propia

Se observa, según los resultados de la tabla anterior que el producto modificado, únicamente compite en cuanto al costo con el Desinfectante 5 (D5), ya que se logró superar en un 2.99%, es decir, el producto modificado ahora es más económico; respecto a los otros tres productos, Desinfect & Clean modificado es más costoso.

Sin embargo, el valor agregado del producto “D&C” modificado, se le atribuye a que es amigable con el medio ambiente y no es corrosivo, por lo tanto, el producto no compite en cuanto al costo con los productos desinfectantes 2 y 3. Sin embargo, el porcentaje de diferencia en precio es bajo, en comparación con los beneficios que éste aporta.

6.2COMPARACIÓN DE VENTAS DEL PRODUCTO ORIGINAL CON RESPECTO AL MODIFICADO

A continuación, en la Tabla 43, se muestran las ventas que se ha realizado la empresa C.I. LIANSA S.A.S. durante el año 2019, del producto Desinfect & Clean original:

Tabla 43. Historial de ventas del producto “D&C” primer semestre del año 2019.

Nit	Cliente	Fecha venta	Galones	Costo de producción
890.907.824-5	MAYORCA INVERSIONES S.A.	11/01/19	10	\$237.662,80
890.907.824-5	MAYORCA INVERSIONES S.A.	15/02/19	10	\$237.662,80
890.907.824-5	MAYORCA INVERSIONES S.A.	15/03/19	10	\$237.662,80
890.907.824-5	MAYORCA INVERSIONES S.A.	15/04/19	10	\$237.662,80
890.907.824-5	MAYORCA INVERSIONES S.A.	15/05/19	10	\$237.662,80
890.907.824-5	MAYORCA INVERSIONES S.A.	4/06/19	10	\$237.662,80

Fuente: elaboración propia

Al sumar lo que le cuesta a la empresa C.I. LIANSA S.A.S. la producción de 10 galones del producto “D & C” mensualmente, se obtiene un valor de \$1'425.976,82, para los primeros seis meses del año 2019.

Si se realizara el análisis de venta de la misma cantidad de galones durante el resto del año 2019, se obtiene los datos ilustrados en la siguiente tabla:

Tabla 44. Proyección de ventas del producto “D&C” segundo semestre del año 2019.

Nit	Cliente	Galones	Precio
890.907.824-5	MAYORCA INVERSIONES S.A.	10	\$183.596,93
890.907.824-5	MAYORCA INVERSIONES S.A.	10	\$183.596,93
890.907.824-5	MAYORCA INVERSIONES S.A.	10	\$183.596,93
890.907.824-5	MAYORCA INVERSIONES S.A.	10	\$183.596,93

Tabla 44. (Continuación)

Nit	Cliente	Galones	Precio
890.907.824-5	MAYORCA INVERSIONES S.A.	10	\$183.596,93
890.907.824-5	MAYORCA INVERSIONES S.A.	10	\$183.596,93

Fuente: elaboración propia

Al sumar lo que le costaría a la empresa C.I. LIANSA S.A.S. la producción de 10 galones del producto “D & C” modificado, durante el segundo semestre del año 2019, se obtiene un valor de \$1'101.581,56. Lo que quiere decir que la reducción del costo de producción, generaría un ahorro en la fabricación del producto modificado de \$324.395,26, respecto al original. Por lo tanto, se puede concluir que el producto modificado sí presentó una reducción, permitiendo que éste, compita con los productos desinfectantes ya existentes en el mercado, cumpliendo así, a cabalidad con el objetivo general de este proyecto.

7. CONCLUSIONES

- Mediante la determinación de las propiedades fisicoquímicas, organolépticas y de desempeño visual del producto “D&C” original y de los desinfectantes 4 y 5, se corrobora que el comportamiento del producto “D&C” original coincide, respecto a los desinfectantes que ya se encuentran en el mercado, los cuales no están fabricados a base de Hipoclorito de Sodio.
- La determinación del espectro infrarrojo de cada materia prima utilizada en la fabricación del producto “D&C”, permitió corroborar su pureza. Además, se verificó que cada reactivo, estuviera compuesto por los grupos funcionales correspondientes a la estructura química de cada uno. Todos los reactivos analizados, se encontraron en su adecuado estado de pureza, por lo que, no afectó negativamente en el proceso de fabricación del producto “D&C” original.
- El análisis de la función que cada materia prima cumple dentro de la fórmula del producto “D&C” original; y la determinación del costo que cada reactivo aporta al precio inicial del producto; permitieron eliminar tres compuestos de la fórmula original (glicerina, esencia de limón británica y Alcohol N-propílico). Además, sustituir dos (emulsificante y colorante). Se sustituyó el colorante basados en el criterio costo y posteriormente, se sustituyó el emulsificante. Para llevar a cabo la elección del nuevo emulsificante, se utilizó el método de matriz Pugh.
- El proceso de fabricación se redujo de seis fases a cinco, lo cual permitió reducir el tiempo de fabricación de 1 litro de solución de 45 minutos a 30 minutos.
- Según el desarrollo experimental, se comprobó que, al eliminar los tres primeros compuestos de la fórmula original, el porcentaje de inhibición de microorganismos se mantuvo intacto, es decir, la eliminación del alcohol n-propílico, no tuvo efecto microbiológico.
- Según el desarrollo experimental realizado, se comprueba que no se puede eliminar ninguno de los dos agentes desinfectantes (ácido orgánico derivado de aldehídos y alcohol etílico). Es necesario tener ambos agentes desinfectantes en la fórmula, ya que solo así, a diferentes concentraciones del producto, se garantiza que el porcentaje de inhibición de microorganismos, no disminuya.
- Se comprueba que el uso del emulsificante a base de amonio cuaternario, al contener amonio cuaternario, mejora la propiedad desinfectante del producto.
- Al realizar el análisis comparativo de costos del nuevo producto con respecto al original, se obtuvo una reducción del costo del 22.75%, obteniendo un costo del producto final de \$ 4.850,12COP, lo cual permite al producto “D&C” modificado competir en el mercado.
- Al realizar la proyección de ventas de un semestre del producto “D&C”, la empresa C.I. LIANSA. S.A.S. se ahorra \$324.395,26 en la producción de 10 galones semestrales.

8. RECOMENDACIONES

- Se sugiere realizar los respectivos análisis para verificar que consecuencias conlleva el vertimiento en alcantarillado doméstico, en caso de que se mezcle con otro tipo de residuos.
- Se recomienda realizar las respectivas pruebas para la determinación de estabilidad general de productos de higiene doméstica.
- Se sugiere realizar la determinación de la vida útil del producto desinfectante, en caso de que no se conozca.
- Se recomienda verificar la funcionalidad del producto bajo condiciones de estrés, como variaciones de temperatura extremas, pruebas mecánicas y físicas.
- Para comprobar la eficacia del producto desinfectante sobre otras bacterias gram positivas y gram negativas, se sugiere, realizar las respectivas pruebas microbiológicas.
- Se sugiere someter al producto a rotulado y etiquetado, siguiendo lo establecido en la norma técnica colombiana 5465.

BIBLIOGRAFÍA

AGENCIA PARA SUSTANCIAS TOXICAS Y EL REGISTRO DE ENFERMEDADES (ATSDR). Resumen de salud pública dióxido de Cloro y Clorito. [Sitio WEB]. EE.UU. ATSDR. [15, mayo, 2018]. Disponible en: https://www.atsdr.cdc.gov/es/toxfags/es_tfacts160.pdf

ALBA TORRES, Nathalia Elvira, ARAUJO ESTRADA, Fanny Lucia. Evaluación de los desinfectantes utilizados en el proceso de limpieza y desinfección del área de fisioterapéuticos en laboratorios PRONABELL LTDA. [en línea]. Tesis. Universidad Javeriana. Bogotá D.C: 2008. [Consultado 20, octubre, 2019]. Disponible en: <https://www.javeriana.edu.co/biblos/tesis/ciencias/tesis232.pdf>

ALBALADEJO MEROÑO, Querubina. El Aceite Esencial de limón producido en España. contribución a su evaluación por organismos internacionales. [en línea]. Tesis. Universidad de Murcia, España: 1999. [Consultado 20, octubre, 2019]. Disponible en: www.tdx.cat

ALCATRAZ, Juan. Riesgos biológicos hospitalarios. [Sitio WEB]. Bogotá D.C.: Wordpress. [6, mayo, 2019]. Disponible: <https://procedimientoyprevencion.wordpress.com/2016/08/21/procedimiento-para-el-manejo-de-accidentes-cortopunzantes-con-sangre-o-fluidos-corporales-de-riesgo/>.

ALIBABA. Glicol De polietileno. [Sitio WEB]. EE. UU: Alibaba. [2, junio, 2019]. Disponible en: <https://spanish.alibaba.com/product-detail/polyethylene-glycol-peg-200-300-400-600-800-1000-1500-2000-3000-4000-6000-8000-62093071563.html?spm=a2700.8699010.normalList.5.59b26540dCypML&s=p>

ATARES HUERTA, Lorena. Determinación de la densidad de un líquido con el método del picnómetro. [Sitio WEB]. España: Universidad politécnica de Valencia. [2, agosto, 2019]. Disponible en: <https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/12655/11.%20Art%C3%ADculo%20docente.%20Determinaci%C3%B3n%20de%20la%20densidad%20de%20un%20l%C3%ADquido%20con%20el%20m%C3%A9todo%20del%20picn%C3%B3metro.pdf?sequence=1>

BAYLISS, Catherine E., WAITES, W. M., KING, N. R. Resistance and structure of spores of *Bacillus subtilis*. *Journal of applied microbiology*. [en línea]. 2008, 50 (2). 379-390. [Consultado 21, junio, 2019]. ISSN 0021-8847. Disponible en: https://www.researchgate.net/publication/229786914_Resistance_and_Structure_of_Spores_of_Bacillus_subtilis

CARDENAS, Gema Cossio. Selección de recursos web de patentes como fuente de información para los estudios de tendencias tecnológicas. *Perspectivas em gestão & conhecimento*. [en línea]. 2016, 6 (1). 204-216. [Consultado 5, agosto, 2019]. ISSN 2236-417X. Disponible en: <https://doaj.org/article/5306a4722da447fea41c0cb10783b05f>

CARDOSO, Ana Sofia, MARTINS ALMEIDA, Cristina Maria Cordeiro, TELMA COSTA DE JESUS GAFFNEY, Vanesa. *Disinfectants: Properties, Applications and Effectiveness*. 1 ed. New York: Nova Science Publishers, 2017. 1-39 p. ISBN 1634859588

CERVONE, H. Frank. Applied digital library project management using Pugh matrix analysis in complex decision making situations. Emerald group publishing limited. [en línea]. 2009,25 (4). 5 p. [Consultado 5, julio, 2019]. Disponible en: <file:///C:/Users/Lenovo/Downloads/Cervone,%202009.%20Applied%20digital%20library%20project%20management%20Using%20Pugh%20matrix%20analysis%20in%20complex%20decision-making%20situations.pdf>

CHAPLIN, C. E. Observations on quaternary ammonium disinfectants. Canadian journal of botany. [en línea]. 1951, 29 (4). 373-382. [Consultado 5, Agosto, 2019]. ISSN 1335-1347. Disponible en: <https://www.nrcresearchpress.com/doi/abs/10.1139/b51-036#.XUon6fJKiIU>

CHEMICAL SAFETY FACTS. Cloruro de sodio. [Sitio WEB].EE.UU: Chemical safety facts. [20, mayo, 2019]. Disponible en: <https://www.chemicalsafetyfacts.org/es/cloruro-de-sodio/>

CUERVO LOZADA, Jeanny Paola. Aislamiento y caracterización de Bacillus spp como fijadores biológicos de nitrógeno y solubilizadores de fosfatos en dos muestras de biofertilizantes comerciales. [en línea]. Tesis. Universidad Javeriana, Bogotá. D.C.: 2010. [Consultado 21, junio, 2019]. Disponible en: <http://hdl.handle.net/10554/8434>

DARMOOUTH, College. Electron Microscope Facility. [Sitio WEB]. EE.UU: Louisa Howard. [18, junio, 2019]. Disponible en: <https://www.dartmouth.edu/~emlab/>.

