

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR  
FACULTAD DE QUIMICA Y FARMACIA



DETERMINACION DEL PORCENTAJE DE ETANOL EN PRODUCTOS  
ANTISEPTICOS PARA MANOS DISPENSADOS EN CENTROS  
COMERCIALES DE EL SALVADOR

TRABAJO DE GRADO EN MODALIDAD DE TRABAJO DE INVESTIGACION  
PRESENTADO POR  
OSWALDO RODRIGO AVILES FLORES  
MANUEL ANTONIO CAÑAS DIAZ

PARA OPTAR AL GRADO DE  
LICENCIADO EN QUIMICA Y FARMACIA

JUNIO 2022

SAN SALVADOR, EL SALVADOR, CENTRO AMERICA

**UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR**

**RECTOR**

MAESTRO. ROGER ARMANDO ARIAS ALVARADO

**SECRETARIO GENERAL**

ING. FRANCISCO ANTONIO ALARCON SANDOVAL

**FACULTAD DE QUIMICA Y FARMACIA**

**DECANA**

LICDA. REINA MARIBEL GALDAMEZ

**SECRETARIA**

LICDA. EUGENIA SORTO LEMUS

## **DIRECCION DE PROCESOS DE GRADUACION**

### **DIRECTORA GENERAL**

MSc. Cecilia Haydeé Gallardo de Velásquez.

### **TRIBUNAL EVALUADOR**

### **ASESORES DE ÁREA EN INDUSTRIA FARMACÉUTICA, COSMÉTICA Y VETERINARIOS.**

Licda. Corina Ivette Interiano Ramírez

MSc. Enrique Posada Granados

### **DOCENTE ASESOR**

M. Sc. Oscar Raúl Avilés Flores

## **AGRADECIMIENTOS**

A Dios y a la Virgen María por darme la sabiduría y la fortaleza necesaria a lo largo de toda la carrera en la Universidad, y su inmensa gracia por permitirme culminar mis estudios.

A mis Padres Oscar y Evelyn, que han sido mi principal motor y ejemplo para seguir para nunca rendirme y alcanzar todos mis sueños, y sobre todo por su incondicional apoyo, paciencia y amor. De igual manera a mi abuelita Maya, por llevarme en sus oraciones, por cada consejo de vida brindado y su total cariño hacia mí.

A mi hermano Mario, que a pesar de la distancia siempre ha estado presente. A mi hermano Oscar que ha sido un ejemplo a seguir y a quien agradezco su apoyo a lo largo de este proceso. A mi hermano Rene por su cariño y su presencia incondicional.

A mis sobrinos Cesar, Valeria, Dominic, Andrés, y Maia, por todas sus alegrías.

También agradezco a mi demás familia, que pusieron su fe y confianza en mí para convertirme en la persona y profesional que soy ahora.

Al amor de mi vida, Esteysi, quien ha sido de las personas que mas me ha incentivado a nunca rendirme y cumplir cada meta en mi vida, por su amor, paciencia y alegría.

A todos mis amigos y amigas que desde un principio hemos creado recuerdos inolvidables y de los cuales estaré agradecido para toda la vida. Agradecerle a mi amigo y compañero Manuel, por su dedicación para hacer esto posible y sobre todo no rendirse.

**Rodrigo Avilés**

## **AGRADECIMIENTOS**

Le doy las gracias a Dios y a la Virgen María por darme la sabiduría y la fortaleza necesaria a lo largo de toda mi carrera en la Universidad, y su inmensa gracia por permitirme culminar mis estudios de manera satisfactoria.

Quiero expresar mi más grande agradecimiento a mi familia, amigos y seres queridos en general, personas que, de manera directa e indirecta me brindaron su ayuda y apoyo para poder culminar mi carrera profesional, fuente de apoyo constante en toda mi vida, por todo su amor, por no dejarme caer en momentos de desesperanza, son el motor que me impulsa a seguir luchando, sin ellos no hubiese sido posible este logro.

A los docentes de la Facultad de Química y Farmacia de la Universidad de El Salvador, por brindarme tantos conocimientos y las herramientas necesarias para desenvolverme en la vida profesional.

Les agradezco infinitamente a todas las personas que volcaron sus esfuerzos, conocimientos y empeño, que desinteresadamente me apoyaron para realizar este trabajo de graduación, en especial a:

A mi docente asesor: M. Sc. Oscar Raúl Avilés Flores por brindarnos su tiempo y conocimientos, por el empeño que puso para que este documento fuese lo más correcto y ético posible.

Al comité de trabajo de graduación: MSc. Cecilia Haydeé Gallardo de Velásquez (Coordinadora General) y, Licda. Corina Ivette Interiano Ramírez y MSc. Enrique Posada Granados (Asesores Area); gracias por guiarnos y por el tiempo que invirtieron.

**Manuel Cañas**

## DEDICATORIA

**A Dios y a la Virgen.** Pon a Dios en primer lugar y lo demás llegara por añadidura. Por darme la vida y la inteligencia para poder culminar una de mis más grandes metas.

**A mis Padres Oscar y Evelyn.** Que han sido mi principal motor y ejemplo para seguir para nunca rendirme y alcanzar todos mis sueños, y sobre todo por su incondicional apoyo, paciencia y amor. Es por ustedes que he llegado tan alto, queridos Padres. Sacrificaron mucho de sus vidas para que yo pudiera construir la mía y no saben lo eternamente agradecido que me encuentro.

**A mi abuelita Maya.** Por llevarme en sus oraciones, por cada consejo de vida brindado y su total cariño hacia mí, por ser luz en mi camino, alegría en mis días y a quien me da todo su cariño.

**A mis hermanos.** A mi hermano Mario, que a pesar de la distancia siempre ha estado presente. A mi hermano Oscar que ha sido un ejemplo a seguir y a quien agradezco su apoyo a lo largo de este proceso. A mi hermano Rene por su cariño y su presencia incondicional.

**A mi Novia.** El amor de mi vida, Esteysi, quien ha sido de las personas que más me ha incentivado a nunca rendirme y cumplir cada meta en mi vida, por su amor, paciencia y alegría. Por formar parte de mi vida, por hacerme feliz, por siempre estar conmigo y por nunca permitir que me rinda.

**A todos mis amigos y amigas.** Que desde un principio hemos creado recuerdos inolvidables. A mi amigo y compañero de Tesis Manuel, por su dedicación para hacer esto posible y sobre todo no rendirse.

**Rodrigo Avilés**

## DEDICATORIA

**A Dios y a la Virgen.** Pon a Dios en primer lugar y lo demás llegara por añadidura. Por darme la vida y la inteligencia para poder culminar una de mis más grandes metas.

**A mis Padres Angel y Ana.** Que han sido mi principal motivación y ejemplo a seguir para nunca rendirme y alcanzar todas mis metas, y sobre todo por su incondicional apoyo, paciencia y amor. Es por ustedes que he llegado tan alto, queridos Padres. Sacrificaron mucho de sus vidas para que yo pudiera construir la mía y no saben lo eternamente agradecido que me encuentro.

**A mis hermanas.** A mi hermana mayor Fátima, que a pesar de todo siempre ha estado ahí para apoyarme y ayudarme cuando lo necesite. A mi hermana menor Carmen por incentivar me y motivarme a querer ser una mejor persona.

**A mi familia en general.** Por apoyarme de tantas maneras y llevarme en sus oraciones.

**A mi Novia.** Fidelia la persona que más amo, y con quien espero pasar el resto de mis días, por estar a mi lado sin importar las circunstancias, por amarme y brindarme su luz.

**A todos mis amigos y amigas.** Con quienes desde un principio he creado recuerdos inolvidables y de los cuales estaré agradecido para toda la vida.

**A compañero de Tesis** Rodrigo por su amistad y todo el apoyo brindado durante estos años de estudio, por su toda su dedicación y esfuerzo en este trabajo.

**Manuel Cañas**

## INDICE GENERAL

<b>Contenido</b>	<b>Pág. N°</b>
<b>Resumen</b>	
<b>Capítulo I</b>	
1.0 Introducción	xvi
<b>Capítulo II</b>	18
2.0 Objetivos	
2.1 Objetivo General	
2.2 Objetivos Específicos	
<b>Capítulo III</b>	
3.0 Marco Teórico	21
3.1 Antisépticos y desinfectantes.	21
3.1.1 Antisépticos.	21
3.1.2 Desinfectantes	25
3.1.3 Diferencia entre antiséptico y desinfectante	27
3.2 Alcohol gel y su uso durante la pandemia por COVID-19	28
3.2.1 Definición	28
3.2.2 Componentes más comúnmente utilizados en la elaboración de alcohol gel.	29
3.2.3 Importancia del alcohol gel como medida de prevención ante la emergencia por COVID-19	29
3.3 Métodos de análisis del etanol	31
3.3.1 Método de la AOAC	31
3.3.2 Método por FT-IR	32



## **Capítulo IV**

4.0 Diseño Metodológico	36
4.1 Tipo de estudio:	36
4.2 Investigación Bibliográfica	36
4.3 Investigación de campo:	36
4.3.1 Universo.	36
4.3.2 Muestra	36
4.4 Parte experimental	38
4.4.1 Material y Métodos	38
4.4.1.1 Toma de muestra de antisépticos para Mano	38
4.4.1.2 Identificación de los agentes antisépticos en las Muestras	38
4.4.1.3 Determinación de la cantidad de etanol en la Muestra	38
4.4.2 Procedimiento para la toma de muestras	38
4.4.3 Elaboración de la base de datos de agentes Antisépticos	39
4.4.4 Preparación de estándares de etanol	40
4.4.5 Elaboración de la curva de calibración de etanol	40
4.4.6 Análisis de las muestras de productos antisépticos para manos	41
4.4.7 Identificación de los agentes antisépticos en las Muestras	41
4.4.8 Cuantificación del etanol en las muestras	42
4.5 Plan de análisis	42

## **Capítulo V**

5.0 Resultados y Discusión de Resultados	44
5.1 Elaboración de base de datos de espectros FT-IR	44

5.2 Elaboración de curva de calibración de etanol	46
5.3 Identificación de etanol, alcohol isopropílico y n-propanol en las muestras de productos antisépticos	49
5.4 Cuantificación y verificación del cumplimiento del porcentaje de etanol en las muestras de productos Antisépticos	51
5.5 Entrega del Informe Técnico de Resultados a la Dirección Nacional de Medicamentos (DNM)	54
<b>Capítulo VI</b>	
6.0 Conclusiones	55
<b>Capítulo VII</b>	
7.0 Recomendaciones	57
Bibliografía	
Glosario	
Anexos	

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura N°</b>		<b>Pág. N°</b>
1	Espectro IR del Etanol	23
2	Espectro IR del alcohol propílico	24
3	Espectro IR del alcohol isopropílico	25
4	Pico de frecuencia de estiramiento C – O de diferentes concentraciones estándar de etanol medido por ATR-FTIR	33
5	Concentraciones estándar vs absorbancia para etanol usando ATR-FTIR	34
6	a) frasco plástico de ½ onza no estéril, con tapadera b) hielera donde se almacenaron y transportaron las muestras c) espectrómetro FT-IR Thermo Scientific Nicolet. iS5 d) accesorio ATR iD7 de cristal de diamante	40
7	Espectro FT-IR de etanol al 99.9%	44
8	Espectro FT-IR de alcohol isopropílico al 99.8%	45
9	Espectro FT-IR de n-propanol al 99.5%	45
10	Espectro FT-IR de estándar de etanol al 5.00%	46
11	Espectro FT-IR de estándar de etanol al 69.93%	47
12	FT-IR de estándar de etanol al 84.92%	47
13	Curva de calibración de etanol	48
14	Porcentaje de error en la concentración de etanol según la curva elaborada	49
15	Identificación de muestra sin etanol, n-propanol y alcohol Isopropílico	50
16	Identificación de muestra con etanol, pero sin Alcohol isopropílico y n-propanol	50
17	Distribución de resultados según departamento	54

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla N°</b>		<b>Pág N°</b>
1	Clasificación de los principales productos antisépticos	22
2	Clasificación de los principales productos desinfectantes	26
3	Número de muestras a recolectar cada centro comercial a recolectar	37
4	Porcentaje y cumplimiento de etanol de muestras de productos antisépticos según centro comercial	52
5	Porcentaje y cumplimiento de etanol de muestras de productos antisépticos según municipio del centro comercial	53

## ÍNDICE DE ANEXOS

### Anexo N°

- 1 Hoja de recolección de datos de muestreo
- 2 Carta de respaldo del docente asesor
- 3 Certificado de calidad del estándar de etanol
- 4 Ejemplo de cálculo de para concentraciones de estándar de etanol
- 5 Porcentaje y verificación del cumplimiento de etanol en las muestras de productos antisépticos
- 6 Informe Técnico de resultados del trabajo de graduación entregado a la DNM
- 7 Carta de entrega del Informe Técnico de resultados del trabajo de graduación a la DNM

## RESUMEN

Los geles antisépticos para manos a base de etanol son productos complementarios al lavado tradicional con agua y jabón, los que tomaron auge debido a la pandemia por la COVID-19, donde el Ministerio de Salud estableció su uso como medida de bioseguridad para la población, siendo de uso obligatorio al ingreso a los diferentes lugares. Por esta razón, nace la propuesta de determinar el porcentaje de etanol en los productos antisépticos para manos dispensados en centros comerciales de El Salvador, tomando como base los límites (del 60 al 85%) establecidos por la Organización Mundial de la Salud (OMS) y el Centro de Control y Prevención de Enfermedades (CDC). Por medio de espectroscopía de infrarrojos por transformada de Fourier y la técnica de Reflectancia Total Atenuada (FTIR/ATR), se buscaba identificar etanol, alcohol isopropílico y alcohol propílico, además de cuantificar el porcentaje de etanol en las muestras donde estuviera presente. Se tomaron 435 muestras de antiséptico en 21 centros comerciales del país, de las cuales 434 contenían etanol, y en ninguna se identificó alcohol isopropílico y alcohol propílico. Solo 145 muestras (32.4%) cumplieron con el rango permitido de etanol. El menor porcentaje de etanol encontrado fue de 5.31% y el máximo de 86.70%. En conclusión, la baja cantidad de muestras cuyo porcentaje de etanol cumple con los parámetros establecidos por la OMS y el CDC, significan un elevado riesgo de contagio por COVID-19. Se recomienda que las instituciones encargadas como lo son la Dirección Nacional de Medicamentos (DNM) entre otros, velen por el cumplimiento de la calidad de este tipo de productos, realizando o supervisando análisis similares en otros establecimientos públicos o privados. La investigación se desarrolló de abril a agosto del año 2021, las muestras se analizarán dentro de la Facultad de Química y Farmacia de la Universidad de El Salvador.

**CAPÍTULO I**  
**INTRODUCCION**

## 1.0 INTRODUCCION

Los geles antisépticos para manos a base de etanol son productos complementarios al lavado tradicional con agua y jabón, ya que tienen propiedades antibacteriales, antivirales y antifúngicas. Creados en 1966, inicialmente fueron utilizados exclusivamente a nivel hospitalario, pero luego su uso se volvió más frecuente en el público en general; sobre todo posterior a la pandemia por COVID-19, donde a nivel mundial, las personas empezaron a utilizar masivamente este producto para limpiar las manos como medida de bioseguridad y evitar contagios. Por consiguiente, dentro de los protocolos de bioseguridad emitidos por las instituciones encargadas de controlar la pandemia en El Salvador, como el Ministerio de Salud (MINSAL) y Ministerio de Trabajo y Previsión Social (MTPS), recomendaron que previo al ingreso a los establecimientos, todas las personas deben portar obligatoriamente mascarilla, tomar la temperatura corporal y aplicar un producto antiséptico para las manos.

Según el Centro de Control y Prevención de Enfermedades de Estados Unidos (CDC, por sus siglas en inglés) y la Organización Mundial de la Salud (OMS), para que un antiséptico ejerza adecuadamente su acción, este debe contener una concentración del 60 al 85% ya sea de etanol, alcohol isopropílico y n-propanol o una combinación de estas sustancias en una base de gel. A mayores concentraciones son menos potentes porque las proteínas no se desnaturalizan fácilmente en ausencia de agua, mientras que soluciones de alcohol con concentración menor al 60% solo puede reducir el crecimiento de gérmenes.

Por lo tanto, en la presente investigación se seleccionarán los principales centros comerciales según su tamaño y afluencia de personas a nivel nacional (21 en total), donde se recolectará el producto antiséptico que se dispensa a los clientes en 435 locales, distribuyéndolas según criterio de los investigadores. A éstas se identificarán los agentes más comunes que contienen los productos antisépticos



para manos como el etanol, isopropanol y n-propanol. Posteriormente se determinará el porcentaje de alcohol en aquellos productos en los que se encuentre presente. La identificación de los agentes antisépticos y cuantificación de alcohol se realizó por espectroscopía infrarroja (FT-IR) equipado con un accesorio de reflectancia total atenuada (ATR) utilizando una base de datos de espectros infrarrojos (IR) y una curva de calibración adecuada. La investigación se desarrolló de abril a agosto de 2021, las muestras se analizarán dentro de la Facultad de Química y Farmacia de la Universidad de El Salvador.

**CAPÍTULO II**  
**OBJETIVOS**

## **2.0 OBJETIVOS**

### **2.1 Objetivo General:**

Determinar el porcentaje de etanol en los productos antisépticos para manos dispensados en centros comerciales de El Salvador.

### **2.2 Objetivos Específicos:**

- 2.2.1 Elaborar una base de datos de espectros infrarrojo (IR) de etanol, alcohol isopropílico y n-propanol.
- 2.2.2 Construir una curva de calibración de etanol por medio de espectroscopía infrarroja (FT-IR).
- 2.2.3 Identificar la presencia de etanol, alcohol isopropílico y n-propanol en los productos antisépticos para manos proporcionados por los establecimientos en los principales centros comerciales del país.
- 2.2.4 Cuantificar la cantidad de etanol presente en los productos antisépticos para manos dispensados en los establecimientos de los principales centros comerciales del país.
- 2.2.5 Verificar el cumplimiento del porcentaje de alcohol en los productos antisépticos a base de etanol para manos según lo recomendado por el CDC.
- 2.2.6 Elaborar un informe de resultados el cual será entregado a la Dirección Nacional de Medicamentos (DNM).

**CAPÍTULO III**  
**MARCO TEORICO**

## 3.0 MARCO TEORICO

### 3.1 Antisépticos y desinfectantes.

#### 3.1.1 Antisépticos.

Los antisépticos son biocidas o sustancias químicas que se aplican sobre los tejidos vivos, con la finalidad de destruir o inhibir el crecimiento de microorganismos patógenos. No tienen actividad selectiva ya que eliminan todo tipo de gérmenes. A altas concentraciones pueden ser tóxicos para los tejidos vivos. Son sustancias de uso estrictamente externo y deben responder a un doble criterio de eficacia e inocuidad. (1)

Su objetivo debe ser eliminar o destruir los microorganismos presentes en la piel sin alterar las estructuras. Terapéuticamente hablando, el papel de los antisépticos es el de coadyuvar con los medios naturales de defensa de la piel en el control de los microorganismos patógenos responsables de las infecciones cutáneas primitivas. Algunos antisépticos se aplican sobre la piel intacta o membranas mucosas, quemaduras, laceraciones o heridas abiertas para prevenir la sepsis al debridar o excluir los microorganismos de estas áreas. (1)

La mayoría de los antisépticos no son convenientes para aplicarlos en heridas abiertas, debido a que ellos pueden impedir la curación de las heridas por sus efectos citotóxicos directos sobre los queratinocitos y fibroblastos. El espectro de acción, tiempo de inicio de activación, tiempo de actividad, efecto residual, toxicidad, capacidad de penetración y posibles materiales que inactivan a los antisépticos pueden variar de un producto a otro. (1)

En la tabla N° 1 se detalla la clasificación de los principales productos antisépticos por su origen químico y su mecanismo de acción. Dentro de estos se encuentran los alcoholes, siendo los más usados el etanol por su bajo costo, comparado con

el alcohol isopropílico y el n-propanol, y las sales de amonio cuaternarias siendo el principal el cloruro de benzalconio.

