



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO

FACULTAD DE CIENCIAS

CARRERA QUÍMICA

**“CARACTERIZACIÓN DE VINOS NACIONALES PARA LA
DETERMINACIÓN DEL ORIGEN GEOGRÁFICO EMPLEANDO
QUIMIOMETRÍA”**

Trabajo de Integración Curricular

Tipo: Proyecto de Investigación

Presentado para optar al grado académico de:

QUÍMICA

AUTORES:

DAYANA BRIGITTE SIGUENZA VARGAS

VANESSA MICHELLE VARGAS FLORES

DIRECTOR: Dr. ROBERT ALCIDES CAZAR RAMÍREZ

Riobamba – Ecuador

2023

© 2023, Sigüenza Vargas Dayana Brigitte & Vargas Flores Vanessa Michelle

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

Nosotras, Dayana Brigitte Siguenza Vargas y Vanessa Michelle Vargas Flores, declaramos que el presente Trabajo de Integración Curricular es de nuestra autoría y los resultados del mismo son auténticos. Los textos en el documento que provienen de otras fuentes están debidamente citados y referenciados.

Como autoras asumimos la responsabilidad legal y académica de los contenidos de este Trabajo de Integración Curricular; el patrimonio intelectual pertenece a la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.

Riobamba, 10 de julio de 2023

	
Dayana Brigitte Siguenza Vargas 060401340-9	Vanessa Michelle Vargas Flores 180539927-4

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO

FACULTAD DE CIENCIAS

CARRERA QUÍMICA

El Tribunal del Trabajo de Integración Curricular certifica que: El Trabajo de Integración Curricular; tipo: Proyectos de Investigación, “**CARACTERIZACIÓN DE VINOS NACIONALES PARA LA DETERMINACIÓN DEL ORIGEN GEOGRÁFICO EMPLEANDO QUIMIOMETRÍA**”, realizado por las señoritas: DAYANA BRIGITTE SIGUENZA VARGAS y VANESSA MICHELLE VARGAS FLORES, ha sido minuciosamente revisado por los Miembros del Tribunal del Trabajo de Integración Curricular, el mismo que cumple con los requisitos científicos, técnicos, legales, en tal virtud el Tribunal Autoriza su presentación.

	FIRMA	FECHA
Dr. Carlos Pilamunga. PhD. PRESIDENTE DEL TRIBUNAL		2023-12-20
Dr. Robert Alcides Cazar Ramírez. PhD. DIRECTOR DEL TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR		2023-12-20
Dra. Magdy Echeverría. PhD. ASESOR DEL TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR		2023-12-20

DEDICATORIA

Al culminar una etapa prodigiosa de mi experiencia en la vida dedico el presente trabajo de titulación a mi **Dios**, por haberme dado el milagro de la vida porque sin él no sería posible esta hermosa experiencia. A mis **padres** Carlos y Yolanda creadores de mi existencia personas de buen corazón, quienes me han inculcado motivación, constancia y buen ejemplo necesaria para vencer obstáculos y dificultades.

Una dedicación especial a mi **hija** Damarita, quien es el empuje y la fuerza para nunca rendirme.

A **Santiago**, por ser mi compañero de vida denotando que en unidad familiar se logra grandes objetivos.

Gracias a mis **familiares** y **amigos** porque detrás de ellos hay personas que me apoyan y creen en mí.

Dayana Sigüenza Vargas

A mis **padres**, fuente de amor infinita.

Les dedico este trabajo, como resultado de un gran esfuerzo, cultivaron en mí valores que me han ayudado a formarme como persona y como profesional, son mi inspiración, son mis ganas de seguir esforzándome, es incomparable lo que ustedes hacen por mí, no hay manera de recompensar el amor y la paciencia a lo largo de estos años.

Les dedico a mis **hermanos**, todo este tiempo me han demostrado su cariño a través de palabras inspiradoras, la niñez con ellos me deja este hermoso regalo, entre risas y apoyo incondicional, el ser profesional junto con ellos me hace feliz y triunfadora.

A mi **compañero** de aventuras, le dedico el tiempo de esta travesía, fueron momentos llenos de felicidad, siendo su fortaleza mi hogar, su apoyo absoluto me permitió lograr muchos obstáculos que se presentaron en este camino, su amor fue el empuje a culminar de la mejor manera esta etapa.

Sé que su mayor felicidad es verme feliz y realizada, es por ello que los atesoro en mi corazón y los llevo conmigo en cada logro de mi vida. Les dedico mi amor, mi felicidad, mi disciplina, mi paciencia, reflejadas en este trabajo.

Vanessa Vargas Flores

AGRADECIMIENTO

Dios, tu amor y bondad no tienen fin, este trabajo ha sido una gran bendición en todo sentido y te lo agradezco padre, y no cesan mis ganas de decir que es gracias a ti que esta meta está cumplida.

Quiero expresar mi más sincero agradecimiento al **Dr. Robert Alcides Cazar Ramírez** por toda la colaboración brindada para llevar a cabo el presente trabajo de titulación, así como también habernos tenido la paciencia del mundo para guiarnos durante todo el desarrollo.

A mi querida e inolvidable alma mater **Escuela Superior Politécnica de Chimborazo**, quien en sus aulas recibí las más sabias enseñanzas que nunca olvidare.

A mi prestigiosa **Facultad de Ciencias**, quien nos dio la oportunidad de formarnos en nuestra carrera profesional, a mis distinguidos **maestros** por su profesionalismo al servicio de la juventud.

Finalmente, quiero agradecer a **Vanessa** mi gregaria y aportante de tesis y a todos mis compañeros de clase por las experiencias socializadoras en esta etapa de la vida, ya que gracias al compañerismo y apoyo han aportado para llegar al objetivo definido.

“El cambio generacional comienza hoy, no mañana...es un reto personal”

Dayana Sigüenza Vargas

Agradezco a la **vida** por permitirme llegar lejos, por hacerme soñar y cumplir esta meta, agradezco a quienes fueron parte de mi camino, su compañía fue un abrazo cálido para que me sintiera como en casa, agradezco el apoyo de mi **familia**, su amor me hizo creer siempre en las imposibilidades, agradezco a mi querida **Facultad de Ciencias** por haberme acogido en sus aulas y donde más fui feliz, en sus laboratorios, de forma especial agradezco al **Dr. Robert Alcides Cazar Ramírez**, en varias ocasiones demostró ser una persona sensata y noble, brindándonos su tiempo con aportes que enriquecieron nuestro conocimiento.

Agradezco a quienes creyeron en mí, en mi capacidad y talento, esta aventura la viví de manera incomparable, me divertí sabiendo que hacía lo que amaba.

Vanessa Vargas Flores

ÍNDICE DE CONTENIDO

ÍNDICE DE TABLAS	xii
ÍNDICE DE FIGURAS.....	xiv
ÍNDICE DE ANEXOS	xv
RESUMEN.....	xvi
ABSTRACT.....	xvii
INTRODUCCIÓN	1

CAPÍTULO 1

1. MARCO TEÓRICO CONCEPTUAL	9
1.1. Vino.....	9
1.1.1. <i>Vino ecuatoriano</i>	9
1.1.2. <i>Vino chileno</i>	10
1.1.3. <i>Producción de vino</i>	10
1.1.4. <i>Composición del vino</i>	12
1.1.4.1. <i>Ingredientes</i>	12
1.1.5. <i>Composición química del vino</i>	13
1.1.6. <i>Cepas tintas</i>	16
1.1.6.1. <i>Cepas tintas de Ecuador</i>	16
1.1.6.2. <i>Cepas tintas de Chile</i>	19
1.2. Técnicas para análisis.....	21
1.2.1. <i>Equipos para análisis</i>	22
1.3. Bases conceptuales	25
1.3.1. <i>Calidad del vino</i>	25
1.3.2. <i>Origen geográfico del vino</i>	25
1.3.3. <i>Quimiometría del vino</i>	26
1.3.4. <i>Bases legales</i>	27

1.3.4.1.	<i>Normas INEN</i>	27
1.3.4.2.	<i>Normas OIV</i>	27
1.4.	Diseño experimental	29
1.4.1.	<i>Quimiometría y Análisis Multivariado</i>	29
1.4.1.1.	<i>Operaciones entre matrices</i>	30
1.4.1.3.	<i>Análisis de componentes principales</i>	31
1.4.1.4.	<i>Análisis de agrupamientos (Clustering)</i>	33
1.4.1.5.	<i>Medidas de distancia</i>	34
1.4.2.	<i>Métodos de clasificación</i>	35
1.4.3.	<i>Validación del modelo</i>	35
1.4.4.	<i>Evaluación de los métodos quimiométricos</i>	37

CAPÍTULO II

2.	METODOLOGÍA Y TIPOS DE INVESTIGACIÓN	41
2.1.	Tipo de investigación	41
2.2.	Método de investigación	42
2.3.	Población y muestra	43
2.4.	Diseño de la investigación	44
2.4.1.	<i>Estadística descriptiva</i>	44
2.4.2.	<i>Procedimiento de recolección de datos</i>	46
2.5.	Grado alcohólico	47
2.5.1.	<i>Determinación del grado alcohólico</i>	47
2.6.	Determinación de pH	48
2.6.1.	Determinación de pH	48
2.6.2.	<i>Calibración del equipo de medición de pH</i>	48
2.7.	Acidez total	49
2.7.1.	<i>Determinación de acidez total</i>	50
2.8.	Acidez volátil	50

2.8.1.	<i>Determinación de la acidez volátil</i>	51
2.9.	Acidez fija	52
2.9.1.	<i>Determinación de la acidez fija</i>	52
2.10.	Grados Brix	53
2.10.1	<i>Determinación de los grados Brix</i>	53
2.11.	Densidad	54
2.11.1.	<i>Determinación de densidad</i>	54
2.12.	Azúcares totales	54
2.12.1.	<i>Determinación de azúcares totales</i>	55

CAPÍTULO III

3.	RESULTADOS, ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN	56
3.1.	Obtención de muestras	56
3.2.	Análisis de Resultados	57
3.2.1.	Vinos nacionales	57
3.2.1.1.	<i>Determinación de grado alcohólico de vinos nacionales</i>	57
3.2.1.2.	<i>Acidez total de vinos nacionales</i>	58
3.2.1.3.	<i>Acidez fija de vinos nacionales</i>	61
3.2.1.4.	<i>Densidad de vinos nacionales</i>	64
3.2.1.5.	<i>Acidez volátil de vinos nacionales</i>	65
3.2.1.6.	<i>Grados Brix de vinos nacionales</i>	67
3.2.1.7.	<i>Azúcares totales de vinos nacionales</i>	67
3.2.1.8.	<i>Temperatura de vinos nacionales</i>	67
3.2.1.9.	<i>pH de vinos nacionales</i>	68
3.2.2.	Vinos chilenos	68
3.2.2.1.	<i>Determinación de grado alcohólico de vinos chilenos</i>	68
3.2.2.2.	<i>Acidez total de vinos chilenos</i>	70
3.2.2.3.	<i>Acidez fija de vinos chilenos</i>	73

3.2.2.4.	<i>Densidad de vinos chilenos</i>	76
3.2.2.5.	<i>Acidez volátil de vinos chilenos</i>	78
3.2.2.6.	<i>Grados Brix de vinos chilenos</i>	79
3.2.2.7.	<i>Azúcares totales de vinos chilenos</i>	80
3.2.2.8.	<i>Temperatura de vinos chilenos</i>	80
3.2.2.9.	<i>pH de vinos chilenos</i>	81
3.2.3.	<i>Azúcares totales de vinos</i>	81
3.2.4.	<i>Parámetros sensoriales</i>	84
3.3.	Análisis multivariado	89
3.3.1.	<i>Análisis estadístico descriptivo</i>	90
3.3.2.	<i>Análisis de agrupamientos (cluster analysis)</i>	95
3.3.3.	<i>Análisis de componentes principales</i>	96
3.4.	Discusión de resultados	102
 CONCLUSIÓN		104
RECOMENDACIONES		105
GLOSARIO		
BIBLIOGRAFÍA		
ANEXOS		

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 3-1: Recolección de 16 muestras de vinos nacionales y chilenos	56
Tabla 3-2: Datos obtenidos en el análisis para el grado alcohólico.....	57
Tabla 3-3: Resultados de la variable grado alcohólico de vino nacional	57
Tabla 3-4: Datos obtenidos en el análisis para la acidez total	58
Tabla 3-5: Datos obtenidos en el análisis para la acidez fija.....	61
Tabla 3-6: Datos obtenidos en el cálculo de la acidez fija	61
Tabla 3-7: Datos medidos de densidad.....	64
Tabla 3-8: Datos obtenidos en el análisis para la acidez volátil.....	65
Tabla 3-9: Datos obtenidos en el análisis para los grados Brix.....	67
Tabla 3-10: Datos obtenidos en el análisis para los azúcares totales	67
Tabla 3-11: Datos obtenidos en el análisis para temperatura.	67
Tabla 3-12: Datos obtenidos en el análisis para el pH	68
Tabla 3-13: Datos obtenidos en el análisis para el grado alcohólico.....	68
Tabla 3-14: Resultados de la variable grado alcohólico de vino chileno	69
Tabla 3-15: Datos obtenidos en el análisis para la acidez total	70
Tabla 3-16: Datos obtenidos en el análisis para la acidez total	70
Tabla 3-17: Datos obtenidos en el análisis para la acidez fija.....	73
Tabla 3-18: Datos obtenidos en el análisis para la acidez fija.....	74
Tabla 3-19: Datos obtenidos en el análisis para la densidad	76
Tabla 3-20: Datos obtenidos en el análisis para la acidez volátil.....	78
Tabla 3-21: Datos obtenidos en el análisis para los grados Brix.....	79
Tabla 3-22: Datos obtenidos en el análisis para azúcares totales	80
Tabla 3-23: Datos obtenidos en el análisis para la variable temperatura	80
Tabla 3-24: Datos obtenidos en el análisis para el pH	81
Tabla. 3-25. Estándares solución madre de sacarosa.....	81
Tabla 3-26. Valores obtenidos de las muestras para la curva de calibración.	83
Tabla 3-27: Datos obtenidos en el análisis de parámetros sensoriales.	84

Tabla 3-28: Matriz de datos obtenidos del análisis de vinos nacionales y chilenos.....	89
Tabla 3-29: Análisis estadístico descriptivo de la variable grado alcohólico.....	90
Tabla 3-30: Análisis estadístico descriptivo de la variable pH.....	91
Tabla 3-31: Análisis estadístico descriptivo de la variable T°.....	91
Tabla 3-32: Análisis estadístico descriptivo de la variable Acidez total.....	92
Tabla 3-33: Análisis estadístico descriptivo de la variable Acidez fija.....	92
Tabla 3-34: Análisis estadístico descriptivo de la variable Acidez volátil.....	93
Tabla 3-35: Análisis estadístico descriptivo de la variable azúcares totales.....	93
Tabla 3-36: Análisis estadístico descriptivo de la variable grados brix.....	94
Tabla 3-37: Análisis estadístico descriptivo de la variable densidad.....	94
Tabla 3-38: Loadings de las variables originales sobre las dos primeras componentes.....	97
Tabla 3-39: Matriz de coeficientes de correlación de variables.....	98
Tabla 3-40: Vinos ecuatorianos analizados por quimiometría.....	99
Tabla 3-41: Origen geográfico de los vinos analizados.....	101

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.1. Equipo de titulación.....	23
Figura 2.1. Equipo de destilación.....	23
Figura 3.1. Potenciómetro.....	24
Figura 4.1. Equipo de absorción atómica.....	25
Figura 5.1. Estructura de un conjunto de datos multivariados.	30
Figura 6.1. Ejemplo ilustrativo de una matriz de confusión.	38
Figura 1.2. Representación gráfica de la exactitud y precisión.....	46
Figura 2.2. Esquema general para la determinación del grado alcohólico.....	48
Figura 3.2. Esquema general para la determinación de pH.....	48
Figura 4.2. Esquema general para la calibración del potenciómetro.	49
Figura 5.2. Esquema general para la determinación de la acidez total.	50
Figura 6.2. Esquema general para la determinación de la acidez volátil.	51
Figura 7.2. Esquema general para la determinación de la acidez fija.	52
Figura 8.2. Esquema general para la determinación de los grados Brix.	53
Figura 9.2. Esquema general para la determinación de la densidad.	54
Figura 10.2. Esquema general para la determinación de la acidez fija.	55
Figura 1-3. Curva de calibración de los estándares solución madre sacarosa.....	82
Figura 2-3. Curva de calibración de las muestras de vinos.....	84
Figura 3.3. Comparación del parámetro sensorial de dulzura de los promedios de los vinos ecuatorianos y chilenos.	86
Figura 4.3. Comparación del parámetro sensorial de alcoholicidad de los promedios de los vinos ecuatorianos y chilenos.	87
Figura 5.3. Comparación del parámetro sensorial de acidez de los promedios de los vinos ecuatorianos y chilenos.	88
Figura 6.3. Proyección de las muestras y variables sobre PC1 y PC2	97
Figura 7.3. Dendograma obtenido del cluster analysis jerárquico de las muestras.....	100

ÍNDICE DE ANEXOS

ANEXO A: EQUIPOS, MATERIALES Y REACTIVOS.

