

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
FACULTAD DE QUIMICA Y FARMACIA



DETERMINACIÓN DE CONTENIDO ALCOHÓLICO EN MUESTRAS DE
AGUARDIENTE POR REFRACTOMETRÍA

TRABAJO DE GRADO
MODALIDAD DE TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

PRESENTADO POR:
YURIA CLARIBEL ALBERTO SANTAMARÍA
MARIELOS YAMILETH MORALES MOZ

PARA OPTAR AL GRADO DE
LICENCIADA EN QUÍMICA Y FARMACIA

JUNIO 2025

SAN SALVADOR, EL SALVADOR, CENTRO AMÉRICA

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR

RECTOR

MAESTRO JUAN ROSA QUINTANILLA

SECRETARIO GENERAL

LICENCIADO PEDRO ROSALÍO ESCOBAR CASTANEDA

FACULTAD DE QUIMICA Y FARMACIA

DECANA

MAESTRA NANCY ZULEYMA GONZÁLES SOSA

SECRETARIA

LICENCIADA EUGENIA SORTO LEMUS

DIRECCIÓN GENERAL DE PROCESOS DE GRADO

DIRECTORA GENERAL (AD-HONOREM)

MAESTRA KATIA LISSETTE MARTÍNEZ DE PALACIOS

ASESORES DE ÁREA DE INDUSTRIA FARMACÉUTICA, COSMÉTICOS, VETERINARIA
Y PRODUCTOS AFINES.

MAESTRO ELISEO ERNESTO AYALA MEJÍA

MAESTRO ENRIQUE POSADA GRANADOS

DOCENTE ASESOR

LICENCIADO HENRY ALFREDO HERNÁNDEZ CONTRERAS

AGRADECIMIENTOS

Con gratitud y reconocimiento al alma máter la UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR, fuente de sabiduría y enseñanzas, forjadora de anhelos y sueños, por acogernos en sus aulas y brindarnos la formación profesional.

Queremos expresar nuestros agradecimientos al Lic. Henry Hernández Contreras, por su entrega y empeño en la realización del trabajo de investigación y por ser nuestro guía, del cual obtuvimos aprendizaje y que pueden ser de utilidad en la vida laboral.

Agradecemos al tribunal evaluador, quienes con su experiencia realizaron las observaciones al trabajo de graduación y aportaron un poco de su conocimiento, para que dicho documento quedara lo más completo posible.

Agradecemos al Laboratorio Físicoquímico de Aguas, quienes proporcionaron el equipo, cristalería y todo lo necesario para ejecutar la parte experimental del trabajo de graduación.

Agradecemos a nuestros docentes de la Facultad de Química y Farmacia por habernos compartido sus conocimientos y dedicación durante nuestra permanencia en la universidad.

Finalmente, dedicamos este logro a todas las personas que, de alguna manera, han contribuido a la realización de este proyecto siendo el resultado de enseñanzas, inspiraciones y desafíos, y esperamos que pueda ser un pequeño aporte al conocimiento en nuestro campo.

DEDICATORIA

A Dios

En primer lugar, agradezco el haberme permitido llegar hasta aquí y por haberme mantenido firme durante todo este trayecto, ya que de el saque las fuerzas que me impulsaron a seguir hacia adelante con mis estudios y a seguir creciendo profesionalmente porque todos los días siempre hay algo nuevo que aprender o una manera diferente de aplicar el conocimiento adquirido.

A mis Padres

René Wilfredo Alberto Morán y Ana Julia Santamaría de Alberto, ellos fueron quienes me motivaron a seguir hasta el final, porque todo sacrificio tiene su recompensa y es el arma más valiosa que pudieron heredarme, porque con la profesión se pueden construir muchas cosas todo depende del esfuerzo y la perseverancia.

A mi hermano

Cristian René Alberto Santamaría, fue una de las personas que estuvo ayudando continuamente en las cosas que hacían falta, en los detalles que era imposible mi asistencia. Él fue quien no permitió que un documento fuera un impedimento para continuar con el trabajo de graduación, dedicó el tiempo que incluso en ocasiones no tenía, agradezco el esfuerzo que puso para que fuese posible que yo pudiera llegar hasta el final del proyecto.

A mi compañero de vida

Hernán Evelio Méndez Ramírez, en ocasiones sentir que no se avanza por más que uno lo desee, desmotiva, y el hecho de estar presente y ser el hombro en el cual podía desahogar mis penas ayudo a que yo pudiera levantarme y seguir adelante hasta llegar al final del trabajo de graduación. Fue quien dijo en repetidas ocasiones, lo vas a lograr y llegarás a cumplir tu sueño sin importar cuanto demores y sin importar la dificultad que se presente.

A mi amiga

Marielos Yamileth Morales, A sido un gusto trabajar este proyecto de graduación junto a ti, hemos llegado al final y juntas hemos culminado esta etapa de nuestra vida llamada formación profesional.

Es importante recordar:

“Tanto si piensas que puedes, como si piensas que no puedes, estas en lo cierto” Quien dijo esto fue Henry Ford. Tanta razón tiene en decirlo, ya que los límites se los pone uno mismo, muchas veces lo que piensas es lo que termina siendo realidad. Ante tanta adversidad siempre es de estar positivos y decir “Yo Puedo”.

Yuria Claribel Alberto Santamaría

DEDICATORIA

En primer Lugar, doy Gracia a Dios todo poderoso porque es el quien ha estado a mi lado en todo momento de mi vida y nunca me ha dejado sola y también a nuestra virgen santísima porque es madre intercedora.

A mi Familia

Padres:

Santos Arnulfo Morales Sánchez mi padre y María Marina Arévalo de Morales mi madre a quienes les debo mi formación mi educación mis valores, padres han sido los principales pilares en mi vida, este triunfo es gracias a ustedes por motivarme siempre a salir adelante gracias por sus consejos amor y paciencia, este triunfo es el reflejo de sacrificios han hecho para mi formación. Y no lo hubiese logrado sin ustedes. Los amo profundamente.

Hermanos:

A mis cuatro hermanos a Santos Wilmar Morales Arévalo hermano mayor gracias por ayudarme a cumplir parte de mis objetivos a Marina Elisseth Morales Arévalo, Edwin Balmore Morales Arévalo, Isaac Alexander Morales Arévalo, a todos muchas gracias por todo su apoyo incondicional de hermanos a animarme en momentos de dificultad en la carrera, junto a ustedes hermanos todo en mi vida es mejor más que hermanos mis amigos, quien estoy muy orgullosa de ser su hermana.

A mi amado esposo:

José Rudiel Moz Rodríguez me ayudado en mis objetivos ha estado en mi vida en momentos difíciles motivándome a salir adelante en todo lo que ha estado a su alcance, gracias por todo tu apoyo y paciencia más que mi esposo eres mi amigo mi compañero inseparable del cual estoy muy orgullosa.

A mis amigas:

Karen Marengo te agradezco a ti porque a pesar del tiempo la distancia eres una amiga que ha estado conmigo en el transcurso de toda nuestra formación académica.

Yuria Claribel Alberto por poner sus esfuerzos en este proyecto llamada tesis para juntas lograr finalizarlo con el objetivo de superarnos como futuras profesionales.

Marielos Yamileth Morales Arévalo

INDICE GENERAL

	Pág. N°
GLOSARIO	
RESUMEN	
CAPITULO I	
1.0 INTRODUCCIÓN	19
CAPITULO II	
2.0 OBJETIVOS	22
CAPITULO III	
3.0 MARCO TEÓRICO	24
3.1 HISTORIA	24
3.2 DEFINICIÓN	24
3.2.2. CLASIFICACIÓN DE ALCOHOLES	24
3.3. CLASIFICACIÓN DE BEBIDAS ALCOHÓLICAS	25
3.3.1. CLASIFICACIÓN POR USO	25
3.3.2. CLASIFICACIÓN POR GRADUACIÓN	25
3.3.3. CLASIFICACIÓN POR SU COMPOSICIÓN	26
3.3.4. CLASIFICACIÓN SEGÚN MATERIA PRIMA	26
3.4. FORMA DE OBTENCIÓN DEL AGUARDIENTE	26
3.5. COMPOSICIÓN DEL AGUARDIENTE	28
3.6. FUNDAMENTO TEÓRICO DEL MÉTODO REFRACTOMETRICO	29
3.7. EQUIPO	30
3.7.1. GENERALIDADES	30

3.7.2. REFRACTÓMETRO DE ABBE	31
3.8. CURVA DE CALIBRACIÓN Y MÍNIMOS CUADRADOS	31
3.8.1. CURVA DE CALIBRACIÓN	31
3.8.2. MÍNIMOS CUADRADOS	33
3.9. ROBUSTEZ DEL EQUIPO	35
3.10. ANÁLISIS DE VARIABLES	36
3.11 CONSUMO DE ALCOHOL Y DAÑOS ASOCIADOS	36
3.11.1. CLASIFICACIÓN DE LOS ALCOHOLES	37
3.11.2. TOXICOLOGÍA DEL ETANOL	38
3.12. INTOXICACIÓN ALCOHOLICA	39
3.13 MUERTES	40
3.14. REGULACIÓN DE BEBIDAS ALCOHÓLICAS	42
3.14.1. NORMATIVAS Y LEYES QUE REGULAN LA VENTA DE LAS BEBIDAS ALCOHOLICAS.	43
3.15. LA IMPORTANCIA DEL ETIQUETADO	44
3.16. LA IMPORTANCIA DEL REGISTRO SANITARIO DE ALCOHOL EN EL SALVADOR	44
3.16.1. ¿DÓNDE SE TRAMITA EL REGISTRO SANITARIO DE ALCOHOL EN EL SALVADOR?	45
3.16.2. ¿CUÁLES SON LAS CONSECUENCIAS DEL INCUMPLIMIENTO DEL REGISTRO SANITARIO DE ALCOHOL EN EL SALVADOR?	45
3.17. LA DEFENSORIA DEL CONSUMIDOR	46
3.18. LABORATORIO DE MERCEOLOGÍA	46

CAPITULO IV	
4.0 DISEÑO METODOLOGICO	48
CAPITULO V	
5.0 RESULTADOS	58
CAPITULO VI	
6.0 CONCLUSIONES	72
CAPITULO VII	
7.0 RECOMENDACIONES	75
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	
ANEXOS	

INDICES ESPECÍFICOS

INDICE DE FIGURAS

Figura N°		Pág. N°
1	Calibración analítica con 5 datos experimentales	34
2	Casos de fallecidos por muertes violentas con resultado positivo a sustancias psicoactivas durante el año 2020	42
3	Curva de Calibración de estándares a condiciones controladas	59
4	Curva de calibración de estándares a temperaturas de 18.80°C a 18.43°C. 26.60°C a 28.20°C	65
5	Curva de calibración de estándares a temperaturas de 26.60°C a 28.20°C	66
6	Relación entre concentración, temperaturas bajas e índice de refracción.	69
7	Relación entre concentración, temperaturas altas e índice de refracción	70

INDICE DE TABLAS

Tabla N°		Pág. N°
1	Forma de obtención del aguardiente proveniente de la caña de azúcar.	27
2	Concentraciones de alcohol, problemas de salud, síntomas y Signos.	37
3	Mortalidad directa debido al uso de sustancias psicoactivas según sexo del fallecido durante el año 2020.	40
4	Mortalidad por trastornos mentales y del comportamiento por debido al uso de sustancias psicoactivas según departamento y sexo del fallecido durante el año 2020.	41
5	Muestras recolectadas en cada establecimiento designado, este es el grado alcohólico que rotula el envase.	50
6	Volumen necesario de etanol grado reactivo para preparar soluciones estándares	54
7	Lectura de los estándares en condiciones normales.	59
8	Resultados obtenidos aplicando método de mínimo cuadrados	60
9	Resultados obtenidos del aguardiente de supermercados.	61
10	Resultados obtenidos del aguardiente de cantinas.	62
11	Lectura de los estándares en condiciones de temperaturas bajas.	64
12	Lectura de los estándares en condiciones de temperaturas altas.	64
13	Resultados obtenidos por métodos de mínimos cuadrados a temperaturas bajas	65
14	Resultados obtenidos por métodos de mínimos cuadrados a temperaturas altas	66

INDICE DE ANEXOS

Anexo N°

- 1 Ubicación de cantinas y supermercados en el municipio de Soyapango
- 2 Marcas de aguardiente
- 3 Etiqueta de identificación de muestras
- 4 Certificado de calidad del estándar secundario de etanol
- 5 Materiales, equipos y reactivos utilizados
- 6 Registro de resultados
- 7 Lecturas vistas desde el refractómetro de ABBE, a temperaturas controladas a través del refractómetro de ABBE
- 8 Partes del instrumento (Refractómetro de ABBE con termómetro digital)

GLOSARIO

- **Aguardiente:** El aguardiente es una bebida alcohólica proveniente de un fermentado alcohólico, cuyos sabores y aromas son originados por destilación de la materia prima destilada.⁷
- **Alcohol etílico:** compuesto químico etanol, o alcohol etílico, es un alcohol que se presenta como un líquido incoloro e inflamable con un punto de ebullición de 78 °C. Al mezclarse con agua en cualquier proporción, da una mezcla azeotrópica. Su fórmula química es CH₃-CH₂-OH, principal producto de las bebidas alcohólicas.¹⁷
- **Añejado o envejecimiento:** es el proceso de transformación lenta del producto recién destilado y diluido, que le permite adquirir las características sensoriales típicas por procesos químicos y físicos que tienen lugar en forma natural durante su permanencia en recipientes de madera de roble blanco o encino. Durante el añejamiento, el alcohol extrae de la madera compuestos tales como taninos, fenol, eugenol, vainilla y otros.³⁹
- **Bebidas alcohólicas:** Son bebidas que contienen etanol (alcohol etílico).⁸
- **Bebidas alcohólicas destiladas:** Bebida obtenida por fermentación alcohólica de productos de origen vegetal y posterior destilación, la que puede ser añejada de acuerdo a las características de la bebida final que se quiere obtener.²³
- **Bebidas Destiladas:** Las bebidas destiladas son aquellas que, luego de la fermentación, se las somete a un proceso de concentración del alcohol denominado destilación.³⁵
- **Contenido de alcohol:** Se debe indicar el grado alcohólico en unidades del Sistema Internacional, usando para ello “% Alc./vol.” u otras abreviaturas o frases equivalentes. Se podrá utilizar adicionalmente la unidad de medida “G.L.” (grados Gay Lussac).³⁶
- **Bebidas alcohólicas mezcladas:** Producto elaborado a partir de bebidas alcohólicas destiladas, licores o mezclas de éstos, pudiendo ser adicionado otros ingredientes.³⁶
- **Chicha:** La palabra chicha define a una bebida fermentada de baja graduación alcohólica, generalmente de 1 a 3 grados, y se la obtiene de la fermentación de azúcares y almidones que se transforman en alcohol gracias a la acción de las levaduras del género.²⁴
- **Contenido neto:** Es la cantidad de líquido contenido en un envase específico, referido a 20°C y expresado en unidades del Sistema Internacional -(SI).³⁶
- **Destilación:** La destilación es un proceso que consiste separar los distintos componentes de una mezcla mediante el calor. Para ello que se calienta esa sustancia, normalmente en estado líquido, para que sus componentes más volátiles pasen a estado gaseoso o de vapor

- y a continuación volver esos componentes al estado líquido mediante condensación por enfriamiento. ¹⁸
- **Fermentación alcohólica:** Es un proceso anaeróbico en el cual intervienen microorganismos, estos transforman los azúcares presentes en algunos alimentos en alcohol, dióxido de carbono, y energía. ¹⁹
- **Grado alcohólico:** Grado alcohólico: porcentaje en volumen de alcohol etílico contenido en una bebida alcohólica, referido a 20°C. ³⁹
- **Índice de refracción:** El índice de refracción se puede definir como la razón de la velocidad de la luz en el vacío entre la velocidad de la luz en el medio; es decir, cuando la luz u onda electromagnética pasa a través del medio se reduce su velocidad, por lo que el índice de refracción está dado por: $n = c/v$, donde c es la velocidad de la luz en el vacío ($\approx 3 \times 10^8$ m/s) y v es la velocidad de la luz en el medio. ⁴⁰
- **Prismas AMICI:** Son una combinación de prismas que permiten utilizar luz blanca como fuente en trabajos de rutina. ²⁰
- **Prismas compensadores:** son prismas dispersores variables sin desviación. Se usan, como su nombre lo indica, para compensar la dispersión cromática del elemento cuyo índice se desea medir, y se puede usar luz blanca para iluminar el instrumento. ²⁹
- **Refracción:** Cuando un rayo de luz llega a la superficie de separación entre dos medios distintos, parte de la luz se refleja y otra se refracta (entra en el interior del segundo medio), propagándose este último con un ángulo y una velocidad diferente al del primer medio. Estas dos magnitudes se pueden caracterizar mediante el índice de refracción. ²⁹
- **Refracción:** Puede definirse como el cambio de dirección de la radiación al pasar de un material a otro y puede atribuirse a las diferencias de velocidad de propagación en los dos medios. ¹⁰
- **Refractometría:** La refractometría se basa en la medición del índice de refracción de sustancias líquidas o sólidas; se utiliza en determinaciones cualitativas para la identificación de compuestos, o bien cuantitativas para conocer la concentración. ¹⁰
- **Refractómetro:** aparato destinado a medir el índice de refracción de un medio típicamente transparente, líquido o sólido. ²⁹
- **Robustez:** Capacidad del método analítico de mantener su desempeño al presentarse variaciones pequeñas pero deliberadas, en los parámetros normales de operación del método. ⁴²

RESUMEN

El presente trabajo se realizó con el objetivo de “Determinar el contenido alcohólico de las muestras de aguardientes por refractometría” para verificar si estos productos dan cumplimiento con lo que establece la normativa salvadoreña obligatoria 67.16.03:06 y a la LEY REGULADORA DE LA PRODUCCION Y COMERCIALIZACION DEL ALCOHOL Y DE LAS BEBIDAS ALCOHOLICAS.

El objetivo se alcanzó iniciando con la recopilación de información bibliográfica utilizando como referencia libros oficiales, nacionales, internacionales y otras fuentes electrónicas, con el fin de determinar el número de muestras a recolectar, posteriormente se procedió a cada muestra determinar su índice de refracción utilizando el Refractómetro ABBE modelo ATAGO que se encuentra en el Laboratorio de Aguas de la Facultad de Química y Farmacia, Universidad de El Salvador.