DENVER RUSSELL, A., MCDONNELL, Gerald. Antiseptics and Disinfectants: Activity, Action, and Resistance. Clinical Microbiology Reviews. [en línea]. 1999,12 (1). 147–179. [Consultado 5, octubre, 2018]. ISSN 88911. Disponible en: www.ncbi.nlm.nih.gov

DIOMEDI, Alexis, 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, 34 (2). 156-174. [Consultado 19, octubre, 2018]. ISSN 0716-1018. Disponible en: https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0716-10182017000200010

DISTRIBUCIONES Y ESPECIALIDADES QUÍMICAS LTDA. Alcohol N-Propanol. [Sitio WEB]. Colombia: Dyeq. [11, febrero, 2019]. Disponible en: <file:///C:/Users/lenovo/Downloads/Alcohol%20N-Propanol.pdf>

_____. Alcohol N-Propanol. [Sitio WEB]. Colombia: Dyeq. [5, junio, 2019]. Disponible en: <file:///C:/Users/lenovo/Downloads/Alcohol%20N-Propanol.pdf>

ECOCOSAS. Aceite esencial de limón, todos sus beneficios, propiedades y contraindicaciones. [Sitio WEB]. Colombia: Saluda natural. [23, abril, 2019]. Disponible en: <https://ecocosas.com/salud-natural/aceite-esencial-de-limon/?cn-reloaded=1&cn-reloaded=1>

ELLO ATACADÃO DE PRODUTOS LTDA. Desinfetante becke rversatil bactericida floral 5L. [Sitio WEB]. Brasil: grupo ello. [11, febrero, 2019]. Disponible en: <https://www.grupoello.com/quimicos/desinfetantes/desinfetante-becker-versatil-bactericida-floral-5l>

_____. Desinfectantes. [Sitio WEB]. Brasil: grupo ello. [11, febrero, 2019]. Disponible en: https://www.grupoello.com/produtos?path=118_124

ENCYCOPEDIA. Colores codificados. [Sitio WEB]. Colombia: Encycolorpedia. [13, julio, 2019]. Disponible en: <https://encycolorpedia.es/5564eb>

EUROPEAN AGENCY FOR SAFETY AND HEALTH AT WORK, (EU-OSHA). Risk Assessment for biological agents. EU-OSHA. [en línea]. 2018, Vol 1(1). 1-14. [Consultado 15, octubre, 2018]. Disponible en: http://www.osha.mdsz.gov.si/resources/files/pdf/53_risk-assessment-biological-agents.pdf

FARMACIA SAN JORGE. Ácido esteárico 500g. [Sitio WEB]. Colombia: farmacia san Jorge. [2, junio, 2019]. Disponible en: <https://www.drogueriasanjorge.com/producto/acido-estearico-500g/>

FERAR QUÍMICA. Ficha técnica: Alcohol cetoestearílico. [Sitio WEB]. Colombia: Ferar química. [5, mayo, 2019]. Disponible en: <http://www.ferarquimica.com/espanol/032/ficha.pdf>

FONT, Elisabet. Antisépticos y Desinfectantes. Offarm. [en línea]. 2001. 1-6 p. [Consultado 10, marzo, 2019]. Disponible en: www.elsevier.es

FUNDACIÓN VASCA PARA LA SEGURIDAD AGROALIMENTARIA. Limpieza y Desinfección. [Sitio WEB]. Bogotá D.C.: Brasil. [5, junio, 2019]. Disponible en: http://www.elika.net/datos/formacion_documentos/Archivo17/14.Limpieza%20y%20de%20sinfecci%C3%B3n.pdf

GARCIA, Borja. Luz ultravioleta para acabar con las bacterias de los hospitales. [Sitio WEB]. Bogotá D.C.: Blogthinkbig.com. [5, mayo, 2019]. Disponible en: <https://blogthinkbig.com/luz-ultravioleta-hospitales>

GARZON, Luis Eduardo, et al. Guías para la prevención, control y vigilancia epidemiológica de infecciones infra hospitalarias. [Sitio WEB]. Bogotá D.C.: Esfera editores Ltda. [23, abril, 2019]. Disponible en: <http://saludcapital.gov.co/sitios/VigilanciaSaludPublica/Todo%20IIH/007%20Desinfectantes.pdf>

GEOFIS. Determinación de índices de refracción. [Sitio WEB]. Colombia: Geofis. [15, mayo, 2019]. Disponible en: <https://webs.ucm.es/info/Geofis/practicas/prac22.pdf>

GOBIERNO DE CHILE. Guía de limpieza y desinfección en el hogar. [Sitio WEB]. Chile: Ministerio de salud. [23, abril, 2019]. Disponible en: <https://www.emis.com/php/search/doc?pc=AR&dcid=622512917&primo=1>

GOMES, Tania A., et al. Diarrheagenic Escherichia coli. BRAZILIAN JOURNAL OF MICROBIOLOGY. [en línea]. 2016, 47 (1). 3-30. [Consultado 20, jun, 2019]. ISSN 1517-8382. Disponible en: www.sciencedirect.com

GRAN VELADA. Alcohol cetosteárico. [Sitio WEB]. España: gran velada. [2, junio, 2019]. Disponible en: <https://www.granvelada.com/es/productos-quimicos/1680-alcohol-cetosteárico.html>

_____. Gliceril Monoestearato emulsionante. [Sitio WEB]. España: Gran velada. [2, junio, 2019]. Disponible en: <https://www.granvelada.com/es/donde-comprar-colorantes-pigmentos-naturales-al-agua/1682-glicerilo-monoestearato-autoemulsion.html>

GRUPO POCHTECA. D-Limoneno. [Sitio WEB]. Colombia: grupo Pochteca. [20, octubre, 2019]. Disponible en: <https://www.pochteca.com.mx/limoneno/>

GRUPO SELECTA. Viscosímetros, regulación y control, Aparatos diversos, Filtros. [Sitio WEB]. España: Comecta. [5, junio, 2019]. Disponible en: http://www.grupo-selecta.com/pdfs/es/cats/catpdf_es_26.pdf

GTM. Ficha técnica glicerina. [Sitio WEB]. Latinoamérica: GTM. [5, junio, 2019]. Disponible en: <http://www.gtm.net/images/industrial/g/GLICERINA.pdf>

HERNANDEZ NAVARRETE, Maria Jesus, et al. Principles of antiseptics, disinfection and sterilization. Science Direct. [en línea]. 2014 Vol. 32 (10). 681-688. [Consultado 5, octubre, 2018]. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0213005X14001839>

HOSPITAL SAN PEDRO. Riesgos Biológicos (Accidentes Biológicos). [Sitio WEB]. Logroño (La Rioja): Dirección general de recursos humanos. [5, junio, 2019]. Disponible en: <https://www.riojasalud.es/profesionales/prevencion-de-riesgos/1104-riesgos-biologicos-accidentes-biologicos>

HOYOS SERRANO, Maddelaine, GUTIÉRREZ CHOQUE, Lenny. Revista boliviana Scielo. [en línea]. Esterilización, desinfección, antisépticos y desinfectantes. 2014, Vol. 49 (2). 11-21. [Consultado 5, octubre, 2018]. Disponible en: http://www.revistasbolivianas.org.bo/scielo.php?pid=S2304-37682014001000010&script=sci_arttext&lng=es

INDUSTRIA QUÍMICAS DE OXIDO DE ETILENO-IQOXE. Ficha técnica: Polietilenglicol 600. [Sitio WEB]. Colombia: Iqoxe. [5, mayo, 2019]. Disponible en: <https://www.iqoxe.com/images/PDFs/ES/FICHA POLIETILENGLICOL 600.pdf>

INSTITUTO COLOMBIANO DE NORMAS TÉCNICAS Y CERTIFICACIÓN. Compendio de normas para trabajos escritos. NTC-1486-6166. Bogotá D.C.: El instituto, 2018. ISBN 9789588585673 153p.

_____. Antisépticos y desinfectantes químicos. Actividad esporidica básica. Método de ensayo y requisitos. NTC 5962: 2012. Colombia: ICONTEC, 2012. 44 p.

_____. Guía de pruebas de estabilidad, cosméticos y productos de higiene doméstica. GTC 215: 2017. Colombia: Icontec. 2011. 14 p.

INSTRUMENTALIA. Refractómetro. [Sitio WEB]. Colombia: instrumentalia. [5, junio, 2019]. Disponible en: http://www.instrumentalia.com.ar/main.php?pag=productos_in_lab&id=7967&pagina_menu=

IVAMI. BacillusSubtilis. [Sitio WEB]. Colombia: Instituto colombiano de microbiología. [5, junio, 2019]. Disponible en: <https://www.ivami.com/es/microbiologia-de-alimentos/642-bacillus-subtilis-investigacion-y-recuento>

JUMBO. Aseo del hogar. [Sitio WEB]. Colombia: tiendas jumbo. [11, febrero, 2019]. Disponible en: <https://www.tiendasjumbo.co/clorox-regular-x-1000ml/p>

_____. Desinfectante Cristal Limpia y Perfuma Tu Hogar Citronela Pinolina x 960ml. [Sitio WEB]. Colombia: tiendas jumbo. [11, febrero, 2019]. Disponible en: <https://www.tiendasjumbo.co/desinfectante-cristal-limpia-y-perfuma-tu-hogar-citronela-pinolina-x-960ml/p?idsku=11873>

_____. Desinfectante fabuloso lavanda 5000 ml. [Sitio WEB]. Colombia: tiendas jumbo. [11, febrero, 2019]. Disponible en: <https://www.tiendasjumbo.co/desinfectante-fabuloso-lavanda-5000-ml/p?idsku=41509>

_____. Desinfectante Líquido Para Pisos Espadol Detol Original. [Sitio WEB]. Colombia: tiendas jumbo. [11, febrero, 2019]. Disponible en: <https://www.jumbo.com.ar/Sistema/buscavazia?ft=desinfectante%20pisos>

_____. Limpiador de piso brillo desinfectante lavanda Binner x 2 L. [Sitio WEB]. Colombia: tiendas jumbo. [11, febrero, 2019]. Disponible en: <https://www.tiendasjumbo.co/limpiador-de-piso-brillo-desinfectante-lavanda-binner-x-2-l/p?idsku=53006>

_____. Limpiador para pisos Excell, flotante, desinfectante, bebé. [Sitio WEB]. Colombia: tiendas jumbo. [11, febrero, 2019]. Disponible en: <https://www2.jumbo.cl/Sistema/404?ProductLinkNotFound=limpiador-para-pisos-excell-900-ml-flotante-desinfectante-bebe/>

_____. Multiusos sanpic citronela repele insectos x 1000ml. [Sitio WEB]. Colombia: tiendas jumbo. [11, febrero, 2019]. Disponible en: <https://www.tiendasjumbo.co/multiusos-sanpic-citronela-repele-insectos-x-1000ml/p?idsku=32149>

_____. Ultra desinfectantes líquidos. [Sitio WEB]. Colombia: tiendas jumbo. [11, febrero, 2019]. Disponible en: <https://www.tiendasjumbo.co/Sistema/404?ProductLinkNotFound=blanqueador-blancox-ultra-desinfectante-liquido-x-3800-ml->

KHAN ACADEMY. Propiedades disolventes del agua. [Sitio WEB]. Colombia: Khan academy [11, febrero, 2019]. Disponible en: <https://es.khanacademy.org/science/biology/water-acids-and-bases/hydrogen-bonding-in-water/a/water-as-a-solvent>

KYUNG, Taek Rim, CHEOL, Hong Lim. Biologically hazardous agents at work and efforts to protect workers' health: a review of recent reports. Elsevier. [en línea]. 2014, 5 (2). 43-52. [Consultado 15, octubre, 2018]. ISSN 25180133. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4147232/>

LA COMISIÓN DE LA COMUNIDAD ANDINA. Armonización de legislaciones en materia de productos de higiene doméstica y productos absorbentes de higiene personal. [Sitio WEB]. Bogotá D.C. Comunidad Andina. [15, Mayo 2018]. Disponible en: <http://www.saludcapital.gov.co/sitios/SectorBelleza/Galera%20de%20descargas/Normatividad/Decisiones/Decisi%C3%B3n%20706%20de%202008%20-%20CAN%20-%20Productos%20Higiene%20Domestica.pdf>

LAB BRANDS. Agitador magnético con calentamiento MS7-H550-S. [Sitio WEB]. Colombia: Lab brands. [5, junio, 2019]. Disponible en: http://www.labbrands.com/agitadores-magneticos-con-calentamiento/1131-agitador-magnetico-con-calentamiento-ms7-h550-s-lb-pro.html#data_sheet

LEGAQUIMICOS. Dehyquart. [Sitio WEB]. Colombia: Legaquímicos. [2, junio, 2019]. Disponible en: <https://legaquimicos.com/productos-quimicos-bogota-2/>

LENNTECH, B. V. Desinfectantes Hipoclorito de sodio. [Sitio WEB]. Miami: Lenntech. [17, octubre 2018]. Disponible en: <https://www.lenntech.es/procesos/desinfeccion/quimica/desinfectantes-hipoclorito-de-sodio.htm>

LOZANO RIVAS, William Antonio, LOZANO BRAVO, Guillermo. Potabilización del agua. República de Colombia: Universidad piloto de Colombia, 2015. 284 p. ISBN 9588957184.