ANEXO B. POSPRUEBA. GRADO ALCOHÓLICO.

ANEXO C. POSPRUEBA. PH.

ANEXO D. POSPRUEBA. ACIDEZ TOTAL.

ANEXO E. POSPRUEBA. ACIDEZ TOTAL.

ANEXO F. ACIDEZ TOTAL.

ANEXO G. POSPRUEBA. ACIDEZ FIJA.

ANEXO H. ACIDEZ FIJA.

ANEXO I. POSPRUEBA. AZÚCARES TOTALES.

ANEXO J. AZÚCARES TOTALES.

ANEXO K. RESULTADOS DE LA ABSORCIÓN ATÓMICA.

RESUMEN

El propósito de esta investigación fue caracterizar el origen geográfico de 8 marcas de vino nacional y 8 marcas de vino chileno con el fin de compararlas utilizando quimiometría en base a 8 parámetros fisicoquímicos determinados. Se efectuó los siguientes análisis: medición de grado alcohólico empleando el método de destilación para conocer el grado de etanol contenido usando un hidrómetro; medición de pH empleando un pH metro; obtención de acidez total por el método de volumetría, efectuando una titulación ácido-base con estándar de hidróxido de sodio 0.1 N; obtención de acidez fija fundamentado en la reducción de ácidos fijos aplicando el método de volumetría efectuando una titulación ácido-base con estándar de hidróxido de sodio 0.1 N, obteniendo la acidez volátil por la diferencia de la acidez total y la acidez fija, medición de la densidad de los vinos por picnometría, determinación de azúcares totales aplicando la técnica de espectrofotometría, determinación de azúcares disueltos utilizando el refractómetro digital para la medición de grados brix. Los análisis planteados en esta investigación se lo efectuó por duplicado con el fin de construir una matriz de dichos datos, que mediante la quimiometría se llevó a cabo dos análisis de interés: Agrupamiento de datos y Componentes Principales.

Palabras clave: <ANÁLISIS DE VINOS>, <QUIMIOMETRÍA>, <CARACTERIZACIÓN GEOGRÁFICA DE VINOS>, < CARACTERIZACIÓN FÍSICO-QUÍMICA DE VINOS>, <ANÁLISIS QUÍMICO DE VINOS>, <COMPARACIÓN DE VINOS>, <MODELO PREDICTIVO>.

0196-DBRA-UPT-2024



ABSTRACT

This research aimed to characterize the geographical origin of eight national and eight Chilean wine brands and compare them using chemometrics based on eight determined physicochemical parameters. The following analyses were carried out: measurement of alcohol content using the distillation method to determine the degree of ethanol contained using a hydrometer; pH measurement using a pH meter; obtaining total acidity by the volumetric method, performing an acid-base titration with 0.1 N sodium hydroxide standard; obtaining fixed acidity based on the reduction of fixed acids by applying the volumetric method by performing an acid-base titration with 0.1 N sodium hydroxide standard, obtaining the volatile acidity by the difference between the total acidity and the fixed acidity, measuring the density of wines by pycnometer, determination of total sugars applying the spectrophotometry technique, determination of dissolved sugars using the digital refractometer to measure Brix degrees. The analyses proposed in this research were carried out in duplicate to construct a matrix of these data, which, through chemometrics, two studies of interest were carried out: Data Grouping and Principal Components.

Keywords: <WINE ANALYSIS>, <CHEMOMETRICS>, <GEOGRAPHICAL CHARACTERIZATION OF WINES>, <PHYSICOCHEMICAL CHARACTERIZATION OF WINES>, <CHEMICAL ANALYSIS OF WINES>, <COMPARISON OF WINES, PREDICTIVE MODEL>.



Lic. Edison Renato Ruiz López, Mgs.

CI: 060395704-4

INTRODUCCIÓN

La cultura de consumo de bebidas alcohólicas fermentadas como el vino no se considera común entre los habitantes de Ecuador a lo largo de su historia. En realidad, esto se explicaría debido a la posición geográfica del país, la producción de estas bebidas era considerablemente poco viable. Esta noción se encuentra basada en la ausencia de estaciones definidas en la región, limitaciones geográficas para el desarrollo de los cultivos necesarios y la relación con el cultivo de uvas.

La elaboración de vino en el Ecuador se ha ido incrementando con el pasar del tiempo en cuanto a volúmenes de producción y tasas de consumo del producto, entre las empresas que destacan su producción a nivel nacional se encuentran “Dos Hemisferios” y “Echaupi Estancia”. Esta primera se ha asentado como una entidad que permitió el desarrollo y la plantación de viñedos en la región de manera más facilitada. En cambio, "Echaupi Estancia" se consolida como una compañía que hace más factible la distribución de vino desde el norte del país, destacándose principalmente por ir en contra de paradigmas y contribuir de manera positiva a la percepción de Ecuador como un territorio con presencia en la industria vinícola.

En el presente estudio, se analizarán 16 muestras de vinos, los cuales 8 corresponden a vinos nacionales y 8 chilenos, que fueron obtenidos de manera aleatoria de diferentes supermercados y microempresas. Se efectuará una caracterización fisicoquímica de dichos vinos mediante la aplicación de la quimiometría al analizar los parámetros planteados en esta investigación con el fin de determinar el origen geográfico.

JUSTIFICACIÓN

La caracterización fisicoquímica efectuada de los vinos nacionales y extranjeros tiene como finalidad determinar el origen geográfico a partir de sus principales parámetros, donde se considera una valiosa herramienta a la hora de analizar dichas bebidas alcohólicas para el beneficio de la industria vitivinícola. La aplicación de técnicas quimiométricas resultan muy factibles ya que pueden permitir la clasificación de los vinos según su procedencia, todo esto a partir de sus datos obtenidos de manera experimental, lo que resulta de gran relevancia para la trazabilidad y la autenticidad del producto analizado. Además, todo esto ayudará a controlar la calidad del vino y garantizar su estandarización de manera efectiva.

El análisis minucioso de las propiedades físicas y químicas de los vinos producidos en el país posee una importancia ya que permite impulsar los avances en la investigación dentro del ámbito de la industria vinícola que favorezcan positivamente la producción. Los resultados que se obtendrán en este estudio darán información de suma importancia sobre las características físicas y químicas de los vinos analizados. Dicho conocimiento será muy relevante a la hora de comprender cómo las condiciones geográficas y climáticas influyen de manera significativa en la composición química de los vinos elaborados en diferentes zonas geográficas.

Se tiene en cuenta que esta investigación ejercerá un papel relevante por permitir el desarrollo de enfoques innovadores en el análisis y técnicas quimiométricas. Dichos avances permitirán determinar de manera eficaz y con precisión el origen geográfico de los vinos. Además, brinda una gran importancia económica, debido a que la industria vitivinícola representa un papel significativo en el comercio de muchos países. La factibilidad en la determinación del origen geográfico de los vinos consigue incrementar su relevancia en el mercado, debido a que permite garantizar la autenticidad y calidad del producto. Estos análisis permitirán a las empresas vitivinícolas instaurar las respectivas estrategias de supervisión para garantizar el seguimiento del producto, cumpliendo de manera efectiva con las regulaciones y los niveles de calidad internacionalmente establecidos para los vinos.

Por dichas razones, la presente investigación busca contribuir con el estudio de la caracterización y predicción del tipo de vino nacional al compararlos con vinos extranjeros, la cual se efectuará mediante el análisis de variables como los parámetros químicos más importantes de los vinos, mediante la aplicación de la quimiometría que se encuentra basada en modelos matemáticos y estadísticos. El proyecto se ejecutará en el laboratorio de Análisis Instrumental de la Escuela

Superior Politécnica de Chimborazo, cuyo financiamiento se llevará a cabo con el aporte de las tesis en cuanto a los rubros por reactivos químicos requeridos para el cumplimiento de los propósitos de la investigación.

Definitivamente, la labor investigativa enriquecerá positivamente la comprensión de los factores que tienen influencia de manera significativa en las propiedades químicas de los vinos, además de posibilitar el avance de las técnicas analíticas e instrumentales, que ofrecen la capacidad de promover la verificación y evaluación de la procedencia precisa de los productos vinícolas para garantizar su autenticidad.

ANTECEDENTES

En la actualidad, existen cinco productores de vino en el territorio ecuatoriano, cuyos productos disponen de un mercado tanto a nivel nacional como internacional, teniendo reconocimiento con galardones importantes al mejor vino de calidad, esto debido a la disposición de cultivar viñedos con una visión adecuada en la ejecución del proceso. En la región interandina, en la provincia de Pichincha se encuentran dos productores, uno se encuentra ubicado en la parroquia de Yaruquí, y el otro se encuentra ubicado en Pomasqui. En cuanto a la Provincia de Guayas de la costa ecuatoriana, un productor se localiza en la parroquia San Miguel del Morro.

Otra empresa que se encuentra en la provincia de Pichincha tenemos a Chaupi Estancia Winery, y en la Provincia de Guayas tenemos a Figalsa (Dos Hemisferios), esta última ha logrado premios y reconocimientos a nivel internacional gracias a sus cepas, convirtiendo a Ecuador en un territorio de tierras considerablemente fértiles que resultan ideales para el cultivo de viñedos, se visualiza la posibilidad de establecer al país como un destacado actor en la industria vinícola. Este potencial agrícola se respalda por las condiciones climáticas propicias y terrenos adecuados, que sientan las bases para la producción vinícola de calidad considerable. Con el pasar del tiempo, dicha transformación podría permitir que Ecuador se posicione en el mapa mundial como un respetable productor de vinos, fortaleciendo su economía y reputación a los ojos del mundo.

En la caracterización de los vinos ecuatorianos aplicando técnicas de análisis químico para conocer su calidad, existen diferencias significativas en el costo dependiendo el caso, en donde se identifican como alta, media y baja con respecto a la calidad. Un estudio anterior efectuado en “Predicción de calidad y tipo de vino a partir de propiedades fisicoquímicas utilizando redes neuronales para aprendizaje automático: un software gratuito para enólogos y clientes”, según Nuriel S. Mor, Ph.D., indica conjuntos de datos los cuales se encuentran diseñados para modelar la calidad de las muestras de vino en función de parámetros fisicoquímicos ya sea de ácidos fijos, pH, densidad, acidez total, sulfatos, cloruros, azúcar residual, grado alcohólico, que brindan información acerca de la composición de los vinos, ofreciendo un sistema abierto de fácil acceso para enólogos y clientes en donde se puedan proveer de manera sencilla las propiedades fisicoquímicas de los vinos de interés del análisis y poder lograr una predicción adecuada y precisa de la calidad anticipada del producto.

Además, en cuanto al origen geográfico que posee el tipo de vino nacional, el suelo y las condiciones climáticas, las cuales han sido un considerable reto para los viticultores ecuatorianos, se trata de un sistema de control integral que abarca todas las etapas, desde la producción de las

uvas hasta su posterior comercialización, con el objetivo de garantizar la mayor calidad posible del producto final. Una investigación anterior acerca de dicho tema es el estudio cuyo título es "Composición elemental y perfil electroquímico de vinos chilenos para la determinación del origen geográfico y varietal mediante modelos quimiométricos", realizado por Latorre Mónica. En dicho estudio se analiza el comportamiento de los elementos químicos que se encuentran presentes en el vino y la capacidad que poseen para dar información acerca del origen geográfico, aplicando técnicas quimiométricas en el análisis de datos con significativa complejidad y muy variados.

En Ecuador, se pueden encontrar diversas variedades de vinos disponibles que se comercializan en grandes cadenas de supermercados como Supermaxi y Comisariato. Entre estas opciones, se ha encontrado la marca "Dos Hemisferios", que presenta una selección de vinos notables, como Armonía, Del Morro, Bruma, Insignia y Travesía. Dichas marcas se encuentran en competencia con vinos extranjeros chilenos importados, como Loma negra, Terra vega, Carta vieja y Reservado. Los precios de estos vinos varían en función del tipo y características de cada uno. Estas son las muestras de vinos que han sido consideradas en el estudio.

OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN

Objetivo General

Caracterizar 16 muestras de vino nacional y chileno comercializados en el territorio ecuatoriano, con el fin de determinar su origen geográfico empleando la quimiometría en el análisis de datos de sus principales parámetros fisicoquímicos.

Objetivos Específicos

- Identificar las variables fisicoquímicas más relevantes para la determinación del origen geográfico de las muestras de vinos nacionales.
- Seleccionar las técnicas quimiométricas más apropiadas para el análisis de las variables identificadas de los vinos nacionales y chilenos.
- Analizar los perfiles fisicoquímicos de una muestra representativa de vinos nacionales con el fin de compararlos con las muestras planteadas.
- Evaluar la capacidad de las técnicas quimiométricas para discriminar entre los diferentes orígenes geográficos de los vinos de producción nacional.
- Establecer modelos predictivos para la determinación del origen geográfico de los vinos nacionales a partir de los perfiles fisicoquímicos obtenidos mediante la aplicación técnicas quimiométricas.

PLANTEAMIENTO DE HIPÓTESIS

General

H₀: La caracterización fisicoquímica de un conjunto determinado de vinos ecuatorianos y chilenos permite determinar su origen geográfico, mediante la aplicación de métodos quimiométricos.

H_a: La caracterización fisicoquímica de un conjunto determinado de vinos ecuatorianos y chilenos no permite determinar su origen geográfico, mediante la aplicación de métodos quimiométricos.

Específicas

H₀₁: Los vinos de distintos lugares de Ecuador y Chile presentan diferencias significativas en sus características fisicoquímicas vinculadas a la zona de origen.

H_{a1}: Los vinos de distintos lugares de Ecuador y Chile no presentan diferencias significativas en sus características fisicoquímicas vinculadas a la zona de origen.

H₀₂: Los datos obtenidos en la caracterización permiten construir un sistema analítico que sea de utilidad en la determinación de origen geográfico de vinos.

H_{a2}: Los datos obtenidos en la caracterización permiten construir un sistema analítico que sea de utilidad en la determinación de origen geográfico de vinos.

IDENTIFICACIÓN DE VARIABLES

Variable Independiente: Caracterización de vinos nacionales a partir de sus principales parámetros fisicoquímicos.