Para aplicar esta técnica, se calibra previamente el refractómetro con soluciones de etanol de concentración conocida. Luego, se coloca una pequeña cantidad de aguardiente sobre el prisma del refractómetro, y se registra el índice de refracción. Usando una curva de calibración (índice de refracción vs. % de alcohol), se determina el contenido alcohólico de la muestra.

Los resultados obtenidos fueron comparados con las especificaciones de la normativa 67.16.03:06 y la Ley Reguladora de la Producción y Comercialización del Alcohol y de las Bebidas Alcohólicas. La comparación demostró que las muestras cumplen con los requisitos mínimos que debe contener la etiqueta de aguardiente con respecto al porcentaje de etanol, también se determinó que el 27.4% de las muestras no cumplieron según porcentaje rotulado de contenido alcohólico en el envase en el cual permite la ley una variabilidad del más o menos el 5% en base lo que rotula la etiqueta. Por lo tanto, es necesario que las autoridades competentes brinden mayor información a la población y aseguren que las bebidas alcohólicas denominadas “Aguardiente” sea de confianza su consumo.

También se realizó un estudio de robustez, en el cual se sometió el equipo a condiciones diferentes de temperaturas, dando como resultado valores aceptables del índice de refracción de cada estándar preparado, en los cuales no hay variabilidad significativa comparado con las lecturas de los

estándares a condiciones controladas. Por ende, cumple el criterio establecido del más o menos 3% según el método espectrofotométrico.

Este método es especialmente útil por su rapidez, simplicidad y bajo costo, aunque puede verse afectado por la presencia de otros compuestos disueltos (azúcares, aceites, etc.), por lo que es más preciso en bebidas que contienen principalmente agua y alcohol.

CAPITULO I

1.0 INTRODUCCIÓN

El alcohol es un compuesto orgánico que contiene el grupo hidroxilo unido a un radical libre alifático. Los alcoholes son depresores del Sistema Nervioso Central (SNC); siendo el etanol o alcohol etílico, uno de los más utilizados; principalmente en la fabricación de bebidas alcohólicas destiladas.³

Se realizó este proyecto de investigación con el objetivo de determinar el porcentaje de etanol en distintas marcas de aguardiente que se expenden en diferentes supermercados y cantinas ubicados en el municipio de Soyapango del área de San Salvador. De esa manera se hizo una comparación de las marcas que ambos establecimientos comercializan determinando si han sido adulteradas o se mantienen bajo los valores permitidos por la normativa vigente.

Se realizó el método aleatorio simple para la recolección de las muestras en los establecimientos designados, realizando visitas a 8 establecimientos de supermercados y cantinas en la zona central de soyapango, en donde se recolectaron un total de 73 muestras.

Se realizó el análisis por el método de refractometría, es un método que permite cuantificar la cantidad de etanol presente en muestra de bebidas alcohólicas aguardiente, siendo este un método confiable económico y rápido, además de su fácil mantenimiento y escala de ajuste asegura que siempre esté listo.

Para interpretar correctamente las lecturas del refractómetro, se elaboró una curva de calibración. Esto se logró midiendo el índice de refracción de soluciones estándar de etanol con concentraciones conocidas. Los datos obtenidos se utilizaron para construir la curva de calibración, la cual se ajustó mediante el método de mínimos cuadrados. Esta técnica estadística nos permitió encontrar la línea de mejor ajuste, minimizando las diferencias entre los valores observados y los valores predichos.

El coeficiente de determinación (R^2) con respecto a la linealidad es mayor del 0.99 confirmando linealidad y coeficiente de determinación de mínimos cuadrados es mayor del 0.98. Además, se realizó un estudio de robustez en el cual se obtuvo valores menores al 3% para el método espectrofotométrico comprobando que en la toma de lectura se mantiene datos consistentes y

estable en las mediciones cuando este es sometido bajo condiciones de temperatura diferente a la controladas.

Para llevar a cabo la metodología se empleó el refractómetro de Abbé, modelo Atago, ubicado en el Laboratorio Físicoquímico de Aguas de la facultad de Química y Farmacia, Universidad de El Salvador. Periodo de tiempo que se realizó la investigación del 6 de junio al 22 de junio del 2022.

Este trabajo será de mucha ayuda para que docentes y estudiantes tengan otra alternativa más económica, para realizar determinaciones de alcohol a productos líquidos ya sea en disolución o compuesto único determinando si el porcentaje de etanol cumple con lo rotulado en su etiqueta. Además de demostrar a la población del área Central de Soyapango, cual es el contenido de etanol en las diferentes marcas de aguardiente y dejando en evidencia si estas cumplen con lo establecido en las normativas vigentes y papel que tienen las entidades que regulan dichas bebidas.

Conocer el porcentaje alcohólico en bebidas como el aguardiente es clave tanto para las autoridades como para la población. Para las autoridades, permite controlar la calidad del producto, prevenir fraudes, proteger al consumidor y diseñar políticas de salud pública. Para la población, brinda seguridad, permite un consumo informado y ayuda a prevenir intoxicaciones por bebidas adulteradas.

Por otro lado, el consumo de alcohol conlleva riesgos importantes: afecta la salud física (hígado, corazón, sistema nervioso), mental (depresión, adicción), y tiene consecuencias sociales (violencia, accidentes, problemas familiares). Además, el consumo de alcohol adulterado puede causar intoxicaciones graves, ceguera o incluso la muerte.

CAPITULO II

2.0 OBJETIVOS

2.1. **Objetivo General**

Determinar el contenido alcohólico en muestras de aguardiente por refractometría.

2.2. **Objetivos específicos**

- 2.2.1. Realizar un estudio para determinar el diseño del muestreo en supermercados y cantinas en el área central de Soyapango para establecer los lugares de recolección de muestras de aguardiente.
- 2.2.2. Recolectar las muestras de aguardiente seleccionadas en los supermercados y cantinas estratégicamente ubicados en la zona central del municipio de Soyapango, y etiquetarlas adecuadamente para su posterior análisis.
- 2.2.3. Analizar las muestras seleccionadas por el método de refractometría, utilizando el equipo Refractómetro de Abbé, modelo Atago.
- 2.2.4. Realizar con los datos obtenidos por el método de refractometría un estudio de linealidad y robustez para comprobar que el equipo utilizado da resultados confiables en las muestras a analizar.
- 2.2.5. Comparar los resultados con las especificaciones de la Normativa establecida 67.16.03:06 “Etiquetado de las bebidas alcohólicas destiladas establecida”, y sobre lo permitido en “La ley reguladora de la producción y comercialización del alcohol y de las bebidas alcohólicas”, determinándose la fiabilidad del método utilizado y el cumplimiento de las especificaciones establecidas.

CAPITULO III

3.0 MARCO TEÓRICO

3.1. HISTORIA

El Aguardiente en América cuenta que Cristóbal Colón trajo la caña de azúcar en su segundo viaje. Con los primeros cultivos comenzó a fabricarse el aguardiente. Un siglo más tarde, ya el aguardiente se consumía mucho más que la chicha.¹

Estaba creciendo tanto el consumo, que las autoridades vieron en la producción del aguardiente un buen negocio. También se dieron cuenta de que era preciso controlar su consumo. En 1700 se dictó la cédula real que establecía el estanco de aguardiente utilizando el sistema de arrendamiento. Así, se le entregaba la exclusividad a alguien que gozará de la honestidad de la comunidad. Pero esta medida no resultó efectiva porque muchas chicherías clandestinas seguían acaparando gran parte del negocio. Fue entonces, cuando en 1731 se dio la orden de extinguir toda la producción de aguardiente de caña y se prohibió la venta a cualquier persona.¹

Pero la medida no parece haber tenido mucho éxito. El florecimiento de los negocios clandestinos obligó en 1760 a decretar de nuevo el arriendo a particulares.¹

Desde 1905 se le dio el monopolio de los licores al Estado. Quince años más tarde, fue fundada la Fábrica de Licores. Hoy, como en el siglo XVII, las cañas que trajo consigo Colón se siguen convirtiendo en el licor más apetecido: el aguardiente.

3.2. DEFINICIÓN

Alcohol: al producto principal de la fermentación y destilación de los mostos azucarados o amiláceos que han sufrido el proceso llamado de fermentación alcohólica y tal denominación se aplica única y exclusivamente al etílico llamado también etanol.³¹

3.2.2. Clasificación de alcoholes

Alcohol potable: considerado apto para el consumo humano, es aquel que puede utilizarse para la elaboración de bebidas alcohólicas y medicamentos propios por ingestión directa o para análisis de laboratorio utilizado para reactivos químicos y asepsia.

Alcohol no potable: es aquel alcohol que por su naturaleza no puede ser para consumo humano. Por ejemplo, metanol

Alcohol desnaturalizado: es aquel alcohol etílico al que se le han agregado sustancias denominadas desnaturalizantes para convertirlo en un producto no apto para el consumo humano.

Las bebidas alcohólicas: son elaboradas con alcohol etílico provenientes de cereales, frutas, caña o melaza de azúcar. Las bebidas alcohólicas se clasifican de acuerdo al proceso de preparación al que se sometan (OMS, 1994).²

Según el (Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología) define como bebida alcohólica: El producto alcohólico apto para el consumo humano, obtenido por procesos de fermentación de materia prima de origen vegetal y que es sometido, o no, a destilación, rectificación, infusión, maceración o cocción de productos naturales, con un contenido alcohólico mayor del 0.5% en volumen; el producto puede o no ser añejado estar adicionado de diversos ingredientes y aditivos.³

El aguardiente: es una bebida alcohólica proveniente de un fermentado alcohólico, cuyos sabores y aromas son originados por destilación de la materia prima utilizada. Aguardiente es el nombre genérico de bebidas alcohólicas destiladas entre 29 y 40 grados, que pueden ser bebidos ya sean puros, añejados, aromatizados o mezclados. Se obtienen por destilación del vino o de determinados cereales, frutas o semillas como: centeno, cebada, bayas de enebro, cereza, uvas y el anís, entre otras.^{4 y 5}

3.3. CLASIFICACIÓN DE BEBIDAS ALCOHÓLICAS ⁶

Las bebidas alcohólicas se pueden clasificar según: uso, graduación y composición.

3.3.1. Clasificación por uso

- Aperitivo: Utilizados para estimular el apetito. Ej. Campari, Bitters o Amargos, Vermouth, etc.
- Vinos de mesa: Vino de fácil consumo para acompañar alimentos o celebración. Ej. Vinos blancos, rosados, etc.
- Aguardiente: Son las bebidas destiladas que se pueden utilizar acualquier hora.
- Digestivo: Son las bebidas que se sirven después de las comidas para facilitar la digestión. Ej. Licores.
- Refrescantes: con una graduación alcohólica reducida. Ej. Cerveza(4.6%).

3.3.2. Clasificación por graduación (grado alcohólico)

- Ordinarias: contiene de 20% al 25% (Alcohol en volumen)

- Semifinas: contiene de 25% al 35% (Alcohol en volumen)
- Finas: contiene de 35% al 45% (Alcohol en volumen)
- Extrafinas: contiene más de 45% (Alcohol en volumen)

El grado alcohólico de una bebida es el porcentaje del volumen de etanol. Se puede expresar de dos formas:⁷

- El número cuantitativo de la graduación alcohólica de la bebida y el símbolo del tanto por ciento, ej. 41%.
- El número cuantitativo de la graduación alcohólica de la bebida y la GL, las iniciales del físico francés Gay Lussac Inventor del alcoholímetro, ej.: 41 GL.

3.3.3. Clasificación por su composición

Bebidas naturales: Son las obtenidas de materias primas vegetales sin llevar a cabo tratamientos en laboratorios.

- Bebidas fermentadas: Su graduación está entre los 5 y los 15 grados. Ej. Los vinos, cerveza, sidra, etc.
- Bebidas destiladas: su graduación está entre los 15 y los 45 grados omás. Ej. whisky, coña, tequila, etc.

Bebidas artificiales o sintéticas: Son todas aquellas bebidas elaboradas conaromas, esencias y productos obtenidos por tratamientos en laboratorios.

3.3.4. Clasificación según materia prima

- Aguardiente de Uva: se usan las Uvas y podemos mencionar entreellos: Brandy y Coñac
- Aguardiente de Caña de azúcar: se usa el jugo de la caña de azúcarentre ellos está el Ron.
- Aguardiente de Agave: se obtiene de la planta “Agave azul” entre elloestá el Tequila
- Aguardiente de cereales: Se usa el Centeno, Maíz o Trigo entre ellosmencionamos: Ginebra, Vodka, Whisky
- Aguardiente de Frutas: Frutos como el cerezo entre ellos está el Licor.

3.4 FORMA DE OBTENCIÓN DEL AGUARDIENTE¹⁵

La obtención del aguardiente es variada ya que depende de la materia prima que se utiliza, es decir, referente a su origen: cereales, granos, caña de azúcar, frutas, etc.

A continuación, se muestra un esquema de la obtención del aguardiente proveniente de la caña de azúcar.

Tabla N°1. Forma de obtención del aguardiente proveniente de la caña de azúcar.¹⁵

Cosecha	Se realiza cortando las cañas tan cerca del suelo como sea posible. Se le quita las hojas y el extremo superior, seguidamente se transporta hacia el molino. Las cañas deben molerse tan pronto sea posible para evitar la deshidratación y el deterioro de los azúcares.
Molienda	En el molino, las cañas son lavadas y cortadas en pedazos pequeños para la extracción del jugo. Los pedazos se hacen pasar por una serie de molinos que extraen el jugo de los tallos. Luego de la primeramolienda, se agrega una pequeña cantidad de agua para facilitar las extracciones siguientes del jugo. El residuo sólido, llamado bagazo, es frecuentemente reciclado como combustible.
Filtración	Se filtra para eliminar para eliminar cualquier residuo producido por la molienda y luego se clarifica para eliminar los sólidos en suspensión.
Producción de azúcar	Este jugo se calienta y se pasa a evaporadores para retirar el exceso de agua.
Fermentación	Proceso biológico de fermentación en plena ausencia de oxígeno, originado por la actividad de algunos microorganismos que procesan los hidratos de carbono. En el proceso, las levaduras obtienen energía disociando las moléculas de glucosa y generan como desechos alcohol y CO ₂ . Las levaduras y bacterias causantes de este fenómeno son microorganismos muy habituales en las frutas y cereales y contribuyen en gran medida al sabor de los productos fermentados.
Destilación	El objetivo es eliminar indeseables agentes de sabor en forma de ésteres, aldehídos, congéneres y ácidos, al tiempo que se retienen los deseables.
Añejamiento	Durante el envejecimiento suceden cambios físicos y químicos. Estos cambios, denominados maduración, sirven para mejorar la calidad de la mezcla de los destilados almacenados en las barricas. Durante ese tiempo, el oxígeno del aire pasa por los poros de la barrica para oxidar los alcoholes en aldehídos, y los aldehídos en ácidos. A medida que pasa el tiempo, los ácidos reaccionan con los alcoholes para producir ésteres.
Filtración	Elimina las partículas indeseables resultantes del proceso de envejecimiento. El filtrado con carbón activado elimina los tintes aportados por la madera de las barricas.

Continuación de Tabla N°1.

Mezclado y Embotellado	Algunos tipos de aguardientes como por ejemplo el Ron consiste en una mezcla de rones de diferentes tipos, edades y países de origen. Luego se embotella para su posterior comercialización.
------------------------	--

Fuente: Etapas que comprenden la obtención de aguardiente proveniente de la caña de azúcar.

3.5. COMPOSICIÓN DEL AGUARDIENTE ⁸

El aguardiente está constituido por un 40% a 60 % de alcohol etílico y el restante en agua. Estos elementos, aun siendo alrededor del 99 % del aguardiente, no tienen, desde el punto de vista organoléptico, la importancia del 1% restantes, formados por un sin número de compuestos. Los compuestos volátiles los que van a definir su calidad y características organolépticas y sanitarias. ⁸

El aguardiente se compone de:

- Alcohol etílico (Etanol)

Es un líquido transparente, incoloro, móvil, volátil; olor suave pero característico, sabor quemante, punto de ebullición 78°C, pero se volatiliza aun a bajas temperaturas y es inflamable. Este es el componente principal del aguardiente. Según la Normativa Salvadoreña Obligatoria Para Bebidas Alcohólicas Destiladas Aguardientes NSO 67.16.01:01, los valores del contenido de alcohol deben estar dentro de los valores de 30% a 55% alcohólico en Volumen a 20°C. ⁸

- Alcohol metílico (Metanol)

Es un líquido incoloro, se usa como disolvente, anticongelante y como combustible líquido limpio; ebulle a 66°C, y es miscible con el agua en todas sus proporciones.

Este alcohol aumenta cuando las condiciones de conservación de los aguardientes no son las adecuadas o cuando el período de conservación es muy prolongado. Según la Normativa Salvadoreña Obligatoria Para Bebidas Alcohólicas Destiladas Aguardientes NSO 67.16.01:01 se especifica la cantidad de metanol en mg/100mL de alcohol anhidro, 25 que es un valor máximo de 3.0 mg/100mL, para Aguardientes provenientes de caña y de caña compuestos. ⁸

- Alcoholes superiores

Son los que tienen más de dos átomos de carbono. Tienen sobre el organismo un efecto narcótico muy superior al del alcohol etílico. En los destilados se encuentran en proporciones muy bajas, por lo que fisiológicamente su efecto es modesto. Se forman algunos durante la fermentación alcohólica y otros como el 2-butanol se forman durante la conservación o ensilado.

- Ácidos orgánicos

Son compuestos por átomos de carbono, oxígeno e hidrógeno; pero unidos de una forma particular, de tal forma que, puestos en solución acuosa, liberan iones de hidrógeno, que se perciben por las papilas situadas en los bordes de la lengua, como una sensación ácida. Su presencia en cantidades modestas favorece, tanto el gusto como el perfume de los aguardientes. El de mayor presencia en destilados es el ácido acético, aunque también están presentes el fórmico, el butírico, el láctico, el propiónico, el isovaleriano, el caprónico, el cáprico y el pelargónico.