**Tabla N° 1:** Clasificación de los principales productos antisépticos <sup>(1)</sup>

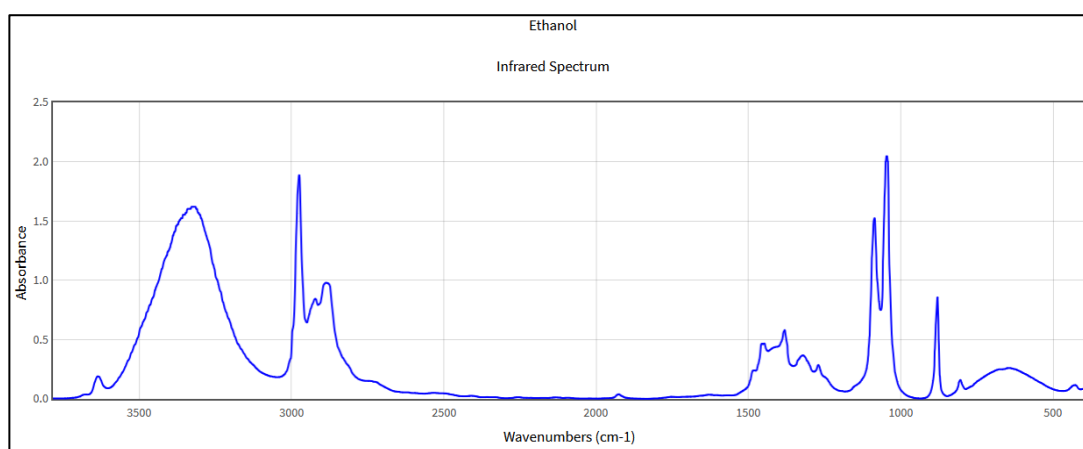
Grupo químico	Clase	Mecanismo de acción
Alcoholes	Etílico, propílico e isopropílico	Son compuestos orgánicos, usados históricamente en medicina como antisépticos de limpieza y desinfección de heridas, actúan destruyendo la membrana celular
Amonio cuaternario	Cloruro de benzalconio	Interfieren directamente en el metabolismo energético de los microorganismos.
Compuestos yodados	Yodo	Son agentes oxidantes que precipitan las proteínas bacterianas y los ácidos nucleicos, alteran las membranas celulares.
Biguanidas	Clorhexidina y alexidina	La más usada en la práctica clínica es el gluconato de clorhexidina, por sus características de solubilidad. Tienen un efecto bactericida intermedio. alteran las membranas celulares.
Oxidantes	Peróxido de hidrógeno, ácido paracético y permanganato de potasio	Son agentes antisépticos de acción breve, actúan inactivando las proteínas enzimáticas.
Ácidos	Acético y bórico	Poco eficaces debido a los problemas de toxicidad producidos por su absorción sistémica, pero que todavía pueden tenerse en consideración para usos ciertos.

### Compuestos alcohólicos

**Etanol:** El etanol es un tipo de compuesto químico, conocido popularmente como etanol, el cual, en una situación de presión y temperatura normal, se caracteriza por ser una líquido incoloro e inflamable con un punto de ebullición de 78°C. Tiene un amplio uso en diferentes industrias, por ejemplo, puede de usarse con fines culinarios (bebida alcohólica), además es utilizado en algunos medicamentos como disolvente de principios activos y excipientes, o como vehículo para algunos preparados farmacéuticos. En la industria cosmética, es usado en la elaboración de ambientadores y perfumes. A nivel hospitalario tiene un extenso uso como antisépticos en heridas o limpieza de zonas de la piel para inyección, entre otros. Por ello puede ser utilizado en geles como agente antiséptico, en la

elaboración de alcohol gel para manos en concentraciones del 60 al 85%, y que es muy recomendado por su eficacia, así mismo puede servir como desinfectante de diferentes superficies.

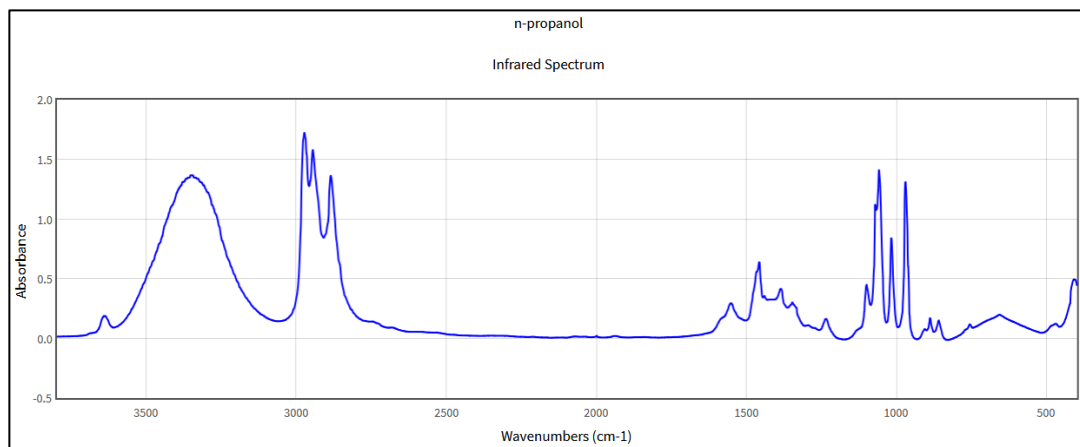
El etanol, como todos los compuestos, posee picos característicos en un espectro infrarrojo, el cual puede ser de mucha utilidad para identificarlo y cuantificarlo. En la figura N° 1 se observa el espectro FT-IR de éste.



**Figura N° 1:** Espectro IR del Etanol (2)

**Alcohol propílico o n-propanol:** Es un líquido polar incoloro, inflamable y de baja viscosidad, semi volátil con un leve olor a alcohol. El producto es miscible con todos los disolventes comunes, como agua, alcoholes, cetonas, aldehídos, éteres, glicoles e hidrocarburos aromáticos y alifáticos. Éste se usa en imprenta, en la fabricación de productos de piel y textiles, y en la fabricación de otras sustancias químicas, además la OMS lo recomienda para la fabricación de geles antisépticos a concentraciones del 60 al 80%.

El n-propanol, como todos los compuestos posee picos característicos en un espectro infrarrojo, el cual puede ser de mucha utilidad para identificarlo y cuantificarlo. En la figura N° 2 se observa el espectro FT-IR de éste.

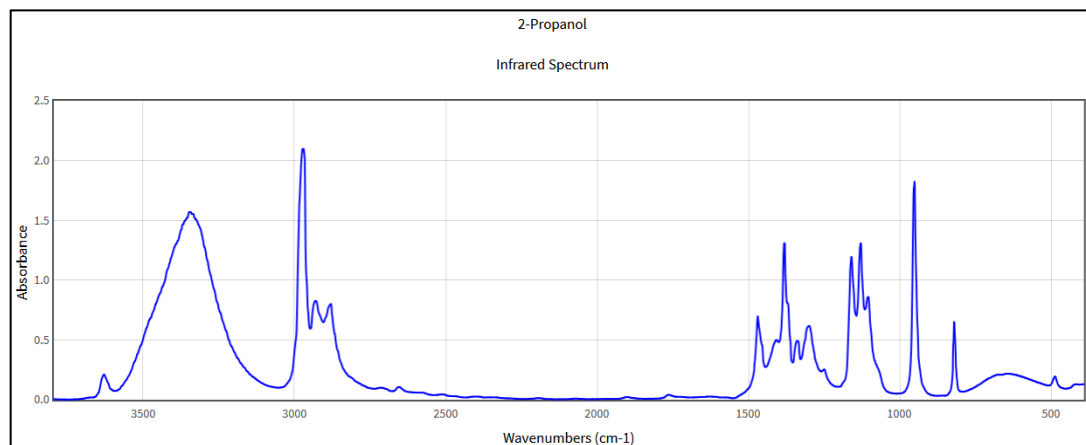


**Figura N° 2:** Espectro IR del alcohol propílico (2)

**Alcohol isopropílico:** El alcohol isopropílico es un líquido transparente e incoloro con un olor afrutado y un sabor amargo suave. El alcohol isopropílico, que se encuentra más comúnmente en el país como alcohol isopropílico, también se encuentra en numerosos productos domésticos y comerciales, incluidos limpiadores, desinfectantes, anticongelantes, cosméticos, disolventes, tintas y productos farmacéuticos.

Se utiliza en la elaboración de geles antisépticos a concentraciones del 60 al 80% según la OMS, donde alcanza la mejor eficacia para eliminar los microorganismos, virus y bacterias. Éste como todos los compuestos posee picos característicos en un espectro infrarrojo en las longitudes de onda 952, 1123, 1162, 819, 1111 y 1298 cm<sup>-1</sup>, el cual puede ser de mucha utilidad para identificarlo. En la figura N° 3 se observa el espectro FT-IR de éste.





**Figura N° 3:** Espectro IR del alcohol isopropílico (2)

**Sales de amonio cuaternario:** De los derivados del amonio cuaternario, el cloruro de benzalconio fue el primer compuesto de este tipo introducido en el mercado, con buena actividad bactericida frente a grampositivos, pero con poca actividad frente a gramnegativos, particularmente *Pseudomonas*. También presentan actividad fungicida y viricida sobre virus con envoltura, y casi nula actividad frente a micobacterias y esporas; además posee una buena actividad como detergente.

Los compuestos de amonio cuaternario son inactivos frente a las aguas duras, por lo que no deben utilizarse para desinfectar el agua de los sifones de vaciado, rica en sales. El cloruro de benzalconio como tal, se utiliza como bactericida o bacteriostático en distintas diluciones según su aplicación, además es activo en hongos y virus. En solución alcohólica al 0,13% o acuosa al 0,1% se emplea para la desinfección de piel y mucosas, pequeñas heridas y desinfección de las manos del cirujano. (3)

### 3.1.2 Desinfectantes

Estos son agentes químicos que se aplican sobre superficies o materiales inertes o inanimados, para destruir los microorganismos y prevenir las infecciones. Los desinfectantes también se pueden utilizar para desinfectar la piel y otros tejidos

antes de la cirugía. No tienen actividad selectiva. Para su elección se debe tener en cuenta los posibles patógenos a eliminar. Son tóxicos protoplasmáticos susceptibles de destruir la materia viviente, y no deben ser utilizados sobre tejidos vivos. (4)

En la tabla N° 2 se detalla la clasificación de los principales productos desinfectantes por su origen químico y su mecanismo de acción.

**Tabla N° 2:** Clasificación de los principales productos desinfectantes

Grupo químico	Clase	Mecanismo de acción
Alcoholes	Etílico, propílico e isopropílico	Son compuestos orgánicos, usados históricamente en medicina como antisépticos de limpieza y desinfección de heridas, actúan destruyendo la membrana celular.
Compuestos clorados	Hipoclorito de sodio y cloramina T	Sobre los microorganismos es poco conocido, pero se postula que actúa inhibiendo las reacciones enzimáticas y desnaturizando las proteínas.
Amonio cuaternario	Cloruro de benzalconio	Interfieren directamente en el metabolismo energético de los microorganismos.
Fenoles	Triclosán, cresol y hexaclorofeno	Desnaturalizan las proteínas a concentraciones bajas.
Iones metálicos	Mercurio, plata, cobre y zinc	Precipitan las proteínas e inhiben los grupos sulfidrilos de las células de tejidos y bacterias.
Aldehídos	Formaldehido y glutaraldehído	Se desnaturalizan proteínas y ácidos nucleicos por reducción química.

Dentro de los desinfectantes los compuestos clorados como el hipoclorito es el de los más usados por su bajo costo, pero actualmente las sales de amonio cuaternario como el cloruro de benzalconio se utiliza sobre todo en las alfombras antes de ingresar a los locales comerciales.

**Compuestos clorados:** El cloro es el desinfectante universal, activo frente a todos los microorganismos. En general, se utiliza en forma de hipoclorito sódico, con diversas concentraciones de cloro libre. Se trata de un enérgico agente oxidante, corrosivo para los metales. Como desinfectante general, se utiliza a una concentración de 1 g/L (1000 ppm) de cloro libre. En caso de salpicaduras de sangre o en presencia de materia orgánica en cantidad apreciable, se recurre a

una solución más concentrada de 10 g/L (10.000 ppm) de cloro libre. Estas diluciones se preparan a partir de la lejía comercial (de 40 g/L a 80 g/L de cloro libre).

Estas soluciones son inestables, por lo cual se han de mantener tapadas, siendo recomendable su preparación diaria. En la lejía de uso doméstico, no siempre se indica la cantidad de cloro libre que contiene. Cuando no se dispone de este dato, se ha comprobado que las soluciones de lejía doméstica al 10% son eficaces para la desinfección general. Puede liberarse cloro gaseoso de soluciones concentradas de hipoclorito, la inhalación de cloro, que es un gas irritante de las mucosas y del aparato respiratorio, puede producir hiperreactividad bronquial en individuos susceptibles, irritación nasal, dolor de garganta y tos. El contacto con la piel puede causar quemaduras dolorosas, inflamación y ampollas.

El contacto de los ojos con soluciones para blanquear de concentración moderada puede causar irritación leve y pasajera. La exposición prolongada a bajos niveles de hipoclorito puede producir irritación de la piel. Soluciones con concentraciones bajas (0.05% v/v) puede ser utilizado como antiséptico, pero con la medida de ser lavadas luego aplicarlo a las manos. <sup>(5)</sup> Las soluciones de hipoclorito sódico que contienen concentraciones de cloro libre superiores al 10% deben considerarse como corrosivas. Debe señalarse aquí que el uso extensivo en nuestro país del hipoclorito sódico (lejía) como producto doméstico, al revés de lo que ocurre en la mayoría de países de la Unión Europea, no debe hacer olvidar sus características de peligrosidad, que implican la necesidad de tener un especial cuidado en su manejo. <sup>(4)</sup>

### **3.1.3 Diferencia entre antiséptico y desinfectante**

La principal diferencia entre antisépticos y desinfectantes radica en la superficie de aplicación, ya que los antisépticos son utilizados sobre la piel u otro tejido vivo (principalmente de uso externo) sin causar sensibilidad o alteración sobre estos. Mientras, que los desinfectantes se utilizan específicamente en materiales

inertes, pero no en tejido vivo, estos, rara vez pueden ser utilizados para desinfectar la piel, solo en casos especiales como antes de una cirugía.

En general, el mecanismo de acción de los antisépticos y desinfectantes depende de tres mecanismos básicos:

- 1- Capacidad de coagular y precipitar proteínas.
- 2- Alterar las características de permeabilidad celular.
- 3- Toxicidad o envenenamiento de los sistemas enzimáticos de las bacterias, que a su vez dependen del grupo químico. (1)

Los desinfectantes actúan como desnaturalizantes o precipitantes de proteínas. Inhiben enzimas y causan muerte celular. Son más potentes, más rápidos y termoestables que los antisépticos. Algunos son más tóxicos. (1)

## **3.2 Alcohol gel y su uso durante la pandemia por COVID-19**

### **3.2.1 Definición.**

También conocido como gel antibacterial, es un fluido empleado para la desinfección de las manos. Consiste en un gel alcoholado, fluido viscoso que no se derrama tan fácilmente como el alcohol líquido, lo que facilita su colocación en las áreas a limpiar. El gel hidroalcohólico es un producto empleado para detener la propagación de gérmenes

El alcohol gel como sanitizante de manos, fue específicamente desarrollado para eliminar bacterias, sin afectar la piel y sin necesidad de utilizar agua ni toalla.

**Concentración:** La cantidad de alcohol en su composición varía entre el 60% y el 85%, siendo la cantidad más común de 70%.

**Dosificación y empleo:** Producto altamente concentrado que presenta en su composición una mezcla equilibrada de etanol junto con otros componentes lo

que confiere un gran poder de desinfección para eliminar las bacterias y microorganismos potencialmente patógenos de las manos. (6)(7)

### **3.2.2 Componentes más comúnmente utilizados en la elaboración de alcohol gel**

**Glicerina o glicerol:** Es un líquido espeso, neutro, de sabor dulce, que al enfriarse se vuelve gelatinoso al tacto y a la vista, y que tiene un punto de ebullición alto. Es usada en formulaciones cosméticas por sus propiedades humectantes y emolientes. (8)

**Carbopol:** Es un polímero del ácido acrílico, de alto peso molecular y carácter aniónico. Se emplea como agente emulsificante, viscosante, suspensor y gelificante. Como agente suspensor y viscosante, se emplea en preparaciones farmacéuticas líquidas o semisólidas, ya sean suspensiones, cremas, geles y pomadas. (8)

**Trietanolamina:** Este producto químico se utiliza como ingrediente para balancear el pH en preparaciones cosméticas, de higiene y en productos de limpieza. Entre los productos cosméticos y de higiene en el cual es usado con este fin se incluyen lociones para la piel, geles para los ojos, hidratantes, champús, espumas para afeitarse, etc. (8)

### **3.2.3 Importancia del alcohol gel como medida de prevención ante la emergencia por COVID-19**

La pandemia debida al síndrome respiratorio agudo severo Coronavirus 2 (SARS-CoV-2) ha surgido como un grave problema de salud pública mundial. Desde el inicio del brote, la importancia de higiene de manos y protección respiratoria para prevenir la propagación del virus ha sido el enfoque principal para el control de infecciones. Las organizaciones reguladoras de la salud han elaborado pautas para la formulación de desinfectantes de manos. El sanitizante para manos de mayor uso y demanda actualmente es el alcohol gel debido a sus características, mecanismo de acción (precipitación y desnaturalización de

proteínas, lesionan la membrana citoplásmica) y a que no es tan irritante ni dañino para piel.

El SARS-CoV-2 es el tercer CoV humano altamente patógeno que ha cruzado la barrera de las especies hacia los seres humanos durante los últimos 20 años. La infección por SARS-CoV-2 se asocia con la enfermedad por coronavirus 2019 (COVID-19) que se caracteriza por dificultad respiratoria severa, fiebre y tos, lo que lleva a un alto porcentaje de muertes, especialmente en ancianos o pacientes con comorbilidades. Pandemia no se refiere a la letalidad de un virus sino a su transmisibilidad y extensión geográfica. Muchos pacientes con infección confirmada por COVID-19 desarrollan fiebre y / o signos de enfermedad respiratoria como tos y dificultad para respirar, la mayoría de los pacientes son asintomáticos o solo están levemente enfermos. Los pacientes asintomáticos son capaces de propagar infecciones. El período de incubación parece oscilar entre dos días y hasta dos semanas después de la exposición. <sup>(9)(10)</sup>

Para prevenir la infección, exposición y propagación, debe lavarse las manos con agua y jabón durante al menos 20 segundos es la forma más eficaz de minimizar la exposición. Si no hay agua y jabón disponibles, use un desinfectante de manos a base de alcohol (alcohol gel) mínimo 60%. Se debe evitar tocarse los ojos, la nariz y la boca con las manos sin lavar, distanciamiento social, evitar multitudes y eventos grupales, mantenerse a 6 pies de distancia de otras personas, además de evitar el contacto cercano con personas que están enfermas. Se debe cubrir la tos o el estornudo con un pañuelo de papel, luego deseche el pañuelo en la basura contenida.

Limpiar y desinfectar los objetos y las superficies que se tocan con frecuencia. El virus se puede inactivar eficazmente de las superficies con una solución de etanol (alcohol al 62-71%), peróxido de hidrógeno (peróxido de hidrógeno al 0.5%) o hipoclorito de sodio (lejía al 0.1%) en solo un minuto. Llame a su médico si cree

que ha estado expuesto y tiene síntomas. En particular, quédese en casa si se encuentra bien o tiene síntomas mínimos. (11)

### **3.3 Métodos de análisis del etanol**

#### **3.3.1 Método de la AOAC**

AOAC INTERNATIONAL (Association of Analytical Communities) es una asociación sin ánimo de lucro reconocida a nivel mundial, que se encarga de desarrollar normas de consenso tanto químicas como microbiológicas que aporten soluciones analíticas reconocidas por la comunidad científica. De esta forma, sus normas se utilizan a nivel mundial para promover el comercio y velar por la salud y la seguridad públicas. Cuando una institución obtiene la acreditación por la AOAC para un método analítico, significa que es robusto, de calidad y aporta una confianza global en los resultados obtenidos. Hay varios métodos disponibles para la estimación de etanol y metanol en los métodos oficiales de análisis de la AOAC. Los métodos se basan en el índice de refracción (método 905.01), cromatografía de gases (GC; método 972.11), mediciones espectrofotométricas para metanol (Método 958.04) y mediciones GC (Método 984.14) para estimación de etanol.

La determinación de alcoholes mediante índices de refracción se ve afectada por minerales, sales, azúcares, etc., presentes en el agua utilizada en los procesos de fabricación; de manera similar, la estimación basada en la densidad también se ve afectada.

Detección de ionización de llama por GC (FID) y cromatografía líquida de alto rendimiento (HPLC). Los métodos se basan en técnicas de separación con mayor tiempo de análisis. La identificación por GC-FID depende del tiempo de retención, que se ve afectado por la variación de temperatura, presión y flujo de gas portador.