Variable dependiente: Determinación del origen geográfico empleando Quimiometría a partir de datos experimentales

CAPÍTULO I

1. MARCO TEÓRICO CONCEPTUAL

En el ámbito de asegurar lo más posible la excelencia y calidad del producto, definir de manera precisa el lugar de origen del vino en base a su composición química y las características físicas, las cuales poseen una importancia muy significativa. Con el fin de optimizar la relación entre calidad y costos de producción, resulta relevante la adquisición del conocimiento profundo acerca de cómo la composición química influye en la identificación del origen geográfico del producto analizado. Dicho enfoque resulta como una estrategia aplicable en la búsqueda de lograr mantener los estándares de calidad sin la necesidad de efectuar gastos elevados.

1.1 Vino

1.1.1 Vino ecuatoriano

En el 2004 se marcaron un logro significativo en la historia de la industria vinícola al dar comienzo a la producción a gran escala de vino de la marca "Dos Hemisferios". Dicho hito inicial se marcó con la implementación de las primeras plantaciones de uva Cabernet Sauvignon provenientes de Francia. Mas adelante, en el año posterior, aumentó la diversidad con la incorporación de cepas de Cabernet Sauvignon y Malbec provenientes de Brasil. Lo que se pensaba en el principio que este tipo de industria en el año de 1999, cuando se consideraba un proceso que, no dada resultados positivos inmediatamente tras hacer todo factible, conquistó los gustos de los consumidores a nivel nacional e internacional, generando un incremento importante en el consumo promedio de vino por persona en el territorio ecuatoriano, de una sencilla copa a una botella. Dicho cambio en la cultura de consumo impulsó el aumento de la producción hasta lograr comercializar 60.000 botellas de las marcas anteriormente mencionadas, consiguiendo satisfacer la demanda que iba en ascenso.

Entre los vinos que sobresalen tenemos a la marca "Chaupi", que se reconoce por su particular cepa Palomino. Tuvieron un inicio modesto como parte de un proyecto familiar en el año de 1994, la marca se ha desarrollado hasta lograr una gran producción anual de aproximadamente 5.000 botellas. Esta trayectoria es la clara demostración del potencial que posee la industria vitivinícola en el Ecuador, además que permite apreciar la capacidad de adaptación y mejora continua que ha logrado la consolidación de marcas autóctonas para la comercialización del producto a nivel nacional e internacional (Salas, 2017).

1.1.2 *Vino chileno*

La historia vitivinícola de Chile data de los albores de la fundación de su capital, Santiago. Desde los comienzos en el año de 1600, los viñedos ya estaban implementados en todo el territorio del país. Pero en el año 1620 se promovieron una cantidad considerable de regulaciones que restringían el establecimiento de nuevos viñedos, tanto en Chile como en otras regiones de América. Dicha medida se tomó con el propósito de garantizar la producción vinícola de España de la competencia proveniente del extranjero (Del Pozo, 1998).

La economía de Chile hasta el año 1830 principalmente giraba en torno a las actividades agrícolas. La transformación se dio paso debido a la llegada de la industrialización del salitre, plata y oro, incentivando a la población a enviar a sus hijos a Francia para realizar sus estudios. Dichos jóvenes al retornar a Chile, trajeron conocimientos de técnicas de la industria vinícola, además de variedades de uvas originarias de Europa. Todos estos aportes impulsaron de manera exponencial el avance y la innovación en la industria vitivinícola de Chile (Del Pozo, 1998).

El hecho de tener una viña ya no solo fue únicamente un negocio, sino también se convirtió en un símbolo de alto nivel social. Estas familias presentaban sus productos en ferias internacionales de gran renombre, favoreciendo la reputación del vino chileno a nivel internacional. De ese modo nacieron considerables bodegas que perduran hasta nuestros días en el mercado, como por ejemplo tenemos a Viña Ochagavía, Viña Urmeneta, Viña Cousiño Macul, Viña Undurraga, Santa Carolina, San Pedro, Concha y Toro y Santa Rita, entre muchas otras. Dichas bodegas continúan siendo pilares fundamentales de la industria vitivinícola chilena y mantienen una fuerte presencia en el comercio global (Del Pozo, 1998).

1.1.3 *Producción de vino*

Vendimia: Este es el primer paso para la elaboración del vino, que consiste en la recolección de los racimos de uvas maduras, los cuales son llevados a fermentación en un tiempo determinado que depende de la concentración del contenido de fructosa que posean las frutas, en este paso es muy necesario la separación las uvas adecuadas de las que estén en mal estado para poder avanzar con el proceso de elaboración (Pérez de Alarcón, 2018).

Despallado: Este paso se lo efectúa dentro de una bodega para dar comienzo con la fermentación, donde se separa adecuadamente la uva de las hojas y tallos o racimos, obteniendo

de este modo la uva suelta. A continuación, el despalillado se efectúa con el racimo de uva en donde se incluye en la fermentación, este proceso se da lugar en conjunto con hojas y tallos, garantizando un ambiente con muy poco oxígeno lo más posible, el producto de dicha fermentación son vinos que resultan muy inestables en cuanto al añejamiento, dicho paso recibe el nombre de maceración carbónica (Pérez de Alarcón, 2018).

Estrujado: Posteriormente del despalillado, las uvas son llevadas a una máquina, donde son aplastadas con una fuerza adecuada, rompiendo la piel de la fruta junto con la pulpa, teniendo mucha precaución en evitar aplastar las pepas debido a que estas generan un sabor amargo, el cual no es recomendable. El producto obtenido en este paso es una mezcla viscosa que lleva el nombre de mosto (Pérez de Alarcón, 2018).

Maceración: El mosto obtenido en el proceso anterior se lo lleva a reposo por un tiempo de aproximadamente dos semanas, el hollejo de la uva de la mezcla tiene como objetivo de otorgar la tonalidad característica de los vinos, además, en este proceso se da la formación del remontado, se lo debe remover de manera constante para lograr que en el líquido se impregne adecuadamente con el color, olor y sabor del hollejo (Pérez de Alarcón, 2018).

En todo este tiempo es en donde se da lugar al proceso de fermentación alcohólica, provocando que el azúcar proveniente de la uva se convierta en alcohol con la ayuda de levaduras, manteniendo una temperatura adecuada que no sea superior a los 30 °C (Pérez de Alarcón, 2018).

Descube: En un tiempo aproximado de dos a tres semanas, continua el proceso de fermentación alcohólica, tras ello, se procede a remontar con agitación del mosto, otro proceso que se puede efectuar es el denominado sangrado, el cual es en donde se da la separación del líquido de manera sencilla, por la diferencia de densidad existente entre el líquido fermentado con los sólidos flotantes (Pérez de Alarcón, 2018).

Fermentación maloláctica: Se trata de un segundo proceso de fermentación, en donde el ácido málico químicamente se convierte en ácido láctico, producido gracias a la acción de las bacterias que se encuentran presentes en las uvas. Es de suma relevancia el control de la temperatura y la duración del proceso, el ácido málico posee una acidez superior al ácido láctico, obteniéndose de ese modo un producto que posee un sabor balanceado entre la acidez y una leve astringencia al gusto (Pérez de Alarcón, 2018).

Crianza: Este proceso posee mucha importancia y es en donde al vino obtenido se lo lleva a barriles de madera, que generalmente se encuentra elaborado de madera de roble francés o inglés. Esto da lugar a un ambiente que favorece la microoxigenación que es requerida para que inicie un proceso que se da posteriormente a la fermentación y maduración en los barriles, además se efectúa el proceso de clarificación del vino cuyo principal objetivo es el de arrastrar las partículas suspendidas dentro del líquido, las cuales no son deseadas en el producto (Pérez de Alarcón, 2018).

Embotellamiento: Este proceso consiste en colocar el vino en recipientes adecuados, pero hay que tener en cuenta que el vino que se encuentra en las botellas continúa el proceso de añejamiento, el cual puede durar un tiempo de 18 meses previo a su respectiva comercialización. Estas botellas se las purifica mediante la introducción de las mismas con un gas espacial en el proceso de embotellamiento. Un aspecto que es de mucha curiosidad acerca del producto es que en la etiqueta de la botella se añade el año cuando se cosecharon las uvas que se usaron como materia prima y el año en el que se fabricó el vino que se llevará a comercializarse (Pérez de Alarcón, 2018).

1.1.4 Composición del vino

1.1.4.1 Ingredientes

Agua: Este compuesto constituye el componente principal de los vinos, conformando un 85% del total de su composición. El papel que cumple resulta primordial ya que permite transportar consigo sales, minerales y microelementos absorbidos por la vid a partir del suelo en el tiempo que transcurre su ciclo biológico (Cedrón, 2004).

Alcohol etílico o etanol: Este compuesto es obtenido a partir de la fermentación de los azúcares que contiene la uva, principalmente la fructosa y la glucosa. A partir de esta fermentación se obtiene el etanol o alcohol etílico, el cual conforma entre un 10% hasta un 14% del total de la composición del vino. Este compuesto además es responsable en gran medida de los aromas característicos del vino (Cedrón, 2004).

Glicerina o glicerol: Dicho compuesto es el tercer principal componente de los vinos. Químicamente es un tipo de alcohol que en su estructura posee tres grupos hidroxilo, y su principal finalidad es la de brindar cuerpo y consistencia adecuada al vino, además de proporcionar suavidad al producto (Cedron, 2004).

Ácidos: En la composición de los vinos, existen principalmente dos tipos de ácidos, unos que son contribuidos por la fruta y otros que parten de los procesos químicos de fermentación. Los que son proporcionados por la misma fruta son el ácido málico, el ácido tartárico y el ácido cítrico. Aquellos ácidos que surgen a partir de los procesos de fermentación de la uva se encuentran el ácido láctico, el ácido succínico y el ácido acético. El parámetro de la acidez en los vinos es un aspecto de suma relevancia ya que establece propiedades organolépticas adecuadas como lo son el sabor, la viveza y la personalidad del producto. En el caso de que un vino no posea una acidez conveniente, el sabor resultante es relativamente plano al gusto (Cedron, 2004).

Sustancias fenólicas: Estos compuestos químicamente se caracterizan por estructuras hidroxibenzoicas que se las encuentran primordialmente en las cáscaras de las uvas y en sus semillas. Dichos compuestos son los responsables de brindar aroma y sabor al producto. Los compuestos más relevantes que pertenecen a este grupo son los denominados taninos, cuyas propiedades particulares se encuentran estrechamente asociados en la elaboración de los vinos tintos y no tanto en los vinos blancos. Los taninos se encuentran muy relacionados con las propiedades antioxidantes que poseen los vinos. Por añadidura, se puede apreciar que la fermentación de los componentes de la uva da lugar a procesos bioquímicos que le brindan al vino de sus llamativas cualidades desde el punto de vista científico y el comercial, al momento de satisfacer a los consumidores (Uddin et al., 2016).

1.1.5 Composición química del vino

Ácidos fijos: Los compuestos de este tipo que predominan en los vinos corresponden a los ácidos tartárico, cítrico y succínico. Los niveles de concentración que se encuentra en el producto resultan relativamente variables dependiendo del compuesto, que por lo regular se encuentran en un intervalo de 1000 a 4000 mg/l para el ácido tartárico, de 0 a 8000 mg/l para el ácido málico y finalmente de 0 a 500 mg/l para el ácido succínico. Estos ácidos surgen a partir de las frutas de la vid exceptuando al ácido succínico, el cual es generado en el proceso de fermentación con la ayuda de las levaduras (Mor, 2022).

Acidez volátil: Estos compuestos corresponden a aquellos ácidos grasos con bajo peso molecular que se encuentran en el vino y son fácilmente destilables al vapor, aportando al producto un aroma semejante al vinagre. El ácido acético representa un valor superior al 93% de estos tipos de ácidos y es el compuesto que posee el mayor interés para los enólogos. Este aspecto posee diferencias significativas dependiendo el tipo de vino, para un vino tinto de mesa, la acidez volátil posee un valor promedio de 0,60 g/l, en cambio para un vino blanco de mesa posee un valor promedio de 0,43 g/l (Mor, 2022).

Ácido cítrico: Este compuesto es un ácido orgánico débil que posee muchas aplicaciones en el proceso de elaboración del vino. Una aplicación relevante de dicho compuesto es la de actuar como conservante natural, también se lo utiliza como aditivo ya sea para bebidas o alimentos, brindando una sensación agria al gusto. El ácido cítrico cuando se añade a los vinos provoca que su acidez se incremente, brindando de este modo un sabor característico, además evita de manera efectiva la turbidez férrica. Es factible que se lo añada a vinos finos ya preparados con el fin de elevar su acidez, obteniendo de este modo un sabor “fresco”. Se tiene que considerar que agregar este compuesto posee una notable desventaja que es la de provocar una inestabilidad microbiana, debido a que muchos microorganismos utilizan este ácido en su metabolismo biológico, por lo que puede producir el crecimiento microbiano indeseado que afectan al producto (Mor, 2022).

Azúcar residual: Este tipo de azúcar parte de los azúcares que se encuentran naturalmente en las frutas de uva que, tras el proceso de fermentación, esta fracción de azúcar no es afectado por la acción de las levaduras. Este parámetro es medido en gramos por litro de vino. Dependiendo del tipo de vino analizado, el nivel de azúcar residual posee valores distintos como, por ejemplo, los vinos que se comercializa generalmente en tiendas se los denomina como “secos” en su etiqueta, estos poseen una cantidad aproximadamente de 10 g/l. En cambio, a los vinos considerados como notablemente dulces contienen una cantidad de azúcar residual aproximadamente de 35 g/l e incluso valores superiores (Mor, 2022).

Cloruros: Estos componentes del vino son iones cloruros que provienen del cloruro de sodio o sal común, teniendo en cuenta que es un compuesto iónico cuya fórmula molecular es NaCl. Los cloruros le brindan al vino un sabor salado indeseable que lo único que ocasiona es alejar a los consumidores. En los vinos, la cantidad máxima de estos componentes generalmente se encuentra en un intervalo de 0,20 a 0,60 g/l (Mor, 2022).

Dióxido de azufre: Este compuesto cuya fórmula molecular es SO_2 , además de sus sales han sido añadidos desde el siglo XVII en la producción del vino como aditivos. El SO_2 y las sales de sulfito resultan relevantes en el proceso de fabricación de vino ya que se aprovecha de sus principales propiedades, las cuales son actuar como antioxidantes y conservantes. Se tiene que tener muy en cuenta que estos compuestos son considerablemente tóxicos, provocando graves consecuencias para aquellos que consumen el producto, los cuales deben tener el respectivo cuidado, considerando que concentraciones superiores a 10 mg/l resulta perjudicial. A un determinado mosto o vino, cuando se le añade SO_2 , una parte de este compuesto es capaz de reaccionar con los azúcares, aldehídos como el etanal, y cetonas que se encuentran en la mezcla líquida. La porción de SO_2 que no reacciona, es denominada libre, y esta parte posee las propiedades las cuales son aprovechadas en la elaboración de vino. A la suma del SO_2 libre con el SO_2 que reacciona se lo llama SO_2 total. La parte que es considerablemente más activa de SO_2 libre es llamada como SO_2 activo, dicha fracción principalmente corresponde a SO_2 molecular. En el transcurso del proceso de maduración y almacenamiento, se registra el valor de este componente, donde lo recomendable depende del tipo de vino, una dosis de 25 mg/l para los vinos tintos y una dosis de 30 mg/l para los vinos blancos. Para el SO_2 activo, se recomienda una concentración de 0,35 mg/l, que asegura una protección mínima, y con una concentración de 0,60 mg/l se logra la protección máxima (Mor, 2022).