- Ésteres

Son el resultado de la combinación de alcoholes y ácidos orgánicos, compuestos muy abundantes en los destilados. Son numerosos y favorecen las más extraordinarias sensaciones olfativas, tanto positivas como negativas. Entre ellos es mayoritario el acetato de etilo, que no favorece sensaciones exaltantes, pero que es útil porque inhibe la percepción de los aldehídos insaturados y exalta la percepción de algunos olores afrutados.

- Aldehídos

Su estructura inestable, organolépticamente se percibe a reducidas concentraciones. Químicamente se dividen en saturados e insaturados. Los primeros dan lugar a sensaciones herbáceas, mientras que los segundos dan sensaciones florales, aunque también son responsables de sensaciones a rancio e incluso a sudor. El compuesto de mayor presencia en los aguardientes es el acetaldehído, seguido del ácido butírico, acetal, furfural. El furfural es muy interesante, pues se forma con el recalentamiento de los aguardientes, y a nivel organoléptico produce olor a quemado.

3.6 FUNDAMENTO TEÓRICO DEL MÉTODO REFRACTOMÉTRICO

La refractometría es una técnica analítica que consiste en la medida del índice de refracción de un líquido con objeto de investigar su composición, si se trata de una solución, o su pureza, si es una sustancia.⁹

El principio de esta técnica es la medición del cambio de dirección que sufre el haz de luz al pasar de un medio a otro. Actualmente se aplica en pruebas de control de calidad de jarabes, jugos, aceites, vidrio, hidrocarburos aromáticos, entre otros, así como en las áreas de investigación y desarrollo de nuevos productos de las industrias alimenticia, química, farmacéutica, etc.⁹

El índice de refracción es un parámetro muy útil de los medios homogéneos, este está estrechamente vinculado a las fuerzas intermoleculares a través de su dependencia con la densidad. Es ampliamente utilizado en la determinación de la concentración de numerosas soluciones (por ejemplo: sacarosa y cloruro de sodio), además es un medio sencillo y barato de caracterización de compuestos simples en colaboración con otras técnicas.¹⁰

El índice de refracción de un líquido es igual a la relación del seno del ángulo de incidencia de un rayo de luz en el aire, con respecto al seno del ángulo de refracción de un líquido (figura 1).

El rayo de luz sufre cambios en la velocidad de onda ($V_{\text{aire}} - V_{\text{líquido}}$) y en dirección, en el límite de la interfase, y estos cambios dependen de la temperatura y de la longitud de onda de la luz. No es posible medir directamente los ángulos de incidencia y de refracción, por lo que se han desarrollado sistemas ópticos especiales que dependen del ángulo crítico de reflexión en el límite del líquido con un prisma de vidrio de índice de refracción conocido.¹¹

3.7. EQUIPO

3.7.1. Generalidades

Un refractómetro es un aparato destinado a medir el índice de refracción de un medio típicamente transparente, líquido o sólido. La gran mayoría de los refractómetros funcionan midiendo el ángulo límite entre los vidrios, uno de índice de refracción conocido y otro de índice de refracción desconocido, que se desea medir.¹²

Las determinaciones refractométricas se fundamentan principalmente en el supuesto de que al aumentar la densidad de una solución se origine un incremento en el valor del índice de refracción. De este modo cuando se produce un gradiente de concentración en una solución cabe esperar que el cambio en el índice de refracción sea proporcional.⁹

Los tres refractómetros más conocidos son el de Pulfrich, el de Abbe y el de Hilger-Chance. Tanto el de Abbe como el de Pulfrich, pueden medir los índices de refracción de líquidos o de sólidos, pero el de Pulfrich es más utilizado para sólidos. El refractómetro de Hilger-Chance se usa de manera exclusiva para sólidos.¹²

El refractómetro que se utilizará para realizar el trabajo de investigación será el refractómetro de Abbe.

3.7.2. Refractómetro de abbe

Este refractómetro basa su funcionamiento en el ángulo crítico. Como su nombre lo indica este dispositivo fue diseñado por E. Abbe en 1906 con el fin de medir el índice de refracción de líquidos. El diseño de este instrumento consta de dos prismas compensadores de forma $30^\circ - 60^\circ - 90^\circ$. El prisma que se encuentra del lado de la fuente tiene la función de iluminar la muestra al mismo tiempo que le proporciona soporte mecánico. El segundo prisma es la referencia con respecto a la cual se mide el ángulo crítico.

El líquido que se desea caracterizar se coloca en el espacio que se forma entre los dos prismas. Cuando se desea medir el índice de refracción de un sólido, éste sustituye el prisma iluminador. Los prismas compensadores son prismas dispersores variables sin desviación. Se usan, como su nombre lo indica, para compensar la dispersión cromática del elemento cuyo índice se desea medir, y se puede usar luz blanca para iluminar el instrumento. El líquido que se desea caracterizar, debe de tener un índice de refracción menor al de los prismas. La luz reflejada por un espejo penetra en el prisma de difusión por su parte inferior. Los prismas $P1$ y $P2$ están articulados por su parte inferior, de modo que se pueda introducir de una a tres gotas de muestra entre ellos; además, son parcialmente huecos para permitir el paso del líquido. Por el centro de los prismas pasa un eje que permite mover el prisma de refracción $P2$ de modo que se pueda medir a la salida el ángulo θ_0 , que es el ángulo con el que emerge del prisma el rayo de luz.

Las ventajas del refractómetro de tipo Abbe son: ¹³

- Para iluminar se puede usar una fuente de luz blanca, porque el sistema de prismas da índice de refracción para la línea D del sodio.
- Solo se necesitan unas cuantas gotas del líquido.
- Tiene incorporado un control de temperatura de los prismas y de la muestra.
- Los prismas compensadores de Amici permiten la determinación de la dispersión específica.

3.8. CURVA DE CALIBRACIÓN Y MÍNIMOS CUADRADOS ⁸

3.8.1 Curva de calibración

La curva de calibración es un método analítico ampliamente empleado en el análisis cuantitativo es conocido como calibración, que involucra la creación de una 'curva de calibración'. Esta curva

es la representación gráfica de una señal medida (Refractómetro) en relación con la concentración de un analito. (contenido del alcohol).

La curva de calibración sirve como un estándar de referencia fundamental. Proporciona una relación conocida entre la señal medida y la concentración real de alcohol.

La calibración incluye la selección de un modelo para estimar los parámetros que permitan determinar la linealidad de esa curva. Y como resultado la capacidad de un método analítico para obtener resultados que sean directamente proporcionales a la concentración de un compuesto en una muestra, dentro de un determinado intervalo de trabajo.

El procedimiento consiste en que el analista toma una serie de estándares los cuales se miden en el instrumento de acuerdo al método, en las mismas condiciones en que serán medidas las muestras problema.

Se prepararon 7 puntos de concentraciones con etanol 96%: 20%, 25%, 30%, 35%, 36%, 40% y 45%, usando la siguiente fórmula: $C_1V_1=C_2V_2$.

Luego se construirá la curva de calibración teniendo en el eje de las "X" la Concentración de los estándares y en el eje de las "Y" el índice de refracción.

La etapa de calibración analítica inicia en encontrar la recta de calibrado, con el modelo de línea recta (expresión matemática) que mejor ajuste a una serie de "n" puntos experimentales, donde cada punto se encuentra definido por una variable "X" variable que se manipula (variable independiente) también conocida como analito de interés y en el eje de las "Y" dada por el equipo, estándar (variable dependiente), llamada respuesta analítica

Una vez establecida la gráfica de calibración, se puede obtener la concentración del analito de cualquier muestra por interpolación. Como es común, el gráfico tiende a una línea recta. Sin embargo, no todos los datos caerán en la línea recta, lo cual se debe a errores aleatorios en el proceso de medición. Por lo tanto, se debe trazar la mejor línea recta a través de los puntos. Esto se logra utilizando una técnica estadística conocida como análisis de regresión lineal por mínimos cuadrados en el cual se consideran dos suposiciones:

Que existe una relación lineal entre la variable medida "y" y la concentración del analito "x". Esta

es una suposición matemática denominada modelo de regresión, que se representa por la ecuación:
 $y = a + bx$

Con respecto a este modelo a medida aumenta la variable independiente concentración del analito también irá en aumento la variable dependiente respuesta instrumental tendencia esperada.

La recta de calibrado se encuentra definida por una ordenada al origen (b) y una pendiente (m), mediante la ecuación $y = mx + b$. Conjuntamente, los datos experimentales permiten calcular y justificar la linealidad mediante el coeficiente de determinación (r^2), este último debe ser mayor o igual a 0,980 ($r^2 > 0,980$).

Mediante la tendencia lineal llamada recta de calibrado se define por una ordenada al origen (b) y una pendiente (m), mediante la ecuación $y = mx + b$.

partiendo de la curva de calibración (conjunto de concentraciones que representa el intervalo de rango en el cual se cuantificara el analito a analizar).

Con la finalidad de asegurar que la recta encontrada junto con los puntos experimentales se ajusta al modelo matemático de la ecuación se calculan los valores de la ordenada en el origen y la pendiente, los datos experimentales permiten calcular y justificar la linealidad mediante el coeficiente de determinación (r^2). este último debe ser mayor a 0.980 ($r^2 > 0,980$).

Cualquier desviación de los puntos individuales respecto de la recta, es consecuencia del error en la medición.

3.8.2. Mínimos cuadrados

"Con el objetivo de mejorar la exactitud y confiabilidad estadística, se emplea el método de mínimos cuadrados para ajustar un modelo matemático a la curva de calibración. Este método implica encontrar los parámetros del modelo, como la pendiente e intercepto, que minimizan la suma de cuadrados de los residuos. En otras palabras, se busca la mejor relación entre la señal medida por el refractómetro y la concentración conocida de alcohol, garantizando una representación precisa de la curva de calibración."

Este método busca que la suma de los cuadrados de las distancias vertical entre cada punto experimental y la recta de calibrado sea mínima. ¹⁴

La distancia entre cada punto experimental y la línea recta de calibrado se le conoce como residual.

En la figura 1. Se puede observar una recta de calibrado para un conjunto de 5 puntos experimentales ($n=5$), junto con los residuales para cada punto experimental.

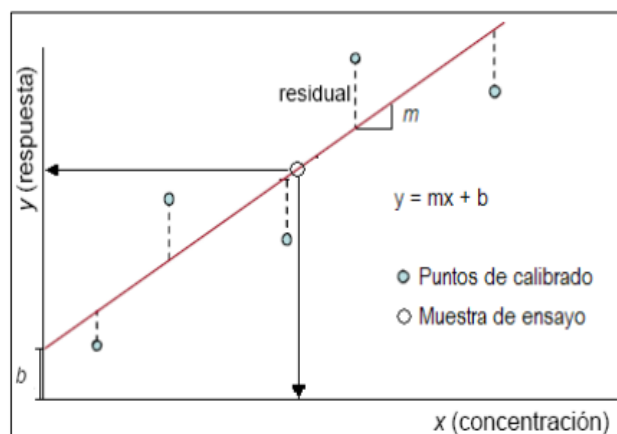


Figura No. 1. Calibración analítica con 5 datos experimentales. ¹⁴

El método de mínimos cuadrados permite ajustar un modelo matemático (como una línea de regresión) a datos experimentales. En nuestra investigación es de ayuda para poder encontrar la mejor relación lineal entre las lecturas del refractómetro y el contenido real de alcohol.

Al ajustar una curva utilizando el método de mínimos cuadrados, puede utilizar el modelo resultante para predecir el contenido de alcohol de otras muestras. Esto es útil para extrapolar datos y obtener estimaciones precisas incluso en condiciones no experimentales.

Para simplificar los cálculos en la aplicación del método de mínimos cuadrado se usa generalmente en el ajuste de modelos lineales (línea recta) utilizando las siguientes funciones:

$$S_{xx} = \sum (x_i - \bar{x})^2 = \sum x_i^2 - \frac{(\sum x_i)^2}{N}$$

$$S_{yy} = \sum (y_i - \bar{y})^2 = \sum y_i^2 - \frac{(\sum y_i)^2}{N}$$

$$S_{xy} = \sum (x_i - \bar{x})(y_i - \bar{y}) = \sum x_i y_i - \frac{\sum x_i \sum y_i}{N}$$

La pendiente de la recta:

$$m = \frac{S_{xy}}{S_{xx}}$$

La ordenada en el origen (intercepto)

$$b = \bar{y} - m\bar{x}$$

El coeficiente de correlación: $r = \frac{S_{xy}}{\sqrt{S_{xx} \cdot S_{yy}}}$

El coeficiente de determinación:

$$r^2 = \frac{[n(\sum xy) - (\sum x)(\sum y)]^2}{[n(\sum x^2) - (\sum x)^2][n(\sum y^2) - (\sum y)^2]}$$

El coeficiente de correlación debe ser mayor o igual a 0.99, mientras que la potencia de correlación (coeficiente de determinación), r^2 mayor o igual a 0.98. Está garantiza la bondad del ajuste de los puntos experimentales a la recta de calibrado.

El coeficiente de determinación nos proporciona la correlación entre las variables x e y. Además, es una herramienta para determinar, de forma preliminar, la linealidad de la recta de calibrado y el grado de ajuste de los puntos experimentales.

Idealmente, buscamos alcanzar un $r^2 = 1$, cuanto más cercano esté este valor a uno, mayor es la asociación lineal entre las variables X e Y. Este grado de asociación es esencial para cumplir el propósito del método, que es la cuantificación precisa del analito.

3.9. ROBUSTEZ DEL EQUIPO

Los cambios en las condiciones ambientales (por ejemplo, temperatura) pueden afectar las mediciones. Realizar pruebas de robustez permite evaluar cómo el equipo responde a estas variaciones, garantizando su rendimiento en diferentes entornos.

Se llevarán a cabo pruebas de robustez al refractómetro de ABBE mediante la lectura de soluciones estándares, las cuales se preparan bajo condiciones controladas de temperatura. Cada estándar será sometido a lectura en triplicado, tanto a rangos de temperaturas elevadas como a temperaturas más bajas.

Para determinar si el equipo es robusto para los fines establecidos se debe calcular lo siguiente: \hat{y}_0 , \hat{y}_1 , $|d_i|$

Media aritmética de la condición de operación.

$$\hat{y}_0 = \frac{\sum y_0}{n_0}$$

n_0 = número de muestras de la condición normal de operación.

Media aritmética del análisis de cada condición de operación diferente a la condición normal

$$\hat{y}_i = \frac{\sum y_i}{n_i}$$

n_i = número de muestras de la i -ésima condición de operación

Diferencia absoluta de la media aritmética de cada condición respecto de la media aritmética de la condición normal

$$|d_i| = |y_i - y_0|$$

Para tener una referencia y determinar el criterio de aceptación más adecuado se establece que el método espectrofotométrico $\leq 3\%$, es el punto de referencia para saber si este cumple o no con el análisis experimental.

3.10 ANALISIS DE VARIABLES

El análisis de variables es un método estadístico que estudia varias variables de manera simultánea. En términos generales, una variable representa un atributo medible que cambia a lo largo de un experimento comprobando los resultados. Estos atributos cuentan con diferentes medidas, dependiendo tanto de las variables, del contexto del estudio o de los límites que los investigadores consideren.

Las representaciones de estas variables se hacen por medio de gráficas para una mejor interpretación. En el caso de la refractometría las variables que influyen en el índice de refracción: la composición química del fluido, su concentración y la temperatura.

3.11. CONSUMO DE ALCOHOL Y DAÑOS ASOCIADOS

Según el Español Alonso Fernández, existen 4 tipos de alcohólicos entre los que se encuentran los abstemios, bebedores sociales, alcohólicos sociales y los alcohólicos. Esta clasificación es de acuerdo a la cantidad de alcohol que las personas ingieren.

3.11.1. Clasificación de los alcohólicos

- **Abstemios:** Serían aquellas personas quienes no disfrutan o muestran un desagrado activo al gusto y a los efectos del alcohol en consecuencia, no tienen interés en repetir la experiencia. Igualmente están los no bebedores preocupados, que no solamente se abstienen si no que buscan el persuadir o coaccionar a otros.

- **Bebedores sociales:** Beben con sus amigos. El alcohol es parte de su proceso de socialización, pero no es esencial, y no toleran una embriaguez alteradora. Esta embriaguez es rara, puede ocurrir sólo durante una actividad de grupo, tal como una boda, una fiesta o el día de año viejo, momento en que se permite bebida en exceso”
- **Alcohólicos Sociales:** Se intoxican con frecuencia, pero mantienen ciertos controles de su conducta. Prevén las ocasiones que requieren, de modo rutinario, tomar “un par de copas” antes de ir a casa. Son personas que les gusta ir siempre a los mismos lugares de bebida con gran tolerancia al alcohol.
- **Alcohólicos:** Se identifica por su gran dependencia o adicción hacia el alcohol y una forma acumulativa de conductas asociadas con la bebida. La persona alcohólica es aquella que presenta una dependencia o adicción a las bebidas embriagantes, son los que ingieren estas bebidas en todo tiempo y esas conductas que obtiene a través de la ingesta perjudica sus relaciones familiares y con sus amigos.

El consumo perjudicial se refiere a aquel que conlleva consecuencias tanto para la salud física como para la salud mental de la persona y está definido por la Organización Mundial de la Salud (OMS) lo describe como el consumo regular promedio de más de 40g de alcohol al día en mujeres y de más de 60g al día en hombres.

A continuación, se presentan según las concentraciones de alcohol ingerido y cuáles son los problemas de salud que llegan a ocasionar en el cuerpo. ²

Tabla N° 2. Concentraciones de alcohol, problemas de salud, síntomas y Signos. ²

Concentración g/L	Estado Clínico	Síntomas y Signos
0.5 a 1	Euforia	Sociable, desinhibido, disminución de la atención
1 a 2	Excitación	Inestabilidad emocional, aumento del tiempo de reacción.
2 a 3	Confusión	Desorientación, mareo, diplopía, hipostesia, incoordinación, ataxia.
3 a 4	Estupor	Apatía, incapaz de levantarse, vómitos, incontinencia de esfínteres, adormecimiento
4 a 5	Coma	Inconsciencia completa, anestesia, abolición de reflejos, hipotensión, hipoventilación, hipotermia
>5	Muerte	Paro respiratorio

Fuente: Ministerio de Salud, Dirección de Tecnologías de Información, estadísticas sobre mortalidad debido al uso de sustancias psicoactivas año 2020.