MAQUIMEX. Ficha técnica Alcohol cetílico 95%. [Sitio WEB]. México: maquinex. [5, mayo, 2019]. Disponible en: <http://www.maquimex.com/archivos/productos/Alcoholcetilico.pdf>

MAYOREO TOTAL. Caja Clorox de 500 mL con 20 piezas- Cloro. [Sitio WEB]. Colombia: tiendas jumbo. [11, febrero, 2019]. Disponible en: <https://www.mayoreototal.mx/products/caja-clorox-500-ml-20-piezas>

MEGAPES. Pioneer™ Analytical. [Sitio WEB]. España: Megapes. [5, junio, 2019]. Disponible en: <https://megapes.net/es/balanzas-analiticas-de-precision/160138-balanza-analitica-pioneer-analytical.html>

MERCADO LIBRE. Aceite De Ricino Galón 3.5 100% Puro. [Sitio WEB]. Colombia: mercado libre. [2, junio, 2019]. Disponible en: <https://articulo.mercadolibre.com.co/MCO-463444661-aceite-de-ricino-galon-35-100-puro- JM?quantity=1>

_____. Alcohol Cetílico * 1000 Gramos 1 Kilo, Uso Externo Cosmético. [Sitio WEB]. Colombia: mercado libre. [2, junio, 2019]. Disponible en: <https://articulo.mercadolibre.com.co/MCO-487457507-alcohol-cetilico-1000-gramos-1-kilo-uso-externo-cosmetico- JM?quantity=1>

_____ . Alcohol Estearílico Libra. [Sitio WEB]. Colombia: mercado libre. [2, junio, 2019]. Disponible en: <https://articulo.mercadolibre.com.co/MCO-455794199-alcohol-estearilico-libra- JM>

_____ . Chef O Van Food Colorante Azul. [Sitio WEB]. Colombia: Mercado libre. [5, junio, 2019]. Disponible en: <https://articulo.mercadolibre.com.co/MCO-505223854-chef-o-van-food-colorante-azul-16-onza- JM?quantity=1>

_____ . Lote De 1 Tintex Marca Royal Azul Tela Colorante 6. [Sitio WEB]. Colombia: Mercado libre. [5, junio, 2019]. Disponible en: <https://articulo.mercadolibre.com.co/MCO-505015105-lote-de-1-tintex-marca-royal-azul-tela-colorante-6- JM?quantity=1>

METRO. Desinfectante Multiusos Metro Pino Botella 910 ml. [Sitio WEB]. Colombia: tiendas metro. [11, febrero, 2019]. <https://www.metro.pe/desinfectante-metro-aroma-pino-botella-1800-ml-549212/p>

_____ . Limpiador Desinfectante Aroma Bebe Virutex Botella 900 ml. [Sitio WEB]. Colombia: tiendas metro. [11, febrero, 2019]. Disponible en: <https://www.metro.pe/limpiador-desinfectante-aroma-bebe-virutex-botella-900-ml-700627001/p>

MEZA VERA, Franklin Eduardo. Desinfectantes químicos. [Sitio WEB]. Colombia: Departamento técnico. [16, octubre, 2018]. Disponible en: http://www.provinas.net/files/boletin_tecnico_002.pdf.

MINISTERIO DE AMBIENTE, VIVIENDA Y DESARROLLO TERRITORIAL. Guías para manejo seguro y gestión ambiental. República de Colombia: Concejo Colombiano de seguridad, 2003. 277-292 p.

MINISTERIO DE EDUCACIÓN NACIONAL. Por el cual se reglamentan parcialmente los Regímenes Sanitario, de Control de Calidad y de Vigilancia de los Productos de Aseo, Higiene y Limpieza de Uso Doméstico y se dictan otras disposiciones. Decreto número 1545 de 1998. Colombia: Departamento administrativo de la función pública, 1998. 13 p.

MISMUMI. Glicerina. [Sitio WEB]. Colombia: mismumi [11, febrero, 2019]. Disponible en: <https://www.mismumi.com/glicerina-que-es-formula/>

MONSALVE, Andrés. Cambios de consumo en el cuidado del hogar. [Sitio WEB]. República de Colombia: Dinero. [11, octubre, 2018]. Disponible en: <https://www.dinero.com/app-conexion-congreso/articulo/sesion-exclusiva-para-la-oposicion/263107>

MORO BURONZO, Alessandra. Les incroyables vertus du bicarbonate de soude. Brasil: jourence, 2009. 160 p. ISBN 2883537526

NATIONAL INSTITUTE OF STANDARDS AND TECHNOLOGY. D-limonene. [Sitio WEB]. EE. UU.: NIST. [13, marzo, 2019]. Disponible en: <https://webbook.nist.gov/cgi/cbook.cgi?ID=5989-27%205&Units=SI&clR=on#IR-Spec>

NATIONAL INSTITUTE OF STANDARDS AND TECHNOLOGY. Ethanol. [Sitio WEB]. EE. UU.: NIST. [13, marzo, 2019]. Disponible en: <https://webbook.nist.gov/cgi/cbook.cgi?ID=C64175&Units=SI&Type=IR-SPEC&Index=3#IR-SPEC>

_____. Formaldehído. [Sitio WEB]. EE. UU.: NIST. [13, marzo, 2019]. Disponible en: <https://webbook.nist.gov/cgi/cbook.cgi?Spec=C50000&Index=1&Type=IR&Large=on>

_____. N-propanol. [Sitio WEB]. EE. UU.: NIST. [13, marzo, 2019]. Disponible en: <https://webbook.nist.gov/cgi/cbook.cgi?Spec=C71238&Index=3&Type=IR&Large=on>

_____. Sodium bicarbonate. [Sitio WEB]. EE. UU.: NIST. [13, marzo, 2019]. Disponible en: <https://webbook.nist.gov/cgi/cbook.cgi?Spec=C50000&Index=1&Type=IR&Large=on>.

ORGANIZACIÓN MUNDIAL DE LA SALUD. E. coli. [Sitio WEB]. Sitio web mundial: OMS. [5, junio, 2019]. Disponible en: <https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/e-coli>

PEREZ, Guillermo. Espectrometría infrarroja. [Sitio WEB]. Colombia: Espectrometria.com. [15, mayo, 2019]. Disponible en: https://www.espectrometria.com/espectrometra_infrarroja

POCHTECA. Cocoamida. [Sitio WEB]. Colombia: grupo Pochteca. [11, febrero, 2019]. Disponible en: <https://www.pochteca.com.mx/productosmp/amida-de-coco/>

_____. Lauril éter. [Sitio WEB]. Colombia: grupo Pochteca. [11, febrero, 2019]. Disponible en: <https://www.pochteca.com.mx/lauril-eter-sulfato-de-sodio-less/>

PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATOLICA DE CHILE. Antisépticos y desinfectantes, tintura de yodo. [Sitio WEB]. Chile: Universidad católica. [18, octubre, 2018]. Disponible en: <http://www6.uc.cl/manejoheridas/html/antiseptico.html>

PROTOKIMICA. Ácido Acético Glacial. [Sitio WEB]. Colombia: Protokimica. [10, septiembre, 2019]. Disponible en: <https://www.protokimica.com/producto/acido-acetico-glacial/>

PUGH, S. Total Design: Integrated Methods for Successful Product Engineering. EE.UU.: Addison-wesley publishing company, 1991. p. 5. ISBN 9780201416398.

QUÍMICA ORGÁNICA. Espectroscopia de ácido acético. [Sitio WEB]. Colombia: Química org. [2, mayo, 2019] Disponible en: <https://www.quimicaorganica.org/espectroscopia-infrarroja/786-espectro-infrarrojo-de-acidos-carboxilicos.html>

QUIMINET. El D-limoneno o Terpenos de Naranja. [Sitio WEB]. México: quiminet. [23, abril, 2019]. Disponible en: <https://www.quiminet.com/articulos/el-d-limoneno-o-terpenos-de-naranja-36744.htm>

RAMOS GIRALDO, Paula Jimena, et al. Aplicación de una Metodología Estructurada para el diseño de un Sistema de Cosecha Selectiva de Café. Scientia Et Technica. [en línea]. 2015, 20 (1). 11 p. [Consultado 5, julio, 2019]. ISSN 0122-1701. Disponible en: <file:///C:/Users/Lenovo/Downloads/Ramos,%202015.%20Aplicación%20de%20una%20Me>

[todología%20Estructurada%20para%20el%20Diseño%20de%20un%20Sistema%20de%20Cosecha%20Selectiva%20de%20Café%20\(1\).pdf](#)

RAMOS MORALES, Lázaro, et al. Decisión multicriterio para la evaluación y selección de proyectos de ciencia e innovación. Scielo. [en línea]. 2014, 25 (2). 249-256. [Consultado 5, agosto, 2019]. Disponible en: <http://scielo.sld.cu/pdf/ics/v25n2/rci09214.pdf>

RAMOS, Yusibeska, ALONSO, Guillermina. Evaluación de la resistencia a agentes desinfectantes de bacterias aisladas de ambientes naturales. Revista de la sociedad venezolana de microbiología. [en línea]. 2018, 31 (2). 9. [Consultado 5, agosto, 2019]. Disponible en: https://www.researchgate.net/publication/221709955_Evaluacion_de_la_resistencia_a_agentes_desinfectantes_en_bacterias_aisladas_de_ambientes_naturales

REAL ACADEMIA ESPAÑOLA. Costo. [Sitio WEB]. Colombia: real academia de la lengua española. [2, junio, 2019]. Disponible en: <https://dle.rae.es/?id=B7MbcqN|B7QOIcz|B7RFb89>

_____. Inflamabilidad. [Sitio WEB]. Colombia: real academia de la lengua española. [2, junio, 2019]. Disponible en: <https://dle.rae.es/?id=LXHnr1W>

_____. Toxicidad. [Sitio WEB]. Colombia: real academia de la lengua española. [2, junio, 2019]. Disponible en: <https://dle.rae.es/?id=aAuV7pb>

REYES MELCHOR, Pedro Alejandro. Antisépticos, guardianes contra infecciones. [Sitio WEB]. Colombia: Multicolor. [5, mayo, 2018]. Disponible en: <https://www.saludymedicinas.com.mx/centros-de-salud/acne/temas-relacionados/antisepticos.html>

RINCÓN VALENZUELA, David A. Libertad para pensar y actuar. Revista colombiana de anestesiología. [en línea]. 2011, 39 (2). 277-278. [Consultado 2, marzo, 2019]. ISSN 0120-3347. Disponible en: www.scielo.org.co

ROMERO, Julieta. Hipoclorito de sodio como agente desinfectante. [Sitio WEB]. Bogotá D.C.: Seguridad Biológica. [5, junio, 2019]. Disponible en: <https://seguridadbiologica.blogspot.com/search/label/Desinfectantes>

ROTH. Ficha datos de seguridad Ácido esteárico 98%. [Sitio WEB]. España: Roth. [5, mayo, 2019]. Disponible en: https://www.carlroth.com/downloads/sdb/es/9/SDB_9459_MX_ES.pdf

_____. Ficha de seguridad: Aceite de ricino. [Sitio WEB]. España: roth [5, mayo, 2019]. Disponible en: https://www.carlroth.com/downloads/sdb/es/4/SDB_4702_MX_ES.pdf

_____. Ficha técnica de Monoestearato de glicerol puro. [Sitio WEB]. España: roth. [5, mayo, 2019]. Disponible en: https://www.carlroth.com/downloads/sdb/es/3/SDB_3787_ES_ES.pdf

_____. Ficha técnica: Alcohol estearílico ≥ 95 %. [Sitio WEB]. España: Roth. [5, mayo, 2019]. Disponible en: https://www.carlroth.com/downloads/sdb/es/8/SDB_8663_ES_ES.pdf