Sulfitos: Estos componentes son iones que se generan a partir del dióxido de azufre, los cuales de manera natural se encuentran en una gran variedad de alimentos como lo son el té negro, el cacahuate, el huevo y alimentos que pasaron por un proceso de fermentación. La función que posee como aditivo alimenticio es la de ser un conservante, el cual es muy empleado en la elaboración del vino, de este modo es como se consigue preservar el sabor y la frescura del producto. Se debe tener en cuenta que este componente del vino es el responsable de producir diversos efectos secundarios cuando se consume, como lo es el dolor de cabeza (Mor, 2022).

Alcohol: Estos compuestos se caracterizan por la presencia de poseer en su estructura química por lo menos un grupo hidroxilo (-OH), que se encuentra unido a un carbono saturado de hibridación sp^3 . En los vinos, el alcohol presente es el etanol, que por lo general poseen concentraciones en un rango entre 5% a 23% de alcohol por volumen. En promedio, la concentración de alcohol en los vinos que se comercializan corresponde un valor aproximado de 12%, pero se debe tener en cuenta que este valor varía dependiendo del tipo de vino analizado, además de los requerimientos del consumidor (Mor, 2022).

Densidad: Este parámetro se refiere a la masa existente por unidad de volumen, en este caso de líquido de vino o mosto a una temperatura de 20 °C. Este valor es expresado en unidades de gramo por mililitro. Hay que tener en cuenta que la densidad que posee el alcohol es considerablemente inferior a la del agua, exactamente con un 20% inferior, lo que quiere decir que la densidad del alcohol es de 0,8 g/ml. Se podría decir que, en el proceso de fermentación efectuada por las levaduras, transformando los azúcares en etanol lo que produce una disminución de la densidad del mosto. Al finalizar la fermentación, la densidad del vino obtenido tiene un valor ligeramente inferior a la del agua (Mor, 2022).

Potencial de hidrógeno: El parámetro de pH corresponde a los niveles de concentración de iones hidronio que se encuentran en el vino que, en otros términos, indica si una solución acuosa es ácida o básica, considerando que mientras más bajo sea el pH, la acidez es más elevada. En los vinos, generalmente poseen intervalos de valores entre 3 y 4 (Mor, 2022).

1.1.6 Cepas tintas

1.1.6.1 Cepas tintas de Ecuador

Cabernet Sauvignon: Esta cepa se considera de las más populares e importantes, la cual se cultiva en varias zonas vinícolas del país, como por ejemplo el Valle de Uco y la región de Loja. Esta variedad de uva tinta también se cultiva en otras zonas de Ecuador, como en el valle de Cuenca, en la zona andina (Braga, 2023). El clima y la geografía de dichos lugares permiten la producción de vinos tintos de calidad. Los vinos ecuatorianos frecuentemente se caracterizan por poseer una frescura y elegancia particular, con sabores a frutos rojos y negros, así como notas de especias y hierbas (La Canastería, 2019).

Merlot: El Merlot también se cultiva de manera exitosa en el territorio ecuatoriano, destacándose lugares como Cuenca y Loja, produciendo vinos tintos suaves y con toques frutales. El valle de Cuenca en la región interandina, han demostrado ser adecuadas para el desarrollo de los cultivos de la uva Merlot. Los vinos Merlot provenientes de Ecuador se caracterizan por ser frescos y frutales, con notas de frutas rojas como ciruelas, cerezas y fresas. Hay que tener en cuenta que

algunos vinos llegan a tener toques de especias y notas herbáceas, que dependen de las prácticas de utilizadas de vinificación y las condiciones ambientales en donde crece el cultivo (Jara, 2021).

Syrah: Se ha logrado el cultivo de la uva Syrah en regiones como Loja y da lugar a vinos tintos con notas de especias, pimienta negra y frutas oscuras. Las regiones vinícolas ecuatorianas en las que se cultiva el Syrah incluyen el valle de Cuenca y el valle de Imbabura, entre otros. La industria vinícola de Ecuador está en desarrollo, por lo que la producción de vinos de Syrah puede ser limitada en comparación con otras regiones vinícolas más establecidas (Barber, 2023).

Malbec: De manera similar a Argentina, la cepa Malbec se ha vuelto una elección que posee bastante popularidad en Ecuador y se cultiva en varias regiones vinícolas. Al igual que con otras variedades de uva presentes en Ecuador, el Malbec ecuatoriano resulta muy beneficiado de las condiciones geográficas y climáticas específicas de determinadas zonas vinícolas, como el valle de Cuenca y el valle de Imbabura. Los vinos de Malbec ecuatorianos se caracterizan por ser frutales, poseyendo sabores a frutas negras como moras y ciruelas, así como notas de especias y frecuentemente adquieren un toque de regaliz o chocolate (Novili, 2020).

Pinot Noir: Aunque originaria de Burdeos, Francia, también se la cultiva en Ecuador y produce vinos con matices de frutas negras y especias. En Ecuador, las regiones vinícolas que poseen mayor relevancia para el cultivo de Pinot Noir incluyen el valle de Cuenca y el valle de Imbabura, donde las condiciones geográficas y climáticas pueden ser adecuadas para el desarrollo de esta uva. Los vinos de Pinot Noir ecuatorianos se caracterizan por ser frescos y elegantes, con sabores a frutos rojos como frambuesas y fresas, frecuentemente con notas florales y suelen poseer a veces toques de especias sutiles (Schullo, 2021).

Carmenère: Se trata de una uva delicada, sin embargo se ha comenzado a cultivar en zonas más fresca. Las condiciones geográficas y climáticas de determinadas zonas vinícolas ecuatorianas, como el valle de Cuenca, el valle de Imbabura y otros, han demostrado ser adecuadas para el cultivo de Carmenère. Los vinos de Carmenère ecuatorianos se caracterizan por ser ricos en color y sabor, poseyendo notas de frutos negros como moras y ciruelas, además de notas herbáceas y terrosas, que son características de esta variedad. Se suele tener toques de especias y chocolate (Hernández Domínguez, 2012).

Petit Verdot: Aunque su cultivo es menos común, la uva Petit Verdot también se encuentra en algunas bodegas ecuatorianas y se suele utilizar en mezcla. Su cultivo se efectúa en algunas regiones vinícolas, como el valle de Cuenca y el valle de Imbabura. Los vinos elaborados con Petit Verdot en Ecuador se caracterizan por ser intensos y ricos en color, con sabores a frutas negras, notas herbáceas y especiadas, donde frecuentemente los taninos firmes que se encuentran le otorgan una buena estructura (Escudero y Ureta, 2007).

Tannat: Esta variedad se cultiva en la región de Loja y da lugar a vinos tintos ricos en taninos y con un agradable sabor. En Ecuador dicho cultivo se ha llevado a cabo en determinadas regiones vinícolas del país, como el valle de Cuenca y otros. Los vinos de Tannat ecuatorianos se caracterizan por ser ricos en color, poseyendo taninos firmes y un sabor distintivo que incorporan notas de frutas negras, como moras y ciruelas, además de poseer toques terrosos y especiados (Escudero y Ureta, 2007).

Tempranillo: La cepa tinta Tempranillo es una uva que posee origen español que se ha introducido en la industria vinícola de Ecuador. La uva Tempranillo se la reconoce por producir vinos tintos de cuerpo medio a completo con sabores que incluyen frutas rojas como cereza y ciruela, además de poseer notas de especias, cuero y vainilla. En Ecuador, las condiciones geográficas y climáticas de zonas como el valle de Cuenca y otros valles han demostrado ser factibles para el cultivo de Tempranillo. Los vinos de Tempranillo ecuatorianos se caracterizan por poseer coloración rojo oscuro a morado, poseyendo sabores a frutas rojas y negras, además de notas de vainilla, especias y toques de roble, si se lo emplea para la crianza en bodega (Cano, 2013).

Sangiovese: La cepa tinta Sangiovese proviene de Italia y es más conocida por ser la variedad principal utilizada en la producción de vinos tintos toscanos, como el Chianti y el Brunello di Montalcino. En Ecuador, la Sangiovese también se ha introducido en la industria vinícola. En Ecuador, el cultivo de Sangiovese se ha llevado a cabo en ciertas zonas vinícolas, como el valle de Cuenca y otros valles que presenten las condiciones adecuadas. Los vinos de Sangiovese ecuatorianos se caracterizan por poseer una coloración rojiza brillante a granate, poseyendo sabores a frutas rojas como frambuesas y cerezas, además notas de especias y toques terrosos (De Diego, 2021).

1.1.6.2 Cepas tintas de Chile

Cabernet Sauvignon: Chile es muy reconocido por sus vinos Cabernet Sauvignon. Las regiones de Maipo, Colchagua y Maule son las zonas más relevantes en la producción de dicha cepa, y los vinos son muy tomados en cuenta por su riqueza y complejidad, con notas de frutas negras, pimienta verde y estructura tánica. Ciertas zonas vinícolas más destacadas de Chile para la producción de Cabernet Sauvignon tenemos al Valle Central, que abarca subregiones como el Valle del Maipo, el Valle de Colchagua y el Valle de Maule. Dichas áreas son conocidas por producir Cabernet Sauvignon de considerable calidad que poseen sabores a frutas negras como cassis, ciruelas y cerezas, además de brindar una sensación de especias, tabaco, pimienta verde, de roble al paladar si se emplea para la crianza en barricas de roble (La Canastería, 2019).

Malbec: Esta cepa se asocia generalmente con Argentina, sin embargo, en Chile también se lo cultiva para la producción de vinos que brindan un sabor semejante a frutas negras, también una sensación suave y redonda. Las zonas vinícolas chilenas más representativas para el cultivo de Malbec incluyen el Valle Central, el Valle de Colchagua, el Valle de Maule y otras. El clima y las condiciones geográficas de estas zonas permiten la producción de vinos de Malbec que se caracterizan por sabores frutales, ricos en color y sabor, con sabores a frutas rojas y negras, con notas de especias y frecuentemente con sensación a roble, si se emplea para la crianza en barricas (Novili, 2020).

Merlot: La Merlot se cultiva ampliamente en Chile y es conocida por producir vinos suaves y frutales, con notas de ciruela, cereza y chocolate. Algunas de las regiones vinícolas chilenas que se destacan por el cultivo de Merlot incluyen el Valle Central, el Valle de Colchagua, el Valle de Maipo y muchas otras. Las condiciones geográficas y climáticas de estas zonas resultan adecuadas para el cultivo de Merlot, lo que produce vinos que se caracterizan por ser suaves, frutales y con sabores a frutas rojas y negras como ciruelas, cerezas y moras. Dichos vinos también pueden presentar notas de vainilla, chocolate y especias, especialmente si se emplean barricas de roble (Jara, 2021).

Carmenère: La uva Carmenère procede de Burdeos, Francia, sin embargo, su cultivo en Chile es bastante común. Los vinos de Carmenère chilenos frecuentemente poseen sabores semejantes a frutas rojas y especias, y son suaves y fáciles de beber. Actualmente, Chile es uno de los principales productores de Carmenère en el mundo, y las regiones vinícolas chilenas como el

Valle de Colchagua y el Valle de Rapel son conocidas por su producción de Carmenère de alta calidad. Los vinos de Carmenère chilenos son apreciados por su sabor distintivo, que incluye notas de frutas negras como moras, ciruelas y cerezas, así como toques de especias, pimienta y hierbas. Además, suelen tener un carácter suave y aterciopelado al paladar (Hernández Domínguez, 2012).

Cinsault: Dicha cepa se ha aplicado tradicionalmente en mezclas, pero ciertas bodegas chilenas están explorando vinos monovarietales de Cinsault que se caracterizan por ser ligeros y afrutados. Las uvas Cinsault brindan propiedades determinadas como la suavidad, frutuosidad y aromas a los vinos. Con frecuencia se aplica en mezclas para añadir equilibrio y elegancia, y son especialmente reconocidas por su capacidad para contribuir a la frescura y ligereza en los vinos. Los vinos de Cinsault chilenos generalmente poseen sabores a frutas rojas, como frambuesas y fresas, y a menudo poseen un carácter suave y fácil de beber (Leborgne et al., 2023).

Syrah: La Syrah chilena se utiliza en la producción de vinos que brindan al paladar un sabor de moras, pimienta negra y un carácter especiado. Zonas como el Valle de Elqui y Colchagua son famosas por su Syrah. Las zonas vinícolas chilenas que tienen mayor importancia por su producción de Syrah abarcan lugares como el Valle de Colchagua, el Valle de Maipo, el Valle de Elqui y otros. Los vinos de Syrah chilenos se caracterizan por ser ricos y complejos, con sabores a frutas negras como moras y ciruelas, notas de pimienta negra, especias y frecuentemente con toques ahumados. Los taninos suelen ser suaves y la acidez equilibrada, lo que los convierte en vinos muy llamativos para los consumidores (Barber, 2023).

Pinot noir: La uva Pinot Noir es cultivada en zonas más frescas, como el Valle de Casablanca y el Valle de Leyda, produciendo de esta manera vinos elegantes que se caracterizan por poseer sabores a frutos rojos y notas florales. Las zonas vinícolas chilenas que son especialmente destacadas por su producción de Pinot Noir incluyen el Valle de Casablanca, el Valle de San Antonio, el Valle de Leyda y otros. Estas regiones tienen condiciones geográficas y climáticas ideales para el cultivo de Pinot Noir que requiere de ciertas condiciones específicas. Los vinos de Pinot Noir chilenos se caracterizan por ser elegantes y frescos, con sabores a frutas rojas como frambuesas y fresas, además de una ligera sensación de cerezas, flores y especias (Schullo, 2021).

Petit Verdot: Aunque menos común, la uva Petit Verdot también se cultiva en Chile y se utiliza en mezclas para dar estructura y color al vino. En Chile, la Petit Verdot se cultiva en determinadas

zonas vinícolas, como el Valle de Colchagua y el Valle de Maipo, entre otros. Los vinos de Petit Verdot chilenos suelen ser ricos en color, con taninos firmes y sabores a frutas negras como moras y ciruelas, además de notas de especias y toques de pimienta negra. También pueden tener una buena capacidad de envejecimiento (Escudero y Ureta, 2007).

Carignan: La uva Carignan se ha popularizado en Chile en los últimos años, especialmente en la región del Maule, y produce vinos que brindan la sensación de frutas rojas y especias. La zona específica es la del Maule se ha destacado como un lugar apropiado para el cultivo de Carignan, y algunos de los viñedos chilenos más antiguos y representativos de esta variedad se encuentran allí. Los vinos de Carignan chilenos generalmente brindan una sensación frutal al paladar, con sabores a frutas rojas y negras, sintiéndose especiadas con taninos suaves. La Carignan se caracteriza por su capacidad para brindar carácter y profundidad a los vinos tintos, y los productores chilenos han estado trabajando para destacar notablemente sus cualidades particulares (Cabeller, 2023).

Cabernet Franc: La Cabernet Franc es una cepa tinta proveniente de Burdeos, Francia, y es cultivada en Chile, donde las zonas vinícolas más importantes son el Valle de Colchagua y el Valle de Maipo. Los vinos producidos con Cabernet Franc en Chile se caracterizan por tener un perfil aromático brindando sensaciones de frutas rojas como frambuesas y cerezas, así como toques de especias y hierbas al paladar. Los vinos de Cabernet Franc chilenos se caracterizan por ser elegantes y frescos, siendo perceptibles al paladar taninos suaves y una acidez equilibrada, haciéndolo muy llamativo para los consumidores (Ewine, 2023).

1.2 Técnicas para análisis

Titulación potenciométrica: Esta técnica analítica se basa en la medición de la concentración de iones hidronio que se encuentran presentes en una determinada muestra que provienen de la disociación parcial o total de solutos, los cuales son neutralizados con una solución básica de una concentración conocida. El procesamiento de esta técnica radica en el registro y medición de la celda que corresponde al utilizar equipo, denominado como potenciómetro o medidor de pH, cuyas unidades pueden ser en milivoltios o pH, todo efectuado luego de agregar la solución neutralizante estándar.