Por otra parte, los beneficios de un consumo moderado de alcohol sobre el sistema cardiovascular son reales. La propia American Heart Association concluyó que los bebedores moderados tienen un 40-50% menos de riesgo de padecer un infarto de miocardio. Esto se debe al efecto vasodilatador y “antiadherente” sobre el endotelio de los vasos coronarios (los que irrigan el músculo cardíaco).

3.11.2. Toxicología del etanol

El etanol al ser ingerido se absorbe (aproximadamente el 90% del alcohol) sin alteraciones a través del estómago y el intestino delgado por difusión simple, y su presencia puede ser detectada en sangre dentro de los cinco minutos posteriores a su ingestión, difundiendo rápidamente al resto del organismo, siendo finalmente eliminado por oxidación en el hígado. Esto puede darnos una idea del gran esfuerzo que tiene que hacer para eliminar una sustancia tóxica. Un consumo excesivo produce en este órgano la famosa cirrosis, caracterizada por una acumulación de colágeno en el hígado (imaginarlo como “cicatrices” producidas por el alcohol) que destruye su arquitectura normal hasta producir un fallo hepático.¹⁵

Actualmente se identifica al acetaldehído (primer producto de la oxidación celular), como uno de los efectores primarios que desencadena parte de los efectos tóxicos. Esta molécula altamente reactiva es capaz de inactivar a los grupos sulfhidrilo de enzimas, además de producir aductos con proteínas y fosfolípidos de la membrana, alterando su estructura y por ende su función.¹⁵

Otro mecanismo alternativo a la toxicidad ejercida directamente por el acetaldehído, y que explica parcialmente los efectos tóxicos inducidos por la ingestión y metabolismo del etanol, se basa en la forma de procesos de lipoperoxidación, que son inducidos por un aumento en la generación de radicales libres durante el metabolismo del etanol y el acetaldehído.¹⁵

Las malformaciones durante el desarrollo embrionario, están relacionadas a la inhibición por etanol en la síntesis del ácido retinoico; Las alteraciones conductuales y sus efectos como anestésico son atribuidas a perturbaciones en la estructura y permeabilidad de las membranas; y la incoordinación inducida por el etanol se considera que esta mediada por la liberación de adenosina en el sistema nervioso.¹⁵

Todo lo que se ha mencionado referente a los mecanismos de toxicidad del etanol que operan de manera simultánea, afectando diferentes órganos y procesos metabólicos.

3.12. INTOXICACIÓN ALCOHÓLICA

El alcohol ha sido catalogado como «una sustancia nociva» por la OPS (Organización Panamericana de la Salud), el cual afecta a hombres y mujeres, jóvenes y adultos sin distinción de estatus social, cuyos efectos pueden manifestarse a corto y largo plazo.

"El consumo de alcohol es una práctica arraigada en nuestra sociedad, pero su abuso puede tener consecuencias graves, como la intoxicación".

Hoy en día se conoce cada vez más sobre los signos y síntomas secundarios que puede causar las intoxicaciones alcohólicas, en más de una ocasión se termina dando cuenta los familiares o conocidos de las personas que fallecen a causa de ello por medio de las autopsias. En los años 2020 y 2021 el Ministerio de Salud da a conocer los informes de las emergencias que han surgido en los centros asistenciales.

En el año 2020, las salas de emergencia se recibieron un total de 442 visitas de pacientes que demandaron atención por uso de sustancias psicoactivas, de éstos el 97% fue por intoxicación aguda o sobredosis de alcohol, el 1% por uso de marihuana, el 1% por uso de múltiples drogas, 0.5% por uso de sedantes o hipnóticos, 0.2% por uso de alucinógenos no especificados y el 0.2% por uso de cocaína(clorhidrato). Durante el período de enero a junio de 2021, el Ministerio de Salud informa, según los datos disponibles, en los centros de emergencia se atendieron un total de 537 visitas por intoxicación aguda o sobredosis no mortales debido al uso de sustancias psicoactivas, de las cuales el 92.7% (498 visitas) fue por uso de alcohol.

3.13 MUERTES

Los datos del Ministerio de Salud indican que, en el año 2020, se registró un total de 610 muertes directamente relacionadas al uso de sustancias psicoactivas. El 99.1% de las muertes estuvo relacionada con el uso de alcohol.

Con relación a las muertes indirectas, los registros del Instituto de Medicina Legal, a partir de las autopsias realizadas en el año 2020 por muertes violentas, reportan 2,891 casos, de los cuales el 23.7% dieron resultado positivo a sustancias psicoactivas, el 63% resultó positivo a consumo de etanol, el 22% a THC y el 12% a cocaína.

La información disponible del Ministerio de Salud sobre la mortalidad directa relacionada al uso de sustancias psicoactivas, indica que durante el año 2020 se registró un total de 610 personas fallecidas, de las cuales el 95% (577 muertes) eran del sexo masculino y el 5% (33 muertes) eran mujeres. El 99% de las muertes fue por el uso de alcohol (Cuadro N°3).

Tabla N°3. Mortalidad directa debido al uso de sustancias psicoactivas según sexo del fallecido durante el año 2020.

Diagnóstico	Muertes		Total
	Masculino	Femenino	
Trastornos mentales y del comportamiento debido al uso de alcohol	573	32	605
Trastornos mentales y del comportamiento debido al uso de múltiples drogas	1	1	2
Trastornos mentales y del comportamiento debido al uso de cannabinoides	1	0	1
Trastornos mentales y del comportamiento debido al uso de opiáceos	1	0	1
Trastornos mentales y del comportamiento debido al uso de tabaco	1	0	1
Total	577	33	610

Fuente: Ministerio de Salud, Dirección de Tecnologías de Información, estadísticas sobre mortalidad debido al uso de sustancias psicoactivas año 2020.

Al desagregar los datos de la mortalidad directa relacionada con las drogas, según el departamento donde se registró el fallecimiento debido al uso de sustancias psicoactivas, se tiene que, en las principales cabeceras departamentales de San Salvador, San Miguel y Santa Ana es donde se registraron la mayor cantidad de muertes debido al uso de alcohol. Del total de fallecidos por uso de alcohol, el 95% eran del sexo masculino (Cuadro N°4).

Tabla N°4. Mortalidad por trastornos mentales y del comportamiento por debido al uso de sustancias psicoactivas según departamento y sexo del fallecido durante el año 2020.

Departamento	Alcohol		Tabaco		Múltiples drogas		Cannabinoides		Opiáceos		Total
	Hombre	Mujer	Hombre	Mujer	Hombre	Mujer	Hombre	Mujer	Hombre	Mujer	
Ahuachapán	24	1									25
Santa Ana	53	5				1			1		60
Sonsonate	32	4									36
La Libertad	38	1					1				40
San Salvador	88	4									92
Chalatenango	20	2									22
Cuscatlán	47	5	1		1						54
Cabañas	40	0									40
La Paz	20	0									20
San Vicente	39	3									42
Usulután	47	2									49
San Miguel	61	3									64
Morazán	29	2									31
La Unión	35	0									35
Total	573	32	1	0	1	1	1	0	1	0	610

Fuente: Ministerio de Salud, Dirección de Tecnologías de Información, estadísticas sobre mortalidad debido al uso de sustancias psicoactivas año 2020.

Como se observa en el cuadro N°4 el mayor índice de mortalidad debido al consumo del alcohol afecta mayormente al sexo masculino en el departamento de san salvador, teniendo un total de 92 personas fallecidas en comparación con los demás departamentos.

En la relación a las muertes indirectas, los informes del Departamento de Química Forense del Instituto de Medicina Legal reportan que, de las autopsias realizadas en el año 2020 por muertes violentas, reportan que del total de autopsias registradas (2,891), el 23.72% (686) dieron resultado positivo a sustancias psicoactivas. De estos el 63% de los casos dieron positivo principalmente a etanol, el 22% a THC, el 12% a cocaína (Figura N°2).

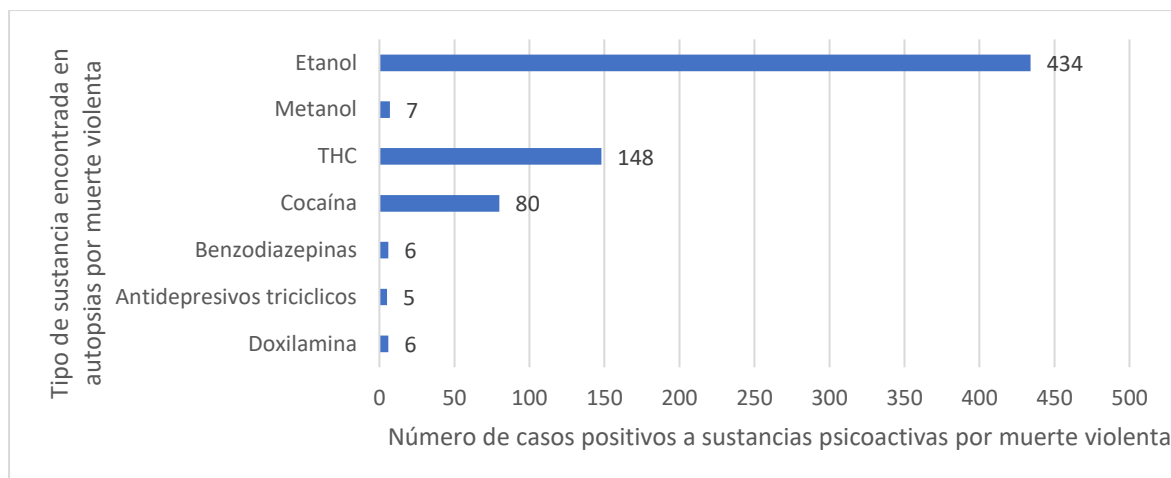


Figura N°2. Casos de fallecidos por muertes violentas con resultado positivo a sustancias psicoactivas durante el año 2020

Fuente: Instituto de Medicina Legal, Informe del Departamento de Química Forense.

Se observa en la figura N°2 el mayor caso de fallecidos encontrados en la autopsia es a causa del etanol, siendo el etanol encontrado en las bebidas alcohólicas. Debido a que es de mayor facilidad la obtención por la población, ya que esta se puede obtener en supermercados y cantinas de cualquier municipio o departamento del país, siendo la única restricción de las bebidas alcohólicas prohibición en la venta a menores de edad.

3.14. REGULACIÓN DE BEBIDAS ALCOHÓLICAS

Nota: La numeración establecida es la misma que el documento original de donde se tomó la información, con el fin de conocer exactamente que artículos son los que competen a la investigación.

La regulación de bebidas alcohólicas son de importancia que sean cumplidas por los productores, ya que deben garantizar la inocuidad y calidad del producto. Por ello se aclara el significado de ambos conceptos:

1. **Inocuidad.** Es todo aquello que no le hará daño al consumidor.
2. **Calidad.** Son los parámetros que van a satisfacer las necesidades del consumidor.

Es importante en el proceso de fabricación cumplir los procedimientos y uso adecuado de la maquinaria y equipos, todo ello con el fin de asegurar y demostrar que se respetan los controles de calidad.

Para poder cumplir los requisitos mínimos para fabricación y comercialización de bebidas alcohólicas, se encuentra por la ley que se menciona a continuación:

3.14.1. Normativas y leyes que regula la venta de las bebidas alcohólicas

Normativa establecida 67.16.03.06 “Etiquetado de las bebidas alcohólicas destiladas establecida”, y sobre lo permitido en “La ley reguladora de la producción y comercialización del alcohol y de las bebidas alcohólicas”.

Ambos documentos citados anteriormente son los que permiten la venta de las bebidas alcohólicas en los establecimientos que cuenten con los permisos para hacerlo y que por ende estén vigentes.

Se marcan los lineamientos para venta de bebidas alcohólicas tales como:

- Envases debidamente sellados y etiquetados.
- la etiqueta deberá consignarse la denominación del tipo o clase de bebida alcohólica, tales como aguardiente, vodka, vino o whisky.
- Letra en la etiqueta deben ser como mínimo de cinco milímetros de altura y el ancho no menor a un tercio de las dimensiones de su altura.
- Toda bebida alcohólica deberá ostentar una leyenda haciendo un llamado a la moderación en el consumo del producto en referencia, que dirá de la siguiente forma: "El Consumo excesivo de este producto es dañino para la salud y crea adicción. Se prohíbe su venta a menores de 18 años".
- El volumen del producto deberá expresarse en sistema métrico decimal corregido a una temperatura de 20° y la graduación alcohólica en por ciento en volumen.
- La fecha de fabricación de cada partida, N° de lote, el contenido volumétrico neto, y el contenido alcohólico.
- En el caso de los alcoholes y de las bebidas alcohólicas importadas contendrá además el nombre específico del importador y su número de registro.
- Las bebidas alcohólicas destiladas serán envasadas para su comercialización al consumidor en envases no mayores de unos mil setecientos cincuenta mililitros (1750 ml).
- El nombre específico del producto, el del fabricante, el municipio donde está situada la fábrica y el Registro Sanitario con la leyenda REG. N° _____ D.G.S. El Salvador.

La ley reguladora de bebidas alcohólicas establece que cuando se hace un análisis a los productos estos no deben de ser superiores al $\pm 5.0\%$ del porcentaje rotulado en el envase.

Cada lineamiento mencionado es importante que se cumpla, ya que tiene la información mínima necesaria que debe conocer el usuario antes de ingerir el producto. Con ello también se pretende que sea menos las causas de muertes por una intoxicación a la ingesta excesiva de las bebidas alcohólicas.

3.15. LA IMPORTANCIA DEL ETIQUETADO

El etiquetado es un derecho de los consumidores para disponer de información de los productos que compran: la lista de ingredientes de una bebida puede alertar de la presencia de sustancias potencialmente dañinas. Además, tanto la información nutricional como del contenido de calorías permiten a los consumidores planificar mejor la dieta y mantener un estilo de vida más saludable.

Pocos consumidores conocen que las bebidas alcohólicas son una fuente importante de calorías. Hay que tener en cuenta que una lata de cerveza o una copa de vino aportan aproximadamente 120 calorías, lo que se gasta corriendo unos 13 minutos.

Además, existen evidencias de que las etiquetas nutricionales en alimentos y bebidas no alcohólicas favorecen la elección de opciones más saludables, mejorando los patrones dietéticos.

En el caso de las bebidas alcohólicas, el etiquetado formaría parte de una estrategia integral de mejorar la información y educación de los consumidores para prevenir y reducir el daño asociado al consumo de alcohol.

3.16. LA IMPORTANCIA DEL REGISTRO SANITARIO DE ALCOHOL EN EL SALVADOR ²⁵

Los registros sanitarios son de suma importancia para garantizar la seguridad y calidad de los productos alcohólicos en El Salvador. Estos registros permiten que las autoridades reguladoras supervisen y controlen todo el proceso de producción, almacenamiento y comercialización de estos productos, asegurándose de que cumplan con las normas establecidas y protegiendo así la salud de los consumidores.

Además, los registros sanitarios también son fundamentales para garantizar la transparencia en el mercado y proteger a los consumidores de productos adulterados o falsificados. Al contar con un registro sanitario, los fabricantes y comercializadores de alcohol demuestran que sus productos han sido evaluados y aprobados por las autoridades competentes, lo cual brinda confianza a los

consumidores y asegura la calidad de los productos que se comercializan.

3.16.1. ¿Dónde se tramita el registro sanitario de alcohol en el salvador?²⁵

La autoridad reguladora encargada de otorgar los registros sanitarios para alcohol potable y no potable en El Salvador es la Dirección Nacional de Medicamentos (DNM). La DNM es una entidad autónoma dependiente del Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social (MSPAS), cuya misión es proteger la salud de la población salvadoreña mediante la regulación y control de los productos farmacéuticos, cosméticos, dispositivos médicos y productos biológicos, incluyendo el alcohol.

Para obtener un registro sanitario para alcohol potable o no potable, es necesario cumplir con una serie de requisitos establecidos por la DNM. Además, es fundamental cumplir con las normativas aplicables a cada tipo de alcohol.

3.16.2. ¿Cuáles son las consecuencias del incumplimiento del registro sanitario de alcohol en el salvador?

El incumplimiento de las regulaciones sanitarias en El Salvador puede acarrear una serie de consecuencias negativas para los fabricantes y comercializadores de alcohol. En primer lugar, pueden enfrentar sanciones económicas que pueden afectar seriamente su rentabilidad y capacidad de operar en el mercado. Además, pueden enfrentar la suspensión o revocación de su registro sanitario, lo cual los dejaría fuera del mercado y les impediría operar legalmente.

Además de las sanciones económicas y la pérdida de registro sanitario, el incumplimiento de las regulaciones sanitarias también puede tener consecuencias negativas para la reputación de la empresa. Al no cumplir con las normas de calidad y seguridad establecidas, se pone en riesgo la salud de los consumidores y se afecta la confianza en la marca y los productos que se ofrecen.

Es importante mencionar que, en casos extremos, el incumplimiento de las regulaciones sanitarias puede incluso poner en riesgo la vida de los consumidores. Por esta razón, es fundamental cumplir con todos los requisitos y regulaciones establecidos por las autoridades competentes y asegurarse de que los productos alcohólicos sean seguros para el consumo humano.

3.17 LA DEFENSORIA DEL CONSUMIDOR ⁵

Es una institución que se dedica a la protección y promoción de los derechos de las personas

consumidoras para contribuir a su bienestar y dignificación en el mercado.

La defensoría del Consumidor juega un papel importante, velan porque los precios de los productos sean de acuerdo al rango establecido para venta. Además, verifican que los establecimientos vendan producto que no esté vencido y se encuentre en las condiciones descritas por el fabricante. Las visitas pueden ser sorpresivas o por la denuncia de un consumidor o proveedor del establecimiento, porque el consumidor tiene el derecho de que el producto se encuentre en óptimas condiciones y que este no perjudique su salud.

La institución esta para hacer cumplir la ley previniendo abusos al consumidor mediante la actuación oportuna y preventiva, a fin de corregir las fallas existentes en el mercado, y de esa manera prevenir transgresiones y violaciones a los derechos de los consumidores.