SATAMBROSIO, Eduardo. Siembra y recuento de microorganismos. [Sitio WEB]. Buenos aires: Universidad tecnológica nacional. [19, mayo, 2019]. Disponible en: https://www.frro.utn.edu.ar/repositorio/catedras/quimica/5_ano/biotecnologia/practicoll.pdf

SHIMADZU EXCELLENCE IN SCIENCE. IRTracer-100. [Sitio WEB]. Japón: Shimadzu. [5, junio, 2019]. Disponible en: https://www.shimadzu.com/an/molecular_spectro/ftir/irtracer/irtracer_6.html

SIGNIFICADOS. Significado de Viscosidad dinámica y cinemática. [Sitio WEB]. Colombia: Significados [2, agosto, 2019]. Disponible en: <https://www.significados.com/viscosidad-dinamica-y-cinematica/>

STEPAN. STEPOSOL® CITRI-MET. [Sitio WEB]. EE. UU: Stepan Company. [20, mayo, 2019]. Disponible en: http://www.innovation-plus.com.tw/essence-plus689/program_download/good/201703111637514117.pdf

TEJERA HERNÁNDEZ, Berto, ROJAS BADÍA, Marcia M. Potencialidades del género Bacillus en la promoción del crecimiento vegetal y el control de hongos fitopatógenos. CENIC. [en línea]. 2011, 42 (3). 131-138. [Consultado 22, junio, 2019]. ISSN: 0253-5688. Disponible en: www.redalyc.org

THAKKER, A., et al. 3DCAD conceptual design of the next-generation impulse turbine using the Pugh decision-matrix. Elsevier. [en línea]. 2008. 9 p. [Consultado 2, julio, 2019]. ISSN 2676-2684. Disponible en: <file:///C:/Users/Lenovo/Downloads/Thakker,%202009.%203DCAD%20conceptual%20design%20of%20the%20next-generation%20impulse%20turbine%20using%20the%20Pugh%20decision-matrix.pdf>

TRANS INSTRUMENTS FOR THE PROFESSIONALS. Professional Benchtop pH meter BP3001. [Sitio WEB]. Singapore (Asia): Trans Instruments. [5, junio, 2019]. Disponible en: <http://www.transinstruments.com/media/catalogue/IM-BP3001-r6.pdf>

UCHIKAWA GRAZIANO, Maurício, et al. Eficacia de la desinfección con alcohol al 70% (p/v) de superficies contaminadas sin limpieza previa. Latino-Am enfermagem. [en línea]. 2013, 21 (2). 4 p. [Consultado 25, agosto, 2018]. Disponible en: www.scielo.br

UNIVERSIDAD DE ALICANTE. Difracción de rayos x. [Sitio WEB]. Alicante: Universidad de alicante. [19, mayo, 2019]. Disponible en: <https://ssti.ua.es/es/instrumentacion-cientifica/unidad-de-rayos-x/difraccion-de-rayos-x.html>

_____. Espectroscopia fotoelectrónica de rayos X. [Sitio WEB]. Alicante (España): Universidad de alicante. [5, mayo, 2019]. Disponible en: <https://ssti.ua.es/es/instrumentacion-cientifica/unidad-de-rayos-x/espectroscopia-fotoelectronica-de-rayos-x.html>

_____. Espectroscopia Infrarroja. [Sitio WEB]. Alicante (España): Universidad de alicante. [5, mayo, 2019]. Disponible en: <https://ssti.ua.es/es/instrumentacion-cientifica/unidad-de-rayos-x-de-monocristal-y-espectroscopias-vibracional-y-optica/espectroscopia-infrarroja.html>

UNIVERSIDAD DE LOS ANDES. Barrido de Electrones (MEB). [Sitio WEB]. Bogotá D.C.: Universidad de los andes. [21, octubre, 2019]. Disponible en: <https://investigaciones.uniandes.edu.co/microscopio-electronico-de-barrido-meb/>

UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE CARTAGENA. Difracción de rayos X. [Sitio WEB]. Cartagena: Universidad de Cartagena. [8, mayo, 2019]. Disponible en: file:///C:/Users/Usuario/Documents/difraccion_rayosx.pdf

UNIVERSIDAD REY JUAN CARLOS. Laboratorio de técnicas espectroscópicas. [Sitio WEB]. Madrid: Universidad rey Juan Carlos. [5, mayo, 2019]. Disponible en: <http://www.labte.es/index.php/es/2013-11-03-19-54-23/analisis-termoquimico/tpd>

VELAZCO RINCÓN, Carol Lorena, CASTRO PARDO, Julián Camilo. Modelación de la calidad de agua del vertimiento en un proceso de curtido. [en línea]. Tesis. Fundación Universidad de América, Bogotá D.C.: 2017 [Consultado 17, julio, 2019]. Disponible en: <file:///C:/Users/lenovo/Downloads/matriz%20de%20seleccion.pdf>

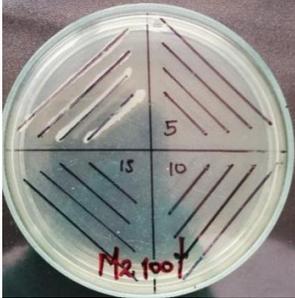
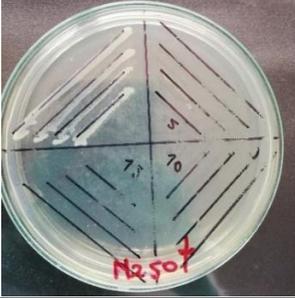
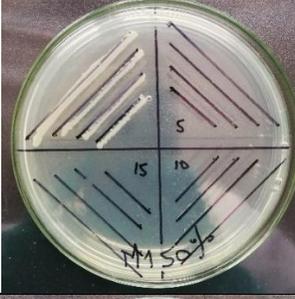
VIGNOLI, R. Temas de bacteriología y virología médica yodóforos. Montevideo: Oficina del libro FEFMUR, 2006. 619-620 p. ISBN 9974-31-194-2

ANEXOS

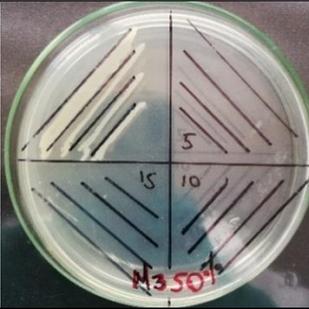
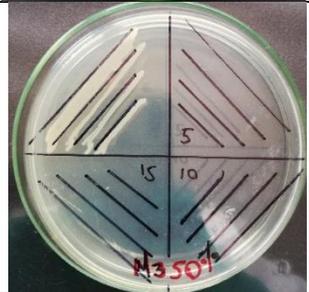
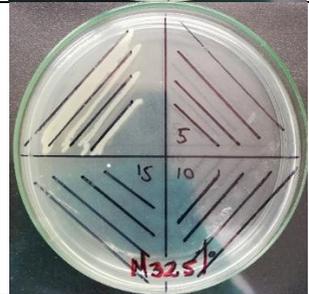
ANEXO A

ILUSTRACIONES DE LAS CAJAS DE PETRI CON CRECIMIENTO BACTERIANO.

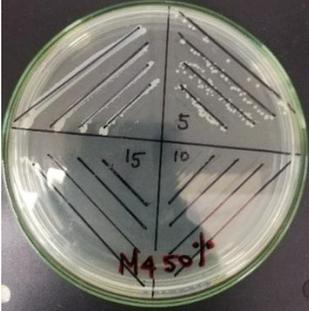
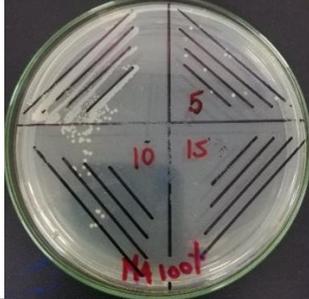
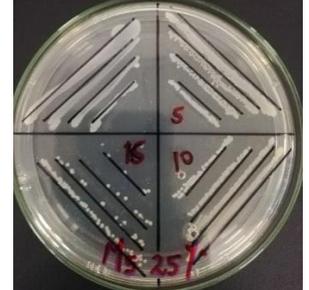
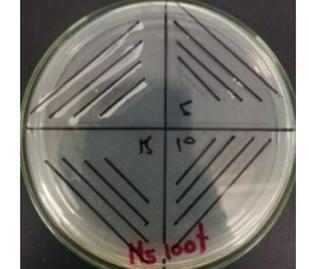
Cuadro 28. Ilustraciones de las cajas de Petri con crecimiento bacteriano *E. Coli*.

<i>Escherichia Coli</i>	
Muestra	Evidencia
Muestra 2 al 100% original	
Muestra 2 al 50% original	
Muestra 1 al 50% original.	
Muestra 1 al 100% original.	

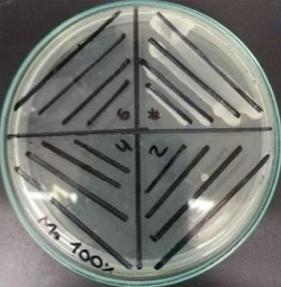
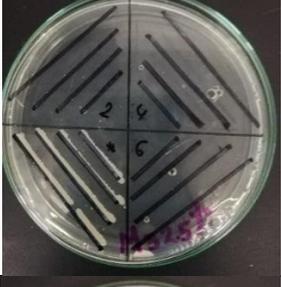
Cuadro 28. (Continuación)

Muestra	Evidencia
Muestra 3 al 50% original.	
Muestra 3 al 100% original.	
Muestra 3 al 50% original.	
Muestra 3 al 25% original.	
Muestra 4 al 25% original.	

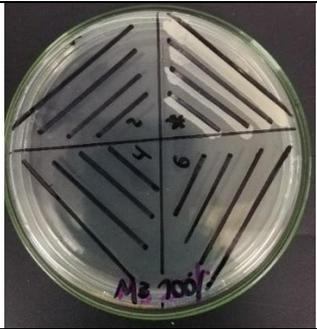
Cuadro 28. (Continuación)

Muestra	Evidencia
Muestra 4 al 50% original.	
Muestra 4 al 100% original.	
Muestra 5 al 25% original.	
Muestra 5 al 50% original	
Muestra 5 al 100% original	

Cuadro 29. Ilustraciones de las cajas de Petri con crecimiento bacteriano *B. Subtilis*.

<i>BacillusSubtilis</i>	
Muestra	Evidencia
Muestra 1 al 25% original.	
Muestra 2 al 100% original.	
Muestra 3 al 25% original.	
Muestra 3 al 25% réplica.	
Muestra 3 al 50% réplica.	

Cuadro 29. (Continuación)

Muestra	Evidencia
Muestra 3 al 100% original.	
Muestra 3 al 100% réplica.	

Fuente: elaboración propia

ANEXO B

BALANCE DE MATERIA DE LA FORMULACIÓN DEL PRODUCTO “D&C”

Tabla 45. Balance de materia de la formulación del producto “D&C”.

Descripción	Cantidad(mL)	Densidad (g/mL)	Gramos (g) Cantidad*Densidad
Agua	600	1,0000	600,0000
Alcohol etílico extra neutro	200	0,8750	175,0000
Ácido orgánico derivado de aldehídos	10	1,0490	10,4900
Cloruro de sodio	20	2,1650	20,0000
Compuesto sólido blanquecino	12	2,1730	12,0000
Lauril Éter 28%	60	1,0300	61,8000
Extracto cítrico	4	0,8460	3,3840
Steposol	10	0,8920	8,9200
Formol 37%	4	1,0900	4,3600
Cocoamida	8	0,9900	7,9200
Glicerina USP	4	1,2600	5,0400
Alcohol N- Propílico	4	0,7900	3,1600
Esencia de limón británica (Olor limón)	4	0,8400	3,3600
Color azul	2	1,7570	2,0000
Dehyquart F75	10	1,0204	10,2041
Sumatoria			927,6381

Fuente: elaboración propia

ANEXO C

FICHAS TÉCNICAS

Imagen 59. Ficha técnica del alcohol etílico extra neutro.