Destilación: Este proceso se lo efectúa mediante la aplicación de una temperatura determinada de manera constante a la mezcla analizada, con el fin de provocar la evaporación del componente más volátil hasta que se elimine totalmente de la muestra de interés.

Espectrofotometría de absorción atómica: Se trata de un método instrumental efectuado en el análisis de los elementos que forman parte de una determinada muestra, generalmente elementos metálicos. Esta técnica se fundamenta en la medición de la energía captada por los elementos químicos de interés que se buscan analizar. Todo esto se logra mediante la exposición de la muestra que contiene dicho elemento a una radiación de luz particular, la cual es monocromática. La cantidad de energía que se absorbe se lo calcula como la diferencia existente entre la radiación inicial que incide en la muestra y la radiación que resulta posterior a la interacción con la muestra.

Potenciométrico: Esta técnica de análisis se fundamenta en el potencial de una celda electroquímica que se mide en un potenciómetro, efectuando el uso de electrodos de membrana con selectividad de determinados iones, con el fin de determinar los puntos finales correspondientes a los métodos volumétricos y sus respectivas concentraciones (Quea, 2016).

1.2.1 Equipos para análisis

Equipo de Titulación:

Una valoración potenciométrica, requiere del equipo usual en las titulaciones, además de un dispositivo para medir el potencial, un electrodo de referencia y un electrodo indicador. Un proceso previo para el análisis cualitativo y cuantitativo es la calibración.

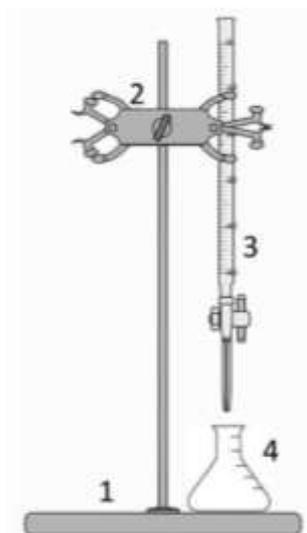


Figura 1.1. Equipo de titulación.

Realizado por: (Salinas, 2017).

Equipo de Destilación:

El aparato consiste en un recipiente en el que se hierven los líquidos durante la destilación, el condensador con conexiones de entrada y salida de agua, el receptor en donde se recoge el destilado.

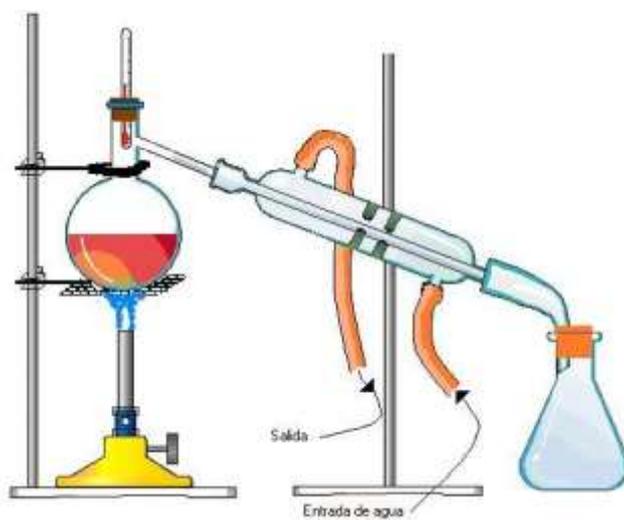


Figura 2.1. Equipo de destilación.

Realizado por: (Prado, 2020).

Potenciómetros o pH metro:

El pH metro es un instrumento destinado a medir el potencial del hidrógeno existente en alguna sustancia o solución. Es empleado normalmente en control de calidad o en otros contextos donde la valoración de acidez y alcalinidad es una constante. Se trata de un instrumento que, empleando diferentes mecanismos (electrodos), busca medir si existe un mayor o menor nivel de acidez o alcalinidad (Calderón, 2022).



Figura 3.1. Potenciómetro.

Realizado por: (Flores, 2017).

Espectrofotómetro de Absorción Atómica:

El espectrofotómetro de absorción atómica es un equipo de análisis de metales de alta precisión, presentando un análisis rápido y fiable. Este equipo a través de un medio gaseoso que se encuentra a una elevada temperatura, mediante átomos de sodio se absorbe radiación de diferentes longitudes de onda, transiciones electrónicas del estado 3s a estados de excitación más elevados. De esta manera, el espectro de absorción atómico característico, posee una línea de resonancia, como resultado de transiciones del estado fundamental a niveles superiores (Heredia, 2022).



Figura 4.1. Equipo de absorción atómica.

Realizado por: (Universitat de les Illes Balears, 2023).

1.3 Bases conceptuales

1.3.1 Calidad del vino

El concepto de calidad tiene que ver con los parámetros que tiene un determinado producto, los cuales deben ser de agrado para los consumidores ya sean por necesidades explícitas o implícitas, teniendo en cuenta que es indispensable que dichos requisitos se cumplan de manera adecuada. El concepto de calidad resulta subjetivo. Se encuentra muy relacionado a las impresiones que posee que cada persona al comparar un producto con otros de su mismo ámbito, y diferentes factores como la cultura, el producto o servicio en cuestión, las exigencias y las expectativas que contribuyen de manera directa en la formulación de este concepto (Significado de Calidad, s. f.).

1.3.2 Origen geográfico del vino

La designación de origen tiene que ver con la indicación geográfica de un vino, y este aspecto es muy relevante en la industria vitivinícola. Esto consiste en la designación de un país, región o localidad específica, siendo un papel fundamental al definir las condiciones en donde se produce un vino determinado. Dicho concepto combina los factores geográficos de una zona, como lo son el tipo de suelo y el clima característico, considerando también aspectos humanos, como las técnicas de fabricación. El origen geográfico tiene como finalidad de garantizar que los vinos que provienen de una zona geográfica determinada logren en lo posible los más elevados estándares de calidad. Al tener en cuenta las características distintivas del área geográfica con los

conocimientos y métodos aplicados por los viticultores de una localidad, cuyo objetivo es la obtención de productos que reflejen de fielmente la esencia y el carácter del lugar de procedencia.

Dichas denominaciones representan un sello de autenticidad y calidad, además de un vínculo directo entre el producto y el consumidor. La información del vino por su origen indica a los consumidores acerca de la garantía del producto, ya sea el lugar donde fue cultivada la materia prima y si es fabricado bajo los preceptos de identidad y la excelencia de la región en cuestión. También, el origen geográfico del vino cumple un papel importante ya que establece un vínculo entre la tradición, la cultura y el paladar de los consumidores (Azón. R, s.f.).

1.3.3 Quimiometría del vino

Es una disciplina química que, mediante la aplicación de enfoques matemáticos y estadísticos para el análisis de datos químicos obtenidos experimentalmente, con el fin de, en primer lugar, diseñar o seleccionar procedimientos y experimentos óptimos de medición, y en segundo lugar, obtener toda la información posible a partir de los datos iniciales de interés (Chesniuk, 2017).

Dicha disciplina se origina en el área de la química y es aplicada de manera factible en el desarrollo de relaciones cuantitativas entre la estructura de las componentes de una muestra y su actividad química. También, posee un papel relevante en el análisis de datos químicos y analíticos. Por la gran cantidad de datos generados a partir de las técnicas analíticas de tiempos modernos ha requerido que los químicos en particular a los analíticos, la búsqueda de soluciones aplicando métodos quimiométricos los cuales permiten manejar de manera rápida y eficaz los datos de interés (Amigo, 2017).

Los métodos quimiométricos son fundamentales en el análisis de sistemas materiales, y su aplicación se ha incrementado con la disponibilidad de computadoras desde la década de 1980. Este hito provocó un cambio significativo en la adquisición, procesamiento e interpretación de datos en los análisis químicos. Actualmente, los softwares vinculados con métodos matemáticos y procesamiento de datos resultan una herramienta muy útil para los investigadores con el fin de comprender de mejor manera tanto los datos analizados como los métodos aplicados para mejorarlos (Villero, 2015).

1.3.4 Bases legales

1.3.4.1 Normas INEN

La norma INEN posee un alcance que va más allá de los vinos, tomando en cuenta una amplia variedad de productos alimenticios. Entre esto tenemos a los vinos y sus diversos tipos como los vinos de licor, vinos espumosos, etc., también frutas y vegetales frescos sin procesamiento que se utiliza como materia prima. A pesar de que no se obtenga la información de manera específica acerca de los requisitos de elaboración de vinos en la norma INEN, hay otras normativas que sí indican condiciones adecuadas de manera detallada para los vinos, como lo es la norma INEN 374 (Validación y Certificación INEN, 2017).

La norma INEN abarca una variedad de alimentos, para aquellas relacionadas a los vinos existen normas específicas como la INEN 374, 372, 341 y 360 que abarcan aspectos desde la producción hasta la medición de parámetros importantes como la acidez y el grado alcohólico. La norma NTE INEN 374 muestra información acerca del vino de frutas, en cambio la NTE INEN 372 indica los requisitos de manera general en la producción de vino, cerveza, ron y tequila en Ecuador. Esta última norma da la información de manera detallada acerca de los parámetros de control fisicoquímicos y microbiológicos los cuales deben ser cumplidos adecuadamente para garantizar la calidad el producto (Validación y Certificación INEN, 2017).

En el caso de la norma INEN 341, su información indica acerca de la determinación de la acidez en bebidas alcohólicas, en donde se incluye el vino. En dicha norma se detallan los métodos aplicables en la medición de la acidez titulable en bebidas alcohólicas efectuando una titulación volumétrica con una solución estándar de hidróxido de sodio. En cambio, la norma INEN 360 indica los requisitos para efectuar la determinación del grado alcohólico de las bebidas alcohólicas como el vino. Se detallan adecuadamente todos los procedimientos y técnicas, así como de los instrumentos y las condiciones aplicadas en la medición de manera precisa de la concentración de alcohol en la muestra (Validación y Certificación INEN, 2017).

1.3.4.2 Normas OIV

La Organización Internacional de la Viña y el Vino (OIV) se encarga de la regulación y estandarización de la elaboración de vinos y bebidas alcohólicas en el mercado mundial. Las

normas y directrices dadas por la OIV se integran en diversas áreas relacionadas con la producción de vinos tintos. Dichas normativas se centran en aspectos como la clasificación de vinos, la producción y vinificación de vinos tintos, el etiquetado, el análisis y control de calidad del producto, además considera los métodos estandarizados de análisis de muestras. Dicho de otro modo, la OIV otorga lineamientos que sirven para definir qué es un vino tinto, cómo se elabora correctamente, la información que se incluye en las etiquetas y los métodos de análisis con el control de sus parámetros de calidad.

Como ya se mencionó, la OIV establece las pautas generales, las regulaciones específicas sufren de ciertas variaciones dependiendo la región o país, debido a que los que son miembros tienen la facultad de adaptar las normas a requisitos y condiciones locales dependiendo el caso. También, las regulaciones tienen la tendencia de sufrir cambios con el pasar del tiempo, por lo que es relevante investigar las regulaciones vigentes en un determinado país si se desea emorender en la producción, comercialización o etiquetado de vinos tintos en dicho lugar (La Comisión Europea, 2019).

Contenido Alcohólico: Las normas establecen el rango de contenido de alcohol que se permite para un determinado tipo de vino, como, por ejemplo, un vino tinto de calidad posee un contenido de alcohol que se encuentra entre el 12% y el 14%.

Acidez Total: Las normas indican los valores mínimos o máximos de acidez total que se permite en un vino. Como, por ejemplo un vino blanco, generalmente, la acidez total se encuentra en un rango entre 5 y 7 gramos por litro.

Azúcar Residual: Si se trata de vinos dulces, las normas definen el contenido máximo de azúcar residual que se permite en el producto. Como, por ejemplo, un vino de postre generalmente debe poseer un máximo de 150 gramos de azúcar residual por cada litro de producto.

Variedades de Uva: Con frecuencia, las normas enlistan las variedades de uva que son permitidas para la elaboración de vinos en una determinada región, como, por ejemplo, dando lugar al uso de Cabernet Sauvignon, Merlot, Cabernet Franc, etc, en un vino de Bordeaux.

Métodos de Vinificación: Las normas tienen la capacidad de establecer los métodos de permitidos de producción, donde se efectúan procesos como maceración, fermentación, crianza en bodega, además de brindar directrices para su respectiva aplicación.

Denominación de Origen: Se refiere a la región o área geográfica de donde proviene un determinado vino y los requisitos requeridos para que dicho producto tenga la capacidad de poseer una denominación de origen específica, como "Bourgogne" para vinos provenientes de Borgoña, Francia.

Métodos de Análisis: Las normas indican aquellos métodos para analizar vinos, los cuales se encuentran estandarizados para determinar componentes de interés en los los vinos, como el contenido alcohólico, la acidez, los azúcares, etc.

Etiquetado: Las normas tienen la potestad de establecer los requisitos acerca de la información que se incluye en la etiqueta de un respectivo vino, datos como el nombre del productor, el contenido alcohólico, la variedad, la cosecha, etc.

Evaluación Sensorial: Las normas permiten efectuar pruebas sensoriales con el fin de determinar si un determinado vino cumple con los estándares organolépticos establecidos, como sabor, aroma y apariencia del vino.

Control de Residuos: Las normas resultan importantes ya que permiten controlar la presencia de componentes químicos que se permiten dentro de los vinos, dando lugar a límites máximos (Organismo Internacional de la Viña y el Vino, 2016).

1.4 Diseño experimental

1.4.1 Quimiometría y Análisis Multivariado

La experimentación posee la capacidad de producir una gran cantidad de datos, los cuales se determinan mediante el uso de instrumentos de medición para la obtención de los valores de las variables en estudio de cada muestra; a dichos datos se los denomina datos multivariados. El

investigador puede aplicar muchos métodos matemáticos y estadísticos agrupados bajo el nombre de análisis multivariado, que tiene la capacidad de obtener la información relevante que se contiene en las vastas listas de datos y describir los fenómenos asociados con el sistema analizado. Dicho de otro modo, el análisis multivariado procesa de manera simultánea la información de todas las variables mediante el uso de un software especializado (Heredia, 2022).

Un conjunto de datos consiste en valores obtenidos de diversa naturaleza, ya sea de manera experimental, y dichos datos se disponen en una matriz con dimensiones $n \times p$, donde cada fila representa una de las muestras y cada columna contiene los valores de una de las variables (Amigo, 2017).

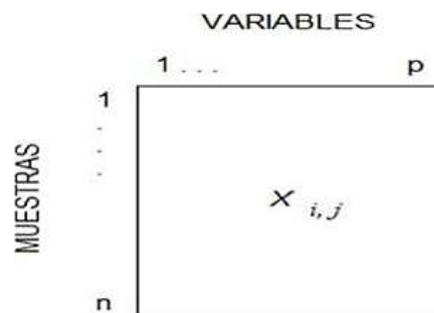


Figura 5.1. Estructura de un conjunto de datos multivariados.

Realizado por: Cazar, R. 2021.

Cuando existen dos variables, es factible representar de manera gráfica la relación que hay entre ellas en un plano bidimensional, al usar las coordenadas de cada muestra analizada para las dos variables. En el caso de tres variables, la representación gráfica es relativamente más compleja, pero su análisis es factible con el apoyo de un computador. Hay que tener en cuenta que cuando exista de cuatro o más variables, la representación gráfica se vuelve muy complicada e impracticable. En dichos casos, los análisis multivariados son herramientas indispensables que permiten al investigador establecer y comprender las relaciones que hay entre las variables analizadas más profundamente y significativamente (Villero, 2015).