3.18 LABORATORIO DE MERCEOLOGIA¹

El laboratorio de Merceología se enfoca en el estudio de las mercancías y productos, especialmente en lo que respecta a su calidad, composición, propiedades físicas y químicas, y otros aspectos relevantes para su evaluación y clasificación.

En la subdivisión general de aduanas en la División Técnica conduce estudios y trabajos orientados a la aplicación, control y perfeccionamiento de las Leyes, procedimientos y demás disposiciones inherentes al que hacer aduanero. Se divide en diferentes departamentos incluyendo al departamento de Laboratorio: Efectúa análisis merceológicos para determinar la materia constitutiva de las mercancías objeto de la consulta, actuando como apoyo técnico a las unidades internas que lo solicitan.

La importancia del análisis merceológico o también llamado de mercancías es ayudar en el desarrollo económico, la protección del consumidor y la competitividad de El Salvador en el ámbito nacional e internacional. Su aplicación adecuada garantiza que los productos cumplan con los estándares de calidad y seguridad, promoviendo así un crecimiento económico sostenible y el bienestar de la población.

CAPITULO IV

4.0 DISEÑO METODOLÓGICO

4.1. TIPO DE ESTUDIO

El estudio se realizó de tipo experimental, transversal, campo y prospectivo.

- Experimental: Se realizaron análisis cuantitativos a las muestras de aguardientes en el Laboratorio Físicoquímico de Aguas de la Facultad de Química y Farmacia de la Universidad de El Salvador.
- Transversal: Se realizó la investigación en un periodo comprendido del 06 de junio al 22 de junio de 2022.
- Campo: se recolectaron muestras de aguardiente con grados alcohólicos del 25%, 30%, 35%, 36% y 40% en los supermercados y cantinas del municipio de Soyapango en San Salvador.
- Prospectivo: los resultados obtenidos serán utilizados como referencia para futuras investigaciones referidas a análisis de etanol.

4.2. INVESTIGACIÓN BIBLIOGRAFICA

Se realizó en las bibliotecas de:

- Facultad de Química y Farmacia Dr. Benjamín Orozco, Universidad de El Salvador.
- Facultad de Ingeniería y Arquitectura de la Universidad de El Salvador.
- Biblioteca Central de la Universidad de El Salvador.
- Universidad Salvadoreña Alberto Masferrer (USAM)
- Internet.

4.3. INVESTIGACIÓN DE CAMPO.

Se realizaron visitas en 5 supermercados y 3 cantinas del municipio de Soyapango en San Salvador (Ver Anexo N°1) con el objetivo de indagar cuales son las marcas que dispensan en dichos establecimientos. Seleccionándose 73 muestras, constituidas en 33 marcas de aguardientes (Ver Anexo N°2), tomándose en cuenta costo y presentación de cada uno (Ver Anexo N°3). Los análisis se realizaron en el Laboratorio Físicoquímico de Aguas de la Facultad de Química y Farmacia de la Universidad de El Salvador, en el mes de junio del 2022.

4.3.1. UNIVERSO

El Universo está constituido por bebidas alcohólicas denominadas aguardiente. Dichos productos se encuentran a la venta en los supermercados y cantinas del área Central del municipio de Soyapango en San Salvador.

4.3.2. MUESTRA

Según la fórmula estadística para el tamaño de una muestra para población desconocida, el tamaño de la muestra es de 73 bebidas alcohólicas tomándose en cuenta sus concentraciones de 25%, 30%, 35%, 36% y 40% de grado alcohólico.

Se seleccionaron 9 muestras de cada cantina y 9 muestras de cada supermercado, para totalizar así las 73 muestras necesarias, se recolecto una muestra adicional específicamente en un supermercado, lo que significa que se tomarán 10 muestras de ese supermercado en particular. Esto completa el conjunto de 73 muestras para el análisis.

CALCULO DEL TAMAÑO DE LA MUESTRA

El tamaño de muestra se calculó en base a la siguiente formula:

$$N = \frac{(Z \alpha)^2 (P)(q)}{(\delta)^2}$$

En donde:

N= Tamaño de la muestra que se requiere

$Z\alpha$ = Distancia de la media del valor de significación propuesto se obtiene de tablas de distribución normal de probabilidades y habitualmente se utiliza un valor de 0.05 al que corresponde un valor de Z de 1.96

P= Probabilidad de éxito o Proporción esperada

q= 1-P (probabilidad de fracaso)

δ = Precisión o magnitud del error que estamos dispuesto a aceptar

Calculo

N=?

$Z\alpha = 1.96$

P= 0.05

$$q = 1 - 0.05 = 0.95$$

$$\delta = 0.05$$

$$N = (1.96)^2(0.05)(0.95) / (0.05)^2 = 72.99$$

N= 73 muestras

Las 73 muestras seleccionadas se distribuyó la recolección en 8 establecimientos, de cada establecimiento se recolecto 9 bebidas alcohólicas que tuvieran grado alcohólico de 25%, 30%, 35%, 36% y 40%. (Ver Tabla N°3)

Tabla N°5. Muestras recolectadas en cada establecimiento designado, este es el grado alcohólico que rotula el envase.

Código de muestra	Marca	Grado alcohólico rotulado	Procedencia (Nacional o Internacional)
SSA001	La Trenzuda	25%	Nacional
SSA002	El Nacional	25%	Nacional
SSA003	Skyy	40%	Nacional
SSA004	El Cañal	30%	Nacional
SSA005	Caña Rica	25%	Nacional
SSA006	Petrov Extra suave	30%	Nacional
SSA007	Flor de Caña (7)	35%	Internacional
SSA008	Venado Light	25%	Internacional
SSA009	Red	36%	Internacional
SSB010	La Trenzuda	25%	Nacional
SSB011	El Cañal	30%	Nacional
SSB012	Viuda de Romero	35%	Internacional
SSB013	Black	36%	Internacional
SSB014	El Chamaco	25%	Nacional
SSB015	Troika Seco	25%	Nacional
SSB016	Tic Tack Light	25%	Nacional
SSB017	Jarana	35%	Internacional

Continuación de **Tabla N°5.**

SSB018	Cihuatán Cinabrio	40%	Nacional
MD019	Troika seco	25%	Nacional
MD020	Zero	36%	Nacional
MD021	Skyy	40%	Internacional
MD022	Botran	40%	Internacional
MD023	Petrov Extra suave	30%	Nacional
MD024	Bacardí Añejo	35%	Internacional
MD025	Bacardí Carta Oro	35%	Internacional
MD026	Flor de Caña (4)	30%	Internacional
MD027	Seco Petrov	25%	Nacional
MW028	Venado (Sello de Oro)	36%	Internacional
MW029	Del Chaman	25%	Nacional
MW030	Troika Suave	30%	Nacional
MW031	Tick Tac	30%	Nacional
MW032	Vat 69	40%	Internacional
MW033	Smirnoff	35%	Internacional
MW034	Finlandia	40%	Internacional
MW035	José Cuervo	40%	Internacional
MW036	Abuelo	35%	Internacional
DF037	Cihuatán	35%	Nacional
DF038	Bacardi Blanco	35%	Internacional
DF039	El Chamaco	25%	Nacional
DF040	La trenzuda	25%	Nacional
DF041	Stolichnaya	40%	Internacional
DF042	Troika suave	30%	Nacional
DF043	Venado (Sello de Oro)	36%	Internacional

Continuación de **Tabla N°5.**

DF044	El Charro	35%	Internacional
DF045	Botran	40%	Internacional
CA046	El Chamaco	25%	Nacional
CA047	Caña Rica	25%	Nacional
CA048	Del Chaman	25%	Nacional
CA049	La Trenzuda	25%	Nacional
CA050	La Trenzuda	25%	Nacional
CA051	Caña Rica	25%	Nacional
CA052	Del Chaman	25%	Nacional
CA053	Troika suave	30%	Nacional
CA054	Petrov Extra suave	30%	Nacional
CB055	Cosaco	25%	Nacional
CB056	Caña Rica	25%	Nacional
CB057	El Chamaco	25%	Nacional
CB058	Troika seco	25%	Nacional
CB059	Troika seco	25%	Nacional
CB060	El Chamaco	25%	Nacional
CB061	Caña Rica	25%	Nacional
CB062	Del Chaman	25%	Nacional
CB063	Seco Petrov	25%	Nacional
CC064	3 puentes	25%	Nacional
CC065	Cañita	25%	Nacional
CC066	Cañita	25%	Nacional
CC067	3 puentes	25%	Nacional
CC068	El pericon	25%	Nacional
CC069	3 puentes	25%	Nacional

Continuación de **Tabla N°5.**

CC070	El pericon	25%	Nacional
CC071	El pericon	25%	Nacional
CC072	El pericon	25%	Nacional
CC073	Cañita	25%	Nacional

Fuente: Elaboración Propia

Cada sección esta diferenciada por agrupaciones de color, cada grupo representa un establecimiento como tal.

4.4. PARTE EXPERIMENTAL

4.4.1. Elección y transporte de muestras

Las muestras de bebidas alcohólicas aguardientes fueron recolectadas de los establecimientos mencionados en el Tabla N°5. documentadas a través de una etiqueta de identificación (ver Anexo N°3), estas se recolectaron en diferentes días, dichas muestras no fueron sometidas a condiciones especiales de almacenamiento; se mantuvieron tal como fueron obtenidas de los supermercados y cantinas. Durante el transporte, se tuvo especial cuidado en no dañar las botellas, ya que la mayoría eran de vidrio y algunas de plástico. Se aseguraron en cajas para evitar golpes y roturas, garantizando así que llegaran en buen estado hasta el Laboratorio Físicoquímico de Aguas de la Facultad de Química y Farmacia de la Universidad de El Salvador.

4.4.2. Preparación de las soluciones estándares

Se prepararon soluciones estándares de las siguientes concentraciones: 20%, 25%, 30%, 35%, 36%, 40% y 45 %. Para ello se parte de un alcohol (etanol) grado reactivo al 99.9% (Ver Anexo N°4).

Con la fórmula: $C_1V_1 = C_2V_2$ (Ley de Beer), despejamos la fórmula de la siguiente manera:

$$V_1 = C_2V_2 / C_1$$

En donde:

$C_1 = 99.9\%$ (Concentración del etanol grado reactivo, en porcentaje)

$C_2 = 20\%$ (Concentración de estándar que se desea preparar, en porcentaje)

$V_2 = 10 \text{ mL}$ (Volumen que se desea preparar para el análisis)

$V_1 = ?$ (Volumen del etanol grado reactivo necesario para preparar la solución estándar al 20%)

Sustituyendo los valores en la fórmula obtendremos:

$V_1 = (20\%) (10\text{mL}) / 99.9\% = \underline{\underline{2.00 \text{ mL}}}$ (Volumen del etanol grado reactivo necesario para preparar la solución estándar al 20%)

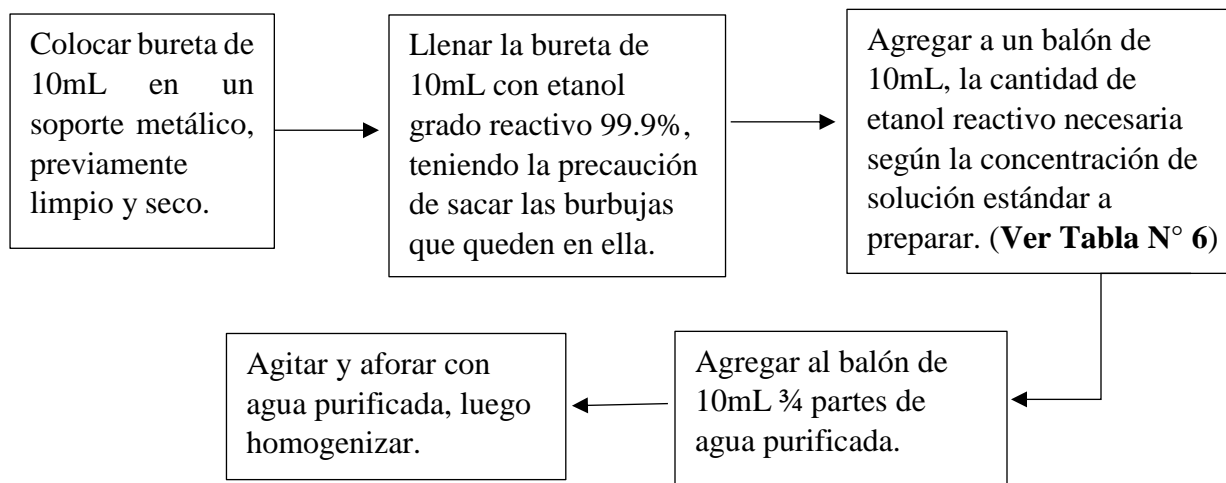
Siguiendo la misma secuencia se obtiene el volumen de todas las concentraciones que se desea preparar.

Tabla N°6. Volumen necesario de etanol grado reactivo para preparar soluciones estándares.

No. De Estándar	Concentración requerida de solución estándar (C_1)	Volumen que se desea preparar para el análisis (V_2)	Volumen de Etanol grado reactivo Utilizado (V_1)
1	20%	10 mL	2.00 mL
2	25%	10 mL	2.50 mL
3	30%	10 mL	3.00 mL
4	35%	10 mL	3.50 mL
5	36%	10 mL	3.60 mL
6	40%	10 mL	4.00 mL
7	45%	10 mL	4.50 mL

Fuente: Elaboración propia

En la preparación de las soluciones estándares se utilizó los materiales, equipos y reactivos necesarios (Ver Anexo N°5), Además se preparó cada una de dichas soluciones siguiendo el esquema que se muestra a continuación:



4.4.3. Parte experimental

Se agruparon según el establecimiento de recolección, se limpiaron las botellas por el lado de afuera con un paño humedecido con agua.

Una vez preparada las soluciones estándares y las muestras recolectadas, se procedió a la limpieza, calibración del equipo y lecturas de estándares y muestras de la siguiente forma:

A. Tratamiento previo de la muestra

No se realizó tratamiento a las muestras estas se usaron tal cual ha sido adquirida. Se tomará 10 mL aproximadamente de las muestras, la cual se colocaron en una copa dosificadora para llenar el gotero y verter 3 mL de la muestra en el equipo.

B. Operación del equipo REFRACTÓMETRO ABBE MODELO ATAGO

1. Se verificó que el termómetro digital esté conectado al refractómetro.
2. Se conectó el refractómetro a la fuente de energía (tomacorriente 110V).
3. Se encendió el equipo presionando el botón que se encuentra al lado izquierdo.
4. Se encendió la lámpara. Ver anexo No. 8.

C. Ajuste de la escala

1. Se quitó el seguro.
2. Se levantó el prisma superior.
3. Se colocó de 2 a 3 gotas de agua destilada en la superficie del prisma principal con una jeringa.
4. Se cerró el prisma secundario y se observó a través del ocular.
5. Se ajustó la escala, a 1.333 (Brix 0%).

D. Lectura de estándar y muestra

1. Se quitó el seguro.
2. Se levantó el prisma superior.
3. Se colocó con ayuda de una jeringa 2 gotas de estándar en el centro de la superficie del prisma de enfoque.
4. Se cerró cuidadosamente el prisma superior.

5. Se observó por el ocular, gira la perilla micro de compensación de color hasta que aparezca una línea clara y definida en el campo de visión.
6. Se giró la perilla macro hasta alinear la línea delimitadora con las líneas de intersección (filamento).
7. Se leyó en la escala superior el índice de refracción y la Temperatura del termómetro digital.
8. Se levantó el prisma superior.
9. Se limpió ambos prismas con una torunda de algodón impregnada de alcohol 70%.
10. Llenar el registro de resultados (ver Anexo N°6) y continuar con la siguiente lectura.

Una vez analizadas las muestras en el equipo Refractómetro de ABBE, se procedió hacer el ajuste matemático para hacer la corrección de temperatura. Además, se tabularon los resultados obtenidos para hacer comparación a la normativa vigente y determinar si estas cumplen o no con los requisitos establecidos.

CAPITULO V

5.0 RESULTADOS

El aguardiente es una bebida alcohólica que se encuentra en venta mayormente en supermercados y cantinas. Para realizar el estudio se procedió a la recolección de muestras de aguardiente de las cantinas y supermercados de mayor accesibilidad ubicados en el municipio de Soyapango, los cuales se muestran la ubicación de los lugares que fueron muestreados en la Anexo N° 1.

La recolección de muestras se realizó en las fechas del 06/06/2022 al 22/06/2022, haciendo un total de 73 muestras. Comprendida por las marcas según el establecimiento de recolección. (Ver anexo N° 2)

A cada una de las muestras se les colocó etiqueta diseñada de identificación de muestra, para ser posteriormente analizada. **Ver Anexo N° 3.**

Así mismo se realizó una curva de calibración a diferentes concentraciones utilizando cristalería calibrada. Esta curva de calibración fue realizada utilizando un estándar de etanol al 99.9%. (ver Anexo N° 4). A partir de ese estándar se realizaron las soluciones de estándares a concentraciones de 20%, 25%, 30%, 35%, 36%, 40%, 45%. Después de realizadas todas las diluciones se procedió a la preparación del equipo para las lecturas de estos.