Determinación directa de etanol en muestras líquidas mediante Generación de fase de vapor utilizando infrarrojos por transformada de Fourier (FTIR). Los espectros se procesan mediante regresión de mínimos cuadrados parciales. El método se aplicó a la determinación de etanol en bebidas alcohólicas de alto contenido y productos cosméticos. (12)(13)

### **3.3.2 Método por FT-IR**

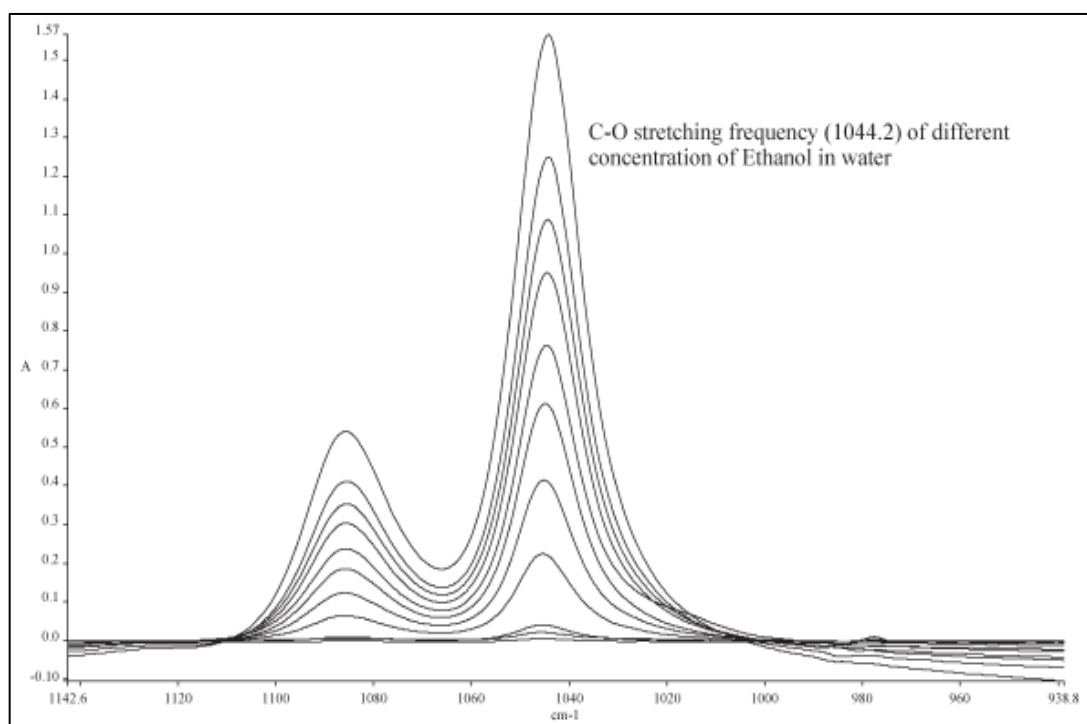
FTIR significa infrarrojo por transformada de Fourier, el método preferido de espectroscopia infrarroja. Cuando la radiación IR pasa a través de una muestra, parte de la radiación es absorbida por la muestra y otra pasa a través (se transmite). La señal resultante en el detector es un espectro que representa una "huella digital" molecular de la muestra. La utilidad de la espectroscopia infrarroja surge porque diferentes estructuras químicas (moléculas) producen diferentes huellas dactilares espectrales. Utiliza interferometría para registrar información sobre un material colocado en el haz de infrarrojos. La Transformada de Fourier da como resultado espectros que los analistas pueden utilizar para identificar o cuantificar el material. Un espectro FTIR surge de interferogramas que se "decodifican" en espectros reconocibles. Los patrones en los espectros ayudan a identificar la muestra, ya que las moléculas exhiben huellas digitales IR específicas.

Hay cuatro técnicas de muestreo principales en FTIR: Transmisión, Reflexión total atenuada (ATR), Reflexión especular, Reflectancia difusa. Cada técnica tiene fortalezas y debilidades que motivan su uso para muestras específicas. FTIR puede ser una herramienta de un solo propósito o un instrumento de investigación altamente flexible. Con el FTIR configurado para utilizar un dispositivo de muestreo específico (transmisión o ATR, por ejemplo), el espectrómetro puede proporcionar una amplia gama de información: Más comúnmente, la identificación de un desconocido, Información cuantitativa, como

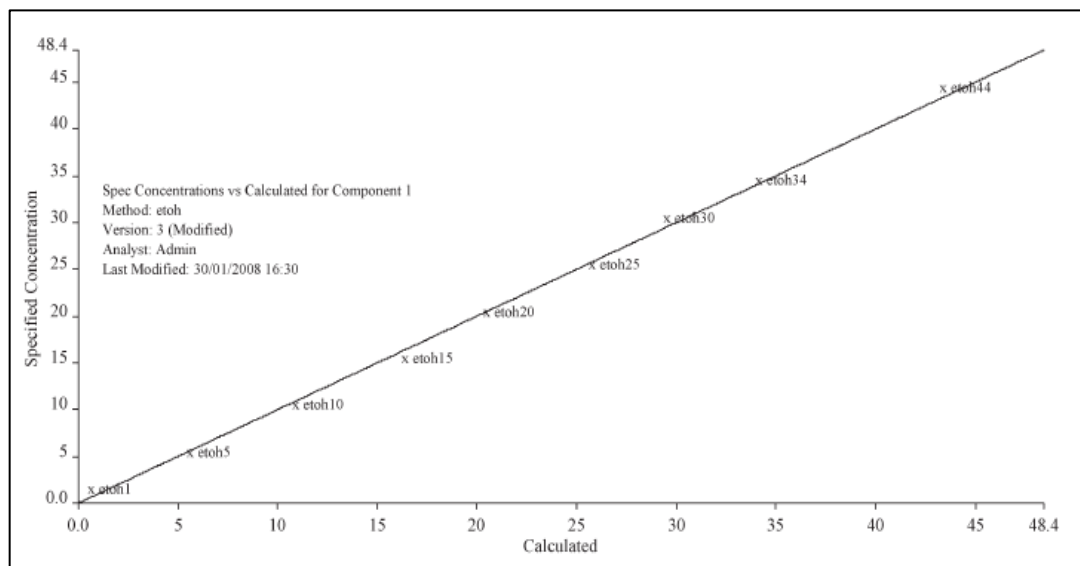


aditivos o contaminantes, Información cinética a través del crecimiento o la disminución de las absorciones de infrarrojos. (14)

Para poder cuantificar el etanol por FTIR, puede construirse una curva de calibración con diferentes estándares, siendo lectura directa si se realiza por ATR. Se pueden utilizar los picos característicos en el rango de número de onda de 1000 a 800  $\text{cm}^{-1}$ , calculando la concentración de una muestra mediante la Ley de Beer como se muestra en la figura N° 4 y 5. (13)



**Figura N° 4:** Pico de frecuencia de estiramiento C – O de diferentes concentraciones estándar de etanol medido por ATR-FTIR.



**Figura N° 5:** Concentraciones estándar vs absorbancia para etanol usando ATR-FTIR

**CAPÍTULO IV**  
**DISEÑO METODOLOGICO**

## 4.0. DISEÑO METODOLOGICO

### 4.1 Tipo de estudio:

**Transversal:** La presente investigación se desarrolló de junio a agosto de 2021, identificando la presencia de etanol, alcohol isopropílico y n-propanol, posteriormente se realizó la cuantificación del porcentaje de etanol en cada una de las muestras.

**Experimental:** El desarrollo experimental se llevó a cabo en el laboratorio de Química Analítica Ocupacional y Ambiental de la Facultad de Química y Farmacia de la Universidad de El Salvador.

### 4.2 Investigación Bibliográfica

La información se recolecto consultando las siguientes fuentes bibliográficas:

- Biblioteca “Dr. Benjamín Orozco” de la facultad de Química y Farmacia Universidad de El Salvador
- Biblioteca central Universidad de El Salvador
- Internet.

### 4.3 Investigación de campo:

**4.3.1 Universo:** todos los establecimientos de los centros comerciales del país que dispensan productos antisépticos para manos a los clientes que ingresan.

**4.3.2 Muestra:** se seleccionaron de acuerdo al criterio de los investigadores 21 centros comerciales a nivel nacional, siendo los más grandes y con mayor afluencia de personas, lo que significa un mayor riesgo si los productos antisépticos para manos dispensados al ingreso del local comercial no cumplen con la cantidad de alcohol mínima requerida o no poseen algún agente

antiséptico adecuado. En total se tomaron 435 muestras, haciendo una distribución de muestras dependiendo del tamaño del centro comercial y de la afluencia de personas que puede tener. En la tabla N° 3 se detallan el número de muestra tomadas por cada centro comercial. Es importante mencionar, que en esta investigación no se publica el nombre de ningún local, únicamente del centro comercial donde se tomó la muestra.

**Tabla N° 3:** Número de muestras a recolectar cada centro comercial a recolectar

<b>N°</b>	<b>Nombre del centro comercial</b>	<b>Ubicación geográfica (municipio, departamento)</b>	<b>N° de muestras a recolectar</b>
1	Metrocentro	San Salvador, San Salvador	60
2	Centro Comercial Galerías		37
3	Centro Comercial Bambú		14
4	Centro Comercial San Luis		5
5	Plaza Mundo	Apopa, San Salvador	22
6	Unicentro Metrópolis	Mejicanos, San Salvador	20
7	Mall San Gabriel	Nejapa, San Salvador	12
8	Plaza Comercial El Encuentro	San Marcos, San Salvador	10
9	Plaza Santo Tomas	Santo Tomas, San Salvador	5
10	Multiplaza	Antiguo Cuscatlán, La Libertad	40
11	Centro Comercial Las Cascadas		22
12	Centro Comercial La Gran Vía		11
13	Metrocentro	Lourdes, La Libertad	27
14	Plaza Comercial El Encuentro		12
15	Centro Comercial La Joya	Santa Tecla, La Libertad	12
16	Plaza Merliot		27
17	Metrocentro	San Miguel, San Miguel	29
18	Plaza Comercial El Encuentro (Roosevelt)		5
19	Plaza Comercial El Encuentro (El Sitio)		10
20	Metrocentro	Santa Ana, Santa Ana	30
21	Metrocentro	Sonsonate, Sonsonate	25
<b>TOTAL</b>			<b>435</b>

## **4.4 Parte experimental**

### **4.4.1 Métodos e instrumentos de recolección de datos:**

#### **4.4.1.1 Toma de muestra de antisépticos para mano.**

Para recolectar las muestras de productos antisépticos para manos, se utilizó una hoja de recolección de datos de muestreo (ver anexo N° 1). Al visitar cada centro comercial, se llenó con los datos del local: número de muestra, nombre del centro comercial, nombre del local, fecha y hora de la recolección.

#### **4.4.1.2 Identificación de los agentes antisépticos en las muestras.**

Para identificar los agentes antisépticos en las muestras de productos antisépticos para manos, se utilizó la metodología de espectroscopía infrarroja (FT-IR) equipado con un accesorio de reflectancia total atenuada (ATR). Para la identificación se elaboró una base de datos con los espectros IR de los diferentes agentes antisépticos en estudio: etanol, alcohol isopropílico y n-propanol.

#### **4.4.1.3 Determinación de la cantidad de etanol en la muestra.**

Para determinar la cantidad de etanol en las muestras de productos antisépticos para manos, se utilizó la técnica de espectroscopía infrarroja (FT-IR) equipado con un accesorio de reflectancia total atenuada (ATR).

Para la cuantificación de etanol se utilizó la ecuación de la curva de calibración que se desarrolló con diferentes puntos de concentración de etanol. Posteriormente, se analizó cada muestra obteniendo el espectro IR y se comparó con la base de datos almacenada, y aquellas muestras que contenían etanol, se cuantificaron versus la curva de calibración.

### **4.4.2 Procedimiento para la toma de muestras**

Se visitaron 21 centros comerciales para tomar 435 muestras según la tabla N° 5. La toma de muestras se completó en 10 días distribuidos a lo largo de 2 meses,

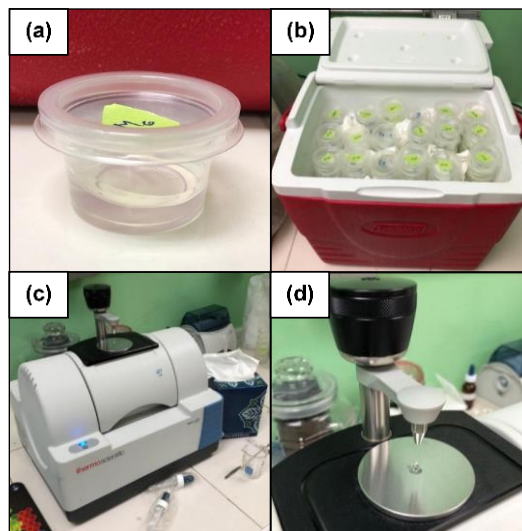
en promedio cada día se visitaron 2 centros comerciales. Las muestras tomadas se almacenaron en frascos plásticos de ½ onza no estériles, con tapadera (ver Figura N° 6). La selección de los establecimientos del centro comercial se realizó al azar, al ingresar al establecimiento se solicitó la autorización del responsable explicándole el objetivo del trabajo de investigación, mostrando una carta de respaldo del docente asesor (ver anexo N° 2), una vez obtenida la autorización se procedía a la toma de muestra. Se realizó el mismo procedimiento en los diferentes establecimientos completando el número de muestras asignado a cada de los 21 centros comerciales.

Al mismo tiempo de rellenar la hoja de recolección de datos de muestreo (ver anexo N° 1), con un plumón se rotuló cada frasco con la muestra para identificarla correctamente, siguiendo un código correlativo adecuado. Las muestras se almacenaron y transportaron al laboratorio de Química Analítica Ocupacional y Ambiental de la Facultad de Química y Farmacia de la Universidad de El Salvador en una hielera a temperatura ambiente (ver Figura N° 6), para evitar la degradación y evaporación del alcohol y de los otros agentes antisépticos que podían contener, se contó con un tiempo máximo de almacenamiento de 4 días desde que fue tomada la muestra hasta su análisis.

#### **4.4.3 Elaboración de la base de datos de agentes antisépticos**

Con un gotero de vidrio se colocó una o dos gotas del estándar de cada agente antiséptico en estudio: etanol al 99.90%, alcohol isopropílico al 99.80% y n-propanol al 99.50%; en el accesorio ATR iD7 de cristal de diamante del Espectrómetro FT-IR Thermo Scientific Nicolet iS5 (ver Figura N° 6), limpiando con un pañuelo desechable y alcohol isopropílico después leer cada compuesto, esperando de 2 a 3 minutos entre cada muestra para que el alcohol isopropílico se evapore completamente y no interfiera en el análisis. Con ayuda del software Thermo Scientific™ OMNIC™ se obtuvo cada espectro por separado en 16

escaneos a una resolución espectral de  $4\text{ cm}^{-1}$ , guardando cada espectro según la sustancia, para luego crear una base de datos en el software.



**Figura N° 6:** (a) frasco plástico de  $\frac{1}{2}$  onza no estéril, con tapadera, (b) hielera donde se almacenaron y transportaron las muestras, (c) espectrómetro FT-IR Thermo Scientific Nicolet iS5, (d) accesorio ATR iD7 de cristal de diamante

#### 4.4.4 Preparación de estándares de etanol

Se utilizó etanol absoluto calidad reactivo (ACS) como estándar (ver anexo N° 3). Con una bureta de 10.0 mL se tomaron las alícuotas necesarias de éste para preparar en un balón volumétrico exactamente 10.0 mL de soluciones estándar a las concentraciones de 94.91, 89.91, 84.92, 79.92, 74.93, 69.93, 64.94, 59.94, 54.95, 49.95, 44.96, 39.96, 34.97, 29.97, 34.97, 19.98, 14.99, 9.99 y 5.00 %v/v (utilizando agua como diluyente). En el anexo N° 4, se detalla un ejemplo del cálculo para la concentración de los estándares.

#### 4.4.5 Elaboración de la curva de calibración de etanol.

Con un gotero de vidrio se colocaron dos gotas de la solución estándar de la concentración más baja de etanol en el accesorio ATR iD7 de cristal de diamante del Espectrómetro FT-IR Thermo Scientific Nicolet iS5, limpiando con un pañuelo



desechable y alcohol isopropílico después de cada lectura, esperando de 2 a 3 minutos para que el alcohol isopropílico se evapore completamente y luego repitiendo el proceso para las siguientes concentraciones estándar en orden de menor a mayor concentración. Con ayuda del software Thermo Scientific™ OMNIC™ se obtuvo cada espectro por separado en 16 escaneos a una resolución espectral de  $4\text{ cm}^{-1}$ , guardando cada espectro para cada concentración de estándar, se tomó únicamente una lectura de cada estándar.

Utilizando el software Thermo Scientific™ TQ Analyst™ se construyó la curva de calibración. Para ello, se utilizó el área del pico donde el etanol mostro mejor correlación entre la concentración y la altura del pico. Mediante la Ley de Beer el equipo estableció la curva para obtener un Coeficiente de determinación ( $R^2$ ) lo más cercano a 1.0000.

#### **4.4.6 Análisis de las muestras de productos antisépticos para manos.**

Sin ningún tratamiento previo, con un gotero o una espátula, depende de la consistencia de la muestra, se colocó una pequeña cantidad en el accesorio ATR iD7 de cristal de diamante del Espectrómetro FT-IR Thermo Scientific Nicolet iS5, limpiando con un pañuelo desechable y alcohol isopropílico después de leer cada muestra, esperando de 2 a 3 minutos entre cada muestra para que el alcohol isopropílico se evapore completamente y no interfiriera con el análisis. Con ayuda del software Thermo Scientific™ OMNIC™ se obtuvo cada espectro por separado en 16 escaneos a una resolución espectral de  $4\text{ cm}^{-1}$ , guardando cada espectro según el número de muestra, se tomó únicamente una lectura de cada muestra.

#### **4.4.7 Identificación de los agentes antisépticos en las muestras.**

Se realizaron las lecturas de cada muestra y sus espectros FT-IR fueron comparados con los espectros almacenados previamente en la base de datos del equipo, identificando aquellos desinfectantes para manos que contenían etanol,

alcohol isopropílico y/o n-propanol. Esta identificación se realizó en el software Thermo Scientific™ OMNIC™; determinando así la presencia o ausencia de los agentes antisépticos.

#### **4.4.8 Cuantificación del etanol en las muestras**

Únicamente para las muestras que se comprobó la presencia de etanol, con ayuda del equipo y del software Thermo Scientific™ OMNIC™ se estableció la curva de calibración de etanol preparada anteriormente para cuantificar por separado cada muestra y determinar la cantidad de etanol presente.

#### **4.5 Plan de análisis**

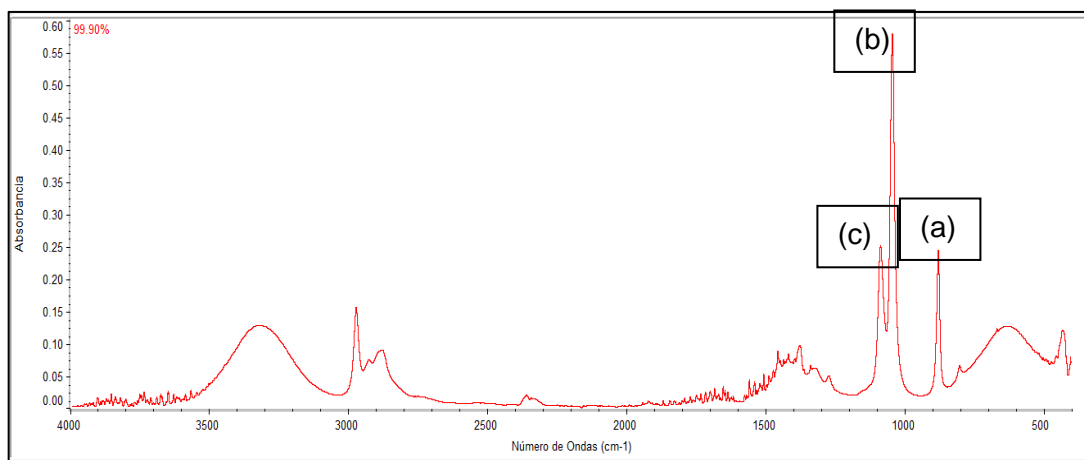
Todos los datos obtenidos de las diferentes variables se vaciaron en una base de datos elaborada en el software IBM® SPSS® versión 23. Se reportó las frecuencias de las variables cualitativas como lo son: el nombre del centro comercial y presencia o ausencia de agentes antisépticos en las muestras. Por otro lado, para las variables cuantitativas, se reportaron: el promedio y desviación estándar según cada centro comercial. Estas frecuencias y medidas de tendencia central se calcularon con el mismo software donde se trabajó la base de datos.