1.4.1.1 Operaciones entre matrices

- Adición

$$Z = A + B; Z_{ij} = a_{ij} + b_{ij}$$

- Sustracción

$$Z = A - B; Z_{ij} = a_{ij} - b_{ij}$$

- Multiplicación

$$Z = A \times B$$

Para efectuar esta operación, si existen el mismo número de columnas A y filas B, se obtiene lo siguiente:

$$z_{ij} = a_{i1} \times b_{1j} + a_{ij} \times b_{2j} + a_{i3} + \dots + a_{im} \times b_{nj}$$

1.4.1.2 Pretratamiento de datos

Previamente de efectuar el análisis correspondiente es de suma relevancia efectuar un pretratamiento que consiste en transformaciones de los datos de partida ya que con ello se permite la eliminación de la información que no posea relevancia. La técnica que se requiere para este fin se lo denomina como Autoscaling, en donde se efectúan operaciones matemáticas en todos los datos de interés, restando la media de la columna correspondiente, luego se lo divide por la desviación estándar de la misma columna (Heredia, 2022).

$$x'_{i,j} = \frac{x_{i,j} - \bar{x}_j}{S_j}$$

Tras aplicar dicha técnica para el pretratamiento de las variables de interés, se obtiene el valor de media de cero con una desviación estándar de valor 1, garantizando de este modo la relevancia adecuada para todos los datos que se deseen analizar (Amigo, 2017).

1.4.1.3 Análisis de componentes principales

Al momento de efectuar el análisis de datos multivariados se presenta una problemática que es la existencia de una elevada dimensionalidad de los datos de interés, lo que genera dificultad al momento de reconocer las pautas y las relaciones que existen entre ellas o con las variables. La técnica del análisis de componentes principales (PCA) da lugar a la reducción de la dimensionalidad del conjunto de datos analizados, además de permitir la retención de la información más representativa que se integra en dicho conjunto, poseyendo un menor valor de dimensiones. Sin la necesidad de efectuar un cambio significativo en la estructura de los datos, el PCA permite encontrar variables nuevas mediante cálculos, y a estas variables se las llama

componentes principales, PC1, PC2, ..., PCp, siendo estas combinaciones lineales que parten de las variables iniciales x_1, x_2, \dots, x_j , que permiten describir las muestras analizadas (Heredia, 2022).

$$PC1 = a_{1,1}x_1 + a_{1,2}x_2 + a_{1,3}x_3 + \dots + a_{1,j}x_j$$

$$PC2 = a_{2,1}x_1 + a_{2,2}x_2 + a_{2,3}x_3 + \dots + a_{2,j}x_j$$

Se tiene en cuenta que de acuerdo al número de variables iniciales genera un número igual al de los componentes principales calculados, sin embargo, dichas variables no se encuentran correlacionadas entre sí, lo que quiere decir que cada uno de estos datos poseen informaciones que son únicas y propias, cuya disposición se da en un orden jerárquico al considerar toda la información que poseen. Entre estas variables tenemos a PC1 que da explicación a la mayor parte de la información que se contiene en los datos analizados, luego tenemos a PC2 que brinda la explicación de la mayor parte de información que no es explicado por PC1, y finalmente PC3 es capaz de explicar la mayor parte de la explicación de la información que no pudo ser explicada por PC1 y PC2, si existen más variables de PCA se efectúa el proceso de manera muy semejante (Heredia, 2022).

Dicho de manera matemática, el análisis de componentes principales involucra la rotación de las variables iniciales, que son las originales con el propósito de producir los componentes principales, aplicando la multiplicación de matrices que se encuentran a continuación (Heredia, 2022).

$$U = X \times V$$

Donde:

X: matriz de dimensiones (n,p) de datos autoescalados.

V: matriz de dimensiones (p,p), en donde los elementos $v_{m,j}$ se los llama "loadings", estos son los coeficientes de las combinaciones lineales que se originan a partir de las variables originales que forman parte de los componentes principales.

U: matriz resultante de dimensiones (n,p), en donde los elementos u_{ij} se los llama "scores", los cuales son coordenadas nuevas generadas a partir de los datos analizados que forman parte del sistema de los componentes principales (Villero, 2015).

1.4.1.4 Análisis de agrupamientos (Clustering)

A estos tipos de análisis también se los denomina clustering, los cuales tienen como finalidad la búsqueda de la identificación de los agrupamientos de los objetos o variables de interés que se encuentran en un conjunto de datos dado. Para la representación visual de datos, la herramienta utilizada se la llama como gráficos de proyección que se aplica sobre los componentes principales, los cuales sirven como métodos de clustering visual que ofrecen resultados bastante positivos, no obstante, se debe tomar en cuenta que dichas gráficas solo brindan información de solo una v.

La validación del modelo es una fase decisiva en el modelado quimiométrico clasificatorio, debido a que se relaciona con conjunto de procedimientos que posibilita evaluar la calidad de una fracción de los datos analizados. El trabajo efectuado sobre los datos por los métodos de clustering son efectuados de manera directa en el espacio multidimensional, por lo que utilizan toda la información disponible de la matriz de datos. La similitud es el fundamento sobre el que se basa el análisis de agrupamientos. Las variables de interés se agrupan conforme a las semejanzas que poseen, deduciendo que existen propiedades comunes en el grupo de variables, por lo que la aplicación de un autoscaling de los datos dados resulta indispensable al momento de conseguir respuestas factibles por medio de dichos métodos (Heredia, 2022).

El fundamento de las métricas de similitud involucra la distancia que existe entre las variables. La que es más aplicada se la denomina distancia euclidiana:

$$d_{i,j} = \left[\sum_{k=1}^p (x_{i,k} - x_{j,k})^2 \right]^{1/2}$$

El valor de $d_{i,j}$ corresponde a la distancia euclidiana que existe entre las variables i con j . Hay diversos métodos de clustering, pero los que se consideran más aplicados son aquellos de tipo jerárquico aglomerativo. En dichos casos para cada una de las muestras n que se toman a consideración al comienzo se los denomina como agrupamiento individual. Con el avance del proceso del método, los agrupamientos existentes se combinan de manera progresiva aplicando la métrica de la similitud con el fin de formar los grupos, iniciando con un tamaño pequeño hasta uno de mayor tamaño que abarca todas las muestras analizadas.

El método de aprendizaje no supervisado llamado clustering tiene como objetivo de realizar agrupamientos o clústeres de variables, donde sus integrantes poseen similitudes compartidas y comunes.

Un clúster se lo considera como una colección de variables u objetos que presentan semejanzas entre sí, por lo que los que poseen características diferentes corresponden a otros clústeres. Para lograr el objetivo de obtener diferentes agrupamientos se requiere de la aplicación de diversos algoritmos de clustering, en donde se debe tener en cuenta que la calidad que poseen se relaciona directamente del resultado del investigador. Entre los agrupamientos más comunes tenemos a los siguiente:

- **Agrupamientos exclusivos:** En este tipo los clústeres poseen por lo menos un objeto cuya agrupación se debe considerar que dicho objeto corresponda a un solo clúster. De manera general dichos métodos aplican una medida de distancia que permite generar los clústeres de modo eficaz.
- **Agrupamientos jerárquicos:** En este tipo, los grupos parten de un clúster que posee todos los datos y este se va dividiendo progresivamente con el fin de formar clústeres de menor tamaño, todo este procedimiento aplicado recibe el nombre de aproximación *divisoria*.
- **Agrupamientos aglomerativos:** En este tipo se caracteriza que en su funcionamiento se trabaja en sentido inverso, generando al comienzo clústeres pequeños los cuales serán agrupados para dar lugar estructuras jerárquicas más grandes.
- **Agrupamientos solapados:** En este tipo se considera que cada objeto en cuestión tiene la posibilidad de corresponder a uno o más clústeres, además de poseer distintivos grados de correspondencia.
- **Agrupamientos probabilistas:** En este tipo, se considera que los clústeres se los genera por medio de la aplicación de un determinado enfoque estadístico (Villero, 2015).

1.4.1.5 Medidas de distancia

Los algoritmos que se utilizan para el análisis se fundamentan en medidas de distancia que hay entre objetos se tiene en cuenta las semejanzas de los mismos, que permite deducir si pertenece a un grupo correspondiente u otro, por lo que se puede decir que dependiendo de la medida de distancia requiere de un respectivo algoritmo el cual originará diferentes clústeres, pero de manera general se aplica la distancia euclídea. No obstante, existen otros tipos de medida que también se suelen aplicar en los algoritmos de clustering que no son tan extendidas, las cuales se denominan medidas de conectividad, estas se revisarán a detalle a continuación (Heredia, 2022).

- Enlace sencillo (single-linkage):
- Enlace promedio (average-linkage):
- Método de Ward:

1.4.2 Métodos de clasificación

Estos métodos se relacionan estrechamente con una serie de técnicas que proveen de conocimiento que tienen que ver con la pertenencia de un conjunto de variables u objetos a una respectiva categoría, y esto permite el desarrollo de un modelo adecuado de clasificación. La finalidad de la regla de manera general es la de efectuar predicciones sobre a qué categoría se deben incluir los objetos de análisis. En ciertas ocasiones el propósito requerido es simplemente de evaluar el desempeño de la regla al aplicarla sobre un respectivo grupo de datos y comprobar la hipótesis de clasificación.

Al momento de aplicar las técnicas de clasificación, se requiere que la matriz de datos utilizada se las reparte en dos fracciones, de los cuales el primero se lo denomina como training set, el cual es un conjunto de identidad que permiten desarrollar una regla de clasificación adecuada, y la segunda fracción se la denomina como evaluation set, el cual es un conjunto de objetos que poseen características iguales a la fracción anterior, cuya finalidad es la de evaluar el desempeño de la regla mediante la comparación de las predicciones de categoría resultantes con las que se obtienen al efectuar clasificaciones reales. Hay que tener en cuenta también el test set, el cual es un grupo de datos de variables u objetos de los cuales no se tiene el conocimiento de sus categorías verdaderas a las cuales pertenecen. El parámetro estadístico que se aplica para la evaluación de la eficacia que posee un determinado modelo de clasificación es la capacidad de clasificación, que se refiere al porcentaje de elementos del conjunto de entrenamiento que son asignados de manera correcta por el método aplicado (Heredia, 2022).

1.4.3 Validación del modelo

La validación del modelo es una fase decisiva en el modelado quimiométrico clasificatorio, debido a que se relaciona con conjunto de procedimientos que posibilita evaluar la calidad de un modelo y su confiabilidad al clasificar nuevas muestras de interés. Para el reconocimiento de patrones se requiere de la validación de modelos que se originan a partir de técnicas supervisadas es de suma relevancia. Dicha etapa implica la evaluación de varios aspectos, como la determinación del número adecuado de variables o componentes para caracterizar determinados datos, la capacidad de predicción que posee el modelo para muestras desconocidas y la representatividad de los datos aplicados para construir el modelo.

La factibilidad del uso de un modelo de clasificatorio requiere de pruebas para la medición de la predicción de datos que ofrecen. Para evaluar la capacidad de un modelo para efectuar predicciones en diversas muestras de interés se debe tener en cuenta aquellas muestras que no se aplicaron en la construcción del modelo, resulta un paso indispensable en todo proceso de modelado de utilidad. Existen diversos métodos para dicho propósito que se han desarrollado. Los métodos de validación más habituales implican la división del conjunto de datos en dos subconjuntos: el primero denominado de entrenamiento o de calibración, que se aplica para construir el modelo, y otro llamado de evaluación externa que se aplica para la evaluación su confiabilidad mediante pruebas. Es indispensable que los datos en el conjunto de evaluación externa deben ser completamente independientes del modelo, quiere decir que no es posible usar información de ellos para construir el modelo, de no ser así la capacidad de predicción se sobreestimaría.

Asimismo, en la fase de validación, los datos aplicados ponen a disposición una evaluación imparcial del modelo mientras los hiperparámetros del mismo son ajustados. La situación ideal es cuando se posee de suficientes muestras para la creación de conjuntos de entrenamiento y de prueba independientes, y cada conjunto abarca muestras representativas de todas las clases de interés. Este enfoque se denomina como validación externa, donde se tiene en cuenta el conjunto de pruebas como completamente independiente del proceso de construcción del modelo, y eso comprende la selección de variables, la estimación de los parámetros y la determinación de los componentes principales. Se debe tener en cuenta que la situación ideal es poco frecuente, por lo que se recurre a la aplicación de métodos de validación cruzada.

La validación cruzada o cross validation (CV) es uno de los métodos de validación más aplicados. La CV busca determinar la capacidad predictiva del modelo componiéndolo con una fracción del conjunto de datos denominado como conjunto de entrenamiento, y evidenciándolo con otra fracción que se denomina como conjunto de prueba. Los dos conjuntos poseen muestras que son representativas de todas las clases de datos. Dicho proceso se efectúa varias veces, con el fin de garantizar que todas las muestras tengan la oportunidad de ser utilizadas en el entrenamiento, así como en las pruebas. Uno de los métodos de CV más aplicados es la validación cruzada de k iteraciones o k-fold cross-validation.

En la validación cruzada de k iteraciones, los datos totales son divididos en k subconjuntos. Un subconjunto es empleado como conjunto de prueba, mientras que los otros (K-1) se emplean como

conjunto de entrenamiento para cada iteración. Este proceso se lo repite k veces, con variaciones y combinaciones significativas de conjuntos de prueba y entrenamiento, con el fin de garantizar que todas las muestras se manejen por lo menos una vez en la evaluación. Para terminar, se efectúa el cálculo de la media aritmética de los resultados de cada iteración con el fin de obtener una única medida de rendimiento del modelo utilizado (Heredia, 2022).

1.4.4 Evaluación de los métodos quimiométricos

La matriz de confusión es una herramienta de mucha relevancia al momento de evaluar el rendimiento de los clasificadores utilizados en problemas de clasificación, los cuales pueden ser clasificaciones binarias donde intervienen dos clases, o de clases múltiples que aplica el uso de más de dos clases. Tiene como objetivo organizar y presentar de manera ordenada las predicciones de un respectivo modelo que parten de los valores reales de datos analizados.

Un problema de clasificación binaria está estructurado con:

- Clase positiva (P): tiene como finalidad predecir o identificar.
- Clase negativa (N): tiene como finalidad excluir o no predecir.

Principalmente, una matriz de confusión se constituye de cuatro valores:

1. Verdaderos positivos (True Positives - TP): Tiene que ver con los casos en donde el modelo predice correctamente la clase positiva (P), también los datos reales se toman en la clase positiva.
2. Verdaderos negativos (True Negatives - TN): Tiene que ver con los casos en los que el modelo predice correctamente la clase negativa (N), también los datos reales forman parte de la clase negativa.
3. Falsos positivos (False Positives - FP): Tiene que ver con los casos que se tratan del modelo que predice incorrectamente a la clase positiva (P), no obstante, los datos reales pertenecen a la clase negativa (N). También, se los llama como errores de Tipo I.
4. Falsos negativos (False Negatives - FN): tiene que ver con los casos en los que el modelo predice incorrectamente la clase negativa (N), no obstante, los datos reales pertenecen a la clase positiva (P). También, se los denomina como errores de Tipo II.

		Predicción	
		Positivos	Negativos
Observación	Positivos	Verdaderos Positivos (VP)	Falsos Negativos (FN)
	Negativos	Falsos Positivos (FP)	Verdaderos Negativos (VN)

- VP es la cantidad de positivos que fueron clasificados correctamente como positivos por el modelo.
- VN es la cantidad de negativos que fueron clasificados correctamente como negativos por el modelo.
- FN es la cantidad de positivos que fueron clasificados incorrectamente como negativos.
- FP es la cantidad de negativos que fueron clasificados incorrectamente como positivos.