Se realizó las lecturas de cada uno por triplicado en el refractómetro de ABBE tanto de estándares como de muestras (Ver Anexo N° 7), obteniéndose los resultados en las **Tablas N° 7 y N° 8** Además, se hizo la corrección de la temperatura con la fórmula que se presenta a continuación:

$$n_D^{20} = n_D^T + (0.00045)(T - 20^\circ\text{C})$$

5.1 LINEALIDAD DEL MÉTODO

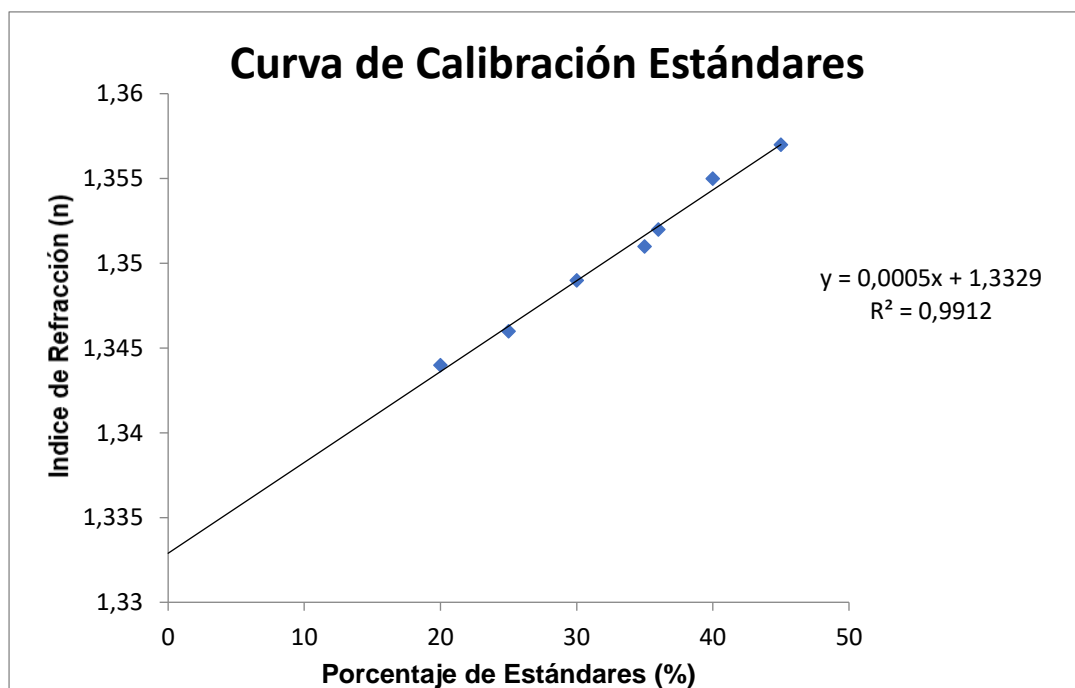
Este parámetro se determinó analizando siete soluciones patrón con concentraciones de 20%, 25%, 30%, 35%, 36%, 40%, 45%, utilizando como disolvente etanol al 99.9%. El cálculo de la línea de regresión y del coeficiente de correlación se efectuó por mínimos cuadrados, a partir de las áreas promedio de tres replicas para cada caso y de los valores de concentración respectivos.

Tabla N°7. Lectura de los estándares en condiciones normales.

Concentración	Índice de refracción promedio	Temperatura promedio	Índice de refracción promedio Corregido a 20°C
20%	1.343	22.93°C	1.344
25%	1.345	22.97°C	1.346
30%	1.348	23.20°C	1.349
35%	1.350	23.20°C	1.351
36%	1.351	23.30°C	1.352
40%	1.354	23.00°C	1.355
45%	1.356	22.83°C	1.357

Fuente: Elaboración propia

Con la Herramienta de EXCEL se procedió a graficar la curva de calibración con los resultados obtenidos en la Tabla N°7

**Figura N°3** Curva de Calibración de estándares a condiciones controladas.

Fuente: Elaboración propia

En el gráfico presente los puntos muestran una tendencia lineal. Sin embargo, para asegurar lo observado, se utilizó el método de mínimos cuadrados para ajustar la curva de calibración de los estándares, haciendo uso de las siguientes fórmulas:

$$S_{xx} = \sum (x_i - \bar{x})^2 = \sum x_i^2 - \frac{(\sum x_i)^2}{N}$$

$$S_{yy} = \sum (y_i - \bar{y})^2 = \sum y_i^2 - \frac{(\sum y_i)^2}{N}$$

$$S_{xy} = \sum (x_i - \bar{x})(y_i - \bar{y}) = \sum x_i y_i - \frac{\sum x_i \sum y_i}{N}$$

Pendiente de la recta $m = S_{xy}/S_{xx}$

Ordenada en el origen $b = \bar{y} - m\bar{x}$

Ecuación lineal $y = mx + b$

El coeficiente de correlación: $r = \frac{S_{xy}}{\sqrt{S_{xx} \cdot S_{yy}}}$

El coeficiente de determinación:

$$r^2 = \frac{[n(\sum xy) - (\sum x)(\sum y)]^2}{[n(\sum x^2) - (\sum x)^2][n(\sum y^2) - (\sum y)^2]}$$

Tabla N°8 Resultados obtenidos aplicando método de mínimos cuadrados.

Símbolo	Resultado	Especificación
N	7	Grados de libertad
$\sum x$	231	Sumatoria de x
$\sum y$	9.454	Sumatoria de y
$\sum xy$	312.222	Sumatoria de xy
$\sum x^2$	8071	Sumatoria del cuadrado de x
$\sum y^2$	12.768432	Sumatoria del cuadrado de y
\bar{x}	33	Promedio aritmético de x
\bar{y}	1.350571429	Promedio aritmético de y
S_x	448	Sumatoria de la desviación de los cuadrados de x respecto de su media
S_y	0.000129714	Sumatoria de la desviación de los cuadrados de y respecto de su media
S_{xy}	0.24	Sumatoria de las desviaciones de x, y respecto de su media
m	0.000535714	Pendiente de la línea de regresión
b	1.332892857	Intercepto
r	0.9956	Coeficiente de correlación
R ²	0.9912	Coeficiente de determinación
S ² _b	-6.17298E-11	Varianza de la pendiente
S ² _{x,y}	-0.003794261	Varianza del error experimental total
Et	0.000478091	Error típico

Fuente: Elaboración propia

Aplicando las fórmulas mencionadas anteriormente se obtuvieron los resultados de la tabla N°8, interpretándose los resultados de la siguiente manera:

El valor del **coeficiente de correlación “r”** puede tomar valores desde menos uno hasta uno, $-1 < r < 1$, dicho coeficiente es de 0.9956 indicando que está muy cercano el valor a uno, por ende, es muy fuerte la asociación lineal que existe entre las dos variables.

El valor del **coeficiente de determinación “r²”** debe ser \geq a 0.98, dicho coeficiente es de 0.9912 por lo tanto el resultado obtenido nos indica que efectivamente la curva de calibración tiene tendencia lineal y se adecua al propósito del método, es decir a la cuantificación del analito buscado.

Para encontrar las concentraciones reales del etanol contenido en las muestras de aguardiente se hace uso de la ecuación lineal.

$$y = 0.0005x + 1.3329$$

Despejando x obtenemos la siguiente ecuación:

$$x = \frac{y - 1.3329}{0.0005}$$

En la cual el valor de “y” se sustituye con los datos del índice de refracción obtenidos. Estas nuevas concentraciones son los porcentajes de etanol presentes en las muestras.

Cada muestra fue leída por triplicado en el refractómetro siendo previamente calibrado con agua.

A continuación, se muestran los resultados obtenidos en Tabla N°9 y 10.

Tabla N°9. Resultados obtenidos del aguardiente de supermercados.

Supermercado							
Código	Rotulado	Índice de refracción	Obtenido	Código	Rotulado	Índice de refracción	Obtenido
SSA001	25%	1.346	26.2%	MD024	35%	1.352	38.2%
SSA002	25%	1.346	26.2%	MD025	35%	1.352	38.2%
SSA003	40%	1.354	42.2%	MD026	30%	1.346	26.2%
SSA004	30%	1.348	30.2%	MD027	25%	1.346	26.2%
SSA005	25%	1.346	26.2%	MW028	36%	1.352	38.2%

Continuación de Tabla N°9.

SSA006	30%	1.350	34.2%	MW029	25%	1.346	26.2%
SSA007	35%	1.352	38.2%	MW030	30%	1.349	32.2%
SSA008	25%	1.347	28.2%	MW031	30%	1.348	30.2%
SSA009	36%	1.352	38.2%	MW032	40%	1.354	42.2%
SSB010	25%	1.347	28.2%	MW033	35%	1.351	36.2%
SSB011	30%	1.350	34.2%	MW034	40%	1.353	40.2%
SSB012	35%	1.352	38.2%	MW035	40%	1.353	40.2%
SSB013	36%	1.352	38.2%	MW036	35%	1.354	42.2%
SSB014	25%	1.346	26.2%	DF037	35%	1.354	42.2%
SSB015	25%	1.346	26.2%	DF038	35%	1.352	38.2%
SSB016	25%	1.345	24.2%	DF039	25%	1.346	26.2%
SSB017	35%	1.356	38.2%	DF040	25%	1.346	26.2%
SSB018	40%	1.356	46.2%	DF041	40%	1.355	44.2%
MD019	25%	1.346	26.2%	DF042	30%	1.349	32.2%
MD020	36%	1.352	38.2%	DF043	36%	1.353	40.2%
MD021	40%	1.354	42.2%	DF044	35%	1.352	38.2%
MD022	40%	1.354	42.2%	DF045	40%	1.355	44.2%
MD023	30%	1.349	32.2%	-----	-----	-----	-----

Fuente: Elaboración propia

Tabla N°10. Resultados obtenidos del aguardiente de cantinas.

Cantinas							
Código	Rotulado	Índice de refracción	Obtenido	Código	Rotulado	Índice de refracción	Obtenido
CA046	25%	1.346	26.2%	CB060	25%	1.346	26.2%
CA047	25%	1.347	28.2%	CB061	25%	1.347	28.2%
CA048	25%	1.346	28.2%	CB062	25%	1.345	26.2%
CA049	25%	1.347	28.2%	CB063	25%	1.346	26.2%

Continuación de Tabla N°10.

CA050	25%	1.346	26.2%	CC064	25%	1.346	26.2%
CA051	25%	1.347	28.2%	CC065	25%	1.346	26.2%
CA052	25%	1.347	28.2%	CC066	25%	1.346	26.2%
CA053	30%	1.349	32.2%	CC067	25%	1.346	26.2%
CA054	30%	1.349	32.2%	CC068	25%	1.346	26.2%
CB055	25%	1.346	26.2%	CC069	25%	1.346	26.2%
CB056	25%	1.347	28.2%	CC070	25%	1.345	24.2%
CB057	25%	1.346	26.2%	CC071	25%	1.347	28.2%
CB058	25%	1.346	26.2%	CC072	25%	1.347	28.2%
CB059	25%	1.345	24.2%	CC073	25%	1.345	24.2%

Fuente: Elaboración propia

En las tablas anteriores se observa en los resultados obtenidos una variación con respecto a lo rotulado, para saber si cada uno de ellos cumple o no se permite una variación del $\pm 5\%$ sobre el porcentaje rotulado. Lo marcado en amarillo son aquellos datos que están fuera de especificación.

5.2 ROBUSTEZ DEL EQUIPO

Las soluciones estándares que se prepararon para leer a temperaturas controladas, también se utilizaron para hacer la prueba de robustez al refractómetro de ABBE. Cada estándar se leyó por triplicado a temperaturas altas y bajas, es decir, temperaturas elevadas en el rango de 26.60°C a 28.20°C y temperaturas bajas en el rango de 18.80°C a 18.43°C.

A continuación, se muestran en los Tabla N°11 y 12 los resultados obtenidos de cada estándar al rango de temperaturas mencionados anteriormente.

Tabla N°11. Lectura de los estándares en condiciones de temperaturas bajas.

Concentración	Índice de refracción promedio	Temperatura promedio	Índice de refracción promedio Corregido a 20°C
20%	1.343	18.80°C	1.343
25%	1.345	18.80°C	1.345
30%	1.348	18.67°C	1.347
35%	1.350	18.77°C	1.350
36%	1.351	18.77°C	1.351
40%	1.353	18.60°C	1.352
45%	1.356	18.43°C	1.355

Fuente: Elaboración propia

Tabla N°12. Lectura de los estándares en condiciones de temperaturas altas.

Concentración	Índice de refracción promedio	Temperatura promedio	Índice de refracción promedio Corregido a 20°C
20%	1.341	26.60°C	1.344
25%	1.344	26.70°C	1.347
30%	1.347	27.03°C	1.350
35%	1.349	27.20°C	1.352
36%	1.350	27.43°C	1.353
40%	1.351	27.67°C	1.354
45%	1.353	28.20°C	1.356

Fuente: Elaboración propia

Utilizando el programa EXCEL, se graficó por regresión los Tabla N°11 y N°12 para tener una mejor visualización de los datos que se obtuvieron para la concentración de etanol, ver Figura N°4 y 5.

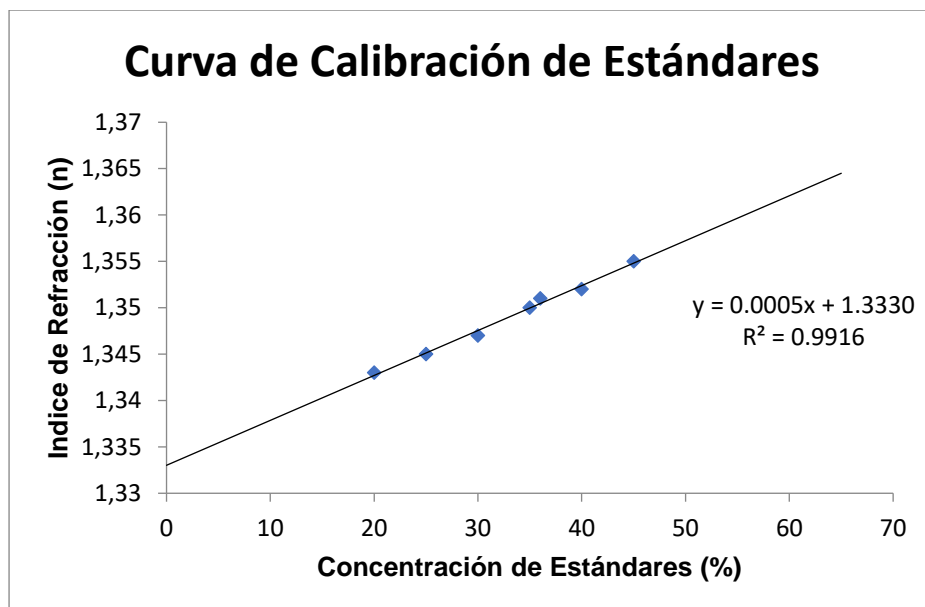


Figura N°4. Curva de calibración de estándares a temperaturas de 18.80°C a 18.43°C.

Fuente: Elaboración propia

Tabla N°13: Resultados obtenidos por método de mínimos cuadrados a temperaturas bajas

Símbolo	Resultado	Especificación
n	7	Grados de libertad
Σx	231	Sumatoria de x
Σy	9.443	Sumatoria de y
Σxy	311.836	Sumatoria de xy
Σx^2	8071	Sumatoria del cuadrado de x
Σy^2	12.738713	Sumatoria del cuadrado de y
x	33	Promedio aritmético de x
y	1.349	Promedio aritmético de y
$\Sigma \alpha_x$	448	Sumatoria de la desviación de los cuadrados de x respecto de su media
$\Sigma \alpha_y$	0.000106	Sumatoria de la desviación de los cuadrados de y respecto de su media
$\Sigma \alpha_{xy}$	0.217	Sumatoria de las desviaciones de x, y respecto de su media
b	0.0005	Pendiente de la línea de regresión
a	1.3330	Intercepto
r	0.9958	Coeficiente de correlación
r ²	0.9916	Coeficiente de determinación

Fuente: Elaboración propia

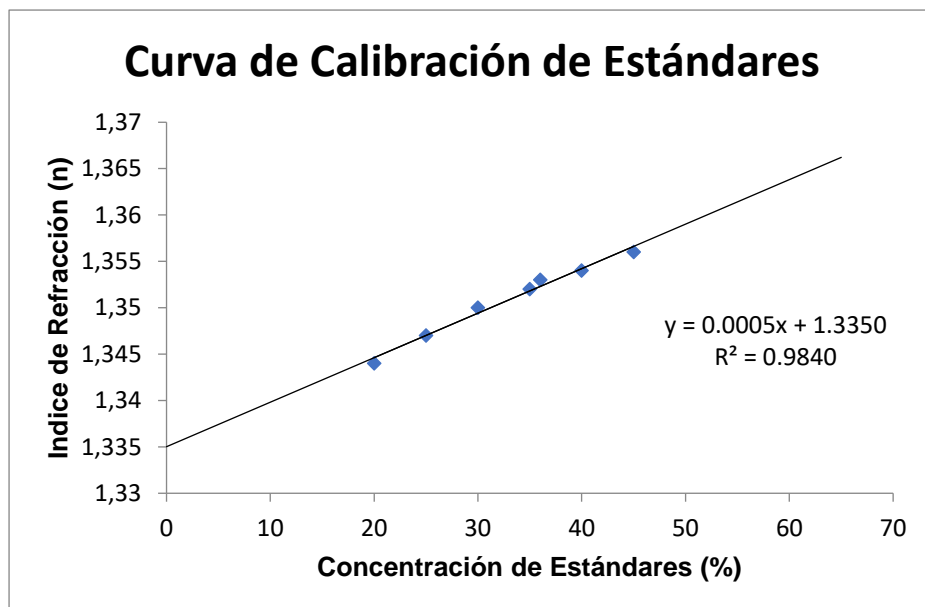


Figura N°5. Curva de calibración de estándares a temperaturas de 26.60°C a 28.20°C

Fuente: Elaboración propia

Tabla N° 14: Resultados obtenidos por método de mínimos cuadrados a temperaturas altas.

Símbolo	Resultado	Especificación
n	7	Grados de libertad
$\Sigma x =$	231	Sumatoria de x
$\Sigma y =$	9.456	Sumatoria de y
$\Sigma xy =$	312.263	Sumatoria de xy
$\Sigma x^2 =$	8071	Sumatoria del cuadrado de x
$\Sigma y^2 =$	12.77381	Sumatoria del cuadrado de y
x	33	Promedio aritmético de x
y	1.350857143	Promedio aritmético de y
$\Sigma \alpha_x$	448	Sumatoria de la desviación de los cuadrados de x respecto de su media
$\Sigma \alpha_y$	0.000104857	Sumatoria de la desviación de los cuadrados de y respecto de su media
$\Sigma \alpha_{xy}$	0.215	Sumatoria de las desviaciones de x, y respecto de su media
b	0.0005	Pendiente de la línea de regresión
a	1.3350	Intercepto
r	0.9920	Coficiente de correlación
R ²	0.9840	Coficiente de determinación

Fuente: Elaboración propia

Con los resultados obtenidos se observa que ambas graficas tienen tendencia lineal, además, se utilizó el programa de EXCEL y las fórmulas planteadas en la tabulación de resultados de los

estándares de calibración a condiciones controladas, se determinó la ecuación linealidad, el coeficiente de determinación y correlación.