**CAPÍTULO V**  
**RESULTADOS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS**

## 5.0 RESULTADOS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

### 5.1 Elaboración de base de datos de espectros FT-IR.

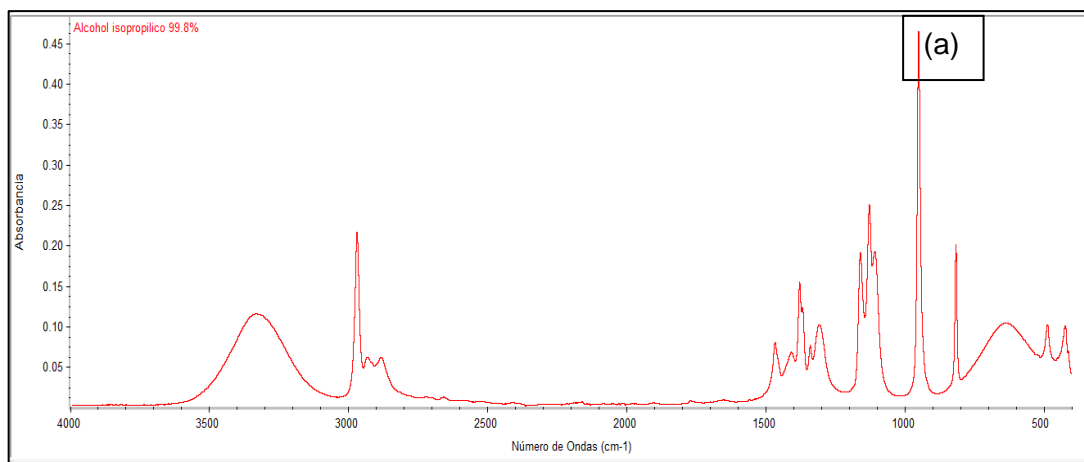
Con la ayuda del Espectrómetro FT-IR Thermo Scientific Nicolet iS5 equipado con el accesorio ATR iD7 de cristal de diamante y a través del software Thermo Scientific™ OMNIC™, se obtuvieron los espectros IR de los estándares de etanol, alcohol isopropílico y n-propanol, siendo estos espectros los que se guardaron en el software, se elaboró la base de datos de espectros IR, la cual se utilizó posteriormente para la identificación de estos productos antisépticos en las muestras recolectadas. Según el Instituto de Química de la Universidad de Tartu, Estonia <sup>(56)</sup>; en un espectro FT-IR, 3 de los picos característicos del etanol es tan ubicados en (a) 880, (b) 1045 y (c) 1087  $\text{cm}^{-1}$ , los cuales también se pueden observar en la figura N° 7, que corresponde al espectro FT-IR del estándar de etanol al 99.9% obtenido en el presente estudio.



**Figura N° 7:** Espectro FT-IR de etanol al 99.9%

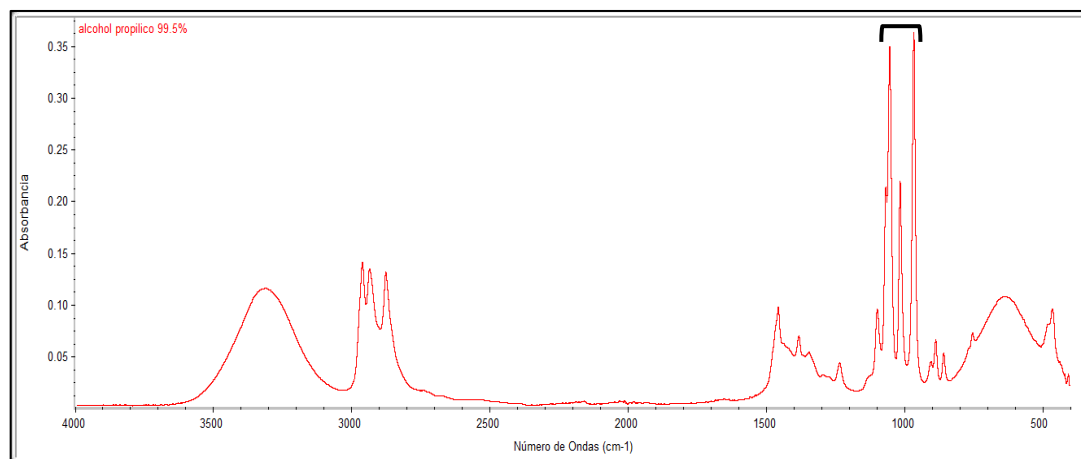
Así mismo, para el Instituto de Química de la Universidad de Tartu <sup>(15)</sup>, para el alcohol isopropílico, uno de los picos característicos se encuentra ubicado en (a) 950  $\text{cm}^{-1}$ , y que en la figura N° 8 (correspondiente a el espectro del estándar de

alcohol isopropílico al 99.8%) también puede observarse claramente como el pico más alto y sobresaliente entre todos.



**Figura N° 8:** Espectro FT-IR de alcohol isopropílico al 99.8%

También, para el n-propanol, el espectro obtenido del estándar al 99.5%, coincide con los picos característicos en el espectro FT-IR según el Instituto Nacional de Tecnología y Estándares (NIST por sus siglas en inglés) (2). Son 3 picos, y se encuentran ubicados entre 950 y 1100  $\text{cm}^{-1}$ , los cuales pueden observarse en la figura N° 9.



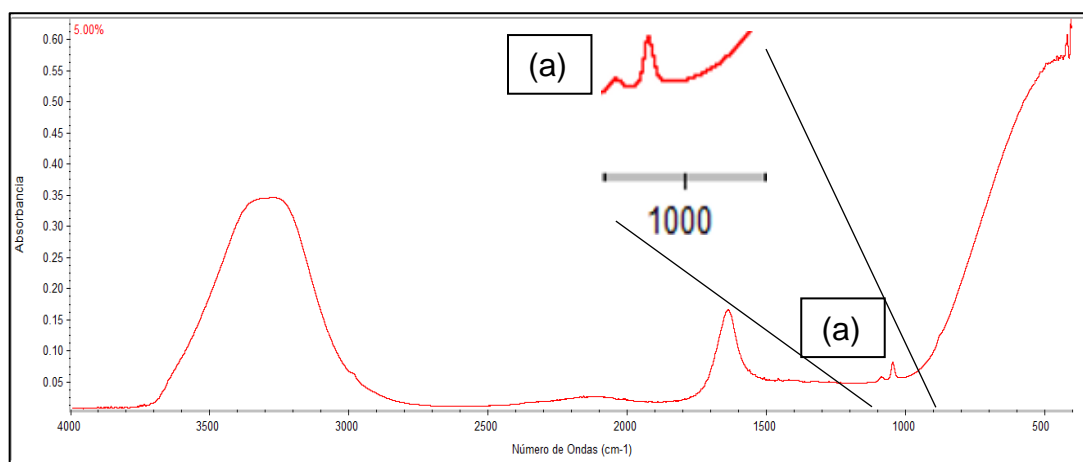
**Figura N° 9:** Espectro FT-IR de n-propanol al 99.5%

Con estos resultados obtenidos, se pudo elaborar la base de datos en el software correspondiente, teniendo la certeza que los estándares serían capaces de identificar las muestras en estudio.

## 5.2 Elaboración de curva de calibración de etanol.

Por otra parte, se analizaron los estándares de etanol a diferentes concentraciones, obteniendo el espectro FT-IR para cada uno de ellos. Como se observa en la figura N° 10 correspondiente al estándar de etanol al 5.00%, el pico característico (a) ubicado aproximadamente a  $1050\text{ cm}^{-1}$  presenta una baja absorbancia (cerca a 0.08), mientras que para el estándar de etanol al 69.93%, ese mismo pico presenta una mayor absorbancia de alrededor de 0.46 (ver figura N° 11). De igual forma, para el estándar de etanol al 84.92%, la absorbancia es cercana a los 0.50 como se observa en la figura N° 12.

De esta forma se demuestra que el pico ubicado alrededor de  $1050\text{ cm}^{-1}$ , presenta una correlación que, a mayor concentración, mayor absorbancia; por lo que se puede utilizar para elaborar una curva de calibración, y poder cuantificar la concentración de etanol en las muestras de antiséptico para manos.



**Figura N° 10:** Espectro FT-IR de estándar de etanol al 5.00%

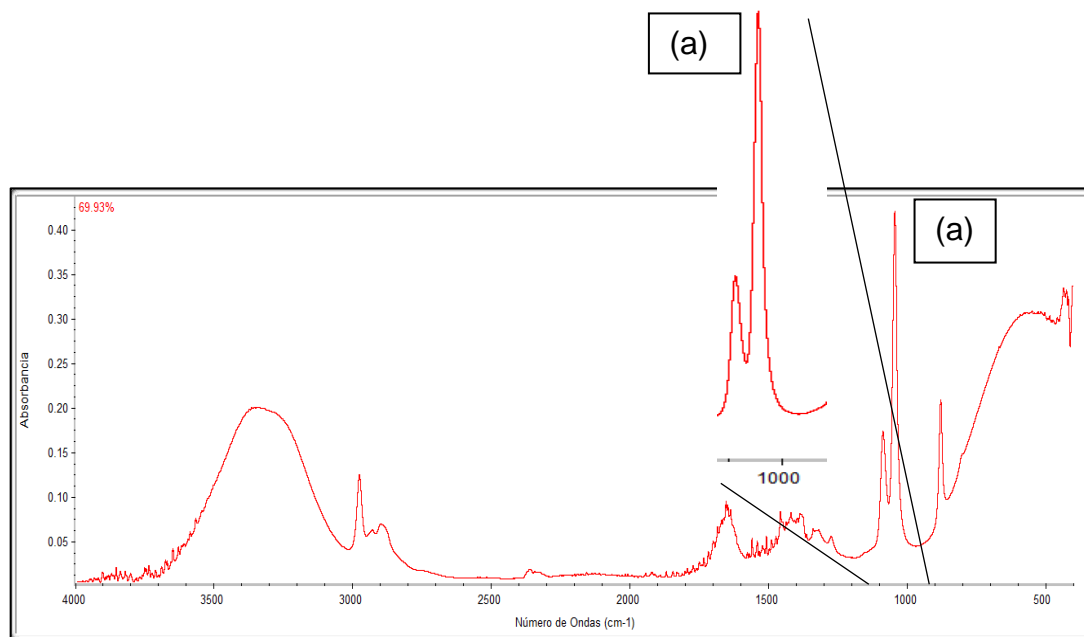


Figura N° 11: Espectro FT-IR de estándar de etanol al 69.93%

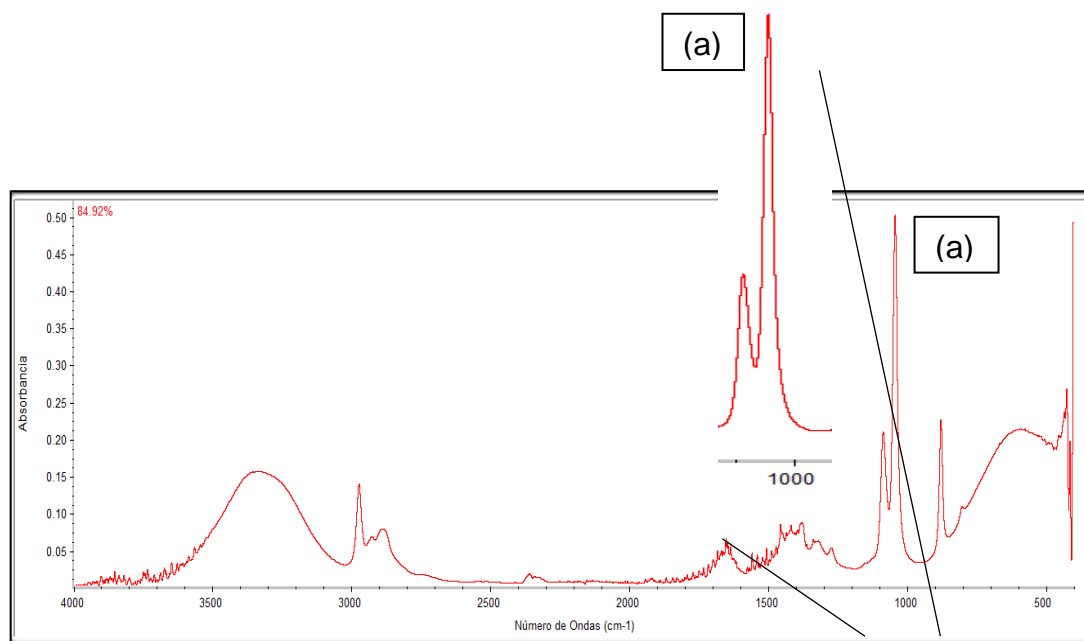
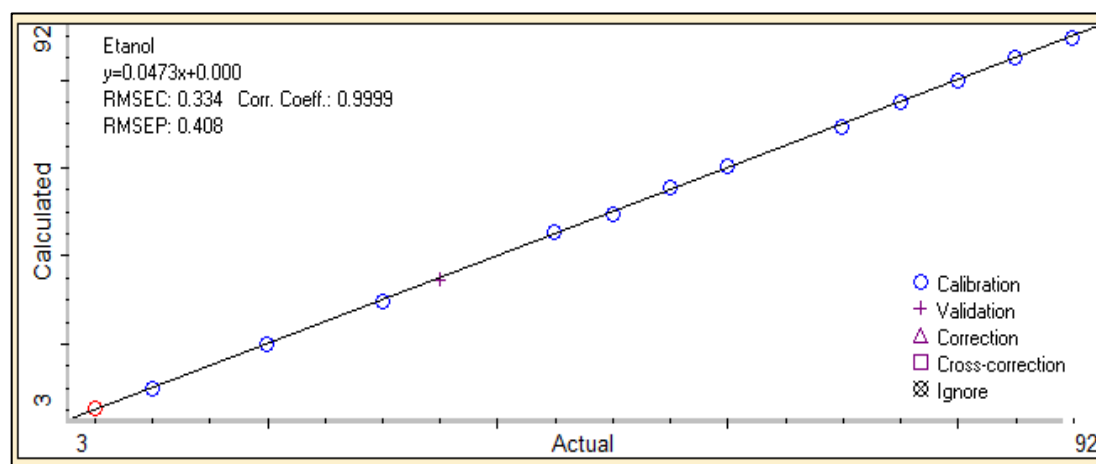


Figura N° 12: Espectro FT-IR de estándar de etanol al 84.92%

Con todos los espectros de los estándares analizados, se procedió a elaborar la curva de calibración con la ayuda del software Thermo Scientific™ TQ Analyst™. Con el objetivo que los resultados sean más confiables, se utilizó el área bajo el pico que aparece a  $1050\text{ cm}^{-1}$  (con un rango de integración que va de los  $1021$  a  $1060\text{ cm}^{-1}$ ) y no la absorbancia para construir la curva de calibración mediante la Ley de Beer, obteniendo al final una linealidad con coeficiente de  $0.9999$  ( $R^2$ ) (ver figura N° 13). Este mismo método fue utilizado por Suja Sukumaran y Rui Chen, pero utilizando con el área bajo el pico ubicado a  $878\text{ cm}^{-1}$  reportando un  $R^2$  de  $0.9981$  <sup>(6)</sup>.



**Figura N° 13:** Curva de calibración de etanol

Al final de los 19 estándares que se prepararon, únicamente se utilizaron 14 para elaborar la curva (5.00, 9.99, 19.98, 29.97, 34.97, 44.96, 49.95, 54.95, 59.94, 63.93, 74.93, 79.92, 84.92 y 89.91% v/v), esto se hizo para alcanzar la linealidad requerida, siendo uno de ellos usado para validación de la curva (34.97%). El nivel de error que presentan los resultados es de  $\pm 0.50\%$  de etanol (ver figura N° 14), error mucho menor que el reportado por Sukumaran que oscila de  $2.56$  a  $-0.85\%$  de etanol <sup>(6)</sup>.

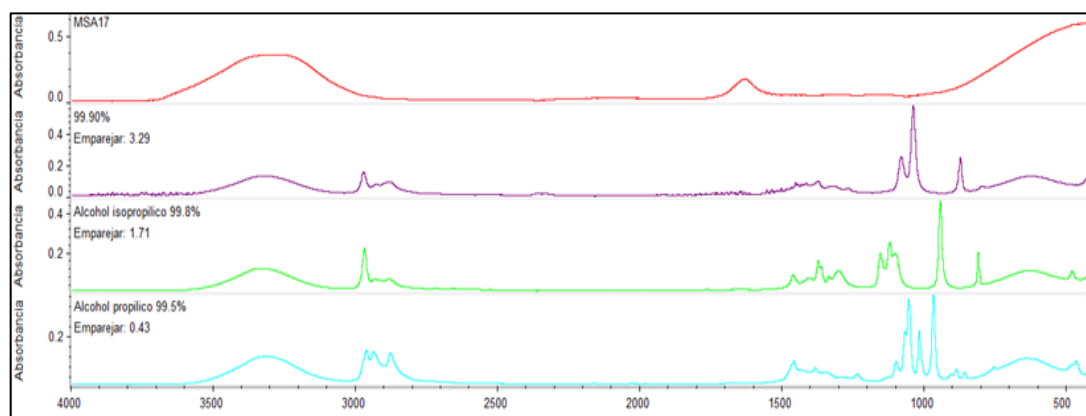


Calibration Results Table							
Index	Spectrum Title	Usage	Actual	Calculated	Measurement	Diff. x Path	
2	5.00%	Calibration	5.00	5.38	0.2544	0.38	
3	9.99%	Calibration	9.99	9.83	0.4649	-0.16	
5	19.98%	Calibration	19.98	20.03	0.9475	0.05	
7	29.97%	Calibration	29.97	29.67	1.4040	-0.30	
8	34.97%	Validation	34.97	34.56	1.6353	-0.41	
10	44.96%	Calibration	44.96	45.45	2.1504	0.49	
11	49.95%	Calibration	49.95	49.45	2.3395	-0.50	
12	54.95%	Calibration	54.95	55.45	2.6236	0.50	
13	59.94%	Calibration	59.94	60.30	2.8530	0.36	
15	69.93%	Calibration	69.93	69.47	3.2871	-0.46	
16	74.93%	Calibration	74.93	75.11	3.5538	0.18	
17	79.92%	Calibration	79.92	79.97	3.7838	0.05	
18	84.92%	Calibration	84.92	84.93	4.0185	0.01	
19	89.91%	Calibration	89.91	89.63	4.2409	-0.28	
1	0.00 %	Ignore	0.00	-0.04	-0.0021	-0.04	
4	14.99%	Ignore	14.99	15.80	0.7476	0.81	
6	24.97%	Ignore	24.97	23.32	1.1033	-1.65	
9	39.96%	Ignore	39.96	37.58	1.7780	-2.38	
14	64.94%	Ignore	64.94	65.62	3.1048	0.68	
20	94.91%	Ignore	94.91	92.73	4.3873	-2.18	
21	99.90%	Ignore	99.90	98.14	4.6434	-1.76	

**Figura N° 14:** Porcentaje de error en la concentración de etanol según la curva elaborada

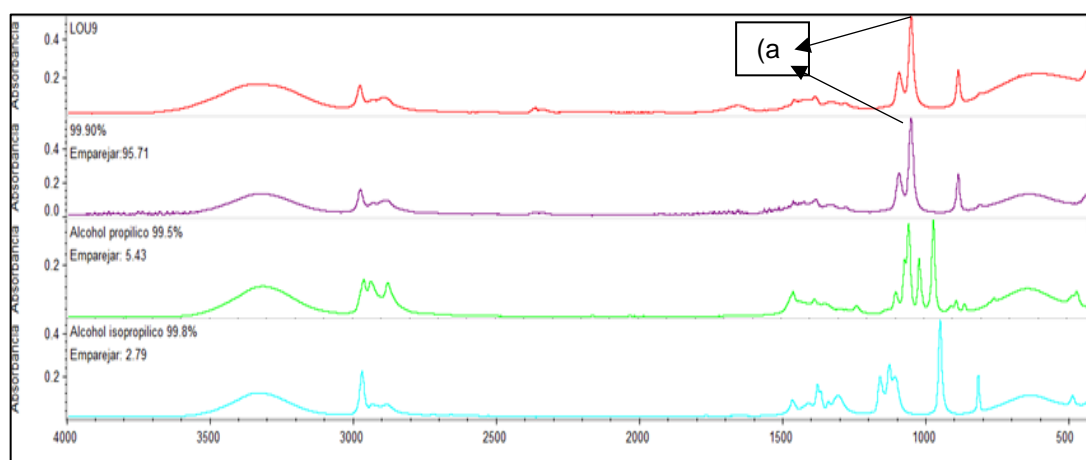
### 5.3 Identificación de etanol, alcohol isopropílico y n-propanol en las muestras de productos antisépticos

En total se analizaron 435 muestras de antisépticos para manos, de las cuales según el software Thermo Scientific™ OMNIC™; ninguno de los espectros FT-IR coincidía con los de alcohol isopropílico y n-propanol. Caso contrario, para el etanol, el 99.8% (434) de los espectros FT-IR de las muestras analizadas coincidía con el almacenado en la base de datos correspondiente al estándar de etanol al 99.9%. A modo de ejemplo, en la figura N° 15 se observa el espectro FT-IR de la muestra que no presentó ninguno de los 3 antisépticos en estudio.