ALCOHOL EXTRANEUTRO		FICHA TÉCNICA	
Actualización No. 1 Fecha: 02/03/2018			
IDENTIFICACIÓN			
FÓRMULA QUÍMICA:	CH ₃ CH ₂ OH		
NOMBRE COMERCIAL:	ALCOHOL EXTRANEUTRO		
PESO MOLECULAR:	46.07 g/mol		
SINÓNIMOS:	ALCOHOL ETÍLICO EXTRA NEUTRO, ALCOHOL PURO		
DESCRIPCIÓN			
Es un líquido transparente, volátil y un olor característico fresco no residual. Es miscible con agua, esteres, alcoholes, cetonas, algunos éteres y otros solventes.			
USOS			
Se emplea en la elaboración de lociones, perfumería fina, productos cosméticos, farmacéuticos, veterinarios, productos de aseo y cuidado personal, entre otros.			
ESPECIFICACIONES TÉCNICAS			
Propiedad	Unidad	Especificación	
Título Alcoholímetro	% v/v @ 20 °C	96,1 Mínimo	
Acidez como Ác. Acético	mg/litro	10,0 Máximo	
Aldehídos como Acetaldehído	mg/litro	2,0 Máximo	
Metanol	mg/litro	50,0 Máximo	
Ésteres como Acetato de Etilo	mg/litro	10,0 Máximo	
Alcoholes superiores	mg/litro	5,0 Máximo	
Apariencia	Visual	Líquido claro y brillante	
Olor		Caracetístico	
Furfural		No detectable	
Prueba Barbet		30 minutos mínimo	
Densidad	g/cm ³	0,807 Máximo	
* En ningún caso la suma total de congéneres será superior a 35mg/litro			
** Este producto cumple con el estándar de la NTC 620			
Gestión Integral- Control Calidad- A4PQG-002 (03/2003) - Rev. 1 (03/2018) - FUENTE: PRO000256			

Fuente: C.I. LIANSA S.A.S.

Imagen 60. Ficha técnica del cloruro de sodio.

	HOJA DE SEGURIDAD	Código: GT-F-41
		Fecha: 07/07/2017
	Versión: 04	Página: 1 de 9

TÍTULO: CLORURO DE SODIO SAL REFINADA

1. IDENTIFICACIÓN DEL PRODUCTO										
<p>1.1 Identificación del Producto: Cloruro de sodio sal refinada.</p> <p>1.2 Otros medios de identificación: Cloruro de sodio alta pureza, cloruro sódico refinado, sal refinada.</p> <p>1.3 Usos recomendados y restricciones: Sustancia química para la síntesis y/o formulación de productos industriales. El principal uso de la sal purificada, refinada, yodada y fluorizada para consumo humano está en la alimentación diaria porque permite resaltar el verdadero sabor de las comidas. Las estrictas cantidades de yodo y flúor agregadas al producto contribuyen significativamente a la prevención de enfermedades como el bocio, el cretinismo, retardo mental severo y la caries dental, especialmente en los niños. En alimentos se usa en la fabricación de conservas, sopas instantáneas, procesamiento y conservación de pescado y carnes en general, procesamiento de lácteos, panadería y pastelería. En la industria química los principales usos se presentan en la fabricación de cloro líquido, soda cáustica, soda ash, sulfato, cianuro clorato de potasio, separación de glicerina en los procesos de fabricación de jabones y detergentes. En el área de las curtumbres para prevenir la descomposición bacteriana del cuero (curado de pieles). La industria textilera usa la sal refinada principalmente en la estandarización de la intensidad del tinte y fijación del color en las fibras textiles. También se usa para la vitrificación de superficies en la industria cerámica. En la ganadería se usa como portador ideal de minerales y elementos trazados en la dieta animal. En los procesos de tratamiento de aguas se usa para regenerar las resinas de intercambio iónico. También es usado como componente de lodos en la perforación utilizados para la extracción de petróleo, obtención de caucho a partir de látex, manufactura de pulpa y papel.</p> <p>1.4 Datos sobre el proveedor: PROTOKIMICA S.A.S. Carrera 52 # 6 Sur – 35 Medellín, (Antioquia) Colombia. Teléfono: (+57) 4-4448787.</p> <p>1.5 Número de teléfono para emergencias: (+57) 4-4448787.</p>										
2. IDENTIFICACIÓN DE LOS PELIGROS										
<p>2.1 Clasificación de la Sustancia o de la mezcla</p> <p>Clasificación. Según el sistema globalmente armonizado.</p> <p>Este producto no cumple los criterios para clasificarse en una clase de peligro con arreglo a la Resolución 801/2015 de la Superintendencia de Riesgos del Trabajo, dependiente del Ministerio de Trabajo, Empleo y Seguridad Social. Sin embargo, se facilitará una ficha de datos de seguridad a pedido.</p> <p>2.2 Elementos de la Etiqueta</p> <p>Pictograma de Peligro: SIN PICTOGRAMA</p> <p>Palabra de Advertencia: SIN PALABRA DE ADVERTENCIA</p> <p>2.3 Otros Peligros</p> <p>Ninguno.</p>										
3. COMPOSICIÓN – INFORMACIÓN DE LOS COMPONENTES										
<p>3.1 Sustancia</p> <table border="1" style="width: 100%; text-align: center;"> <thead> <tr> <th>Nombre</th> <th>Fórmula Química</th> <th>CAS #</th> <th>% por peso</th> <th>PM</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Cloruro de sodio</td> <td>NaCl</td> <td>7647-14-5</td> <td>99 min</td> <td>58.44 g/mol</td> </tr> </tbody> </table>	Nombre	Fórmula Química	CAS #	% por peso	PM	Cloruro de sodio	NaCl	7647-14-5	99 min	58.44 g/mol
Nombre	Fórmula Química	CAS #	% por peso	PM						
Cloruro de sodio	NaCl	7647-14-5	99 min	58.44 g/mol						

Productos Químicos al por Mayor y al Detall – Artículos para Laboratorio y Reactivos
 Implementos de Protección Personal – Fragancias y Sabores – Productos para el Aseo y Limpieza
 Dirección: Cra. 52 No 6 Sur 35 Medellín – Colombia PBX: (+57) (4) 444-8787
 E-mail: servicioalcliente@protokimica.com Web: www.protokimica.com

Fuente: C.I. LIANSA S.A.S.

Imagen 61. Ficha técnica del colorante azul.

Ficha Técnica

Producto: Colorante Artificial AZUL C11
 Versión: 12
 Copia no controlada
 Fecha Actualización: 2016-10-25



1. Información General del producto

Nombre del producto: **Colorante Artificial AZUL C11**
 Código: **C1154**
 Ingredientes: **Sacarosa, colorante artificial (Azul No.1 C.I.42090)**
 Colorante para alimentos aprobado por el Ministerio de Salud

2. Presentaciones

UNIDAD	EMPAQUE
25 gramos	Bolsa metalizada
100 gramos	Bolsa polipropileno, caja plegadiza
250 gramos	Bolsa polipropileno, caja plegadiza
500 gramos	Bolsa polipropileno, caja plegadiza
5 Kilos	Bolsa PET/AL/PEAD Dorada, caja corrugada
25 kilos	Bolsa de polietileno, caja corrugada

3. Características físico-químicas

CODIGO	PARAMETROS	ESPECIFICACIONES
PRUEBAS ORGANOLEPTICAS		
O003	Color	Azul grisáceo a Azul oscuro
O004	Color en solución	Azul claro (Solución al 0.01%)
O006	Solubilidad	Soluble en agua (Solución al 1%)
O009	Estado físico	Sólido (polvo)
PRUEBAS VARIAS		
V002	Vida útil	30 meses en las condiciones de preservación descritas.
V004	Preservación	Conservar bien tapado, en un lugar fresco, seco y protegido de la luz solar.
OBSERVACIONES		
C001	Observaciones	El tono del color en polvo puede cambiar con el tiempo debido a su higroscopicidad, pero esto no altera las propiedades al aplicarse en preparaciones líquidas.



Calidad y Confiablez, nuestro compromiso

ATENCIÓN AL CLIENTE
 Av. 4N No. 23AN - 34
 PBX: (2) 489 9393 - (2) 524 1079
 FAX: (2) 488 5472
 Cali - Valle del Cauca
serviciocliente@frutaroma.com

PRINCIPAL
 Calle 14 No. 27A - 132
 Bodega 3 Bloque 3B
 PBX: (2) 489 0441
 Yumbo - Valle del Cauca
administracion@frutaroma.com

Fuente: C.I. LIANSA S.A.S.

Imagen 62. Ficha técnica de la glicerina.

	HOJA DE SEGURIDAD	Código: GT-F-41
		Fecha: 07/07/2017
	Versión: 04	Página: 1 de 9

TÍTULO: GLICERINA USP

1. IDENTIFICACIÓN DEL PRODUCTO
<p>1.1 Identificación del Producto: Glicerina USP.</p> <p>1.2 Otros medios de identificación: Glicerol, 1,2,3 - Propanotriol, Trihidroxipropano, Alcohol Glicil.</p> <p>1.3 Usos recomendados y restricciones: Sustancia química para la síntesis y/o formulación de productos industriales. Se utiliza en resinas alquídicas, explosivos, gomas de éster, productos farmacéuticos, perfumería, plastificante para celulosa regenerada, cosméticos, productos alimenticios, acondicionamiento de tabaco, licores, disolventes, rollos para tinta de imprenta, poliols y poliuretano, agente emulsionante, sellos de goma y tintas de copia, ligantes para cementos y mezclas, revestimientos de papeles y acabados, jabones especiales, lubricante y reblandecedor, bacteriostático.</p> <p>1.4 Datos sobre el proveedor: PROTOKIMICA S.A.S. Carrera 52 # 6 Sur – 35 Medellín, (Antioquia) Colombia. Teléfono: (+57) 4-4448787.</p> <p>1.5 Número de teléfono para emergencias: (+57) 4-4448787. CIEMTO (Centro de investigación de medicamentos y Tóxicos) Teléfono: 3003038000.</p>
2. IDENTIFICACIÓN DE LOS PELIGROS
<p>2.1 Clasificación de la Sustancia o de la mezcla</p> <p>Clasificación. Según el sistema globalmente armonizado.</p> <p>Toxicidad aguda, inhalación (Categoría 4).</p> <p>2.2 Elementos de la Etiqueta</p> <p>Pictograma de Peligro</p> <div style="text-align: center;">  </div> <p>Palabra de Advertencia: ATENCIÓN.</p> <p>Indicación (es) de Peligro</p> <p>H332 - Nocivo si se inhala.</p> <p>Consejos de Prudencia</p> <p>P261 - Evitar respirar nieblas, vapores o aerosoles.</p> <p>P271 - Utilizar sólo al aire libre o en un lugar bien ventilado.</p> <p>P304 + P340 - EN CASO DE INHALACIÓN: Transportar a la persona al aire libre y mantenerla en una posición que le facilite la respiración.</p> <p>P312 - Llamar a un CENTRO DE TOXICOLOGÍA/médico si la persona se encuentra mal.</p>

Materias Primas - Productos para Aseo y Desinfección - Distribución - Implementos de Protección Personal - Fragancias Puras, Fijadores y Sabores- Accesorios y Equipos - Artículos para Laboratorio y Reactivos - Servicio de Maquila y Desarrollo de Productos
 VENTAS INSTITUCIONALES - PLANTA - OFICINA: Cra. 52 N° 6 Sur 35 PBX: (4) 444 87 87 - PUNTOS DE VENTA: CENTRO: Cra. 56B N° 49-58 OPCIÓN 3. - CRISTO REY: Cra. 52 N° 2Sur-67 OPCIÓN 4. BELÉN: Cl. 30 N° 74-24 OPCIÓN 5. - GUAYABAL: Cra. 52 N° 6 Sur 35 OPCIÓN 6.
 E-mail: protokimica@une.net.co Web: www.protokimica.com
 Medellín – Colombia

Fuente: C.I. LIANSA S.A.S.

Imagen 63. Ficha técnica del alcohol N-propílico.