Con los resultados obtenidos interpretamos lo siguiente:

El valor del **coeficiente de correlación “r”** puede tomar valores desde menos uno hasta uno, $-1 < r < 1$, dicho coeficiente para temperaturas de 18.80°C a 18.43°C es de 0.9958 y para temperaturas de 26.6°C a 28.2°C es de 0.9920, indicando que ambos valores están muy cercano al valor a uno, por ende, es muy fuerte la asociación lineal que existe entre las dos variables.

El valor del **coeficiente de determinación “r²”** debe ser ≥ 0.98 , dicho coeficiente para temperaturas de 18.80°C a 18.43°C es de 0.9916 y para temperaturas de 26.6°C a 28.2°C es de 0.9840, por lo tanto, los resultados obtenidos nos indica que efectivamente la curva de calibración tiene tendencia lineal y se adecua al propósito del método, es decir a la cuantificación del analito buscado.

CALCULO DE: $\hat{y}_0, \hat{y}_1, |di|$

Para determinar si el equipo es robusto para los fines establecidos se debe calcular lo siguiente: $\hat{y}_0, \hat{y}_1, |di|$

Media aritmética de la condición de operación.

$$\hat{y}_0 = \frac{\sum y_0}{n_0} = \frac{9.454}{7} = 1.3506$$

n_0 = número de muestras de la condición normal de operación.

Media aritmética del análisis de cada condición de operación diferente a la condición normal

$$\hat{y}_1 = \frac{\sum y_1}{n_1}$$

n_1 = número de muestras de la i-esima condición de operación

Temperaturas Altas

$$\hat{y}_1 = \frac{9.456}{7}$$

$$\hat{y}_1 = 1.3506$$

Temperaturas bajas

$$\hat{y}_1 = \frac{9.443}{7}$$

$$\hat{y}_1 = 1.3490$$

Diferencia absoluta de la media aritmética de cada condición respecto de la media aritmética de la condición normal.

$$|di| = |y_1 - y_0|$$

Temperaturas altas

$$|di| = |1.3509 - 1.3506| = |-0.00002|$$

Temperaturas bajas

$$|di| = |1.3490 - 1.3506| = |-0.00016|$$

Los resultados obtenidos a altas y bajas temperaturas determinan que, el refractómetro de ABBE es un equipo robusto que cumple el criterio de aceptación del método espectrofotométrico $\leq 3\%$.

5.3. ANALISIS DE VARIABLES

El análisis de variables es un método estadístico que estudia varias variables de manera simultánea, es decir, es el proceso de identificar, examinar y evaluar las distintas variables que intervienen en un fenómeno, experimento o sistema, con el objetivo de entender su comportamiento, influencia y relaciones entre ellas.

El índice de refracción está influenciado por tres variables principales:

- Composición química: Cada sustancia tiene un índice de refracción característico debido a su estructura molecular y la forma en que interactúa con la luz. Por ejemplo, el agua, el vidrio y el aceite tienen índices diferentes.
- Concentración: En soluciones, un aumento en la concentración de soluto (por ejemplo, sal, azúcar, alcohol) suele incrementar el índice de refracción, ya que modifica la densidad óptica del medio.
- Temperatura: Generalmente, al aumentar la temperatura, el índice de refracción disminuye. Esto se debe a que la densidad del fluido disminuye, reduciendo su capacidad para desviar la luz

Se muestra a continuación el gráfico utilizado para analizar la influencia de la concentración y las bajas temperaturas sobre el índice de refracción.

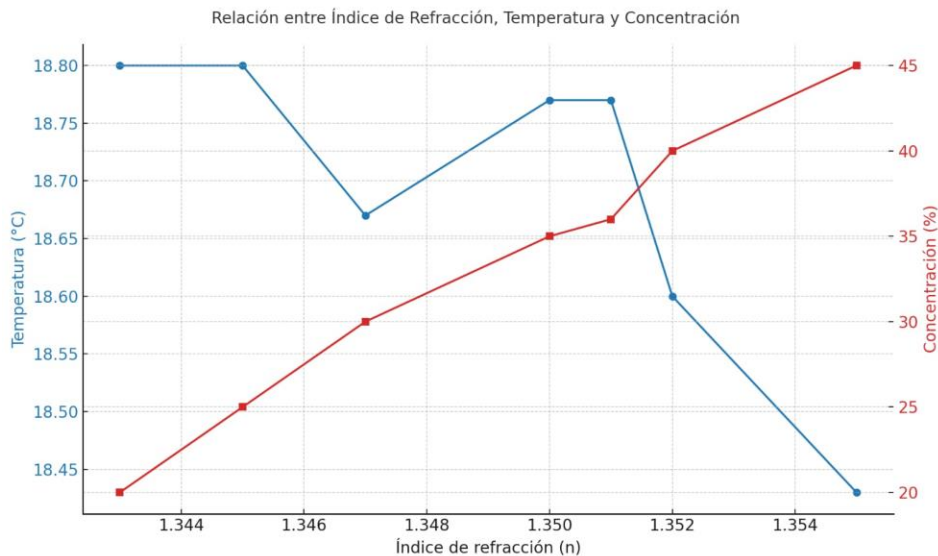


Figura N°6. Relación entre concentración, temperaturas bajas e índice de refracción.

Fuente: Elaboración propia

La tendencia entre concentración e índice de refracción (línea roja): esta se observa que es directamente proporcional, mientras la concentración aumenta lo hace también el índice de refracción.

La tendencia entre índice de refracción y temperatura (línea azul): esta se observa que a medida la temperatura disminuye se ven fluctuaciones con respecto a la línea de tendencia, al llegar a una temperatura de 18.77°C se ve una caída abrupta en la temperatura.

La relación entre la temperatura, la concentración y el índice de refracción presenta un comportamiento no proporcional en todo el sistema, lo cual indica que la influencia de estas variables no es lineal ni constante a lo largo del rango de condiciones analizadas.

Se muestra a continuación el gráfico utilizado para analizar la influencia de la concentración y las altas temperaturas sobre el índice de refracción.

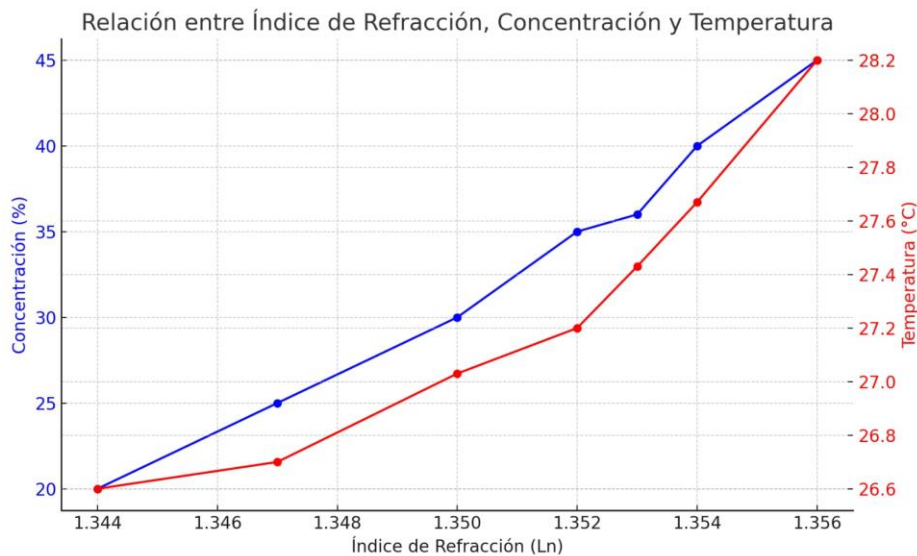


Figura N°7. Relación entre índice de refracción, temperatura alta y concentración.

Fuente: Elaboración propia

La tendencia entre concentración e índice de refracción (línea azul): esta se observa que es directamente proporcional, mientras la concentración aumenta lo hace también el índice de refracción.

La tendencia entre índice de refracción y temperatura (línea roja): Con respecto a esta grafica se observa que a medida aumenta el índice de refracción también incrementa de manera progresiva la temperatura.

La relación entre la temperatura, la concentración y el índice de refracción muestra un comportamiento directamente proporcional en el sistema analizado.

CAPITULO VI

6.0 CONCLUSIONES

1. La curva de calibración de estándares a condiciones controladas es de tendencia lineal, ya que el criterio de aceptación para el coeficiente de determinación es $r^2 > 0.98$ y es confiable para el propósito del método, es decir a la cuantificación del analito buscado.
2. El 27.4% de las muestras no cumplieron con el porcentaje rotulado en el envase, según la ley reguladora de la producción y comercialización del alcohol y de las bebidas alcohólicas se permite una variabilidad del $\pm 5\%$ en base a lo que rotula la etiqueta del envase.
3. En relación con el etiquetado de los productos, se constató que estos cumplen de manera integral con los requisitos establecidos en la norma NSO 67.16.03:06. En cuanto a los aguardientes de origen extranjero, se observó que sus etiquetas se ajustan a las disposiciones normativas vigentes en sus respectivos países de origen, lo que permite su comercialización legal dentro del territorio nacional.
4. Al evaluar la robustez del equipo, se determinó que las lecturas no presentan variaciones significativas. A decisión personal, se optó por adoptar como referencia el criterio de aceptación más adecuado al método, correspondiente al espectrofotométrico ($\leq 3\%$). Según los resultados obtenidos, el equipo cumple con dicho criterio, al ser menor a lo dicho anteriormente.
5. El método de refractometría es apto para el análisis de aguardientes u otras bebidas alcohólicas para determinar el contenido alcohólico que estas poseen, dando resultados confiables para dar un dictamen a dicho análisis.
6. Existe una relación positiva entre concentración, temperatura alta e índice de refracción siendo la concentración influyente en ambas variables, pero la forma en que cada una responde puede variar en ciertos intervalos. Este comportamiento se debe a que las moléculas de la solución hidroalcohólica tienen una ligera tendencia a descomponerse a medida aumenta la temperatura por lo que la concentración de iones H^+ aumenta.

7. En el grafico que representa la concentración, temperaturas bajas e índice de refracción tiene una relación que no es proporcional debido a que al disminuir a temperatura en el sistema esta se muestra con tendencia negativa debido al cambio que tiene la interacción de los iones H^+ .

CAPITULO VII

7.0 RECOMENDACIONES

1. Los usuarios del refractómetro de Abbe deben corroborar que antes de realizar una medición este debe estar libre de burbujas y los prismas deben quedar bien impregnados para un resultado confiable.
2. Se recomienda a la población en general abstenerse de consumir bebidas alcohólicas que no cumplan con los requisitos mínimos de etiquetado, ya que la ausencia de esta información puede representar un riesgo para la salud.
3. La población en general jamás debe consumir bebidas alcohólicas que sean vendidas por fracción o fuera de sus envases respectivos, ya que la ley reguladora de producción y comercialización de alcohol y bebidas alcohólicas no permiten la venta de estos en las condiciones mencionadas anteriormente.
4. Se sugiere a los docentes y estudiantes que la investigación continúe dirigiéndose a encontrar los componentes que posiblemente sean agregados a las bebidas alcohólicas de las cantinas, ya que algunas marcas mencionadas en el literal 2 presentan un olor diferente a las demás marcas del mismo grado alcohólico, pero en la lectura del equipo reflejan un grado alcohólico aceptable.
5. Se recomienda a la DEFENSORIA DEL CONSUMIDOR informar a la población consumidora de bebidas alcohólicas la importancia de seleccionar productos de calidad promoviendo la correcta lectura de la etiqueta y que esta cumpla con la información mínima que debe tener.
6. Se recomienda al MINISTERIO DE SALUD PÚBLICA Y ASISTENCIA SOCIAL la divulgación de mensajes educativos para la población consumidora que prefiere este tipo de bebidas embriagantes de no sobre pasar su ingesta diaria a fin de conocer mejor el contenido de alcohol y los riesgos para la salud asociados a su consumo y así poder tomar una decisión informada.

7. Se recomienda al Laboratorio de Merceología en Aduanas de El Salvador, el método de refractometría para la cuantificación del contenido alcohólico utilizando el refractómetro de ABBE, ya que mediante este equipo se obtiene datos confiables por ser un equipo robusto.
8. Se recomienda a los docentes de la Facultad de Química y Farmacia validar este método como uso alternativo para futuras investigaciones comparando los resultados obtenidos con esta metodología para la cuantificación del contenido alcohólico con la metodología de Cromatografía Líquida HPLC alta eficiencia.
9. Se recomienda a estudiantes y docentes de la Facultad de Química y Farmacia utilizar con fines didácticos en unidades de aprendizaje donde sea aplicable en método de cuantificación de contenido alcohólico en muestras de aguardiente por refractometría.

REFERENCIA BIBLIOGRAFICA

1. Abad Revelo AR. Proceso de producción del licor pájaro azul, para convertirlo en producto exportable con estándares de calidad. Tesis de licenciatura. Pontificia Universidad Católica Del Ecuador – Matriz; 2013.
2. Aduanas El Salvador. Portal de Transparencia. Disponible en: <https://sitio.Aduana.gob.sv/impuestos-a-pagar/#:text=Con%20un%20DAI%20del%2040,al%20Valor%20Agredado%20o%20IVA>
3. Aguilar Renderos CG, Melara Calderón S.M. Cuantificación de plomo en aguas residuales de un tanque para prueba de balística [tesis de licenciatura]. Universidad de El Salvador, Facultad de Química y Farmacia; noviembre de 2018. Disponible en: <https://ri.ues.edu.sv/id/eprint/19311/1/16103743.pdf>.
4. Aguilera Orellana, J. R., & Molina Guzmán, J. M. A. Estudio Sobre el valor nutricional de bebidas alcohólicas tradicionales. Universidad Dr. José Matías Delgado Facultad de Agricultura e Investigación Agrícola. (2011).
5. Ahumada Cortez, J. G., Gámez Medina, M. E., & Valdez Monter, C. El Consumo de Alcohol como Problema de Salud Pública. Universidad Autónoma Indígena de México, El Fuerte, México. Rev. Ra Ximhai (2017).13(2),13-16. Disponible en: https://elsalvador.regulations.org/media/51_Ley_Reguladora_de_la_Produccion_y_Comercializacion_del_Alcohol_y_de_las_Bebidas_Alcoholicas.pdf.
6. Análisis del Consumo de Alcohol en México. (s.f.). Comisión Nacional Contra las Adicciones. Secretaria de Salud. Disponible: http://www.conadic.salud.gob.mx/informe_alcohol.pdf.
7. Asamblea Legislativa de la República de El Salvador. Ley de Protección al Consumidor. Decreto No. 776. Disponible en: <https://www.defensoria.gob.sv/wp-content/uploads/2021/09/Ley-de-Proteccion-al-Consumidor-AL.pdf>.
8. Ayala, C. (s.f.). Determinación de grado alcohólico en bebidas alcohólicas por espectrometría

FTIR, utilizando un sistema de flujo que incorpora una etapa de extracción líquido-líquido en línea. Tesis Doctoral. Disponible en: <http://bdigital.ula.ve/storage/pdf/31783.pdf>.

9. BALDEÓN TIMOTEO, N. F., GONZALES PIZARRO, L. L. “Estudio termodinámico del efecto salino en la refracción y el volumen de exceso molaren la mezcla etanol-agua”. Universidad Nacional del Centro de Perú. Facultad de ingeniería Química. (2015)
10. Barrera Salguero, J., Mendoza Tobar, V. E., & Sánchez López, D. R. Herramienta metodológica para la evaluación del área de producción de una empresa. Tesis de pregrado. Universidad de El Salvador. San Salvador. (2014). Disponible: <https://ri.ues.edu.sv/id/eprint/8451/1/Tesis%20Herramienta%20metodologica%20para%20la%20evaluacion%20del%20area%20de%20produccion%20de%20una%20empresa%20dedicada%20.pdf>
11. Carrasco Ramos LA, Hipólito Olivera IP. Control y fiscalización en la producción de bebidas alcohólicas ilegales en el Perú, 2016. Tesis para optar el título de Ingeniero Industrial. Facultad de Ingeniería, Carrera de Ingeniería Industrial, Universidad Privada del Norte, 2016. <https://repositorio.upn.edu.pe/bitstream/handle/11537/10527/Carrasco%20Ramos%2C%20Luis%20Alberto%20%20Hip%C3%B3lito%20Olivera%2C%20Irwin%20Pedro.pdf?sequence=5&isAllowed=y>
12. Carrillo Robalino, M. A., QUIGUIRÍ QUIGUIRÍ J. F. Construcción de un destilador para la implementación del laboratorio de operaciones unitarias en la facultad de ingeniería”. Universidad Nacional de Chimborazo Facultad de Ingeniería. (2011).
13. Catota Pineda, M. S., & Guzmán Alfaro, J. A. Determinación de Metanol, en tres marcas de aguardiente nacionales comercializados en los expendios de San Ramón y San Roque del Municipio de Mejicanos, San Salvador. Tesis de pregrado. Universidad de El Salvador. San Salvador. El Salvador. (2006). Disponible en: <https://ri.ues.edu.sv/id/eprint/4991/1/16100323.pdf>.
14. Chalco Salazar, F., Pinto Aguirre, A., & Trujillo Condori, Z. Infraestructura Física para la Obtención de Aguardiente de Caña de Azúcar en el Centro de Investigación Santo Tomas de Abancay. Tesis de pregrado. Universidad Tecnológica de los Andes. Abancay, Apurímac.