**Figura N° 15:** Identificación de muestra sin etanol, n-propanol y alcohol isopropílico

Por el contrario, en la figura N° 16, se presenta el espectro FT-IR de una muestra analizada, donde se puede identificar el etanol sobre todo en el pico (a) que coincide con el estándar de etanol al 99.9% ubicado aproximadamente a  $1050\text{ cm}^{-1}$ , pero no así con los espectros FT-IR de alcohol isopropílico y n-propanol. Es importante aclarar que, para la identificación del etanol, no basta con el pico a  $1050\text{ cm}^{-1}$ , sino que también los demás picos característicos y que también coinciden entre la muestra y el estándar. De la misma forma se pudo comprobar la presencia de etanol en las demás muestras analizadas.



**Figura N° 16:** Identificación de muestra con etanol, pero sin alcohol isopropílico y n-propanol

#### **5.4 Cuantificación y verificación del cumplimiento de los requisitos de calidad (porcentaje de etanol) sobre las muestras de productos antisépticos**

Se estableció la curva de calibración elaborada para cuantificar el porcentaje de etanol en las muestras de productos antisépticos. Como puede observarse en la tabla N° 4, de forma general, se encontraron porcentajes que van desde 5.31% hasta los 86.70%, con una media de 45.13%. En cuanto a los centros comerciales, un local de Metrocentro San Salvador fue el que reportó el menor porcentaje de etanol (5.31%), mientras que Metrocentro Lourdes se encontró el de mayor porcentaje con 86.70%, seguido muy de cerca por Metrocentro Santa Ana (85.72%) y Plaza Merliot (83.12%). El centro comercial que presenta un mayor promedio del porcentaje de etanol de las muestras analizadas es Centro Comercial San Luis (60.85%), seguido de La Joya (60.55%) y La Gran Vía (60.28%). Por otra parte, el que menor promedio presenta es el Centro Comercial Bambú con 24.79%.

El CDC, especifica que los productos antisépticos para manos deben contener entre 60 a 85% de etanol para que pueda ejercer su efecto de eliminar los virus y microorganismos. Según los resultados obtenidos y que se presentan en resumen en la tabla N° 4, tan solo el 32.4% de las muestras analizadas (145) cumplen con el requisito del CDC. Sukumaran y Chen analizaron 4 muestras comerciales, donde el 100% cumplía con el rango establecido por el CDC <sup>(6)</sup>. Así también, la investigación realizada por el Ministerio de Economía, Industria y Comercio de Costa Rica sobre la calidad de alcoholes en gel, de las 54 muestras analizadas, el 79.6% cumplen con el porcentaje de etanol requerido, y las restantes no presentaban ninguna cantidad de etanol <sup>(16)</sup>.

Existen 2 centros comerciales donde ninguna de las muestras recolectadas cumplió con el mínimo de porcentaje de etanol, el Centro Comercial Bambú y Plaza Comercial El Encuentro (Roosevelt). En otros el porcentaje de las muestras es muy bajo, por ejemplo, Unicentro Metrópolis (5.0%), Centro Comercial

Galerías (5.4%) y Metrocentro San Miguel (6.4%). El centro comercial donde mayor número de muestras cumplen es Centro Comercial La Joya (75.0%), seguido del Centro Comercial Las Cascadas (68.2%). El detalle del porcentaje de etanol y cumplimiento de todas las muestras analizadas, puede observarse en el anexo N° 5.

**Tabla N° 4:** Porcentaje y cumplimiento de etanol de muestras de productos antisépticos según centro comercial

No	Centro comercial	No de muestras	% de etanol en muestras			% de muestras que cumplen
			Máximo	Media	Mínimo	
1	Centro Comercial Bambú	14	53.17	24.79	8.15	0.0
2	Centro Comercial Galerías	37	62.12	32.36	11.48	5.4
3	Centro Comercial La Gran Vía	11	77.45	60.28	29.53	54.5
4	Centro Comercial La Joya	12	81.38	60.55	8.26	75.0
5	Centro Comercial Las Cascadas	22	76.07	55.63	17.19	68.2
6	Centro Comercial San Luis	5	70.75	60.85	41.42	60.0
7	Mall San Gabriel	12	68.11	54.30	32.25	41.7
8	Metrocentro (Lourdes)	27	86.70	51.43	19.18	40.7
9	Metrocentro (San Miguel)	29	69.79	38.69	26.64	6.9
10	Metrocentro (San Salvador)	60	75.17	40.51	5.31	23.3
11	Metrocentro (Santa Ana)	30	85.72	52.26	0.00	50.0
12	Metrocentro (Sonsonate)	25	69.47	52.75	9.82	56.0
13	Multiplaza	40	75.61	33.69	7.86	17.5
14	Plaza Comercial El Encuentro (El Sitio)	10	61.23	37.64	27.19	10.0
15	Plaza Comercial El Encuentro (Lourdes)	12	73.37	55.54	23.27	50.0
16	Plaza Comercial El Encuentro (Roosevelt)	5	52.01	35.26	27.50	0.0
17	Plaza Comercial El Encuentro (San Marcos)	10	69.61	52.37	3.40	50.0
18	Plaza Merliot	27	83.12	51.23	13.92	51.9
19	Plaza Mundo Apopa	22	78.36	56.87	28.90	40.9
20	Plaza Santo Tomás	5	68.91	50.17	18.16	40.0
21	Unicentro Metrópolis	20	65.47	35.95	9.40	5.0
Total (N)		435	86.70	45.13	0.00	32.4

Según los municipios donde se encuentran ubicados los centros comerciales muestreados:

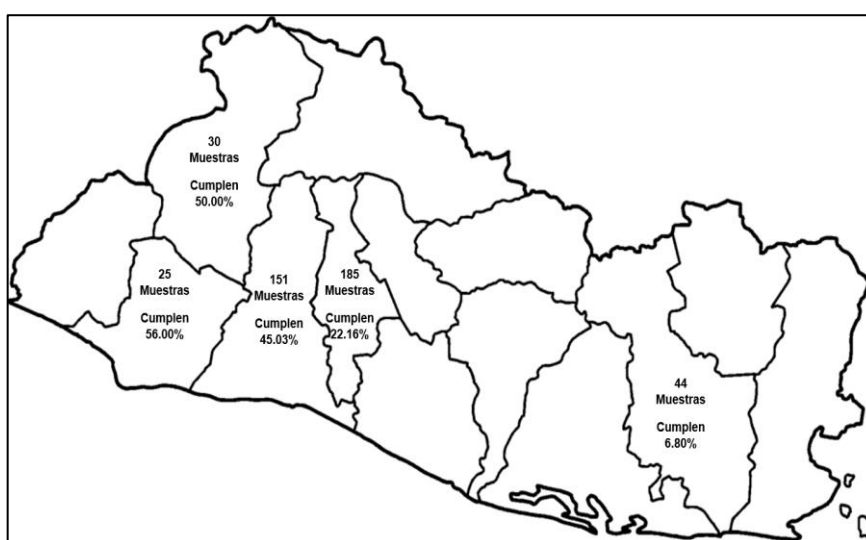
- En Santa Ana se localiza la muestra que no contenía etanol, y la que presenta menor porcentaje (3.40%) es San Marcos.
- El municipio donde se encontró mayor porcentaje de etanol (86.70%) fue Lourdes.
- En cuanto al municipio que presenta un mayor promedio del porcentaje de etanol es Apopa (56.87%) al contrario de Mejicanos que reporta el promedio más bajo de todos (35.95%).
- Así mismo, Mejicanos fue el municipio que menor porcentaje de muestras que cumplen con lo establecido por el CDC reportó (5.00%), mientras que Santa Tecla fue el mayor porcentaje obtuvo (59.0%).

Estos datos pueden observarse en la tabla N° 5.

**Tabla N° 5:** Porcentaje y cumplimiento de etanol de muestras de productos antisépticos según municipio del centro comercial

No	Municipio de ubicación de los centros comerciales	No de muestras	% de etanol en muestra			% de muestras que cumplen
			Máximo	Media	Mínimo	
1	Santa Tecla	39	83.12	54.10	8.26	59.0
2	Sonsonate	25	69.47	52.75	9.82	56.0
3	Santa Ana	30	85.72	52.26	0.00	50.0
4	San Marcos	10	69.61	52.37	3.40	50.0
5	Lourdes	39	86.70	52.69	19.18	43.6
6	Nejapa	12	68.11	54.30	32.25	41.7
7	Apopa	22	78.36	56.87	28.90	40.9
8	Santo Tomás	5	68.91	50.17	18.16	40.0
9	Antiguo Cuscatlán	73	77.45	44.31	7.86	38.4
10	San Salvador	116	75.17	36.86	5.31	16.4
11	San Miguel	44	69.79	38.06	26.64	6.8
12	Mejicanos	20	65.47	35.95	9.40	5.0
Total (N)		435	86.70	45.13	0.00	32.4

Según departamentos, el departamento con mayor porcentaje de muestras que cumplen con lo establecido por el CDC es Sonsonate con un 56.00%, esto conforme a la cantidad de muestras tomadas, mientras que el departamento con el menor porcentaje de muestras que cumplen es San Miguel (6.80%). Esto se representa de mejor manera en la Figura N° 17.



**Figura N° 17:** Distribución de resultados según departamento.

### **5.5 Entrega del Informe Técnico de Resultados a la Dirección Nacional de Medicamentos (DNM)**

Se elaboró un informe técnico de la investigación (ver anexo N° 6), donde se incluyeron los principales y más representativos resultados. Este informe incluyó el nombre del informe, autores, fecha de entrega, introducción, metodología, resultados, conclusiones y recomendaciones.

Posteriormente, se elaboró una carta de entrega firmada por los autores. Se visitó la DNM y se solicitó constancia de entrega con firma y sello de recibido (ver anexo N° 7).

## CAPÍTULO VI

### 6.0 CONCLUSIONES

1. Los espectros FT-IR obtenidos a partir de los estándares de etanol, alcohol isopropílico y n-propanol, coinciden con los reportados por la literatura (University of Tartu Estonia. Database of ATR-FT-IR spectra of various materials. Institute of Chemistry. 2021. p.), por lo tanto, fueron adecuados para ser usados en la elaboración de la base de datos y en la identificación de estos tres alcoholes en las muestras recolectadas.
2. La preparación de los estándares y el uso de estos para la elaboración de la curva de calibración dio resultados más que favorables, ya que al usar el área bajo el pico de interés de cada uno (pico ubicado aproximadamente a  $1050\text{ cm}^{-1}$ ) se obtuvo una linealidad con un coeficiente de determinación del 0.9999, por lo tanto, los resultados para la determinación del porcentaje de etanol en las muestras recolectadas son confiables.
3. Al analizar cada una de las 435 muestras tomadas no se obtuvo ninguna en la que se encontrase porcentaje alguno de alcohol isopropílico y n-propanol, esto es debido al alto costo que estos dos alcoholes tienen en comparación con el etanol, haciendo del etanol el alcohol y el activo más comúnmente usado en los productos antisépticos ya que posee una excelente relación costo-beneficio.
4. De las 435 muestras tomadas únicamente una no mostró la presencia de ninguno de los agentes antisépticos estudiados en esta investigación, etanol, alcohol isopropílico y/o n-propanol, esto indica la posibilidad de que pueda contener otros productos antisépticos no incluidos en este estudio tal como

lo son los compuestos de amonio cuaternario de los cuales el cloruro de benzalconio es de los principales.

5. El porcentaje de muestras que cumplen con el rango establecido respecto a la cantidad de etanol (del 60 al 80% v/v) es muy bajo (32.4%), lo que puede significar un alto riesgo de contagio para las personas que visitan los centros comerciales incluidos en el presente estudio.
6. Las muestras que contienen etanol por debajo del 60% según lo establece el Centros de Control y Prevención de Enfermedades (CDC por sus siglas en ingles), pueden contener otro compuesto antiséptico que coadyuve el efecto bactericida y viricida.
7. Que los trabajos de investigación sean presentados a las instituciones correspondientes para que sirvan de base científica a los encargados de establecer las políticas públicas.



## CAPÍTULO VII

### 7.0 RECOMENDACIONES

1. En próximas investigaciones, incluir el análisis de productos antisépticos como cloruro de benzalconio y otras sales de amonio cuaternario, que son autorizadas para uso tópico, además de aquellos compuestos desinfectantes como el hipoclorito de sodio prohibidos para uso en la piel.
2. A los establecimientos de los centros comerciales, verificar la procedencia de los productos antisépticos que adquieren para dispensarlos a los clientes, exigiendo un certificado de calidad para comprobar el porcentaje de etanol presente en éste, además de almacenarlos en condiciones ambientales adecuadas.
3. A la Dirección Nacional de Medicamentos (DNM) que utilice el informe con los resultados de esta investigación la verificación del cumplimiento del porcentaje de etanol en los productos antisépticos para manos proporcionados en los establecimientos públicos y privados a nivel nacional.
4. Al instante de utilizar el Espectrómetro FT-IR Thermo Scientific Nicolet iS5 equipado con el accesorio ATR, ya sea en la elaboración de la base de datos de espectros IR, de la curva de calibración o para las lecturas de las muestras asegurarse de limpiar adecuadamente el accesorio ATR con Alcohol isopropílico para evita la contaminación cruzada.
5. En futuras investigaciones, determinar el porcentaje de etanol en los productos antisépticos que se dispensan a la población al ingresar a establecimientos como: instituciones gubernamentales, centros escolares, hospitales, restaurantes, bares, centros financieros, entre otros.

6. A las instituciones encargadas de velar por la calidad y eficacia de esos productos antisépticos como la Dirección Nacional de Medicamentos, Ministerio de Salud, Defensoría del Consumidor; vigilar el cumplimiento de la calidad de este tipo de productos que se dispensan en los centros comerciales y otros establecimientos del país.
  
7. Para futuras investigaciones, realizar la validación de la metodología analítica para la determinación de etanol en productos antisépticos para manos por Espectroscopia Infrarroja (FT-IR) con la técnica de Reflectancia Total Atenuada (ATR).
  
8. Las autoridades de la Facultad deben establecer convenios con las instituciones públicas correspondientes para la entrega de los resultados de trabajos de graduación.

## BIBLIOGRAFIA

1. Sánchez-Saldaña L, Saenz-Anduaga E. Antisépticos y desinfectantes. 2015;
2. Mallard WG, Linstrom PJ. NIST Chemistry Webbook, NIST Standard Reference Database No. 69; National Institute of Standards and Technology: Gaithersburg, MD, March 1998. <http://webbook.nist.gov/chemistry>.
3. Pereira BMP, Tagkopoulos I. Benzalkonium chlorides: uses, regulatory status, and microbial resistance. *Appl Environ Microbiol.* 2019;85(13).
4. Solé MCM, Espadalé RMA, Aubert AC. NTP 429: Desinfectantes: características y usos más corrientes. *Alcohol.* 36:39.
5. Organización Panamericana de la Salud. COVID-19: Recomendaciones para medidas de salud pública ambiental durante la sequía y la conservación de agua, 11 de mayo del 2020. 2020;
6. Sukumaran S, Chen R. Ensuring product safety and efficacy of alcohol-based hand sanitizers. *Thermo Fish Sci.* 2019;
7. Alvarado D, García JD, Arias-Echandi ML. Evaluación de la efectividad del alcohol-gel en la desinfección de manos y su estabilidad a través del tiempo. *Rev Biomédica.* 2010;21(1):29–31.
8. Castro L, Morán M. Propuesta de una formulación de alcohol gel y su respectivo procedimiento de registro. tesis] San Salvador: Universidad de el Salvador; 2011.
9. Carlos WG, Dela Cruz CS, Cao B, Pasnick S, Jamil S. COVID-19 disease due to SARS-CoV-2 (novel coronavirus). *Am J Respir Crit Care Med.* 2020;201(4):P7–8.
10. Sandle T. Coronavirus pandemic shortages and the risks of using ineffective hand sanitisers in cleanrooms. *Clean Air Journals.* 2020;
11. Monrroy YGC, Tambo ASC, Mamani WAC. La Efectividad del Gel Desinfectante para manos frente al COVID-19 (SARS-COV-2). *Rev Sci.* 2020;18(1).
12. Garrigues JM, Pérez-Ponce A, Garrigues S, De la Guardia M. Direct determination of ethanol and methanol in liquid samples by means of vapor phase-Fourier transform infrared spectroscopy. *Vib Spectrosc.* 1997;15(2):219–28.
13. Sharma K, Sharma SP, Lahiri S. Novel Method for Identification and Quantification of Methanol and Ethanol in Alcoholic Beverages by Gas Chromatography-Fourier Transform Infrared Spectroscopy and Horizontal Attenuated Total Reflectance Fourier Transform Infrared Spectroscopy. *J AOAC Int.* 2009;92(2):518–26.

14. Mohamed MA, Jaafar J, Ismail AF, Othman MHD, Rahman MA. Fourier transform infrared (FTIR) spectroscopy. In: Membrane Characterization. Elsevier; 2017. p. 3–29.
15. University of Tartu Estonia. Database of ATR-FT-IR spectra of various materials. Institute of Chemistry. 2021. p.  
[https://spectra.chem.ut.ee/conservation\\_materials/](https://spectra.chem.ut.ee/conservation_materials/).
16. Saborío Badilla BE. VERIFICACIÓN DE INFORMACIÓN AL USUARIO Y CALIDAD DE LOS ALCOHOLES EN GEL. Costa Rica: Ministerio de Economía, Industria y Comercio. Fabrica Nacional de Licores; 2021.

## GLOSARIO

- **Antiséptico:** Que se emplea para destruir los gérmenes que infectan un organismo vivo o para evitar su existencia. (1)
- **Desinfectante:** Sustancia química que mata o erradica los microorganismos sin discriminación al igual como las bacterias, virus y protozoos impidiendo el crecimiento de microorganismos patógenos en fase vegetativa que se encuentren en objetos inertes. (1)
- **Etanol:** Líquido incoloro, de olor fuerte e inflamable que se obtiene por destilación de productos de fermentación de sustancias azucaradas o feculentas. (1)
- **Isopropanol:** es un alcohol incoloro, inflamable, con un olor intenso y muy miscible con el agua. (1)
- **N-propanol:** es un alcohol incoloro, muy miscible con el agua. Es comúnmente llamado propanol, n-propanol, alcohol propílico o alcohol n-propílico. (1)
- **Espectroscopia Infrarroja:** es la medida de la interacción de la radiación infrarroja con la materia por absorción, emisión o reflexión. Se utiliza para estudiar e identificar sustancias químicas o grupos funcionales en forma sólida, líquida o gaseosa. (13)(14)
- **Reflectancia total atenuada:** es un método de muestreo que introduce luz en una muestra para adquirir información estructural y de composición. La ATR es una de las tecnologías de muestreo más usadas para la espectroscopia FTIR. (13)(14)
- **Centro de Control y Prevención de Enfermedades:** Agencia del Gobierno federal de los Estados Unidos cuya misión es proteger la salud pública mediante la prevención y el control de enfermedades, lesiones y discapacidades. (7)

- **Organización Mundial de la Salud:** es el organismo de la Organización de las Naciones Unidas (ONU) especializado en gestionar políticas de prevención, promoción e intervención a nivel mundial en la salud. (7)
- **Gel Hidroalcohólico:** es un producto que se emplea como complemento del agua y el jabón para lavarse las manos. (7)
- **Comorbilidad:** Presencia de dos o más enfermedades al mismo tiempo en una persona. (5)
- **Pandemia:** es una epidemia de una enfermedad infecciosa que se ha propagado en un área geográficamente extensa, por ejemplo, en varios continentes. (5)

## **ANEXOS**





## ANEXO N° 2

### Carta de respaldo del docente asesor



FACULTAD DE QUIMICA Y FARMACIA

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR



Ciudad Universitaria "Dr. Fabio Castillo Figueroa", 25 de junio de 2021

A quien interese

Por medio de la presente hago constar que el **Br. Oswaldo Rodrigo Avilés Flores** y el **Br. José Manuel Cañas Díaz** están en el proceso de recolección de muestras para finalizar con su trabajo de graduación denominado **"DETERMINACION DEL PORCENTAJE DE ETANOL EN LOS PRODUCTOS ANTISEPTICOS PARA MANOS DISPENSADOS EN CENTROS COMERCIALES DE EL SALVADOR"**, cuyo objetivo es conocer si los productos que brindan los establecimientos en los centros comerciales cumplen con el rango adecuado de alcohol etílico, o si contiene otro producto antiséptico según lo recomendado por la Organización Mundial de la Salud (OMS).