	HOJA DE SEGURIDAD	Código: GT-F-41								
	Versión: 02	Fecha: 27/09/2014								
		Página: 1 de 4								
Número de Revisión: 001 Declaración de Fecha de Revisión: 30/06/2016										
TITULO: ALCOHOL N-PROPÍLICO										
1. IDENTIFICACIÓN DE LA SUSTANCIA Y DE LA EMPRESA										
Identificación de la sustancia o del preparado: Alcohol n-Propílico. Identificación de la empresa: PROTOKIMICA S.A.S. Carrera 52 # 6 Sur – 35 Medellín, (Antioquia) Colombia. Teléfono: (+57) 4-4448787. Número único de teléfono para llamadas de emergencia las 24 horas: 123 en Medellín y algunas ciudades de Colombia. Para mayor seguridad consulte y tenga disponibles los números de emergencias de su localidad.										
2. COMPOSICIÓN – INFORMACIÓN DE LOS COMPONENTES										
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="text-align: center;">Nombre</th> <th style="text-align: center;">Fórmula Química</th> <th style="text-align: center;">CAS #</th> <th style="text-align: center;">% por peso</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="text-align: center;">Alcohol N-Propílico</td> <td style="text-align: center;">C_3H_8O</td> <td style="text-align: center;">71-23-8</td> <td style="text-align: center;">99.5-100</td> </tr> </tbody> </table>			Nombre	Fórmula Química	CAS #	% por peso	Alcohol N-Propílico	C_3H_8O	71-23-8	99.5-100
Nombre	Fórmula Química	CAS #	% por peso							
Alcohol N-Propílico	C_3H_8O	71-23-8	99.5-100							
3. IDENTIFICACIÓN DE LOS PELIGROS										
Riesgos de fuego y explosión: Por ser un producto inflamable, los vapores son más densos que el aire pueden llegar a un punto de ignición, encenderse y transportar el fuego hacia el material que los originó. Los vapores pueden explotar si se encienden en un área cerrada y pueden generar mezclas explosivas e inflamables con el aire a temperatura ambiente. Los productos de descomposición son monóxido y dióxido de carbono. Inhalación: Altas concentraciones del vapor pueden causar somnolencia, tos, irritación de los ojos y el tracto respiratorio, dolor de cabeza y síntomas similares a la ingestión. Puede afectar el tracto respiratorio. Ingestión: Sensación de quemadura. Actúa al principio como estimulante seguido de depresión, dolor de cabeza, visión borrosa, somnolencia e inconsciencia. Grandes cantidades afectan el aparato gastrointestinal. Contacto con la piel: Resequedad, puede generar irritación de la piel. Contacto con los ojos: Irritación, enrojecimiento, dolor, sensación de quemadura. Efectos Crónicos: A largo plazo produce efectos narcotizantes. Afecta el sistema nervioso central, irrita la piel (dermatitis) y el tracto respiratorio superior.										
4. PRIMEROS AUXILIOS										
En todos los casos de exposición, el paciente debe recibir ayuda médica tan pronto como sea posible. Inhalación: Traslade a la víctima a un lugar ventilado. Aplicar respiración artificial si ésta es dificultosa, irregular o no hay. Proporcionar oxígeno. Contacto con ojos: Lavar inmediatamente con agua o disolución salina de manera abundante. Conseguir ayuda médica. Contacto con la piel: Eliminar la ropa contaminada y lavar la piel con agua y jabón. En caso de irritación persistente consultar a un médico. Ingestión: No inducir el vómito. Nunca administre nada por la boca a una persona inconsciente. Busque ayuda medica										
5. MEDIDAS DE LUCHA CONTRA INCENDIO										
Punto de inflamación: 15°C Temperatura de autoignición: 405°C Límites de explosión (%V/V): 2,1 – 13,5 Medios de extinción: Polvo extintor o CO ₂ . En caso de incendios más graves también es posible espuma resistente al alcohol y agua pulverizada. No usar para la extinción chorro directo de agua. Riesgos especiales: El fuego puede producir un espeso humo negro. Como consecuencia de la descomposición térmica, pueden formarse productos peligrosos: monóxido de carbono, dióxido de carbono. La exposición a los productos de combustión o descomposición es perjudicial para la salud. Explosión: Por arriba del punto de ignición mezclas con aire son explosivas dentro de límites inflamables indicados anteriormente. El contacto con oxidantes fuertes puede producir un incendio o explosión. Equipo de protección contra incendios: Según la magnitud del incendio, puede ser necesario el uso de trajes de protección contra el calor, equipo respiratorio autónomo, guantes, gafas protectoras o máscaras faciales y botas. Otras recomendaciones: Refrigerar con agua los tanques, cisternas o recipientes próximos a la fuente de calor o										
<small> Materias Primas - Productos para Aseo y Desinfección - Distribución - Implementos de Protección Personal - Fragancias Puras, Fijadores y Sabores- Accesorios y Equipos - Artículos para Laboratorio y Reactivos - Servicio de Maquila y Desarrollo de Productos VENTAS INSTITUCIONALES - PLANTA - OFICINA: Cra. 52 N° 6 Sur 35 PBX: (4) 444 87 87 - PUNTOS DE VENTA: CENTRO: Cra. 56B N° 49-58 OPCIÓN 3. - CRISTO REY: Cra. 52 N° 2Sur-67 OPCIÓN 4. BELÉN: Cl. 30 N° 74-24 OPCIÓN 5. - GUAYABAL: Cra. 52 N° 6 Sur 35 OPCIÓN 6. E-mail: protokimica@une.net.co Web: www.protokimica.com Medellín – Colombia. </small>										

Fuente: C.I. LIANSA S.A.S.

Imagen 64. Ficha técnica de la cocoamida.

	HOJA DE SEGURIDAD	Código: GT-F-41								
	Versión: 02	Fecha: 27/09/2014								
		Página: 1 de 4								
Número de Revisión: 001 Declaración de Fecha de Revisión: 21/10/2014										
TITULO: COCOAMIDA										
1. IDENTIFICACIÓN DE LA SUSTANCIA Y DE LA EMPRESA										
<p>Identificación de la sustancia o del preparado: Cocoamida. Identificación de la empresa: PROTOKIMICA S.A.S. Carrera 52 # 6 Sur – 35 Medellín, (Antioquia) Colombia. Teléfono: (+57) 4-4448787. Número único de teléfono para llamadas de emergencia las 24 horas: 123 en Medellín y algunas ciudades de Colombia. Para mayor seguridad consulte y tenga disponibles los números de emergencias de su localidad.</p>										
2. COMPOSICIÓN – INFORMACIÓN DE LOS COMPONENTES										
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="text-align: center;">Nombre</th> <th style="text-align: center;">Fórmula Química</th> <th style="text-align: center;">CAS #</th> <th style="text-align: center;">% por peso</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="text-align: center;">Cocoamida</td> <td style="text-align: center;">$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_n\text{C}(=\text{O})\text{N}(\text{CH}_2\text{CH}_2\text{OH})_2$</td> <td style="text-align: center;">68603-42-9</td> <td style="text-align: center;">88 Mín</td> </tr> </tbody> </table> <p style="text-align: center;"><i>n</i> varía dependiendo de la fuente de ácidos grasos.</p>			Nombre	Fórmula Química	CAS #	% por peso	Cocoamida	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_n\text{C}(=\text{O})\text{N}(\text{CH}_2\text{CH}_2\text{OH})_2$	68603-42-9	88 Mín
Nombre	Fórmula Química	CAS #	% por peso							
Cocoamida	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_n\text{C}(=\text{O})\text{N}(\text{CH}_2\text{CH}_2\text{OH})_2$	68603-42-9	88 Mín							
3. IDENTIFICACIÓN DE LOS PELIGROS										
<p>Inhalación: Puede generar irritación de las vías respiratoria, presentándose asma, dificultad respiratoria, y en algunos casos edema. Ingestión: La ingestión puede llegar a ser dañina, presentándose disturbios gastrointestinales, náuseas, vómito, dolor abdominal, diarrea. Contacto con los ojos: Puede causar irritación severa en los ojos. Los síntomas incluyen picazón, lagrimeo, enrojecimiento e hinchazón de los ojos. Puede dañar el tejido ocular. Contacto con la piel: Puede causar irritación severa de la piel. Los síntomas pueden incluir enrojecimiento y ardor de la piel, y otras lesiones cutáneas.</p>										
4. PRIMEROS AUXILIOS										
<p>Contacto con ojos: Lavar con abundante agua por lo menos durante 15 minutos, manteniendo los párpados levantados para garantizar la remoción del producto. En caso de usar lentes de contacto, se deben retirar inmediatamente. Si se presenta irritación persistente, entonces obtener atención médica. Contacto con piel: Lavar con abundante agua la zona afectada mientras se retira la ropa y los zapatos contaminados. En caso de presentar molestias, consultar al médico. Inhalación: Retirar a la víctima de la zona contaminada y llevarla al aire fresco. Si la respiración se detiene, suministrar respiración artificial, si esta es dificultosa, entonces dar oxígeno. Ingestión: No inducir el vómito. Suministrar abundante agua para diluir el producto. Nunca dar nada por la boca a una persona inconsciente. Obtener atención médica inmediatamente.</p>										
5. MEDIDAS DE LUCHA CONTRA INCENDIO										
<p>Temperatura de inflamación: >95°C Medios de extinción: Dióxido de carbono, espuma, agente seco. No dirigir chorro directo de agua, ya que esto puede generar espuma e incrementar la intensidad del fuego. Procedimientos especiales de extinción del incendio: El personal encargado de controlar la emergencia debe usar equipo autónomo de respiración y ropa de protección adecuada.</p>										
6. MEDIDAS A TOMAR EN CASO DE VERTIDO ACCIDENTAL										
<p>Derrames o fugas: Ventilar el área, aislar la zona y restringir el acceso a personas innecesarias y/o sin la debida protección. Detener la fuga o derrame lo antes posible sin que esto represente riesgo para el personal. Evitar que el material llegue a alcantarillas o vías agua. Métodos de limpieza: Cubrir con material absorbente no combustible, como arena, tierra, vermiculita. Recoger y depositar en recipientes adecuados para su posterior eliminación. Las superficies se tornan resbalosas, se debe tener especial cuidado en este aspecto.</p>										
7. MANIPULACIÓN Y ALMACENAMIENTO										
<p>Manipulación: Usar siempre equipo de protección personal aunque sea corta la exposición o la actividad que realice con el producto. No inhalar los vapores. Seguir unas buenas prácticas de manipulación e higiene industrial. Nunca comer, beber o fumar en áreas de trabajo. Lavarse siempre las manos, cara y brazos entre descansos y antes de comer, beber o fumar.</p>										
<p style="font-size: small;">Materias Primas - Productos para Aseo y Desinfección - Distribución - Implementos de Protección Personal - Fragancias Puras, Fijadores y Sabores- Accesorios y Equipos - Artículos para Laboratorio y Reactivos - Servicio de Maquila y Desarrollo de Productos VENTAS INSTITUCIONALES - PLANTA - OFICINA: Cra. 52 N° 6 Sur 35 PBX: (4) 444 87 87 - PUNTOS DE VENTA: CENTRO: Cra. 56B N° 49-58 OPCIÓN 3. - CRISTO REY: Cra. 52 N° 25Sur-67 OPCIÓN 4. BELÉN: Cl. 30 N° 74-24 OPCIÓN 5. - GUAYABAL: Cra. 52 N° 6 Sur 35 OPCIÓN 6. E-mail: protokimica@une.net.co Web: www.protokimica.com Medellín – Colombia.</p>										

Fuente: C.I. LIANSA S.A.S.

Imagen 65. Ficha técnica del formaldehído 37%.