(2018). Disponible en: https://repositorio.utea.edu.pe/bitstream/utea/119/1/Tesis-Infraestructura%20f%20c%20adsica%20para%20la%20obteneci%20b3n%20de%20aguardiente%20de%20oca%20c%20blar%20de%20az%20c%20bacar%20T040_43765752_T.pdf

15. Chao Mujica, F. J. Método Teórico para la Predicción del Índice de Refracción en Refractometría. Boletín Científico Técnico INIMET. Instituto Nacional de Investigaciones en Metrología. Habana, Cuba. (2013). Disponible en: <https://www.redalyc.org/pdf/2230/223029286002.pdf>
16. Cholota Pálade LO, Mora Ruiz OL. Diseño, construcción y pruebas de un sistema prototipo para la producción de etanol a partir de papa, zanahoria, remolacha y lacto suero. Facultad de mecánica, escuela de ingeniería mecánica; 2010.
17. Codex Alimentarius. Regulación de bebidas alcohólicas según el Codex alimentarius y prácticas de calidad. Disponible en: <https://thefoodtech.com/>
18. Contreras Morales, C. A., del Campo, M.C. Productos de la fermentación alcohólica; un beneficio para la salud. Facultad de Ingeniería, Arquitectura, Artes y Diseño. Programa de Ingeniería Química. Diplomado en procesos químicos. Universidad de San Buenaventura seccional Cartagena. (2014).
19. Cuellar Ruiz, L. I., & Vidal Luna, L. B. Propuesta de un manual de procedimientos de operación y especificaciones de equipos, para un laboratorio de control de calidad de análisis físico-químico de productos farmacéuticos, según informe 44 anexo 1 de la organización mundial de la salud (OMS). Universidad de El Salvador Facultad de Química y Farmacia. (2014).
20. Cussianovich Aguirre, K. A. Obtención y Caracterización de Aguardiente de 40 G.L. a partir de gaseosas y Néctar de descarte. Tesis de pregrado. Universidad Nacional Agraria la Molina. Lima, Perú. (2016). Disponible en: <https://repositorio.lamolina.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12996/1898/Tesis-pregrado-2016-Karlos-Q02-C88-TT.pdf?sequence=1&isAllowed=y> (2013) Disponible en: <http://dspace.esepoch.edu.ec/handle/123456789/9627>

21. Dávila Chicaiza, A. L. "Elaboración de chicha de jora y establecer un tipo de envase para promover su consumo en restaurantes de la ciudad de Riobamba 2012". (2013).
22. Decreto No 955. Código de Salud. Asamblea Legislativa de la República de El Salvador. Disponible en: <https://www.ilo.org/dyn/natlex/docs/SERIAL/77772/82747/F747652431/CODIGO%20DE%20SALUD.pdf>
23. Determinación de metanol en bebidas alcohólicas por cromatografía de gases. San Salvador, Facultad de Ciencias Naturales y Matemáticas. (2008).
24. Duchi Carrillo, L. E. Obtención de una bebida alcohólica a partir de pulpa de sambo maduro (cucúrbita pepo) y su aplicación en coctelería. Tesis de pregrado. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. Ecuador.
25. El Salvador Informe Nacional 2021 sobre la situación de las drogas. https://www.seguridad.gob.sv/cna/wp-content/uploads/2021/10/Informe-nacional-El-Salvador-2021-Ver-27Sept2021-1-E-Book_CPortada.pdf
26. ENLACE PROFESIONAL DE CONSULTORES. Registros Sanitarios Disponible en: <https://enlacegt.com/registro-sanitario/registro-sanitario-de-alcohol-en-el-salvador/#2-la-importancia-del-registro-sanitario-de-alcohol-en-el-salvador>
27. Fundación de Investigaciones Sociales A.C. (FISAC) Alcohol, Historia del Aguardiente. (agosto de 2005).
28. GERENCIA DE CRECIMIENTO EMPRESARIAL, Requisitos Básicos para el Etiquetado de alimentos con potencial exportador, Volumen 1, Nº 1 / Fecha del boletín: marzo 2016 <https://www.conamype.gob.sv/wp-content/uploads/2017/01/BOletin-exterior-1.pdf>
29. Gómez Murillo C.I. López Clemente C.I. El consumo de bebidas alcohólicas de los hombres adultos entre las edades de 25 a 35 años de edad cronológica y sus repercusiones en las relaciones intrafamiliares y con sus vecinos que residen en la lotificación Tierras Baratas Sector El Amate Etapa I de la Ciudad de Santa Ana. Trabajo de grado. Universidad de El

Salvador, Facultad Multidisciplinaria de Occidente, Departamento de Ciencias Sociales Filosofía y Letras, Sección de Psicología; 2008.

30. Gonzáles Gonzáles, M. Automatización de un refractómetro espectroscópico por reflexión interna. Tesis de pregrado. Universidad Nacional autónoma de México. México. (2014). Disponible en: <https://ru.dgb.unam.mx/bitstream/20.500.14330/TES01000718448/3/0718448.pdf>
31. Ley Reguladora de la Producción y Comercialización del Alcohol y de las Bebidas Alcohólicas. Decreto No. 640. D. Oficial:47. La Asamblea Legislativa de la Republica de El Salvador. Publicación Disponible en: 07/03/1996 (2004).
32. Ley Reguladora de la Producción y Comercialización del Alcohol y de las Bebidas Alcohólicas. Publicación DO: 07/03/1996. Disponible en :<https://santaana.regulations.org/media/LEY%20REGULADORA%20DE%20LA%20PRODUCCION%20Y%20COMERCIALIZACION%20DEL%20ALCOHOL%20Y%20DE%20LAS%20BEBIDAS%20ALCOHOLICAS%20.pdf>
33. Millet M. La regulación del comercio internacional: del GATT a la OMC. Colección Estudios Económicos, 24. disponible en: https://www.caixabankresearch.com/sites/default/files/content/file/2016/09/ee24_esp.pdf
34. Mora Torres M. Intoxicación alcohólica. Medicina Legal de Costa Rica - Edición Virtual. 2016;33(2):[11]. ISSN 1409-0015. <https://www.scielo.sa.cr/pdf/mlcr/v33n2/2215-5287-mlcr-33-02-66.pdf>
35. Nicaragua Bravo A. C. Estudio De Pre-Factibilidad Del Aguardiente “La Diablita” En El Municipio De Juigalpa, Departamento De Chontales En El Período Comprendido De Agosto A Noviembre Del Año 2015. Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua, Managua Facultad Regional Multidisciplinaria-Chontales UNAN MANAGUA-FAREM-Chontales “Cornelio Silva Arguello” (2016).

36. Norma Salvadoreña obligatoria. NSO 67.16.03:06 Bebidas alcohólicas Etiquetado de Bebidas Alcohólicas destiladas.
37. OPS. Reunión de la OPS sobre reglamentación de la comercialización del alcohol. Informe final. Organización Panamericana de la Salud. 2016.
38. Puerta Jaramillo, D. C., & Restrepo Marín, M. V, Validación de Metodologías en el Laboratorio de Aguas y Alimentos de la Universidad Tecnológica de Pereira para la Determinación de Hierro y Cobre en muestras de Ron provenientes de la Industria Licorera de Caldas por la Técnica de Absorción en Llama. Tesis de pregrado. Universidad Tecnológica de Pereira. Pereira. (2011). Disponible en: <https://hdl.handle.net/11059/2614>
39. Ramírez Espinoza, C. Estudio de guías de onda ópticas de índice escalón obtenidas por multi-implantación de iones de plata. Centro de Investigación Científica y de Educación superior de ensenada, baja California. Programa de posgrado en ciencias en Óptica. (2014).
40. Rodas López, K. F. Determinación de Metanol en Bebidas Alcohólicas por Cromatografía de Gases. Tesis de Pregrado. Facultad de Ciencias Naturales y Matemáticas, Universidad de El Salvador. San Salvador. (abril 2008). Disponible en: <https://ri.ues.edu.sv/id/eprint/8732>
41. Saiz Vega JM. Desarrollo de un refractómetro basado en el análisis de imágenes. Trabajo de Fin de Grado para acceder al GRADO EN FÍSICA, Universidad de Cantabria. (2020).
42. Shriner, R. L., Fuson, R. C., & Curtin, D. Y. Identificación de Sistema de compuestos orgánicos. México: Limusa S.A. de C.V. (2008). termodinámico del efecto salino en la refracción y el volumen de exceso molar en la mezcla etanol-agua”. Universidad Nacional del Centro del Perú Facultad de Ingeniería Química. (2015).
43. Velasco Martín, A. Farmacología y Toxicología del Alcohol Etílico, o Etanol. [internet] 2023 [consultado el febrero de 2020] (2014). 5, 242-248. Disponible en: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=5361614>
44. Viteri, F. Estudio de Aguardiente y su Aplicación dentro del ámbito gastronómico.

Universidad Tecnológica Equinoccial. Tesis de pregrado. San Salvador. El Salvador. (2012).

45. Willard, H. H., Merritt, JR, L. L., & Dean, J. A. Métodos instrumentales de análisis. México, D. F.: Continental, S. A. (1991). Disponible en:http://biblio.ing.unlp.edu.ar/cgi-bin/koha/opac-detail.pl?bib=INGC-MON-01875&newreserve=1&by_biblio=1

ANEXOS

ANEXO N°1

Tabla N°12. Ubicación de cantinas y supermercados en el municipio de Soyapango

Supermercado de Soyapango	Dirección
Maxi despensa	Boulevard del Ejército. 4 Av. Sur, Km. 4 ½
Súper selectos	Km. 4 1/2 Bulevar del Ejército, Centro Comercial Plaza Mundo.
Súper selectos	Boulevard del Ejército 8, centro comercial soyapango
Walmart	Km. 7 ½ Boulevard del Ejército
Despensa familiar	6ª Avenida sur, San Salvador
Cantinas de Soyapango	Dirección
-----	Primera avenida norte, Soyapango
-----	Segunda calle oriente, Soyapango (Cerca de Maxi Despensa)
-----	Sexta Avenida Norte (a 2 cuadras de la Maxi Despensa)

Fuente: Elaboración propia

Anexo N° 2

Tabla N°13. Marcas de aguardiente

Supermercados			Cantinas	
Petrov	El chaman	Cihuatan	3 Puentes	Petrov
Troika	La trenzada	Zero	El Pericon	
Red, Black	Stolichnaya	Skyy	Cañita	
Venado	Caña Rica	Jarana	Cosaco	
Smirnoff	El Chamaco	Botran	Caña rica	
Tic Tack	El Cañal	Bacardí	El Chamaco	
Finlandia	Flor de caña	Jose Cuervo	Del Chamán	
Abuelo	Vat 69	El Charro	Troika	

Fuente: Elaboración propia

Figura N°10. Muestras de Aguardiente recolectadas en los diferentes establecimientos



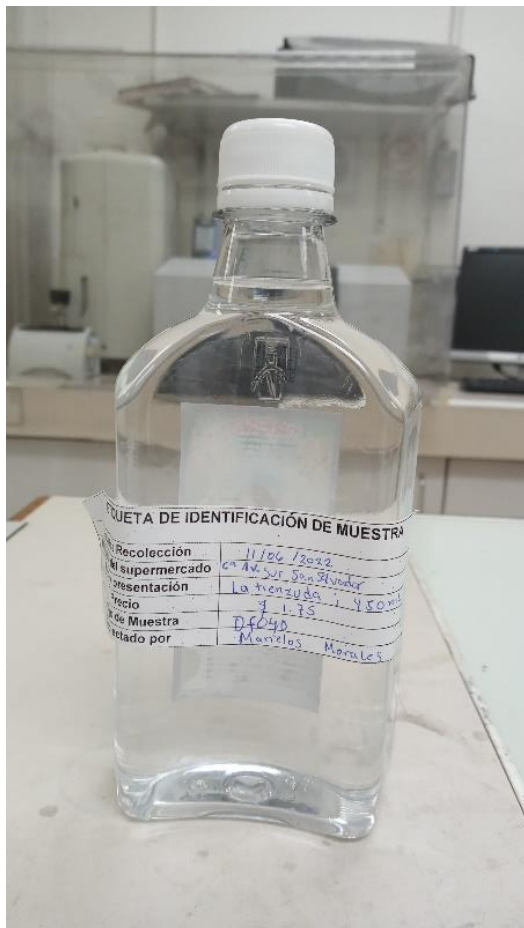
ANEXO N°3

Tabla N°14. Etiqueta de identificación de muestras

ETIQUETA DE IDENTIFICACIÓN DE MUESTRA	
Fecha de Recolección	
Ubicación del supermercado	
Marca y presentación	
Precio	
Código de Muestra	
Recolectado por	

Fuente: Elaboración propia

Figura N°11. Etiqueta de identificación en la muestra de aguardiente



ANEXO N°4



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 Acetaldehyde)	≤ 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 ₃)	≤ 0.3	ppm	< 0.1	ppm
Phosphate (PO ₄)	≤ 0.3	ppm	< 0.1	ppm
Sulfate (SO ₄)	≤ 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	%

Merck KGaA, Frankfurter Straße 250, 64293 Darmstadt (Germany): +49 6151 72-0
EMD Millipore Corporation - a subsidiary of Merck KGaA, Darmstadt, Germany
400 Summit Drive, Burlington, MA 01803, USA, Phone +1 (781) 533-6000

Page 1 of 2

Figura N°7. Certificado de calidad del estándar secundario de etanol

Fuente: Proporcionada por el proveedor en la compra del etanol para preparar las soluciones estándares.

ANEXO N°5

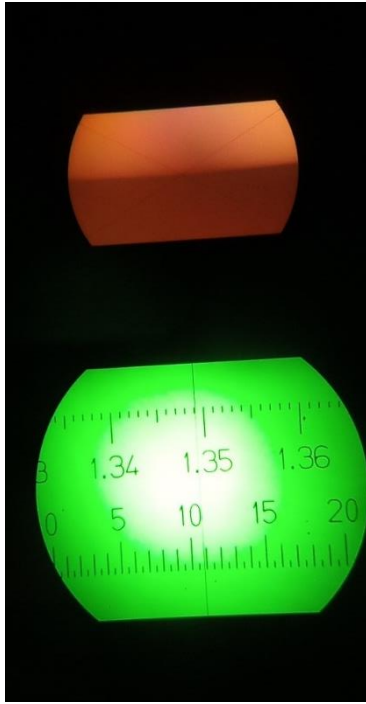
Tabla N°15. Materiales, equipos y reactivos utilizados

MATERIALES Y EQUIPO	CRISTALERIA
1 base metálica	Bureta 10ml
1 pinza para sostener bureta	5 balones volumetricos 10 ml
Refractómetro Abbe Modelo Atago	2 beaker 250 ml
Torundas de algodón	2 beaker 50 ml
REACTIVOS	1 vidrio de reloj
Etanol 99.9%	9 goteros de vidrio
Agua purificada	

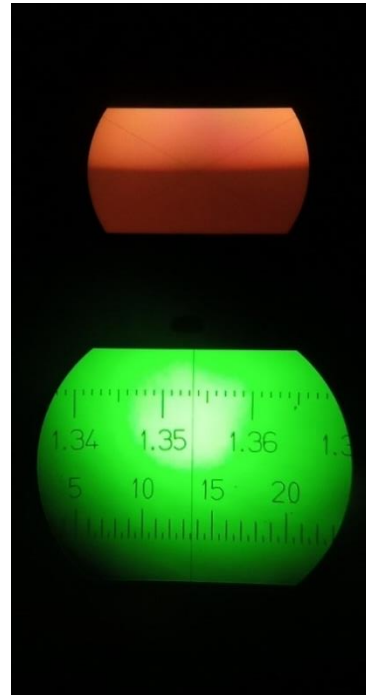
Fuente: Elaboración propia

ANEXO N°7

Figura N°8. Lecturas vistas desde el refractómetro de ABBE, a temperaturas controladas a través del refractómetro de ABBE



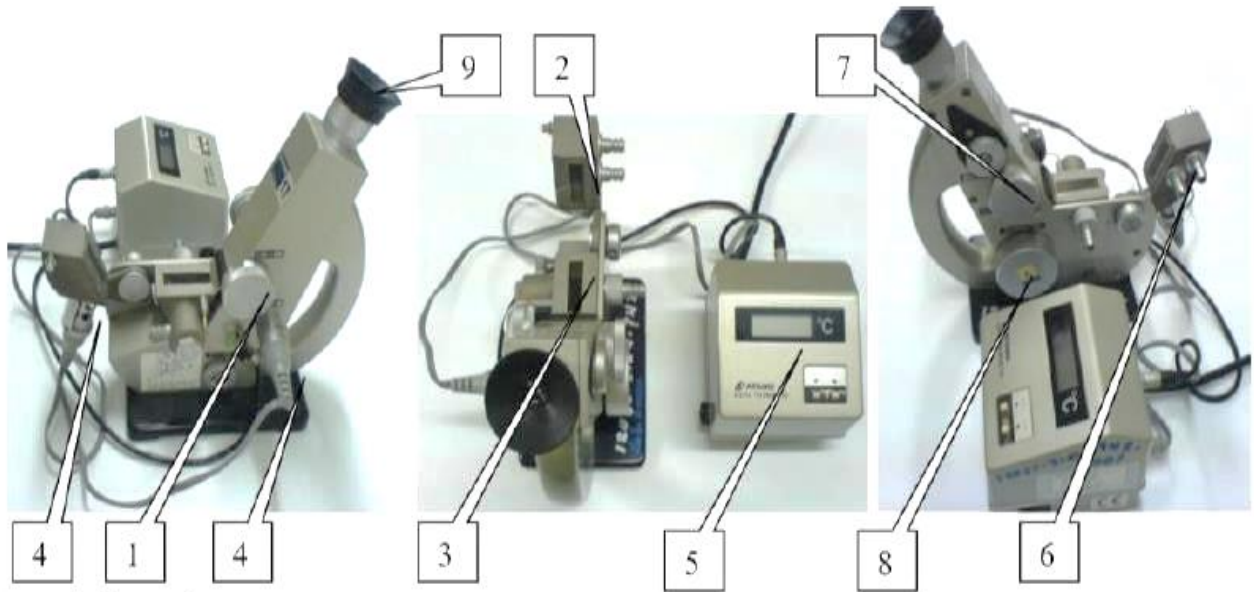
Lectura de Petrov Extra suave 30%, CA054



Lectura de Skyy 40%, MD021

ANEXO N°8

Figura N°9. Partes del instrumento (Refractómetro de ABBE con termómetro digital) ²⁰



Partes de las cuales consta

- | | | |
|----------------------|-----------------------------|-------------------------|
| 1. Perilla de cierre | 4. Fuente | 7. Control micrométrico |
| 2. Prisma superior | 5. Termómetro digital | 8. Control macrométrico |
| 3. Prisma de enfoque | 6. Sistema de refrigeración | 9. Ocular |