Es por ello, que pedimos de su valiosa colaboración para que se nos permita realizar la recolección de las muestras en este centro comercial. **Cabe mencionar que en el trabajo de graduación no se publicará el nombre de ningún establecimiento para mantener la confidencialidad de éstos.**

A la espera de su comprensión y apoyo, me despido atentamente,

  
M. Sc. Oscar Raúl Avilés Flores  
Docente asesor del trabajo de graduación  
Jefe del Departamento de Análisis Químico e Instrumental  
Facultad de Química y Farmacia  
Universidad de El Salvador



**ANEXO N° 3**  
**Certificado de calidad del estándar de etanol**



## Certificate of Analysis

1.00983.2500 Ethanol absolute for analysis EMSURE® ACS,ISO,Reag. Ph Eur  
Batch K52412583

	Spec. Values		Batch Values	
Purity (GC)	≥ 99.9	%	99.9	%
Identity (IR)	conforms		conforms	
Appearance	conforms		conforms	
Color	≤ 10	Hazen	< 5	Hazen
Solubility in water	conforms		conforms	
Acidity or alkalinity	≤ 30	ppm	≤ 30	ppm
Titration acid	≤ 0.0002	meq/g	0.0001	meq/g
Titration base	≤ 0.0002	meq/g	< 0.0002	meq/g
Density (d 20 °C/20 °C)	0.790 - 0.793		0.791	
UV absorption	conforms		conforms	
Aldehydes (as Acetaldehyd)	≤ 0.001	%	≤ 0.001	%
Fusel oils	conforms		conforms	
Substances reducing potassium permanganate (as O)	≤ 0.0002	%	≤ 0.0002	%
Substances reducing permanganate (ACS)	conforms		conforms	
Carbonyl compounds (as CO)	≤ 0.003	%	≤ 0.003	%
Readily carbonizable substances	conforms		conforms	
Acetone, Isopropyl Alcohol (ACS)	conforms		conforms	
Acetone (GC)	≤ 0.001	%	< 0.001	%
Ethylmethylketone (GC)	≤ 0.02	%	< 0.01	%
Isoamyl alcohol (GC)	≤ 0.05	%	< 0.01	%
2-Propanol (GC)	≤ 0.01	%	< 0.01	%
Higher alcohols (GC)	≤ 0.01	%	< 0.01	%
Volatile impurities (GC) (Acetaldehyde and Acetal)	≤ 10	ppm	< 10	ppm
Volatile impurities (GC) (Benzene)	≤ 2	ppm	< 1	ppm
Volatile impurities (GC) (Methanol)	≤ 100	ppm	< 50	ppm
Volatile impurities (GC) (Total of other impurities)	≤ 300	ppm	< 100	ppm
Volatile impurities (GC) (disregard limit)	≤ 9	ppm	9	ppm
Chloride (Cl)	≤ 0.3	ppm	< 0.1	ppm
Nitrate (NO <sub>3</sub> )	≤ 0.3	ppm	< 0.1	ppm
Phosphate (PO <sub>4</sub> )	≤ 0.3	ppm	< 0.1	ppm
Sulfate (SO <sub>4</sub> )	≤ 0.3	ppm	< 0.1	ppm
Ag (Silver)	≤ 0.000002	%	≤ 0.000002	%
Al (Aluminium)	≤ 0.00005	%	≤ 0.00005	%
As (Arsenic)	≤ 0.000002	%	≤ 0.000002	%
Au (Gold)	≤ 0.000002	%	≤ 0.000002	%
Ba (Barium)	≤ 0.00001	%	≤ 0.00001	%
Be (Beryllium)	≤ 0.000002	%	≤ 0.000002	%
Bi (Bismuth)	≤ 0.000002	%	≤ 0.000002	%
Ca (Calcium)	≤ 0.00005	%	≤ 0.00005	%

#### ANEXO N° 4

#### Ejemplo de cálculo de para concentraciones de estándar de etanol en %v/v

Concentración del estándar de alcohol (%)	Alícuota a tomar del alcohol (mL)	Concentración a obtener (%)	Volumen a diluir (mL)
99.9	9.50	94.91	10.0
99.9	9.00	89.91	10.0
99.9	8.50	84.92	10.0
99.9	8.00	79.92	10.0
99.9	7.50	74.93	10.0
99.9	7.00	69.93	10.0
99.9	6.50	64.94	10.0
99.9	6.00	59.94	10.0
99.9	5.50	54.95	10.0
99.9	5.00	49.95	10.0
99.9	4.50	44.96	10.0
99.9	4.00	39.96	10.0
99.9	3.50	34.97	10.0
99.9	3.00	29.97	10.0
99.9	3.50	34.97	10.0
99.9	2.00	19.98	10.0
99.9	1.50	14.99	10.0
99.9	1.00	9.99	10.0
99.9	0.50	5.00	10.0

Para calcular cada concentración a obtener, se utilizó la siguiente fórmula:

$$C_1 \times V_1 = C_2 \times V_2$$

En donde:

C<sub>1</sub>: Concentración de estándar de etanol (99.9%)

V<sub>1</sub>: Volumen (mL) a tomar del estándar de etanol

C<sub>2</sub>: Concentración del estándar a obtener (%)

V<sub>2</sub>: Volumen (mL) a diluir la alícuota de estándar de etanol

$$C_2 = \frac{C_1 \times V_1}{V_2} = \frac{99.9\% \times 1.00 \text{ mL}}{10.0 \text{ mL}} = 9.99\%$$

**ANEXO N° 5**  
**Porcentaje y verificación del cumplimiento de etanol en las**  
**muestras de productos antisépticos**

No	Código de Mx	% Etanol	Centro Comercial	Departamento	Municipio	Estado
1	APO1	56.85	Plaza Mundo Apopa	San Salvador	Apopa	No cumple
2	APO2	55.64	Plaza Mundo Apopa	San Salvador	Apopa	No cumple
3	APO3	59.92	Plaza Mundo Apopa	San Salvador	Apopa	No cumple
4	APO4	36.52	Plaza Mundo Apopa	San Salvador	Apopa	No cumple
5	APO5	67.78	Plaza Mundo Apopa	San Salvador	Apopa	Cumple
6	APO6	54.49	Plaza Mundo Apopa	San Salvador	Apopa	No cumple
7	APO7	67.62	Plaza Mundo Apopa	San Salvador	Apopa	Cumple
8	APO8	67.75	Plaza Mundo Apopa	San Salvador	Apopa	Cumple
9	APO9	55.29	Plaza Mundo Apopa	San Salvador	Apopa	No cumple
10	APO10	35.60	Plaza Mundo Apopa	San Salvador	Apopa	No cumple
11	APO11	71.75	Plaza Mundo Apopa	San Salvador	Apopa	Cumple
12	APO12	59.80	Plaza Mundo Apopa	San Salvador	Apopa	No cumple
13	APO13	78.36	Plaza Mundo Apopa	San Salvador	Apopa	Cumple
14	APO14	66.67	Plaza Mundo Apopa	San Salvador	Apopa	Cumple
15	APO15	38.97	Plaza Mundo Apopa	San Salvador	Apopa	No cumple
16	APO16	64.46	Plaza Mundo Apopa	San Salvador	Apopa	Cumple
17	APO17	58.52	Plaza Mundo Apopa	San Salvador	Apopa	No cumple
18	APO18	28.90	Plaza Mundo Apopa	San Salvador	Apopa	No cumple
19	APO19	70.10	Plaza Mundo Apopa	San Salvador	Apopa	Cumple
20	APO20	58.38	Plaza Mundo Apopa	San Salvador	Apopa	No cumple
21	APO21	32.56	Plaza Mundo Apopa	San Salvador	Apopa	No cumple
22	APO22	65.30	Plaza Mundo Apopa	San Salvador	Apopa	Cumple
23	B1	25.27	Centro Comercial Bambú	San Salvador	San Salvador	No cumple
24	B2	45.39	Centro Comercial Bambú	San Salvador	San Salvador	No cumple
25	B3	52.33	Centro Comercial Bambú	San Salvador	San Salvador	No cumple
26	B4	53.17	Centro Comercial Bambú	San Salvador	San Salvador	No cumple
27	B5	17.70	Centro Comercial Bambú	San Salvador	San Salvador	No cumple
28	B6	45.32	Centro Comercial Bambú	San Salvador	San Salvador	No cumple
29	B7	12.39	Centro Comercial Bambú	San Salvador	San Salvador	No cumple
30	B8	19.07	Centro Comercial Bambú	San Salvador	San Salvador	No cumple
31	B9	17.74	Centro Comercial Bambú	San Salvador	San Salvador	No cumple
32	B10	8.15	Centro Comercial Bambú	San Salvador	San Salvador	No cumple
33	B11	11.20	Centro Comercial Bambú	San Salvador	San Salvador	No cumple
34	B12	12.39	Centro Comercial Bambú	San Salvador	San Salvador	No cumple
35	B13	12.24	Centro Comercial Bambú	San Salvador	San Salvador	No cumple
36	B14	14.70	Centro Comercial Bambú	San Salvador	San Salvador	No cumple
37	CAS1	68.33	Centro Comercia Las Cascadas	La Libertad	Antiguo Cuscatlán	Cumple

No	Código de Mx	% Etanol	Centro Comercial	Departamento	Municipio	Estado
38	CAS2	69.89	Centro Comercia Las Cascadas	La Libertad	Antiguo Cuscatlán	Cumple
39	CAS3	17.19	Centro Comercia Las Cascadas	La Libertad	Antiguo Cuscatlán	No cumple
40	CAS4	71.52	Centro Comercia Las Cascadas	La Libertad	Antiguo Cuscatlán	Cumple
41	CAS5	67.77	Centro Comercia Las Cascadas	La Libertad	Antiguo Cuscatlán	Cumple
42	CAS6	41.62	Centro Comercia Las Cascadas	La Libertad	Antiguo Cuscatlán	No cumple
43	CAS7	18.26	Centro Comercia Las Cascadas	La Libertad	Antiguo Cuscatlán	No cumple
44	CAS8	68.59	Centro Comercia Las Cascadas	La Libertad	Antiguo Cuscatlán	Cumple
45	CAS9	72.31	Centro Comercia Las Cascadas	La Libertad	Antiguo Cuscatlán	Cumple
46	CAS10	68.66	Centro Comercia Las Cascadas	La Libertad	Antiguo Cuscatlán	Cumple
47	CAS11	62.10	Centro Comercia Las Cascadas	La Libertad	Antiguo Cuscatlán	Cumple
48	CAS12	61.31	Centro Comercia Las Cascadas	La Libertad	Antiguo Cuscatlán	Cumple
49	CAS13	23.71	Centro Comercia Las Cascadas	La Libertad	Antiguo Cuscatlán	No cumple
50	CAS14	68.06	Centro Comercia Las Cascadas	La Libertad	Antiguo Cuscatlán	Cumple
51	CAS15	76.07	Centro Comercia Las Cascadas	La Libertad	Antiguo Cuscatlán	Cumple
52	CAS16	43.39	Centro Comercia Las Cascadas	La Libertad	Antiguo Cuscatlán	No cumple
53	CAS17	19.81	Centro Comercia Las Cascadas	La Libertad	Antiguo Cuscatlán	No cumple
54	CAS18	67.57	Centro Comercia Las Cascadas	La Libertad	Antiguo Cuscatlán	Cumple
55	CAS19	24.37	Centro Comercia Las Cascadas	La Libertad	Antiguo Cuscatlán	No cumple
56	CAS20	72.44	Centro Comercia Las Cascadas	La Libertad	Antiguo Cuscatlán	Cumple
57	CAS21	70.39	Centro Comercia Las Cascadas	La Libertad	Antiguo Cuscatlán	Cumple
58	CAS22	70.54	Centro Comercia Las Cascadas	La Libertad	Antiguo Cuscatlán	Cumple
59	E1	36.89	Plaza Comercial El Encuentro (Roosevelt)	San Miguel	San Miguel	No cumple
60	E2	27.50	Plaza Comercial El Encuentro (Roosevelt)	San Miguel	San Miguel	No cumple
61	E3	28.07	Plaza Comercial El Encuentro (Roosevelt)	San Miguel	San Miguel	No cumple
62	E4	52.01	Plaza Comercial El Encuentro (Roosevelt)	San Miguel	San Miguel	No cumple
63	E6	31.82	Plaza Comercial El Encuentro (Roosevelt)	San Miguel	San Miguel	No cumple
64	EE1	36.19	Plaza Comercial El Encuentro (El Sitio)	San Miguel	San Miguel	No cumple
65	EE5	27.19	Plaza Comercial El Encuentro (El Sitio)	San Miguel	San Miguel	No cumple
66	EE7	30.66	Plaza Comercial El Encuentro (El Sitio)	San Miguel	San Miguel	No cumple
67	EE8	28.23	Plaza Comercial El Encuentro (El Sitio)	San Miguel	San Miguel	No cumple
68	EE10	55.36	Plaza Comercial El Encuentro (El Sitio)	San Miguel	San Miguel	No cumple

No	Código de Mx	% Etanol	Centro Comercial	Departamento	Municipio	Estado
69	EE11	41.30	Plaza Comercial El Encuentro (El Sitio)	San Miguel	San Miguel	No cumple
70	EE12	61.23	Plaza Comercial El Encuentro (El Sitio)	San Miguel	San Miguel	Cumple
71	EE14	37.57	Plaza Comercial El Encuentro (El Sitio)	San Miguel	San Miguel	No cumple
72	EE15	29.04	Plaza Comercial El Encuentro (El Sitio)	San Miguel	San Miguel	No cumple
73	EE16	29.61	Plaza Comercial El Encuentro (El Sitio)	San Miguel	San Miguel	No cumple
74	ELO1	23.27	Plaza Comercial El Encuentro (Lourdes)	La Libertad	Lourdes	No cumple
75	ELO2	60.71	Plaza Comercial El Encuentro (Lourdes)	La Libertad	Lourdes	Cumple
76	ELO3	55.44	Plaza Comercial El Encuentro (Lourdes)	La Libertad	Lourdes	No cumple
77	ELO4	50.27	Plaza Comercial El Encuentro (Lourdes)	La Libertad	Lourdes	No cumple
78	ELO5	66.08	Plaza Comercial El Encuentro (Lourdes)	La Libertad	Lourdes	Cumple
79	ELO6	27.04	Plaza Comercial El Encuentro (Lourdes)	La Libertad	Lourdes	No cumple
80	ELO7	53.16	Plaza Comercial El Encuentro (Lourdes)	La Libertad	Lourdes	No cumple
81	ELO8	70.05	Plaza Comercial El Encuentro (Lourdes)	La Libertad	Lourdes	Cumple
82	ELO9	73.37	Plaza Comercial El Encuentro (Lourdes)	La Libertad	Lourdes	Cumple
83	ELO10	63.20	Plaza Comercial El Encuentro (Lourdes)	La Libertad	Lourdes	Cumple
84	ELO11	59.60	Plaza Comercial El Encuentro (Lourdes)	La Libertad	Lourdes	No cumple
85	ELO12	64.30	Plaza Comercial El Encuentro (Lourdes)	La Libertad	Lourdes	Cumple
86	GA1	27.80	Centro Comercial Galerías	San Salvador	San Salvador	No cumple
87	GA2	62.12	Centro Comercial Galerías	San Salvador	San Salvador	Cumple
88	GA3	22.68	Centro Comercial Galerías	San Salvador	San Salvador	No cumple
89	GA4	39.46	Centro Comercial Galerías	San Salvador	San Salvador	No cumple
90	GA5	23.37	Centro Comercial Galerías	San Salvador	San Salvador	No cumple
91	GA6	32.53	Centro Comercial Galerías	San Salvador	San Salvador	No cumple
92	GA7	52.92	Centro Comercial Galerías	San Salvador	San Salvador	No cumple
93	GA8	12.51	Centro Comercial Galerías	San Salvador	San Salvador	No cumple
94	GA9	40.38	Centro Comercial Galerías	San Salvador	San Salvador	No cumple
95	GA10	12.33	Centro Comercial Galerías	San Salvador	San Salvador	No cumple
96	GA11	25.65	Centro Comercial Galerías	San Salvador	San Salvador	No cumple
97	GA12	11.72	Centro Comercial Galerías	San Salvador	San Salvador	No cumple
98	GA13	50.29	Centro Comercial Galerías	San Salvador	San Salvador	No cumple
99	GA14	29.09	Centro Comercial Galerías	San Salvador	San Salvador	No cumple
100	GA15	56.71	Centro Comercial Galerías	San Salvador	San Salvador	No cumple
101	GA16	25.99	Centro Comercial Galerías	San Salvador	San Salvador	No cumple

No	Código de Mx	% Etanol	Centro Comercial	Departamento	Municipio	Estado
102	GA17	22.80	Centro Comercial Galerías	San Salvador	San Salvador	No cumple
103	GA18	33.94	Centro Comercial Galerías	San Salvador	San Salvador	No cumple
104	GA19	28.99	Centro Comercial Galerías	San Salvador	San Salvador	No cumple
105	GA20	41.43	Centro Comercial Galerías	San Salvador	San Salvador	No cumple
106	GA21	17.44	Centro Comercial Galerías	San Salvador	San Salvador	No cumple
107	GA22	15.59	Centro Comercial Galerías	San Salvador	San Salvador	No cumple
108	GA23	28.72	Centro Comercial Galerías	San Salvador	San Salvador	No cumple
109	GA24	42.33	Centro Comercial Galerías	San Salvador	San Salvador	No cumple
110	GA25	46.32	Centro Comercial Galerías	San Salvador	San Salvador	No cumple
111	GA26	39.68	Centro Comercial Galerías	San Salvador	San Salvador	No cumple
112	GA27	15.96	Centro Comercial Galerías	San Salvador	San Salvador	No cumple
113	GA28	49.37	Centro Comercial Galerías	San Salvador	San Salvador	No cumple
114	GA29	61.00	Centro Comercial Galerías	San Salvador	San Salvador	Cumple
115	GA30	25.99	Centro Comercial Galerías	San Salvador	San Salvador	No cumple
116	GA31	43.49	Centro Comercial Galerías	San Salvador	San Salvador	No cumple
117	GA32	11.48	Centro Comercial Galerías	San Salvador	San Salvador	No cumple
118	GA33	16.84	Centro Comercial Galerías	San Salvador	San Salvador	No cumple
119	GA34	32.56	Centro Comercial Galerías	San Salvador	San Salvador	No cumple
120	GA35	44.63	Centro Comercial Galerías	San Salvador	San Salvador	No cumple
121	GA36	36.28	Centro Comercial Galerías	San Salvador	San Salvador	No cumple
122	GA37	13.36	Centro Comercial Galerías	San Salvador	San Salvador	No cumple
123	JOYA1	68.47	Centro Comercial La Joya	La Libertad	Santa Tecla	Cumple
124	JOYA2	49.24	Centro Comercial La Joya	La Libertad	Santa Tecla	No cumple
125	JOYA3	70.28	Centro Comercial La Joya	La Libertad	Santa Tecla	Cumple
126	JOYA4	69.66	Centro Comercial La Joya	La Libertad	Santa Tecla	Cumple
127	JOYA5	81.38	Centro Comercial La Joya	La Libertad	Santa Tecla	No cumple
128	JOYA6	73.78	Centro Comercial La Joya	La Libertad	Santa Tecla	Cumple
129	JOYA7	62.95	Centro Comercial La Joya	La Libertad	Santa Tecla	Cumple
130	JOYA8	8.26	Centro Comercial La Joya	La Libertad	Santa Tecla	No cumple
131	JOYA9	72.44	Centro Comercial La Joya	La Libertad	Santa Tecla	Cumple
132	JOYA10	31.44	Centro Comercial La Joya	La Libertad	Santa Tecla	No cumple
133	JOYA11	71.18	Centro Comercial La Joya	La Libertad	Santa Tecla	Cumple
134	JOYA12	67.50	Centro Comercial La Joya	La Libertad	Santa Tecla	Cumple
135	LOU1	29.02	Metrocentro (Lourdes)	La Libertad	Lourdes	No cumple
136	LOU2	61.20	Metrocentro (Lourdes)	La Libertad	Lourdes	Cumple
137	LOU3	19.18	Metrocentro (Lourdes)	La Libertad	Lourdes	No cumple
138	LOU4	64.98	Metrocentro (Lourdes)	La Libertad	Lourdes	Cumple