	HOJA DE SEGURIDAD	Código: GT-F-41
		Fecha: 07/07/2017
	Versión: 04	Página: 1 de 15

TÍTULO: FORMALDEHÍDO 37%

1. IDENTIFICACIÓN DE LA SUSTANCIA Y DE LA EMPRESA
<p>1.1 Identificación del Producto: Formol (Solución acuosa de formaldehído).</p> <p>1.2 Otros medios de Identificación: Formalina, Oximetileno, metanal, aldehído metílico.</p> <p>1.3 Usos pertinentes identificados de la mezcla y usos desaconsejados: Desinfectante, bactericida, tuberculizada, virucida, moderado contra esporas; grabado de vidrios; curtidos. En agricultura; elaboración de lacas; gomas, plásticos, papel y tintas. En textiles se usa en la sección de aprestos para elaborar resinas.</p> <p>1.4 Identificación de la empresa: PROTOKIMICA LTDA. Carrera 52 # 6 Sur – 35 Medellín, (Antioquia) Colombia. Teléfono: (+57) 4-4448787.</p> <p>1.5 Teléfono de emergencia: (+57) 4-4448787, en caso de intoxicación comunicarse con la línea de atención CIEMTO (Centro de investigación de medicamentos y tóxicos) Teléfono: 3003038000</p>
2. IDENTIFICACIÓN DE LOS PELIGROS
<p>2.1 Clasificación de la Sustancia o de la mezcla</p> <p style="text-align: center;">Clasificación</p> <p>Reglamento No 1272 /2008/EC</p> <p>Toxicidad aguda, Categoría 3, Oral, H301 Toxicidad aguda, Categoría 3, Inhalación, H331 Toxicidad aguda, Categoría 3, Cutáneo, H311 Corrosiones cutáneas, Categoría 1B, H314 Sensibilización cutánea, Categoría 1, H317 Mutagenicidad en células germinales, Categoría 2, H341 Carcinogenicidad, Categoría 1B, H350 Toxicidad específica en determinados órganos - exposición única, Categoría 1, Ojos, H370 Toxicidad específica en determinados órganos - exposición única, Categoría 3, Sistema respiratorio, H335</p> <p>Para el texto íntegro de las Declaraciones-H mencionadas en esta sección, véase la Sección 16.</p> <p>2.2 Elementos de la Etiqueta</p> <p style="text-align: center;">Pictograma de Peligro</p> <div style="text-align: center;">  </div> <p>Palabra de advertencia: PELIGRO</p> <p>Indicación de Peligro</p> <p>Frases H</p> <p>H350 Puede provocar cáncer. H301 + H311 + H331 Tóxico en caso de ingestión, contacto con la piel o inhalación. H314 Provoca quemaduras graves en la piel y lesiones oculares graves.</p>

PRODUCTOS QUÍMICOS AL POR MAYOR Y DETAL - ARTÍCULOS PARA LABORATORIO Y REACTIVOS - IMPLEMENTOS DE PROTECCIÓN PERSONAL
 FRAGANCIAS Y SABORES - PRODUCTOS PARA EL ASEO Y LIMPIEZA - DESMINERALIZADORES DE AGUA - SERVICIO DE MAQUILA
Oficina principal: Carrera 52 No 6 Sur 35 PBX: (57-4) 444 8787 Medellín – Colombia
 E-mail: protokimica@une.net.co Web: www.protokimica.com

Fuente: C.I. LIANSA S.A.S.

Imagen 66. Ficha técnica del colorante azul ultramar.

Certificate of analysis

N° ORDEN / ORDER NUMBER 7551

PRODUCTO / PRODUCT U-200 Ultramarine Blue

LOTE PRODUCCIÓN / PRODUCTION LOT 021808135 N° C.A.S. / C.A.S. NUMBER
 LOTE ESTÁNDAR / STANDARD LOT 021334051 FECHA ANÁLISIS / ANALYSIS DATE 2/27/2018
 FECHA DE VENCIMIENTO / DUE DATE 2/27/2023

ESPECIFICACIONES SPECIFICATIONS	LOTE LOT	LIMITES LIMITS	PROCEDIMIENTO PROCEDURE
Índice colorante relativo Relative T. strength		105.00 95.00 105.00 %	
Humedad (en envasado) Moisture (when packaged)		0.95 0.00 1.00 %	ASTM D-280-81
Residuo al tamiz 45µ Sieve Residue 45µ		0.01 0.00 1.00 %	ASTM D-185-78

Observaciones

GRUPO 190 3111

Leyenda / Legend: N.A. = No aplicable / Not applicable

QUIMICA INTERKROL LTDA. www.interkrol.com

Carrera 54 No. 5A - 55 • PBX: 420 1330 • Fax: 417 0974 • Bogotá, D.C.
 e-mail: ventas@interkrol.com, ventas1@interkrol.com
ventasuro@interkrol.com

Fuente: C.I. LIANSA S.A.S.

Imagen 67. Lauril éter al 28%.

	HOJA DE SEGURIDAD	Código: GT-F-41									
	Versión: 02	Fecha: 27/09/2014									
		Página: 1 de 4									
Número de Revisión: 001 Declaración de Fecha de Revisión: 28/07/2016											
TITULO: LAURIL ÉTER SULFATO DE SODIO 28%											
1. IDENTIFICACIÓN DE LA SUSTANCIA Y DE LA EMPRESA											
Identificación de la sustancia o del preparado: Lauril Éter Sulfato de Sodio 28 % Identificación de la empresa: PROTOKIMICA S.A.S. Carrera 52 # 6 Sur – 35 Medellín, (Antioquia) Colombia. Teléfono: (+57) 4-4448787. Número único de teléfono para llamadas de emergencia las 24 horas: 123 en Medellín y algunas ciudades de Colombia. Para mayor seguridad consulte y tenga disponibles los números de emergencias de su localidad.											
2. COMPOSICIÓN – INFORMACIÓN DE LOS COMPONENTES											
<table border="1"> <thead> <tr> <th>Nombre</th> <th>Fórmula Química</th> <th>CAS #</th> <th>% Peso</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Lauril éter sulfato de sodio</td> <td>$C_{12}H_{25}O.(C_2H_4O)_2.SO_3$</td> <td>68585-34-2</td> <td>28</td> </tr> </tbody> </table>				Nombre	Fórmula Química	CAS #	% Peso	Lauril éter sulfato de sodio	$C_{12}H_{25}O.(C_2H_4O)_2.SO_3$	68585-34-2	28
Nombre	Fórmula Química	CAS #	% Peso								
Lauril éter sulfato de sodio	$C_{12}H_{25}O.(C_2H_4O)_2.SO_3$	68585-34-2	28								
3. IDENTIFICACIÓN DE LOS PELIGROS											
Ingestión: Puede causar irritación en la boca y en el tracto digestivo superior. Contacto con la piel: Puede causar irritación significativa de la piel, especialmente si la exposición es prolongada y/o repetida. Contacto con ojos: Puede causar irritación severa. Si no se lava con prontitud, ocasiona daño a los tejidos, y podría ser permanente. Inhalación: Puede causar irritación leve en vías respiratorias											
4. PRIMEROS AUXILIOS											
Inhalación: Llevar a la persona al aire fresco. Si no está respirando, provea respiración artificial. Si el respirar resulta difícil, provea oxígeno. Brinde atención médica para cualquier dificultad al respirar. Ingestión: No provocar el vómito. Lavar la boca con abundante agua. Buscar atención médica inmediatamente. Contacto con la piel: Remueva cualquier ropa contaminada. Lave la piel con agua por al menos 15 minutos. Brinde atención médica si se desarrolla o persiste irritación. Contacto con los ojos: Inmediatamente lave los ojos con abundante agua durante al menos 15 minutos, subiendo y bajando los párpados ocasionalmente para asegurar la remoción del químico. Proporcione atención médica inmediatamente.											
5. MEDIDAS DE LUCHA CONTRA INCENDIO											
Procedimientos especiales para extinción de incendios: en un gran incendio los vapores contienen dióxido de carbono, monóxido de carbono y dióxido de azufre. Usar equipos de respiración autónoma y ropa protectora para evitar el contacto con la piel y los ojos. Medios de extinción: Dióxido de carbono, polvo químico seco o espuma. Evite el uso de grandes cantidades de agua. Es necesario el uso de un equipo autónomo de respiración.											
6. MEDIDAS A TOMAR EN CASO DE VERTIDO ACCIDENTAL											
Derrames / Fugas: Evite el escurrimiento hacia las alcantarillas y zanjas que conducen a las vías navegables. Limpie los derrames inmediatamente utilizando un material absorbente incombustible, como tierra, arena o vermiculita y colóquelo en contenedores cerrados para su posterior eliminación. No use materiales combustibles como aserrín. Provea ventilación en la zona de emergencia. En caso de no lograr contener el derrame, es obligación dar aviso a las autoridades ambientales locales. Métodos de limpieza: Se debe tener precaución porque las superficies se tornan resbaladizas. Enjuagar con abundante agua, evitando que los residuos lleguen a los sistemas de desagüe.											
7. MANIPULACIÓN Y ALMACENAMIENTO											
Almacenamiento: Mantener en un recipiente cerrado herméticamente, almacene en un lugar fresco, seco y ventilado. Proteger contra daño físico. Aislar de sustancias incompatibles. Controle las fuentes de ignición. No											
<small>Materias Primas - Productos para Aseo y Desinfección - Distribución - Implementos de Protección Personal - Fragancias Puras, Fijadores y Sabores- Accesorios y Equipos - Artículos para Laboratorio y Reactivos - Servicio de Maquila y Desarrollo de Productos VENTAS INSTITUCIONALES - PLANTA - OFICINA: Cra. 52 Nº 6 Sur 35 PBX: (4) 444 87 87 - PUNTOS DE VENTA: CENTRO: Cra. 56B Nº 49-58 OPCIÓN 3. - CRISTO REY: Cra. 52 Nº 2Sur-67 OPCIÓN 4. BELÉN. Cl. 30 Nº 74-24 OPCIÓN 5. - GUAYABAL: Cra. 52 Nº 6 Sur 35 OPCIÓN 6.</small>											

Fuente: C.I. LIANSA S.A.S.

Imagen 68. Ficha técnica steposol.

 	
Product Bulletin	
<p>Other data</p> <p>Environmental Effects</p> <p>Health Effects</p> <p>Storage & Handling</p> <p>Clearances</p> <p>Additional Safety Information</p>	<p>DOT Classification Non-regulated</p> <p>This product is readily biodegradable.</p> <p>STEPOSOL MET-10U was found to be slightly toxic orally (LD₅₀ = 550 mg/kg). Undiluted product may cause severe eye and skin irritation.</p> <p><u>Bulk Storage Information:</u> 316 and 304 stainless steel tanks are recommended. Temperatures up to 54°C (130°F) can be maintained for long periods of time without degradation of the product.</p> <p>Normal safety precautions (i.e. gloves and safety goggles) should be employed when handling STEPOSOL MET-10U. Contact with eyes and prolonged contact with skin should be avoided. Wash thoroughly after handling material. Consult the MSDS for additional information on properties and handling.</p> <p><u>Standard Packaging:</u> Available in drums (390 lb, 177 kg) or bulk.</p> <p>All components of STEPOSOL MET-10U are listed in the following countries; the registration number for the active ingredient is included in parentheses: United States (1356964-77-6). It is the responsibility of the end user to review the chemical control regulations for each country.</p> <p>Per the California Air Resources Board's (CARB) Consumer Product Rule, OTC Model Rule and Federal VOC Standards, STEPOSOL MET-10U is exempt from VOC limit requirements because it is a LVP-VOC (low vapor pressure VOC). All regulations define an LVP-VOC as a compound or mixture which meets one of the following criteria: 1) The compound has a vapor pressure of less than 0.1 mm Hg at 20°C; 2) the compound has more than 12 carbon atoms, or a mixture comprised solely of compounds with more than 12 carbon atoms, and the vapor pressure is unknown or 3) the compound has a boiling point greater than 216°C.</p> <p>A Material Safety Data Sheet is available upon request.</p> <p>Nothing contained herein grants or extends a license, express or implied, in connection with patents, issued or pending, of the manufacturer or others. The information contained herein is based on the manufacturer's own study and the works of others. The manufacturer makes no warranties, expressed or implied, as to the accuracy, completeness, or adequacy of the information contained herein. The manufacturer shall not be liable (regardless of fault) to the vendee's employees, or anyone for any direct, special or consequential damages arising out of or in connection with the accuracy, completeness, adequacy or furnishing of such information.</p>
	
<p>Corporate Headquarters Northfield, Illinois 60093, U.S.A. 847-446-7500 847-501-2100 fax Website: www.stepan.com</p>	
<p>For Technical Service Call: Northfield, IL USA 800-745-7837 Longford Mills, Canada 705-326-7329 • Mexico City, Mexico +52-555-533-1697 Voreppe, France +33-476-505-100 • Bogota, Colombia +57-1-6362808 Stalybridge, United Kingdom +44-141-338-9083 Manila, Philippines +632-891-1708</p>	
<p>March 2014 Page 3 of 3</p>	
	
<p>© 2014, Stepan Company. All rights reserved.</p>	

Fuente: C.I. LIANSA S.A.S.

ANEXO D

BROCHURES DE LOS EQUIPOS UTILIZADOS DURANTE EL DESARROLLO DEL PROYECTO

Imagen 69. pH-metro BP3001 TRANS INSTRUMENTS.