Figura 6.1. Ejemplo ilustrativo de una matriz de confusión.

Realizado por: (PlanificacinGe, 2023).

La exactitud (Accuracy): Esta medida permite evaluar el rendimiento que presenta un determinado modelo de clasificación, en especial se toma en cuenta a los problemas binarios. Se trata de la proporción de muestras, las cuales han sido clasificadas de manera correcta, que forman parte los verdaderos positivos y verdaderos negativos, que se dividen el total de muestras analizadas en el proceso de clasificación. Dicho de modo distinto, la exactitud es la fracción de predicciones correctas que se compara con todas las predicciones efectuadas en el modelo definido. Brinda un amplio enfoque del rendimiento del modelo en tomando en cuenta su capacidad para clasificar de modo adecuado a las muestras positivas y las negativas. La expresión matemática es la siguiente:

$$\text{Exactitud} = \frac{VP + VN}{VP + VN + FP + FN}$$

Es de suma relevancia destacar que a pesar de la exactitud de la información que nos brinda, es posible que no sea prudente aplicarlo en todos los casos, en especial cuando los datos se encuentran desequilibrados, lo que quiere decir si en un caso una clase está sobrerrepresentada comparándola con otra clase analizada. Si existen situaciones de desequilibrio de clases que consiste en que una clase posee un mayor tamaño que otra, la exactitud generada puede brindar información que resulta engañosa acerca del rendimiento del modelo aplicado. En dichos casos, es de gran utilidad tomar en cuenta otras métricas como lo son la precisión, la sensibilidad y el valor F1, que brindan una información más detallada acerca del rendimiento del modelo en términos de su capacidad que posee al momento de detectar la clase minoritaria, evitando de dicho modo los falsos positivos (Heredia, 2022).

Sensibilidad: se la conoce como la tasa de verdaderos positivos, es una medida de suma relevancia en la evaluación de un respectivo clasificador. Involucra a la fracción de muestras positivas que se encuentran clasificadas de manera correcta aplicada sobre el total de muestras positivas. Dicho de otro modo, la sensibilidad tiene como objetivo la medición de la capacidad que posee el clasificador para identificar de modo correcto las muestras que en realidad pertenecen a la clase positiva. Si este valor posee un valor alto es mucho mejor al momento de aplicar un modelo en la detección de casos positivos verdaderos. El valor de este parámetro posee valores que se encuentran en un rango de 0 a 1, mientras más se aproxima a 1 significa que existe una alta capacidad del modelo al momento de detectar positivos verdaderos (Heredía, 2022). La expresión matemática de cálculo de esta medida es la siguiente:

$$\text{Sensibilidad} = \frac{VP}{VP + FN} = \frac{VP}{P}$$

Especificidad: es una medida que nos indica la tasa de verdaderos negativos. Representa la fracción de muestras negativas, las cuales fueron clasificadas de manera correcta dividido sobre la totalidad de muestras negativas. La especificidad tiene como objetivo medir la capacidad del clasificador que identifica de modo correcto las muestras que en realidad no pertenecen a la clase positiva. Mientras mayor sea el valor de especificidad, el modelo aplicado será mejor al momento de evitar falsos positivos. Involucran la fracción de las muestras negativas que se clasificaron de manera correcta. De igual modo que la sensibilidad, el valor se encuentra en un rango entre 0 a 1, y mientras más se aproxima a 1, quiere decir que el modelo aplicado es eficiente al momento de identificar de negativos verdaderos (Heredía, 2022).

La expresión matemática de cálculo de esta medida es la siguiente:

$$\text{Especificidad} = \frac{VN}{FP + VN} = \frac{VN}{N}$$

Al momento de evaluación de un clasificador, resulta relevante encontrar un equilibrio adecuado con las medidas de sensibilidad y especificidad, debido a que frecuentemente existe cierto vínculo entre ambas. En ciertos casos, es de suma relevancia maximizar los valores de la sensibilidad y la especificidad, no obstante, en ciertos contextos en el ámbito investigativo puede depender de otros

parámetros. Mantener el control adecuado de dichas variables es relevante en trabajos de laboratorio y en investigaciones científicas, que es en donde se tiene la potestad de definir umbrales específicos para las variables de interés con el fin de conseguir un rendimiento adecuado del clasificador en función de los objetivos planteados y las restricciones aplicadas en el estudio (Amigo, 2017).

CAPÍTULO II

2. METODOLOGÍA Y TIPOS DE INVESTIGACIÓN

2.1 Tipo de investigación

- Por el método de investigación: Cuantitativa

Se trata de un estudio de naturaleza cuantitativa, ya que se basa en la utilización de datos numéricos provenientes de investigaciones previas realizadas por otros autores que abordan temas similares. Estos estudios anteriores desempeñan un papel fundamental como fundamento teórico y orientación, con el fin de evitar posibles errores en el desarrollo de la investigación actual.

- Según el objetivo: Aplicada

Dado que el objetivo principal de esta investigación es abordar un problema específico, en este caso, se enfoca en el estudio de los tipos de vino disponibles en el mercado a nivel nacional.

- Según el nivel de profundización en el objetivo de estudio: Explicativa

Los análisis que se llevarán a cabo tienen como propósito obtener datos relevantes sobre la categorización de vinos, con el objetivo de realizar comparaciones entre los vinos nacionales y los importados, con el fin de desarrollar una hipótesis provisional que explique las diferencias basadas en su origen geográfico.

- Según la manipulación de variables: Experimental

Dado que en este tipo de investigación es posible controlar y observar cómo las variables interactúan y afectan su comportamiento al efectuar experimentaciones en el laboratorio, es decir, las variables que se ajustan en este estudio con el fin de determinar si el origen demográfico de un vino influye en los componentes del mismo.

- Según el tipo de inferencia: Deductivo

Dado a que la investigación planteada se centra en la búsqueda de las respectivas conclusiones que brindarán soluciones adecuadas que es la identificación del origen geográfico del vino a partir de sus parámetros fisicoquímicos.

- Según el periodo temporal: Transversal

Las variables de interés analizadas en esta investigación, los cuales son los parámetros fisicoquímicos del vino cuyo análisis se lo efectuará en un tiempo determinado para todas las muestras, ya sea de origen ecuatoriano o chileno que se comercializan en el territorio nacional.

2.2 Método de investigación

La presente investigación aplica los métodos científico, analítico y estadístico para conseguir los resultados pertinentes.

- **Método científico**

Este método se fundamenta en el uso de metodologías adecuadas para analizar de manera correcta cada parámetro fisicoquímico de interés de las muestras de vino nacional y chileno.

- **Método analítico**

Para esta investigación, en las muestras de vino planteadas, se efectúa la correspondiente experimentación para cada parámetro fisicoquímico de interés con el uso de equipos e instrumentos, con la finalidad de obtener datos que serán analizados posteriormente.

- **Método estadístico**

Al aplicar este método en la presente investigación experimental se consiguen respuestas, en este caso se usan métodos multivariados con el fin de obtener resultados, los cuales serán clasificados y comparados de manera correcta.

- **Localización de estudio**

En el respectivo estudio, la experimentación se lo efectuará en los Laboratorios de Análisis Instrumental de la Facultad de Ciencias en la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo (ESPOCH), donde dicha institución educativa se localiza en la Panamericana Sur Km 1 ½ vía a la Costa, ubicada a una altitud de 2815 msnm en la ciudad de Riobamba, cuyas coordenadas son coordenadas 78°40'20”.

2.3 Población y muestra

- **Población de estudio**

La población planteada en este estudio son todos los vinos tintos de diferente origen geográfico, especialmente aquellos que se producen a nivel nacional y de proveniencia chilena.

- **Tamaño de la muestra**

El tamaño muestral planteado en esta investigación es finito, considerando 16 vinos tintos, de los cuales 8 son de origen ecuatoriano y 8 chilenos. Esta muestra fue seleccionada de manera aleatoria, de distintos diferentes rangos de precio, que se obtuvieron en supermercados reconocidos y de cantones donde se efectúa la producción de vino. Además, de la muestra originaria de Ecuador, 4 vinos se los obtuvo desde la provincia de Santa Elena y 2 originarias del cantón Patate de la provincia de Tungurahua. Todos los vinos chilenos analizados se los obtuvo en supermercados.

- **Método de muestreo**

En esta investigación, el método de muestreo aplicado es el probabilístico estratificado, por consecuencia de que la población se encuentra dividida en grupos considerablemente más pequeños que representen efectivamente a la población total, sin provocar interferencia en el análisis. En el muestreo se incluirán vinos tintos que se comercializan en supermercados reconocidos, en ferias de cantones en donde se elabora el producto como lo es Patate, además de considerar ciudades distribuidoras de todo tipo de vinos como lo son Quito y Santa Elena.

- **Técnicas de recolección de datos**

Los datos obtenidos en esta investigación se los adquirió mediante la aplicación de la observación de los hechos, primero con la búsqueda de los vinos nacionales y chilenos en diversos sitios como los supermercados, los centros de diversión nocturnos y de emprendimientos emergentes que producen el producto de interés, utilizados como muestras en este estudio.

- **Análisis estadístico inferencial**

El análisis de los parámetros físicoquímicos de esta investigación se efectuará con la utilización del software Microsoft Excel, con el fin de lograr identificar las discrepancias existentes entre los datos de la calidad del vino nacional al compararlos con los chilenos, considerando diversas variables independientes.

2.4 Diseño de la investigación

El diseño aplicado en la presente investigación es de carácter experimental, considerando más de una variable independiente y dependiente, precisamente aquellas que han sido establecidas tomando como referencia la información encontrada en la bibliografía, tomando muy en cuenta los parámetros físicoquímicos de interés como lo son la densidad, el contenido de alcohol, el pH, el contenido de ácido cítrico, el contenido de azúcares residuales, entre otras opciones. Tras toda dicha experimentación para cada uno de los parámetros planteados, se busca predecir de manera efectiva la calidad del producto y el tipo el vino en cuestión, ya sea originario del territorio ecuatoriano o del extranjero.

2.4.1 Estadística descriptiva

Al efectuar el respectivo análisis de las muestras de los 12 vinos, se consigue la información pertinente de un conjunto de datos de interés obtenidos. Para este proceso se aplica el uso de índices estadísticos, entre los más utilizados tenemos a la media aritmética, desviación estándar, variancia y coeficiente de variación, los cuales permiten de manera rápida y eficaz la reorganización numérica de datos obtenidos de muestras seleccionadas aleatoriamente, mediante el uso de operaciones matemáticas

$$\text{Media aritmética: } \bar{x} = \frac{\sum x_i}{n}$$

$$\text{Desviación estándar: } \sigma = \sqrt{\frac{1}{N-1} \sum_{i=1}^N (x_i - \bar{x})^2}$$

$$\text{Varianza} = DE^2$$

$$S^2(x) = \left(\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i^2 \right) - \bar{x}^2$$

$$\text{Coeficiente de variación} = \text{Desviación estándar relativa} = 100 \times \frac{DE}{\bar{x}}$$

En los procesos de análisis estadísticos se pueden encontrar principalmente tres tipos de errores, los cuales son los siguientes:

- Accidentales o groseros
- Aleatorios
- Sistemáticos

La identificación de estos errores en una investigación posee gran relevancia y la dificultad para ello depende del tipo. Los errores accidentales son considerablemente fáciles de reconocer, entre dicha instancia tenemos por ejemplo si existe un daño en un instrumento o equipo. Los errores sistemáticos son aquellos que indican un patrón repetitivo, en cambio, los errores aleatorios poseen un origen y naturaleza que no se conoce.

Además de dichas consideraciones acerca de los errores, es relevante contemplar los siguientes conceptos que son importantes en la recolección de datos en el estudio.

Precisión: tiene que ver con la dispersión existente entre los datos en relación con el valor real, y permite describir los errores aleatorios.

Exactitud: se refiere con la proximidad de una medida individual de cada dato en relación con el valor real. Este valor resulta afectado por errores aleatorios y sistemáticos.

Reproducibilidad: se trata de obtener los mismos resultados en un análisis de datos de manera independiente de las condiciones utilizadas.

Repetibilidad: implica obtener los mismos resultados en un análisis efectuando iguales condiciones.

Incertidumbre: tiene que ver con el intervalo en el cual es considerablemente asumible que se encuentre el valor real de un dato. Esto incluye tanto el error aleatorio como el sistemático.

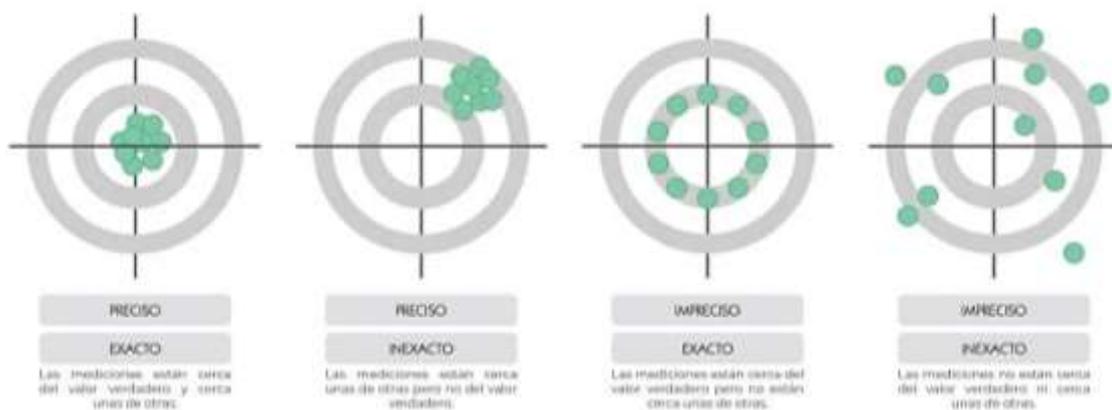


Figura 1.2. Representación gráfica de la exactitud y precisión.

Realizado por: (Hapfelmeier, et al., 2016).

2.4.2 Procedimiento de recolección de datos

Teniendo en cuenta que la base de sistema analítico aplicado se encuentra basado en la correlación que existe entre los parámetros analizados en las muestras de vino de referencia con los resultados obtenidos en la investigación. Se tiene en cuenta que la base de datos obtenida por las muestras referencia, debe ser representativo y toma en cuenta las características naturales, las cuales proceden de los frutos de uva, con el objeto de efectuar dichos datos a análisis de correlación, y dependiente de este resultado se interpretará de manera adecuada. Por consiguiente, el primer paso del procedimiento busca la creación de dicha base de datos y su posterior uso para lograr efectuar la clasificación de muestras procedentes de comercios y bodegas. La base de datos planteada será relevante desde el punto de vista técnico para lograr abordar, evaluar y considerar aspectos que se relacionan con los vinos. El esfuerzo aplicado resulta significativo, el cual busca instaurar dicha base de datos con un origen inequívoco, con el fin de garantizar la integridad del sistema y, en caso requerido, brindará los cimientos técnicos para satisfacer requisitos externos de calidad.

El sistema de análisis que se ha propuesto en esta investigación abarca un segundo método de correlación que se aplica a las muestras comerciales. Dichas muestras se proceden con el análisis de lotes de vino Malbec que proceden de bodegas o que se adquirieron en tiendas y comercios, los cuales han sido previamente categorizadas correctamente al aplicar el primer método. Dichos lotes se relacionan con los resultados de las características analizadas que tienen que ver con la producción, almacenamiento y envejecimiento a nivel industrial del vino. Los dos métodos

presentan dos opciones adicionales para efectuar una evaluación de manera más detallada de un lote de vino en análisis (Heredia, 2022).