No	Código de Mx	% Etanol	Centro Comercial	Departamento	Municipio	Estado
139	LOU5	69.62	Metrocentro (Lourdes)	La Libertad	Lourdes	Cumple
140	LOU6	23.52	Metrocentro (Lourdes)	La Libertad	Lourdes	No cumple
141	LOU7	67.67	Metrocentro (Lourdes)	La Libertad	Lourdes	Cumple
142	LOU8	51.68	Metrocentro (Lourdes)	La Libertad	Lourdes	No cumple
143	LOU9	86.70	Metrocentro (Lourdes)	La Libertad	Lourdes	No cumple
144	LOU10	33.59	Metrocentro (Lourdes)	La Libertad	Lourdes	No cumple
145	LOU11	46.34	Metrocentro (Lourdes)	La Libertad	Lourdes	No cumple
146	LOU12	54.13	Metrocentro (Lourdes)	La Libertad	Lourdes	No cumple
147	LOU13	73.15	Metrocentro (Lourdes)	La Libertad	Lourdes	Cumple
148	LOU14	33.85	Metrocentro (Lourdes)	La Libertad	Lourdes	No cumple
149	LOU15	20.96	Metrocentro (Lourdes)	La Libertad	Lourdes	No cumple
150	LOU16	67.69	Metrocentro (Lourdes)	La Libertad	Lourdes	Cumple
151	LOU17	56.66	Metrocentro (Lourdes)	La Libertad	Lourdes	No cumple
152	LOU18	68.75	Metrocentro (Lourdes)	La Libertad	Lourdes	Cumple
153	LOU19	67.05	Metrocentro (Lourdes)	La Libertad	Lourdes	Cumple
154	LOU20	30.33	Metrocentro (Lourdes)	La Libertad	Lourdes	No cumple
155	LOU21	70.94	Metrocentro (Lourdes)	La Libertad	Lourdes	Cumple
156	LOU22	31.65	Metrocentro (Lourdes)	La Libertad	Lourdes	No cumple
157	LOU23	22.58	Metrocentro (Lourdes)	La Libertad	Lourdes	No cumple
158	LOU24	60.37	Metrocentro (Lourdes)	La Libertad	Lourdes	Cumple
159	LOU25	55.68	Metrocentro (Lourdes)	La Libertad	Lourdes	No cumple
160	LOU26	62.12	Metrocentro (Lourdes)	La Libertad	Lourdes	Cumple
161	LOU27	59.14	Metrocentro (Lourdes)	La Libertad	Lourdes	No cumple
162	M1	41.46	Multiplaza	La Libertad	Antiguo Cuscatlán	No cumple
163	M2	28.27	Multiplaza	La Libertad	Antiguo Cuscatlán	No cumple
164	M3	43.10	Multiplaza	La Libertad	Antiguo Cuscatlán	No cumple
165	M4	16.58	Multiplaza	La Libertad	Antiguo Cuscatlán	No cumple
166	M5	15.59	Multiplaza	La Libertad	Antiguo Cuscatlán	No cumple
167	M6	7.86	Multiplaza	La Libertad	Antiguo Cuscatlán	No cumple
168	M7	44.65	Multiplaza	La Libertad	Antiguo Cuscatlán	No cumple
169	M8	14.30	Multiplaza	La Libertad	Antiguo Cuscatlán	No cumple
170	M9	10.63	Multiplaza	La Libertad	Antiguo Cuscatlán	No cumple
171	M10	20.51	Multiplaza	La Libertad	Antiguo Cuscatlán	No cumple
172	M11	59.96	Multiplaza	La Libertad	Antiguo Cuscatlán	No cumple
173	M12	15.68	Multiplaza	La Libertad	Antiguo Cuscatlán	No cumple

No	Código de Mx	% Etanol	Centro Comercial	Departamento	Municipio	Estado
174	M13	20.18	Multipiazza	La Libertad	Antiguo Cuscatlán	No cumple
175	M14	11.02	Multipiazza	La Libertad	Antiguo Cuscatlán	No cumple
176	M15	44.41	Multipiazza	La Libertad	Antiguo Cuscatlán	No cumple
177	M16	25.69	Multipiazza	La Libertad	Antiguo Cuscatlán	No cumple
178	M17	32.07	Multipiazza	La Libertad	Antiguo Cuscatlán	No cumple
179	M18	60.79	Multipiazza	La Libertad	Antiguo Cuscatlán	Cumple
180	M19	26.42	Multipiazza	La Libertad	Antiguo Cuscatlán	No cumple
181	M20	60.41	Multipiazza	La Libertad	Antiguo Cuscatlán	Cumple
182	M21	27.28	Multipiazza	La Libertad	Antiguo Cuscatlán	No cumple
183	M22	72.25	Multipiazza	La Libertad	Antiguo Cuscatlán	Cumple
184	M23	47.14	Multipiazza	La Libertad	Antiguo Cuscatlán	No cumple
185	M24	64.42	Multipiazza	La Libertad	Antiguo Cuscatlán	Cumple
186	M25	13.77	Multipiazza	La Libertad	Antiguo Cuscatlán	No cumple
187	M26	14.73	Multipiazza	La Libertad	Antiguo Cuscatlán	No cumple
188	M27	42.33	Multipiazza	La Libertad	Antiguo Cuscatlán	No cumple
189	M28	47.99	Multipiazza	La Libertad	Antiguo Cuscatlán	No cumple
190	M29	54.13	Multipiazza	La Libertad	Antiguo Cuscatlán	No cumple
191	M30	70.70	Multipiazza	La Libertad	Antiguo Cuscatlán	Cumple
192	M31	61.76	Multipiazza	La Libertad	Antiguo Cuscatlán	Cumple
193	M32	75.61	Multipiazza	La Libertad	Antiguo Cuscatlán	Cumple
194	M33	9.33	Multipiazza	La Libertad	Antiguo Cuscatlán	No cumple
195	M34	16.51	Multipiazza	La Libertad	Antiguo Cuscatlán	No cumple
196	M35	11.70	Multipiazza	La Libertad	Antiguo Cuscatlán	No cumple
197	M36	33.22	Multipiazza	La Libertad	Antiguo Cuscatlán	No cumple
198	M37	14.21	Multipiazza	La Libertad	Antiguo Cuscatlán	No cumple
199	M38	31.37	Multipiazza	La Libertad	Antiguo Cuscatlán	No cumple
200	M39	19.08	Multipiazza	La Libertad	Antiguo Cuscatlán	No cumple
201	M40	20.33	Multipiazza	La Libertad	Antiguo Cuscatlán	No cumple
202	MARC1	69.30	Plaza Comercial El Encuentro (San Marcos)	San Salvador	San Marcos	Cumple
203	MARC2	67.78	Plaza Comercial El Encuentro (San Marcos)	San Salvador	San Marcos	Cumple
204	MARC3	61.00	Plaza Comercial El Encuentro (San Marcos)	San Salvador	San Marcos	Cumple

No	Código de Mx	% Etanol	Centro Comercial	Departamento	Municipio	Estado
205	MARC4	55.74	Plaza Comercial El Encuentro (San Marcos)	San Salvador	San Marcos	No cumple
206	MARC5	3.40	Plaza Comercial El Encuentro (San Marcos)	San Salvador	San Marcos	No cumple
207	MARC6	64.14	Plaza Comercial El Encuentro (San Marcos)	San Salvador	San Marcos	Cumple
208	MARC7	52.58	Plaza Comercial El Encuentro (San Marcos)	San Salvador	San Marcos	No cumple
209	MARC8	69.61	Plaza Comercial El Encuentro (San Marcos)	San Salvador	San Marcos	Cumple
210	MARC9	22.99	Plaza Comercial El Encuentro (San Marcos)	San Salvador	San Marcos	No cumple
211	MARC10	57.17	Plaza Comercial El Encuentro (San Marcos)	San Salvador	San Marcos	No cumple
212	MC1	55.55	Metrocentro (San Miguel)	San Miguel	San Miguel	No cumple
213	MC2	40.44	Metrocentro (San Miguel)	San Miguel	San Miguel	No cumple
214	MC3	27.52	Metrocentro (San Miguel)	San Miguel	San Miguel	No cumple
215	MC5	35.84	Metrocentro (San Miguel)	San Miguel	San Miguel	No cumple
216	MC6	49.24	Metrocentro (San Miguel)	San Miguel	San Miguel	No cumple
217	MC7	41.10	Metrocentro (San Miguel)	San Miguel	San Miguel	No cumple
218	MC8	26.73	Metrocentro (San Miguel)	San Miguel	San Miguel	No cumple
219	MC9	32.04	Metrocentro (San Miguel)	San Miguel	San Miguel	No cumple
220	MC10	28.20	Metrocentro (San Miguel)	San Miguel	San Miguel	No cumple
221	MC11	39.29	Metrocentro (San Miguel)	San Miguel	San Miguel	No cumple
222	MC12	69.79	Metrocentro (San Miguel)	San Miguel	San Miguel	Cumple
223	MC13	49.71	Metrocentro (San Miguel)	San Miguel	San Miguel	No cumple
224	MC14	31.13	Metrocentro (San Miguel)	San Miguel	San Miguel	No cumple
225	MC15	26.64	Metrocentro (San Miguel)	San Miguel	San Miguel	No cumple
226	MC16	54.94	Metrocentro (San Miguel)	San Miguel	San Miguel	No cumple
227	MC17	29.85	Metrocentro (San Miguel)	San Miguel	San Miguel	No cumple
228	MC18	29.68	Metrocentro (San Miguel)	San Miguel	San Miguel	No cumple
229	MC19	29.58	Metrocentro (San Miguel)	San Miguel	San Miguel	No cumple
230	MC20	41.94	Metrocentro (San Miguel)	San Miguel	San Miguel	No cumple
231	MC21	38.45	Metrocentro (San Miguel)	San Miguel	San Miguel	No cumple
232	MC22	28.13	Metrocentro (San Miguel)	San Miguel	San Miguel	No cumple
233	MC23	43.90	Metrocentro (San Miguel)	San Miguel	San Miguel	No cumple
234	MC24	27.58	Metrocentro (San Miguel)	San Miguel	San Miguel	No cumple
235	MC25	28.81	Metrocentro (San Miguel)	San Miguel	San Miguel	No cumple
236	MC26	37.86	Metrocentro (San Miguel)	San Miguel	San Miguel	No cumple
237	MC27	28.83	Metrocentro (San Miguel)	San Miguel	San Miguel	No cumple
238	MC28	33.72	Metrocentro (San Miguel)	San Miguel	San Miguel	No cumple
239	MC29	53.98	Metrocentro (San Miguel)	San Miguel	San Miguel	No cumple
240	MC30	61.46	Metrocentro (San Miguel)	San Miguel	San Miguel	Cumple

No	Código de Mx	% Etanol	Centro Comercial	Departamento	Municipio	Estado
241	ME1	39.92	Metrocentro (San Salvador)	San Salvador	San Salvador	No cumple
242	ME2	40.80	Metrocentro (San Salvador)	San Salvador	San Salvador	No cumple
243	ME3	24.14	Metrocentro (San Salvador)	San Salvador	San Salvador	No cumple
244	ME4	55.47	Metrocentro (San Salvador)	San Salvador	San Salvador	No cumple
245	ME5	10.90	Metrocentro (San Salvador)	San Salvador	San Salvador	No cumple
246	ME6	9.10	Metrocentro (San Salvador)	San Salvador	San Salvador	No cumple
247	ME7	55.64	Metrocentro (San Salvador)	San Salvador	San Salvador	No cumple
248	ME8	60.04	Metrocentro (San Salvador)	San Salvador	San Salvador	Cumple
249	ME9	39.22	Metrocentro (San Salvador)	San Salvador	San Salvador	No cumple
250	ME10	60.36	Metrocentro (San Salvador)	San Salvador	San Salvador	Cumple
251	ME11	13.95	Metrocentro (San Salvador)	San Salvador	San Salvador	No cumple
252	ME12	60.26	Metrocentro (San Salvador)	San Salvador	San Salvador	Cumple
253	ME13	68.31	Metrocentro (San Salvador)	San Salvador	San Salvador	Cumple
254	ME14	22.90	Metrocentro (San Salvador)	San Salvador	San Salvador	No cumple
255	ME15	49.53	Metrocentro (San Salvador)	San Salvador	San Salvador	No cumple
256	ME16	49.50	Metrocentro (San Salvador)	San Salvador	San Salvador	No cumple
257	ME17	70.71	Metrocentro (San Salvador)	San Salvador	San Salvador	Cumple
258	ME18	17.74	Metrocentro (San Salvador)	San Salvador	San Salvador	No cumple
259	ME19	67.19	Metrocentro (San Salvador)	San Salvador	San Salvador	Cumple
260	ME20	15.41	Metrocentro (San Salvador)	San Salvador	San Salvador	No cumple
261	ME21	14.94	Metrocentro (San Salvador)	San Salvador	San Salvador	No cumple
262	ME22	63.39	Metrocentro (San Salvador)	San Salvador	San Salvador	Cumple
263	ME23	49.69	Metrocentro (San Salvador)	San Salvador	San Salvador	No cumple
264	ME24	47.64	Metrocentro (San Salvador)	San Salvador	San Salvador	No cumple
265	ME25	55.64	Metrocentro (San Salvador)	San Salvador	San Salvador	No cumple
266	ME26	35.91	Metrocentro (San Salvador)	San Salvador	San Salvador	No cumple
267	ME27	58.20	Metrocentro (San Salvador)	San Salvador	San Salvador	No cumple
268	ME28	16.41	Metrocentro (San Salvador)	San Salvador	San Salvador	No cumple
269	ME29	60.09	Metrocentro (San Salvador)	San Salvador	San Salvador	Cumple
270	ME30	65.09	Metrocentro (San Salvador)	San Salvador	San Salvador	Cumple
271	ME31	5.31	Metrocentro (San Salvador)	San Salvador	San Salvador	No cumple

No	Código de Mx	% Etanol	Centro Comercial	Departamento	Municipio	Estado
272	ME32	62.65	Metrocentro (San Salvador)	San Salvador	San Salvador	Cumple
273	ME33	61.20	Metrocentro (San Salvador)	San Salvador	San Salvador	Cumple
274	ME34	30.32	Metrocentro (San Salvador)	San Salvador	San Salvador	No cumple
275	ME35	44.12	Metrocentro (San Salvador)	San Salvador	San Salvador	No cumple
276	ME36	59.18	Metrocentro (San Salvador)	San Salvador	San Salvador	No cumple
277	ME37	10.12	Metrocentro (San Salvador)	San Salvador	San Salvador	No cumple
278	ME38	53.41	Metrocentro (San Salvador)	San Salvador	San Salvador	No cumple
279	ME39	58.66	Metrocentro (San Salvador)	San Salvador	San Salvador	No cumple
280	ME40	75.17	Metrocentro (San Salvador)	San Salvador	San Salvador	Cumple
281	ME41	65.25	Metrocentro (San Salvador)	San Salvador	San Salvador	Cumple
282	ME42	21.88	Metrocentro (San Salvador)	San Salvador	San Salvador	No cumple
283	ME43	21.15	Metrocentro (San Salvador)	San Salvador	San Salvador	No cumple
284	ME44	42.20	Metrocentro (San Salvador)	San Salvador	San Salvador	No cumple
285	ME45	66.52	Metrocentro (San Salvador)	San Salvador	San Salvador	Cumple
286	ME46	28.48	Metrocentro (San Salvador)	San Salvador	San Salvador	No cumple
287	ME47	52.63	Metrocentro (San Salvador)	San Salvador	San Salvador	No cumple
288	ME48	11.21	Metrocentro (San Salvador)	San Salvador	San Salvador	No cumple
289	ME49	67.74	Metrocentro (San Salvador)	San Salvador	San Salvador	Cumple
290	ME50	14.02	Metrocentro (San Salvador)	San Salvador	San Salvador	No cumple
291	ME51	18.98	Metrocentro (San Salvador)	San Salvador	San Salvador	No cumple
292	ME52	10.07	Metrocentro (San Salvador)	San Salvador	San Salvador	No cumple
293	ME53	15.78	Metrocentro (San Salvador)	San Salvador	San Salvador	No cumple
294	ME54	36.31	Metrocentro (San Salvador)	San Salvador	San Salvador	No cumple
295	ME55	23.39	Metrocentro (San Salvador)	San Salvador	San Salvador	No cumple
296	ME56	19.32	Metrocentro (San Salvador)	San Salvador	San Salvador	No cumple
297	ME57	55.69	Metrocentro (San Salvador)	San Salvador	San Salvador	No cumple
298	ME58	59.60	Metrocentro (San Salvador)	San Salvador	San Salvador	No cumple
299	ME59	36.63	Metrocentro (San Salvador)	San Salvador	San Salvador	No cumple
300	ME60	5.31	Metrocentro (San Salvador)	San Salvador	San Salvador	No cumple
301	MSA1	74.69	Metrocentro (Santa Ana)	Santa Ana	Santa Ana	Cumple
302	MSA2	68.25	Metrocentro (Santa Ana)	Santa Ana	Santa Ana	Cumple

No	Código de Mx	% Etanol	Centro Comercial	Departamento	Municipio	Estado
303	MSA3	21.43	Metrocentro (Santa Ana)	Santa Ana	Santa Ana	No cumple
304	MSA4	57.87	Metrocentro (Santa Ana)	Santa Ana	Santa Ana	No cumple
305	MSA5	24.30	Metrocentro (Santa Ana)	Santa Ana	Santa Ana	No cumple
306	MSA6	36.16	Metrocentro (Santa Ana)	Santa Ana	Santa Ana	No cumple
307	MSA7	66.13	Metrocentro (Santa Ana)	Santa Ana	Santa Ana	Cumple
308	MSA8	11.91	Metrocentro (Santa Ana)	Santa Ana	Santa Ana	No cumple
309	MSA9	67.44	Metrocentro (Santa Ana)	Santa Ana	Santa Ana	Cumple
310	MSA10	73.15	Metrocentro (Santa Ana)	Santa Ana	Santa Ana	Cumple
311	MSA11	68.38	Metrocentro (Santa Ana)	Santa Ana	Santa Ana	Cumple
312	MSA12	74.99	Metrocentro (Santa Ana)	Santa Ana	Santa Ana	Cumple
313	MSA13	29.73	Metrocentro (Santa Ana)	Santa Ana	Santa Ana	No cumple
314	MSA14	20.58	Metrocentro (Santa Ana)	Santa Ana	Santa Ana	No cumple
315	MSA15	62.49	Metrocentro (Santa Ana)	Santa Ana	Santa Ana	Cumple
316	MSA16	85.72	Metrocentro (Santa Ana)	Santa Ana	Santa Ana	No cumple
317	MSA17	0.00	Metrocentro (Santa Ana)	Santa Ana	Santa Ana	No cumple
318	MSA18	39.64	Metrocentro (Santa Ana)	Santa Ana	Santa Ana	No cumple
319	MSA19	66.21	Metrocentro (Santa Ana)	Santa Ana	Santa Ana	Cumple
320	MSA20	57.73	Metrocentro (Santa Ana)	Santa Ana	Santa Ana	No cumple
321	MSA21	15.59	Metrocentro (Santa Ana)	Santa Ana	Santa Ana	No cumple
322	MSA22	71.47	Metrocentro (Santa Ana)	Santa Ana	Santa Ana	Cumple
323	MSA23	38.20	Metrocentro (Santa Ana)	Santa Ana	Santa Ana	No cumple
324	MSA24	65.29	Metrocentro (Santa Ana)	Santa Ana	Santa Ana	Cumple
325	MSA25	69.55	Metrocentro (Santa Ana)	Santa Ana	Santa Ana	Cumple
326	MSA26	64.84	Metrocentro (Santa Ana)	Santa Ana	Santa Ana	Cumple
327	MSA27	55.74	Metrocentro (Santa Ana)	Santa Ana	Santa Ana	No cumple
328	MSA28	67.57	Metrocentro (Santa Ana)	Santa Ana	Santa Ana	Cumple
329	MSA29	52.38	Metrocentro (Santa Ana)	Santa Ana	Santa Ana	No cumple
330	MSA30	60.33	Metrocentro (Santa Ana)	Santa Ana	Santa Ana	Cumple
331	PM1	62.80	Plaza Merliot	La Libertad	Santa Tecla	Cumple
332	PM2	68.71	Plaza Merliot	La Libertad	Santa Tecla	Cumple
333	PM3	52.96	Plaza Merliot	La Libertad	Santa Tecla	No cumple
334	PM4	83.12	Plaza Merliot	La Libertad	Santa Tecla	No cumple
335	PM5	47.58	Plaza Merliot	La Libertad	Santa Tecla	No cumple
336	PM6	18.04	Plaza Merliot	La Libertad	Santa Tecla	No cumple
337	PM7	13.92	Plaza Merliot	La Libertad	Santa Tecla	No cumple
338	PM8	58.74	Plaza Merliot	La Libertad	Santa Tecla	No cumple
339	PM9	66.47	Plaza Merliot	La Libertad	Santa Tecla	Cumple