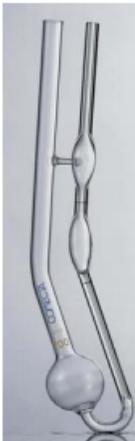
3. SPECIFICATION:			
Range	0 to 14 pH	$\pm 1999\text{mV}$	0 to 90°C
Resolution	0.01pH	0.1mV ~199.9 1mV ~1999	0.1°C
Accuracy	$\pm 0.02\text{pH}$	$\pm 0.2\text{mV}$ ~199.9 $\pm 2\text{mV}$ ~1999	$\pm 0.5^\circ\text{C}$
Calibration	5 point selectable		
Operating voltage	9 to 12VDC, min. 650mA		
Operating temperature	5 to 40°C		
Storage temperature	-20 to 60°C		
Operating humidity	Up to 95% RH		
Meter size	217 x 168 x 58mm		
Package size			
Package weight	2.1kg		

Fuente: TRANS INSTRUMENTS FOR THE PROFESSIONALS. Professional Benchtop pH meter BP3001. [Sitio WEB]. Singapore (Asia): Trans Instruments. [5, junio, 2019]. Disponible en: <http://www.transinstruments.com/media/catalogue/IM-BP3001-r6.pdf>

Imagen 70. Viscosímetro Capilar Cannon- Fenske de 400.

**VISCOSÍMETROS "CANNON-FENSKE"
TRANSPARENTES**

ASTM D445 - ASTM D446 - ISO 3104 - ISO 3105 - IP 71
Adecuado para líquidos transparentes.
Con certificado de calibración.
Constantes a 40 °C y 100 °C.
Longitud total 250 mm.
Aforos permanentes en color ámbar.



Transparentes

Código	Serie	Constante nominal	Rango de viscosidad en cSt
5600050	25	0,002	0,4 a 1,6
5600051	50	0,004	0,8 a 3,2
5600052	75	0,008	1,6 a 6,4
5600053	100	0,015	3 a 15
5600054	150	0,035	7 a 35
5600055	200	0,1	20 a 100
5600056	300	0,25	50 a 200
5600057	350	0,5	100 a 500
5600058	400	1,2	240 a 1200
5600059	450	2,5	500 a 2500
5600060	500	8	1600 a 8000
5600061	600	20	4000 a 20000

Fuente: GRUPO SELECTA. Viscosímetros, regulación y control, Aparatos diversos, Filtros. [Sitio WEB]. España: Comecta. [5, junio, 2019]. Disponible en: http://www.grupo-selecta.com/pdfs/es/cats/catpdf_es_26.pdf

Imagen 71. Balanza analítica Pioneer.

InCal™ Modelo	PX125D	PX85	PX225D	PX124	PX224	PX323	PX523
Calibración externa				PX124/E	PX224/E	PX323/E	PX523/E
Modelos aprobados*	PX125DM	PX85M	PX225DM	PX124M	PX224M	PX323M	PX523M
Intervalo de verificación* e (g)	0,001		0,001		0,01		
Clase (Modelos aprobados)**	I			II			
Alcance máximo (g)	52/120	82	82/220	120	220	320	520
Legibilidad d (g)	0,00001/0,0001	0,00001	0,00001/0,0001	0,0001		0,001	
Repetibilidad std (g)	0,00002/0,0001	0,00002	0,00002/0,0001	0,0001		0,001	
Linealidad (g)	± 0,0001		± 0,0002		± 0,002		
Tiempo de estabilización (s)	10		4		2		
Deriva de sensibilidad (PPM/K)	± 0,8		± 3				
Peso mín. típico (g) (USP, u=0,10 %, k=2)	20 mg		200 mg		2 g		
Peso mín. optimizado (g) (USP, u=0,10 %, k=2) SRP ≤ 0,41d**	9 mg		82 mg		0,82 g		
Unidades de pesaje	gramo, miligramo, mesghal, momme, Newton, onza, pennyweight, baht, quilate, grano, libra, tael de Hong Kong, tael de Singapur, tael de Taiwán, tical, tola, onza troy, personalizado (1)						
Unidades de pesaje, Modelos aprobados	g, mg, ct						
Aplicaciones de pesaje	Pesaje básico, conteo de piezas, pesaje porcentual, pesaje de animales, determinación de la densidad						
Tamaño del platillo Ø	80 mm		90 mm		120 mm		
Requisitos de potencia	Entrada de fuente de alimentación: 100 – 240V – 200mA 50 – 60Hz 12 – 18VA Salida de fuente de alimentación: 12 VDC 0,5A						
Carcasa de la base (an. x pr. x al)	209 x 321 x 309 mm						
Comunicación	RS232, USB						
Rango de temperatura de funcionamiento	10 °C to 30 °C						
Peso neto	4,5 kg						
Peso del paquete	7 kg						
Dimensiones del embalaje (an. x pr. x al)	507 x 387 x 531 mm						

*Todos los modelos aprobados son de calibración interna. **Solo modelos aprobados. ***El valor de SRP es la desviación estándar para n pesajes reiterados (n:10)

Imagen 71. (Continuación)

InCal™ Modelo	PX3202	PX5202	PX4201
Calibración externa	PX3202/E	PX5202/E	PX4201/E
Modelos aprobados*	PX3202M	PX5202M	PX4201M
Intervalo de verificación* e (g)	0,1		1
Clase (Modelos aprobados)**	II		
Alcance máximo (g)	3200	5200	4200
Legibilidad d (g)	0,01		0,1
Repetibilidad std (g)	0,01		0,1
Linealidad (g)	± 0,02		± 0,2
Tiempo de estabilización (s)	1 s		
Deriva de sensibilidad (PPM/K)	± 3		± 10
Peso mín. típico (g) (USP, u=0,10 %, k=2)	20 g		200 g
Peso mín. optimizado (g) (USP, u=0,10 %, k=2) SRP ≤ 0,41d**	8,2 g		82 g
Unidades de pesaje	gramo, miligramo, mesghal, momme, Newton, onza, pennyweight, baht, quilate, grano, libra, tael de Hong Kong, tael de Singapur, tael de Taiwán, tical, tola, onza troy, personalizado (1)		
Unidades de pesaje, Modelos aprobados	g, kg, ct		
Aplicaciones de pesaje	Pesaje básico, conteo de piezas, pesaje porcentual, pesaje de animales, determinación de la densidad		
Tamaño del platillo Ø	180 mm		
Requisitos de potencia	Entrada de fuente de alimentación: 100 – 240V – 200mA 50 – 60Hz 12 – 18VA Salida de fuente de alimentación: 12 VDC 0,5A		
Carcasa de la base (an. x pr. x al)	209 x 321 x 98 mm		
Comunicación	RS232, USB		
Rango de temperatura de funcionamiento	10 °C to 30 °C		
Peso neto	3,5 kg		
Peso del paquete	5 kg		
Dimensiones del embalaje (an. x pr. x al)	550 x 385 x 291 mm		

*Todos los modelos aprobados son de calibración interna. **Solo modelos aprobados. ***El valor de SRP es la desviación estándar para n pesajes reiterados (n≥10)

Fuente: MEGAPES. Pioneer™ Analytical. [Sitio WEB]. España: Megapes. [5, junio, 2019]. Disponible en: <https://megapes.net/es/balanzas-analiticas-de-precision/160138-balanza-analitica-pioneer-analytical.html>

Cuadro 30. Espectrofotómetro infrarrojo IRPrestige-21.

Característica	Descripción
Interferómetro	Interferómetro de Michelson (ángulo incidente de 30 °) Equipado con un sistema de alineación dinámica avanzada Interferómetro sellado con secador automático
Divisor de haz	KBr recubierto con germanio para IR medio (estándar) Csl recubierto con germanio para IR medio / lejano (opcional) CaF2 recubierto de silicona para IR cercano (opcional)
Fuente de luz	Lámpara de tungsteno de cerámica de alta energía para IR medio / lejano (estándar) para IR cercano (opcional)
Detector	Detector DLATGS con control de temperatura para IR medio / lejano (estándar) MCT (Hg – Cd – Te) con enfriamiento con nitrógeno líquido para infrarrojos medios / cercanos (opcional) InGaAs para IR cercano (opcional)
Rango de número de registro	7.800 a 350 cm ⁻¹ (estándar) 12.500 a 240 cm ⁻¹ (opcional)
Resolución	0,25, 0,5, 1, 2, 4, 8, 16 cm ⁻¹ (IR medio / lejano) 2, 4, 8, 16 cm ⁻¹ (cerca de IR)
Dimensiones	600 (W) x 665 (D) x 295 (H) mm
Peso	47 kg

Fuente: SHIMADZU EXCELLENCE IN SCIENCE. IRTracer-100. [Sitio WEB]. Japón: Shimadzu. [5, junio, 2019]. Disponible en: https://www.shimadzu.com/an/molecular_spectro/ftir/irtracer/irtracer_6.html

Cuadro 31. Equipo de índice de refracción.

Nombre del equipo: Refractómetro de mesa Abbe
Equipado con iluminación integral para su escala de unidad externa.
Ideal para medir el índice de refracción de sólidos, polvos, pastas y films plásticos.
El equipo es suministrado con un termómetro de lectura digital.
Especificaciones: <ul style="list-style-type: none">○ Doble escala: Índice de refracción (1.3000 - 1.7200) y escala de azúcar (0 - 95 % brix).○ Precisión: 0,0005 nd (índice refractivo) y 0,25 % brix.○ Ocular telescópico de 22 x, con ajuste de enfoque.○ Doble escala de lectura iluminada y externa en el frente del equipo.○ Termómetro de lectura digital (batería de 9 v). Sensor de molibdeno calibrado en fábrica. rango de 0 - 200 °c (0,1 °C de precisión).○ Dos manijas laterales de ajuste de línea y de dispersión (0-60°). Entrada de luz y tubo de conexión (baño maría) para los dos prismas.○ Alimentación eléctrica 240 v / 50 hz. tecla de apagado/encendido en la base.○ Lámpara de tungsteno de 6 v / 2,1 w.○ Incluye equipo de calibración (test de piezas de vidrio, frasco de alphabromonaphtalene y destornillador), tablas de conversión y dispersión, 2 lámparas de repuestos, 2 fusibles de repuestos, manual de instrucciones y funda protectora.○ Tamaño de la caja 24 x 36 x 40cm (anc x alt x prof).○ Peso: 7 kg.

Fuente: INSTRUMENTALIA. Refractómetro. [Sitio WEB]. Colombia: instrumentalía. [5, junio, 2019]. Disponible en: http://www.instrumentalia.com.ar/main.php?pag=productos_in_lab&id=7967&pagina_menu=

Cuadro 32. Planchas calentadoras con agitador magnético.

Ancho Plato (mm)	184
Capacidad de agitación	10 L
Frecuencia requerida (Hz)	50/60
Material del plato	Vidrio cerámico
Modelo	MS7-H550-S
Posiciones	1
Potencia calentamiento (W)	1000
Potencia de salida (W)	1.5
Profundidad Plato (mm)	184
RPM	0 - 1.500 rpm
Rango de temperatura (°C)	550
Tipo de agitación	Magnético
Voltaje requerido (V)	100-120/200-240

Fuente: LAB BRANDS. Agitador magnético con calentamiento MS7-H550-S. [Sitio WEB]. Colombia: Lab brands. [5, junio, 2019]. Disponible en: http://www.labbrands.com/agitadores-magneticos-con-calentamiento/1131-agitador-magnetico-con-calentamiento-ms7-h550-s-lb-pro.html#data_sheet

La parametrización para la optimización del tratamiento fue probada bajo condiciones sin carga: ° C, derecho ambiente de la temperatura ambiente 20 de la humedad el 50%.

Cuadro 33. Incubadora bioquímica de la alta precisión.

Modelo	Incubadora bioquímica de la alta precisión (pantalla LCD)		
	KLH-70FD (70L)	KLH-150FD (150L)	KLH-250FD (250L)
Voltaje	220V 50Hz		
Poder	390W	520W	630W
Rango de temperatura	4°C --50°C		
Temperatura/humedad del ambiente de trabajo	Temperatura 15°C ~35°C		
Humedad del ambiente de trabajo	el 20%~80%		
Exactitud del control de la temperatura	°C ±0.5		
Fluctuación de la temperatura constante	°C ±0.5		
Uniformidad de la temperatura	°C ±1.5		
Resolución de la temperatura	0.1 °C		
Tamaño interno de la cámara (milímetro)	400*350*500	480*520*600	480*600*850
Dimensión (milímetro)	530*640*1055	600*640*1160	710*650*1480
Estantes	3 PC		
contador de tiempo	1-9999minutes		

Fuente: SEV MEXICO. Incubadoras. [Sitio WEB]. [5, junio, 2019]. Disponible en: http://www.sevmexico.com/catalogos/INCUBADORAS_140312.pdf