No	Código de Mx	% Etanol	Centro Comercial	Departamento	Municipio	Estado
340	PM10	37.82	Plaza Merliot	La Libertad	Santa Tecla	No cumple
341	PM11	71.88	Plaza Merliot	La Libertad	Santa Tecla	Cumple
342	PM12	61.92	Plaza Merliot	La Libertad	Santa Tecla	Cumple
343	PM13	68.62	Plaza Merliot	La Libertad	Santa Tecla	Cumple
344	PM14	20.29	Plaza Merliot	La Libertad	Santa Tecla	No cumple
345	PM15	60.15	Plaza Merliot	La Libertad	Santa Tecla	Cumple
346	PM16	19.84	Plaza Merliot	La Libertad	Santa Tecla	No cumple
347	PM17	15.38	Plaza Merliot	La Libertad	Santa Tecla	No cumple
348	PM18	69.16	Plaza Merliot	La Libertad	Santa Tecla	Cumple
349	PM19	67.53	Plaza Merliot	La Libertad	Santa Tecla	Cumple
350	PM20	41.16	Plaza Merliot	La Libertad	Santa Tecla	No cumple
351	PM21	68.11	Plaza Merliot	La Libertad	Santa Tecla	Cumple
352	PM22	66.72	Plaza Merliot	La Libertad	Santa Tecla	Cumple
353	PM23	28.18	Plaza Merliot	La Libertad	Santa Tecla	No cumple
354	PM24	29.40	Plaza Merliot	La Libertad	Santa Tecla	No cumple
355	PM25	46.14	Plaza Merliot	La Libertad	Santa Tecla	No cumple
356	PM26	69.21	Plaza Merliot	La Libertad	Santa Tecla	Cumple
357	PM27	69.39	Plaza Merliot	La Libertad	Santa Tecla	Cumple
358	SG1	61.65	Mall San Gabriel	San Salvador	Nejapa	Cumple
359	SG2	52.79	Mall San Gabriel	San Salvador	Nejapa	No cumple
360	SG3	59.32	Mall San Gabriel	San Salvador	Nejapa	No cumple
361	SG4	59.38	Mall San Gabriel	San Salvador	Nejapa	No cumple
362	SG5	62.85	Mall San Gabriel	San Salvador	Nejapa	Cumple
363	SG6	32.25	Mall San Gabriel	San Salvador	Nejapa	No cumple
364	SG7	66.15	Mall San Gabriel	San Salvador	Nejapa	Cumple
365	SG8	60.84	Mall San Gabriel	San Salvador	Nejapa	Cumple
366	SG9	43.61	Mall San Gabriel	San Salvador	Nejapa	No cumple
367	SG10	68.11	Mall San Gabriel	San Salvador	Nejapa	Cumple
368	SG11	39.05	Mall San Gabriel	San Salvador	Nejapa	No cumple
369	SG12	45.61	Mall San Gabriel	San Salvador	Nejapa	No cumple
370	SL1	41.42	Centro Comercial San Luis	San Salvador	San Salvador	No cumple
371	SL2	64.59	Centro Comercial San Luis	San Salvador	San Salvador	Cumple
372	SL3	70.75	Centro Comercial San Luis	San Salvador	San Salvador	Cumple
373	SL4	70.3	Centro Comercial San Luis	San Salvador	San Salvador	Cumple
374	SL5	57.2	Centro Comercial San Luis	San Salvador	San Salvador	No cumple
375	SON1	60.37	Metrocentro (Sonsonate)	Sonsonate	Sonsonate	Cumple

No	Código de Mx	% Etanol	Centro Comercial	Departamento	Municipio	Estado
376	SON2	67.53	Metrocentro (Sonsonate)	Sonsonate	Sonsonate	Cumple
377	SON3	9.82	Metrocentro (Sonsonate)	Sonsonate	Sonsonate	No cumple
378	SON4	62.67	Metrocentro (Sonsonate)	Sonsonate	Sonsonate	Cumple
379	SON5	60.33	Metrocentro (Sonsonate)	Sonsonate	Sonsonate	Cumple
380	SON6	62.85	Metrocentro (Sonsonate)	Sonsonate	Sonsonate	Cumple
381	SON7	69.47	Metrocentro (Sonsonate)	Sonsonate	Sonsonate	Cumple
382	SON8	58.49	Metrocentro (Sonsonate)	Sonsonate	Sonsonate	No cumple
383	SON9	53.51	Metrocentro (Sonsonate)	Sonsonate	Sonsonate	No cumple
384	SON10	69.32	Metrocentro (Sonsonate)	Sonsonate	Sonsonate	Cumple
385	SON11	66.00	Metrocentro (Sonsonate)	Sonsonate	Sonsonate	Cumple
386	SON12	68.84	Metrocentro (Sonsonate)	Sonsonate	Sonsonate	Cumple
387	SON13	17.08	Metrocentro (Sonsonate)	Sonsonate	Sonsonate	No cumple
388	SON14	43.01	Metrocentro (Sonsonate)	Sonsonate	Sonsonate	No cumple
389	SON15	68.10	Metrocentro (Sonsonate)	Sonsonate	Sonsonate	Cumple
390	SON16	27.17	Metrocentro (Sonsonate)	Sonsonate	Sonsonate	No cumple
391	SON17	40.82	Metrocentro (Sonsonate)	Sonsonate	Sonsonate	No cumple
392	SON18	61.34	Metrocentro (Sonsonate)	Sonsonate	Sonsonate	Cumple
393	SON19	63.56	Metrocentro (Sonsonate)	Sonsonate	Sonsonate	Cumple
394	SON20	63.38	Metrocentro (Sonsonate)	Sonsonate	Sonsonate	Cumple
395	SON21	35.43	Metrocentro (Sonsonate)	Sonsonate	Sonsonate	No cumple
396	SON22	21.59	Metrocentro (Sonsonate)	Sonsonate	Sonsonate	No cumple
397	SON23	55.65	Metrocentro (Sonsonate)	Sonsonate	Sonsonate	No cumple
398	SON24	67.76	Metrocentro (Sonsonate)	Sonsonate	Sonsonate	Cumple
399	SON25	44.70	Metrocentro (Sonsonate)	Sonsonate	Sonsonate	No cumple
400	ST1	67.63	Plaza Santo Tomás	San Salvador	Santo Tomás	Cumple
401	ST2	44.12	Plaza Santo Tomás	San Salvador	Santo Tomás	No cumple
402	ST3	68.91	Plaza Santo Tomás	San Salvador	Santo Tomás	Cumple
403	ST4	18.16	Plaza Santo Tomás	San Salvador	Santo Tomás	No cumple
404	ST5	52.04	Plaza Santo Tomás	San Salvador	Santo Tomás	No cumple
405	UM1	49.95	Unicentro Metrópolis	San Salvador	Mejicanos	No cumple
406	UM2	52.68	Unicentro Metrópolis	San Salvador	Mejicanos	No cumple
407	UM3	34.58	Unicentro Metrópolis	San Salvador	Mejicanos	No cumple
408	UM4	54.16	Unicentro Metrópolis	San Salvador	Mejicanos	No cumple
409	UM5	16.79	Unicentro Metrópolis	San Salvador	Mejicanos	No cumple
410	UM6	58.53	Unicentro Metrópolis	San Salvador	Mejicanos	No cumple
411	UM7	27.81	Unicentro Metrópolis	San Salvador	Mejicanos	No cumple
412	UM8	42.42	Unicentro Metrópolis	San Salvador	Mejicanos	No cumple



No	Código de Mx	% Etanol	Centro Comercial	Departamento	Municipio	Estado
413	UM9	22.73	Unicentro Metrópolis	San Salvador	Mejicanos	No cumple
414	UM10	20.51	Unicentro Metrópolis	San Salvador	Mejicanos	No cumple
415	UM11	16.05	Unicentro Metrópolis	San Salvador	Mejicanos	No cumple
416	UM12	9.40	Unicentro Metrópolis	San Salvador	Mejicanos	No cumple
417	UM13	49.42	Unicentro Metrópolis	San Salvador	Mejicanos	No cumple
418	UM14	45.01	Unicentro Metrópolis	San Salvador	Mejicanos	No cumple
419	UM15	40.49	Unicentro Metrópolis	San Salvador	Mejicanos	No cumple
420	UM16	65.47	Unicentro Metrópolis	San Salvador	Mejicanos	Cumple
421	UM17	24.30	Unicentro Metrópolis	San Salvador	Mejicanos	No cumple
422	UM18	57.59	Unicentro Metrópolis	San Salvador	Mejicanos	No cumple
423	UM19	20.25	Unicentro Metrópolis	San Salvador	Mejicanos	No cumple
424	UM20	10.85	Unicentro Metrópolis	San Salvador	Mejicanos	No cumple
425	VIA1	47.79	Centro Comercial La Gran Vía	La Libertad	Antiguo Cuscatlán	No cumple
426	VIA2	58.79	Centro Comercial La Gran Vía	La Libertad	Antiguo Cuscatlán	No cumple
427	VIA3	29.53	Centro Comercial La Gran Vía	La Libertad	Antiguo Cuscatlán	No cumple
428	VIA4	67.62	Centro Comercial La Gran Vía	La Libertad	Antiguo Cuscatlán	Cumple
429	VIA5	68.04	Centro Comercial La Gran Vía	La Libertad	Antiguo Cuscatlán	Cumple
430	VIA6	68.50	Centro Comercial La Gran Vía	La Libertad	Antiguo Cuscatlán	Cumple
431	VIA7	77.45	Centro Comercial La Gran Vía	La Libertad	Antiguo Cuscatlán	Cumple
432	VIA8	53.79	Centro Comercial La Gran Vía	La Libertad	Antiguo Cuscatlán	No cumple
433	VIA9	59.26	Centro Comercial La Gran Vía	La Libertad	Antiguo Cuscatlán	No cumple
434	VIA10	66.41	Centro Comercial La Gran Vía	La Libertad	Antiguo Cuscatlán	Cumple
435	VIA11	65.86	Centro Comercial La Gran Vía	La Libertad	Antiguo Cuscatlán	Cumple

**ANEXO N° 6**  
**Informe Técnico de resultados del trabajo de graduación**  
**entregado a la DNM**



**UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR  
FACULTAD DE QUIMICA Y FARMACIA**

**INFORME TECNICO DE RESULTADOS DEL TRABAJO DE GRACUACION:**  
"Determinación del porcentaje de etanol en productos antisépticos para manos dispensados en centros comerciales de El Salvador"

**AUTORES:**  
Oswaldo Rodrigo Avilés Flores  
Manuel Antonio Cañas Díaz

**FECHA DE ENTREGA:** diciembre de 2021

## **1.0 INTRODUCCION**

Los geles antisépticos para manos a base de etanol son productos complementarios al lavado tradicional con agua y jabón, ya que tienen propiedades antibacteriales, antivirales y antifúngicas. Según el Centro de Control y Prevención de Enfermedades de Estados Unidos (CDC, por sus siglas en inglés) y la Organización Mundial de la Salud (OMS), para que un antiséptico ejerza adecuadamente su acción, este debe contener una concentración del 60 al 85% ya sea de etanol, alcohol isopropílico y n-propanol o una combinación de estas sustancias en una base de gel. Por lo que, es importante determinar el porcentaje de etanol en los productos antisépticos para manos dispensados a los clientes dentro de los principales centros comerciales de El Salvador.

## **2.0 METODOLOGIA**

Se seleccionaron 21 centros comerciales a nivel nacional, donde se recolectaron 435 muestras de antisépticos para manos. En cada centro comercial se seleccionó al azar un local, y al ingresar se explicó el objetivo del trabajo de investigación, mostrando una

carta de respaldo del docente asesor (M. Sc. Oscar Raúl Avilés). Se tomó la muestra previa autorización hasta alcanzar el número correspondiente a cada centro comercial. Éstas se almacenaron y transportaron al laboratorio de Química Analítica Ocupacional y Ambiental de la Facultad de Química y Farmacia de la Universidad de El Salvador en una hielera a temperatura ambiente, para evitar la degradación y evaporación del alcohol y de los otros agentes antisépticos que podían contener.

En cada muestra se cuantificó el porcentaje de etanol mediante espectroscopía infrarroja (FT-IR) equipado con un accesorio de reflectancia total atenuada (ATR), con el equipo Espectrómetro FT-IR Thermo Scientific Nicolet iS5 con ATR iD7 de cristal de diamante. Con estándares que van desde el 5.00 al 94.91%, por la Ley de Beer se construyó la curva de calibración con estándar secundario de etanol 99.9%, y utilizando el área bajo el pico de  $1050\text{ cm}^{-1}$ , se obtuvo una linealidad con coeficiente de 0.9999 ( $R^2$ ).

### **3.0 RESULTADOS**

De forma general, se encontraron porcentajes que van desde 5.31% hasta los 86.70%, con una media de 45.13%. En cuanto a los centros comerciales, un local de Metrocentro San Salvador fue el que reportó el menor porcentaje de etanol (5.31%), mientras que Metrocentro Lourdes se encontró el de mayor porcentaje con 86.70%, seguido muy de cerca por Metrocentro Santa Ana (85.72%) y Plaza Merliot (83.12%). El centro comercial que presenta un mayor promedio del porcentaje de etanol de las muestras analizadas es Centro Comercial San Luis (60.85%), seguido de La Joya (60.55%) y La Gran Vía (60.28%). Por otra parte, el que menor promedio presenta es el Centro Comercial Bambú con 24.79%.

El CDC, especifica que los productos antisépticos para manos deben contener entre 60 a 85% de etanol para que pueda ejercer su efecto de eliminar los virus y microorganismos. Según los resultados obtenidos, tan solo el 32.4% de las muestras analizadas (145) cumplen con este rango. Existen 2 centros comerciales donde ninguno de las muestras recolectadas cumplió con el mínimo de porcentaje de etanol,

el Centro Comercial Bambú y Plaza Comercial El Encuentro (Roosevelt). Otros donde el porcentaje de las muestras que cumplen es muy bajo, por ejemplo, Unicentro Metrópolis (5.0%), Centro Comercial Galerías (5.4%) y Metrocentro San Miguel (6.4%). El centro comercial donde mayor número de muestras cumplen es Centro Comercial La Joya (75.0%), seguido del Centro Comercial Las Cascadas (68.2%).

No	Centro comercial	No de muestras	% de etanol en muestras			% de muestras que cumplen
			Máximo	Media	Mínimo	
1	Centro Comercial Bambú	14	53.17	24.79	8.15	0.0
2	Centro Comercial Galerías	37	62.12	32.36	11.48	5.4
3	Centro Comercial La Gran Vía	11	77.45	60.28	29.53	54.5
4	Centro Comercial La Joya	12	81.38	60.55	8.26	75.0
5	Centro Comercial Las Cascadas	22	76.07	55.63	17.19	68.2
6	Centro Comercial San Luis	5	70.75	60.85	41.42	60.0
7	Mall San Gabriel	12	68.11	54.30	32.25	41.7
8	Metrocentro (Lourdes)	27	86.70	51.43	19.18	40.7
9	Metrocentro (San Miguel)	29	69.79	38.69	26.64	6.9
10	Metrocentro (San Salvador)	60	75.17	40.51	5.31	23.3
11	Metrocentro (Santa Ana)	30	85.72	52.26	0.00	50.0
12	Metrocentro (Sonsonate)	25	69.47	52.75	9.82	56.0
13	Multiplaza	40	75.61	33.69	7.86	17.5
14	Plaza Comercial El Encuentro (El Sitio)	10	61.23	37.64	27.19	10.0
15	Plaza Comercial El Encuentro (Lourdes)	12	73.37	55.54	23.27	50.0
16	Plaza Comercial El Encuentro (Roosevelt)	5	52.01	35.26	27.50	0.0
17	Plaza Comercial El Encuentro (San Marcos)	10	69.61	52.37	3.40	50.0
18	Plaza Merliot	27	83.12	51.23	13.92	51.9
19	Plaza Mundo Apopa	22	78.36	56.87	28.90	40.9
20	Plaza Santo Tomás	5	68.91	50.17	18.16	40.0
21	Unicentro Metrópolis	20	65.47	35.95	9.40	5.0
<b>Total (N)</b>		<b>435</b>	<b>86.70</b>	<b>45.13</b>	<b>0.00</b>	<b>32.4</b>

Según los municipios donde se encuentran ubicados los centros comerciales muestreados, en Santa Ana se localiza la muestra que no contenía etanol, y la que presenta menor porcentaje (5.31%) es San Salvador. El municipio donde se encontró mayor porcentaje de etanol fue Lourdes. En cuanto al municipio que presenta un mayor

promedio del porcentaje de etanol es Apopa (56.87%) al contrario de Mejicanos que reporta un promedio de (35.95%) siendo el más bajo de todos. Así mismo, Mejicanos fue el municipio que menor porcentaje de muestras cumplen con lo establecido por el CDC (5.00%), mientras que Santa Tecla fue el mayor porcentaje obtuvo (59.0%).

No	Municipio de ubicación de los centros comerciales	No de muestras	% de etanol en muestra			% de muestras que cumplen
			Máximo	Media	Mínimo	
1	Antiguo Cuscatlán	73	77.45	44.31	7.86	38.4
2	Apopa	22	78.36	56.87	28.90	40.9
3	Lourdes	39	86.70	52.69	19.18	43.6
4	Mejicanos	20	65.47	35.95	9.40	5.0
5	Nejapa	12	68.11	54.30	32.25	41.7
6	San Marcos	10	69.61	52.37	3.40	50.0
7	San Miguel	44	69.79	38.06	26.64	6.8
8	San Salvador	116	75.17	36.86	5.31	16.4
9	Santa Ana	30	85.72	52.26	0.00	50.0
10	Santa Tecla	39	83.12	54.10	8.26	59.0
11	Santo Tomás	5	68.91	50.17	18.16	40.0
12	Sonsonate	25	69.47	52.75	9.82	56.0
<b>Total (N)</b>		<b>435</b>	<b>86.70</b>	<b>45.13</b>	<b>0.00</b>	<b>32.4</b>

#### 4.0 CONCLUSIONES

Primeramente, el porcentaje de muestras de productos antisépticos que cumplen con lo establecido de la cantidad de etanol es muy bajo (32.4%), lo que puede significar un alto riesgo de contagio para las personas que visitan los centros comerciales estudiados. Además, las muestras que contienen etanol por debajo del 60% según lo establece el CDC, pueden contener otro compuesto antiséptico que coadyuve el efecto bactericida y viricida.

#### 5.0 RECOMENDACIONES

- En próximas investigaciones, utilizando las metodologías analíticas adecuadas, incluir el análisis de productos antisépticos como cloruro de benzalconio y otras sales de amonio cuaternario, que son autorizadas para uso tópico, además de aquellos compuestos desinfectantes como el hipoclorito de sodio prohibidos para uso en la piel.

- A los locales de los centros comerciales, verificar la procedencia de los productos antisépticos que adquieren para dispensarlos a los clientes, exigiendo un certificado de calidad para comprobar el porcentaje de etanol presente en éste, además de almacenarlos en condiciones ambientales adecuadas.
- A las instancias correspondientes, motivar a las personas que visitan los diferentes centros comerciales y otros establecimientos, portar su propio antiséptico para manos para no depender directamente del que se dispensa en los centros comerciales.
- Promover el lavado de manos y la técnica adecuada como un complemento al uso de los productos antisépticos, con la ayuda de anuncios publicitarios virtuales o físicos dentro de los establecimientos.
- En futuras investigaciones, determinar el porcentaje de etanol en los productos antisépticos que se dispensan a la población al ingresar a establecimientos como: diferentes instituciones gubernamentales, hospitales, restaurantes, bares, centros financieros, etc.
- A las instituciones encargadas de velar por la calidad y eficacia de esos productos antisépticos como la Dirección Nacional de Medicamentos, Ministerio de Salud, Defensoría del Consumidor; vigilar el cumplimiento de la calidad de este tipo de productos que se dispensan en los centros comerciales y otros establecimientos del país.

**ANEXO N° 7**  
**Carta de entrega del Informe Técnico de resultados del trabajo de graduación a la DNM**

San Salvador, 08 de diciembre de 2021

Señores  
Dirección Nacional de Medicamentos  
Presente.-

Respetables señores,

Deseando éxitos en sus labores diarias.

Por medio de la presente, compartimos con Ustedes los resultados obtenidos del trabajo de graduación desarrollado en la Facultad de Química y Farmacia de la Universidad de El Salvador, mediante el INFORME TECNICO DE RESULTADOS DEL TRABAJO DE GRACUACION: "Determinación del porcentaje de etanol en productos antisépticos para manos dispensados en centros comerciales de El Salvador", el cual tuvo como objetivo principal verificar el cumplimiento de los locales en cuanto a la concentración de etanol en los productos antisépticos que dispensan a los clientes, ya que puede aumentar el riesgo de contagio de la COVID-19 en la población salvadoreña.

Esperando que este informe sea de utilidad, y puedan gestionarse controles de vigilancia en este tipo de productos en estos establecimientos.

De antemano, gracias por su atención.

Atte,



Oswaldo Rodrigo Avilés Flores  
Estudiante de tesis



Manuel Antonio Cañas Díaz  
Estudiante de tesis

DIRECCION NACIONAL DE MEDICAMENTOS

**RECIBIDO**

HORA. 9:15 AM  
FECHA. 08/12/2021  
NOMBRE. (Marta Riquelme)  
FIRMA. (Riquelme) Juntaron 5 folios.