2.5 Grado alcohólico

Para efectuar la determinación del grado alcohólico de las muestras de vino, los equipos que se usan son una manta calefactora, un equipo de recirculador chiller CCA-420 con marca biobase, núcleos de ebullición, además un equipo adaptado de manera manual, todo ello con el fin de efectuar un proceso de destilación. Se requiere de instrumentos de laboratorio, para comenzar se utiliza un balón de aforo de 100 ml para aforar la muestra analizada, luego a una temperatura adecuada es llevada a un balón de destilación junto a 30 núcleos de ebullición sobre una manta de calefacción, el cual se encuentra adaptado al equipo armado, que en cuya punta se ubica un matraz Erlenmeyer de 100 ml que posee 10 ml de agua destilada, que se encarga de recolectar el destilado, teniendo este un estimado de 75 ml, que posteriormente se lo lleva a una probeta de 100 ml para aforarlo nuevamente con agua destilada con la finalidad de utilizar un hidrómetro para la determinación del grado alcohólico, esto a una temperatura 40°C.

Considerando la Normativa INEN en el análisis de los resultados obtenidos en la experimentación, las unidades se dan en masa o volumen, con un valor que contiene dos cifras significativas.

2.5.1 Determinación del grado alcohólico

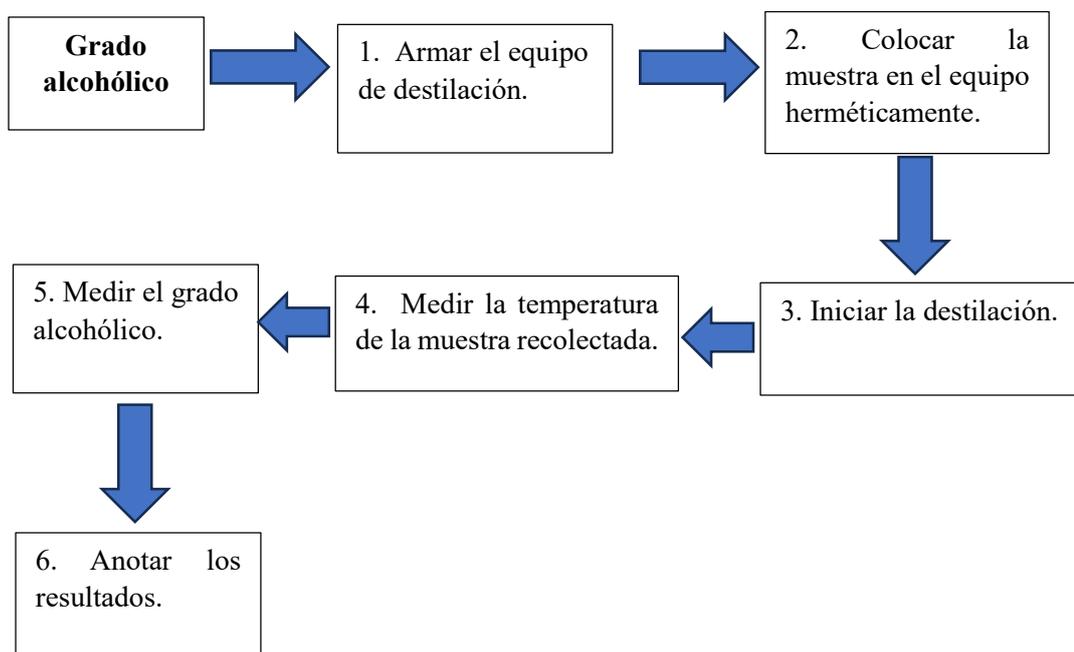


Figura 2.2. Esquema general para la determinación del grado alcohólico.

Realizado por: Siguenza, D.; Vargas, V., 2023.

2.6 Determinación de pH

Para realizar la determinación de pH, el procedimiento comienza con colocar una cantidad determinada de muestra de vino sobre un vaso de precipitación, luego se recomienda efectuar una verificación al pHmetro de marca HMD modelo pH700 con el fin de saber si se encuentra calibrado, caso contrario se lo calibra con la utilización de estándares estadounidenses de 4, 7 y 14. Tras esto, se limpia adecuadamente el electrodo usando agua destilada, y posteriormente este se introduce en el vaso que contiene la muestra de vino hasta que la medición posea un valor estable, el cual se anota.

2.6.1 Determinación de pH.

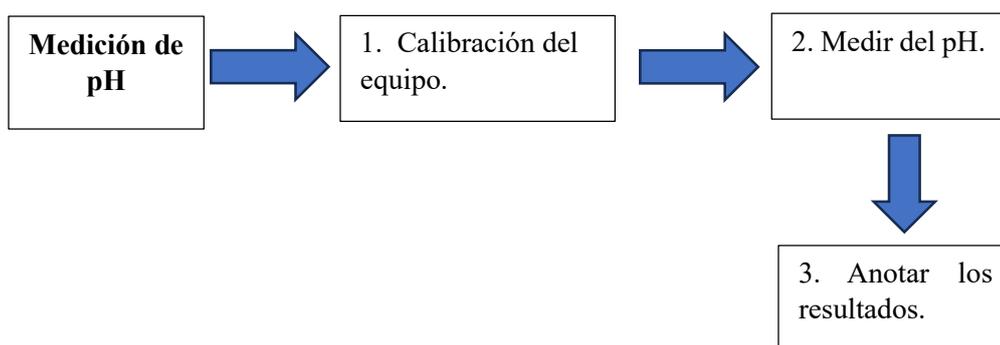
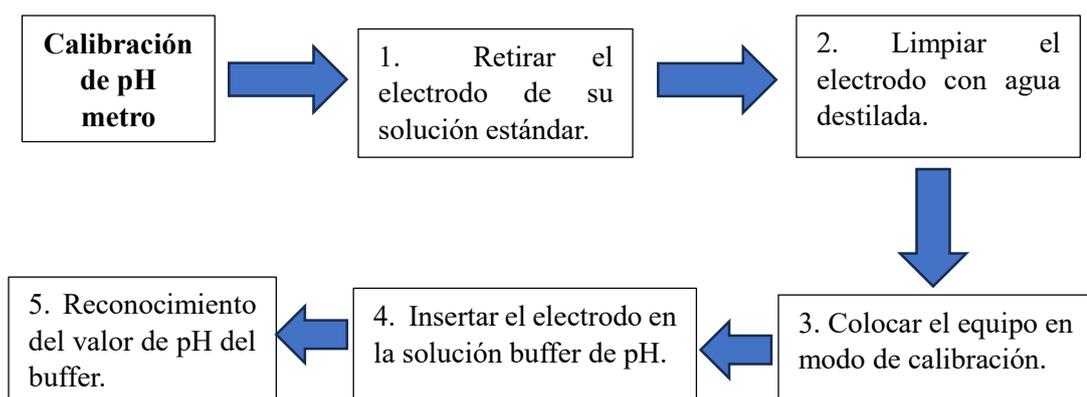


Figura 3.2. Esquema general para la determinación de pH.

Realizado por: Siguenza, D.; Vargas, V., 2023.

2.6.2 Calibración del equipo de medición de pH.





6. Efectuar el mismo procedimiento con los buffers de 7 y 14.

Figura 4.2. Esquema general para la calibración del potenciómetro.

Realizado por: Siguenza, D.; Vargas, V., 2023.

2.7 Acidez total

Para la determinación de la acidez total de las muestras de vino, se efectuará una titulación potenciométrica utilizando una solución de hidróxido de sodio con una concentración de 0,1 N hasta conseguir un pH de 7 en la muestra. Los equipos e instrumentos que se utilizarán en la experimentación constan de un medidor de pH, vasos de precipitación de 100 ml, un agitador magnético marca Fisher Scientific, una bureta de 25 ml, además una pipeta volumétrica de 25ml. Se usa un volumen de 250 ml de agua destilada, el cual se encuentra neutralizada y titulada anteriormente dentro de un vaso de precipitación de 500 ml, seguido a esto se añade 25 ml de la muestra de vino en conjunto con el agitador magnético. Para la titulación, se comienza con el ajuste del pHmetro con la bureta al vaso para realizar la medición del pH acorde al volumen de NaOH 0,1 N que cae hasta lograr obtener un pH neutro, finalizando el procedimiento. Se realizan las anotaciones respectivas del volumen usado de hidróxido de sodio y se efectúa nuevamente la titulación por duplicado.

Este parámetro se calcula aplicando la siguiente ecuación:

$$\text{Acidez total} = 2,4 \times \frac{V_1}{G}$$

Donde:

V_1 =volumen de solución 0,1 N de hidróxido de sodio usado en la titulación

G = grado alcohólico de la muestra.

2.7.1 Determinación de acidez total

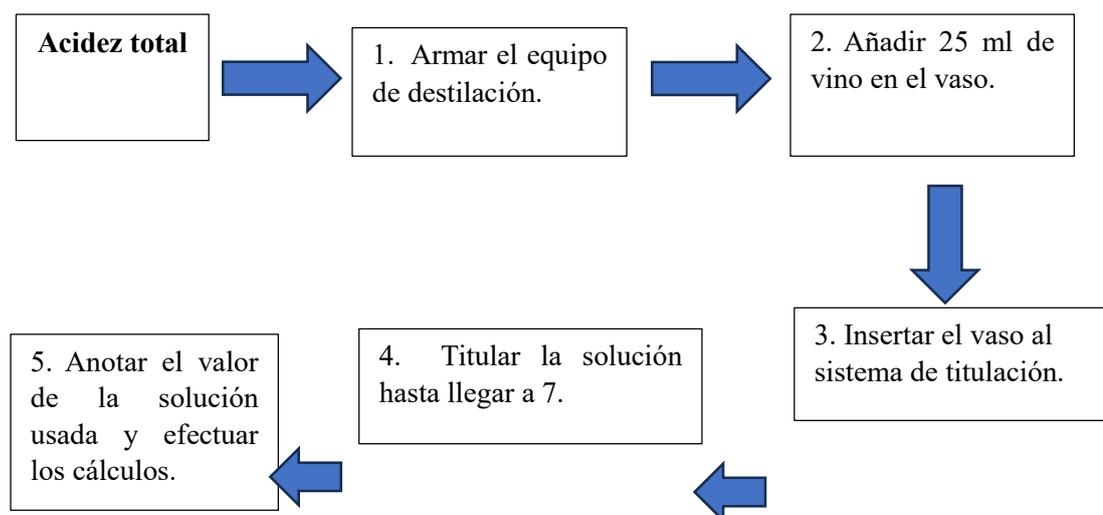


Figura 5.2. Esquema general para la determinación de la acidez total.

Realizado por: Siguenza, D.; Vargas, V., 2023.

2.8 Acidez volátil

La determinación de la acidez volátil en el vino es un procedimiento de gran relevancia en la enología, debido a que posee un impacto significativo en la calidad y el sabor del producto final. La acidez volátil se trata de la presencia de ácidos que poseen la tendencia a evaporarse en forma de compuestos volátiles, y si dicha acidez tiene un valor muy alto, tiende a brindar aromas y sabores no deseados en el vino producido. El procedimiento para efectuar la determinación de la acidez volátil involucra varios pasos necesarios. Para empezar, se toma una muestra del vino que se someterá a análisis y esta debe ser representativa. Es de suma relevancia de que dicha muestra se encuentre adecuadamente mezclada, esto se lo realiza debido a que la acidez volátil tiende a variar en diferentes fracciones del vino analizado. Posteriormente se procede a realizar la destilación con el fin de separar los ácidos volátiles de la muestra de vino analizado. Finalmente, a la muestra se le aplica calor en un matraz de destilación, generando vapores los cuales atraviesan un condensador, enfriándose y condensándose a estado líquido. Dicho paso es relevante ya que se consigue aislar a los ácidos volátiles que se encuentran en la muestra analizada.

Posterior a la destilación, se efectúa una titulación ácido-base con el fin de determinar la cantidad de acidez volátil que se encuentra en la muestra. Se agrega una solución valorada de hidróxido de

sodio de una concentración conocida a lo que se condensó anteriormente. El NaOH reacciona con los ácidos volátiles involucrados. Para detectar el punto final de la titulación, se usa un indicador de pH, como la fenolftaleína, que cambia de color cuando se alcanza la neutralización de los ácidos. Para finalizar, se anota el valor del volumen de solución de NaOH utilizado en la titulación. Al obtener los resultados de este proceso, es factible efectuar cálculos de determinación del valor de la acidez volátil en unidades de gramos por litro (g/l) de muestra. El modo más eficaz para determinar dicho parámetro de una respectiva muestra de vino, se aplica una sencilla fórmula, que consiste en restar la acidez fija a la acidez total.

$$\text{Acidez volátil} = \text{acidez total} - \text{acidez fija}$$

2.8.1 Determinación de la acidez volátil

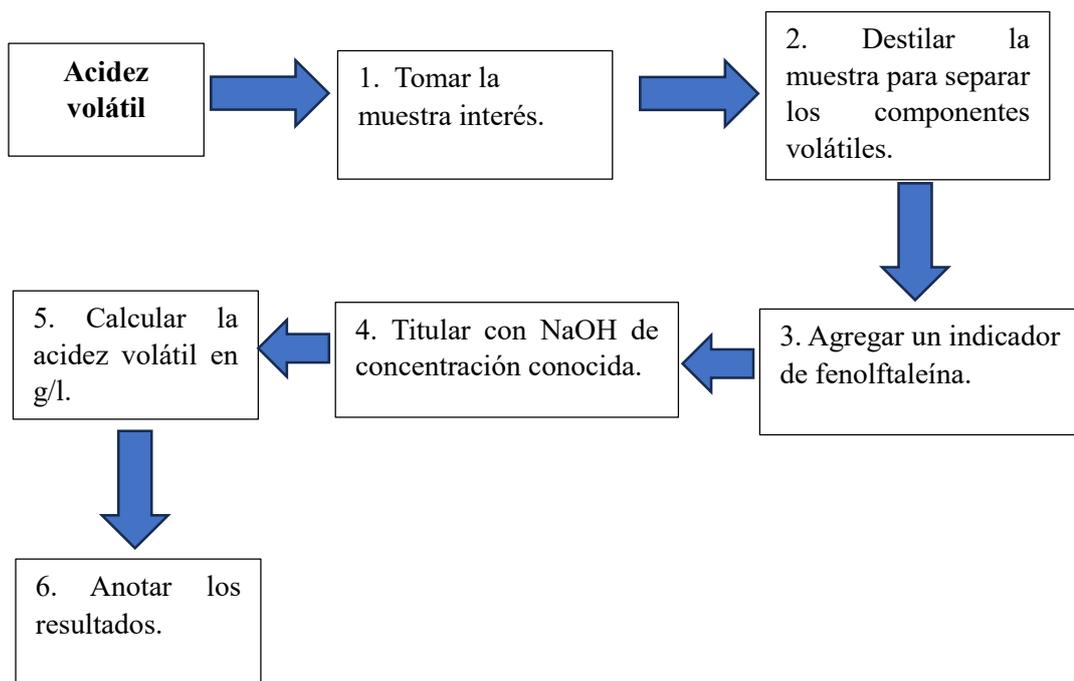


Figura 6.2. Esquema general para la determinación de la acidez volátil.

Realizado por: Siguenza, D.; Vargas, V., 2023.

2.9 Acidez fija

La masa volúmica del vino se mide mediante un picnómetro de vidrio. Se trata de un matraz de volumen conocido con un tapón esmerilado, hueco y provisto de un capilar. Al tapar el matraz, el exceso de líquido sube por el capilar. Siendo el volumen del matraz y del capilar conocidos, para determinar la masa volúmica se pesa el picnómetro en una balanza de precisión antes y después de llenarlo.

2.9.1 Determinación de la acidez fija

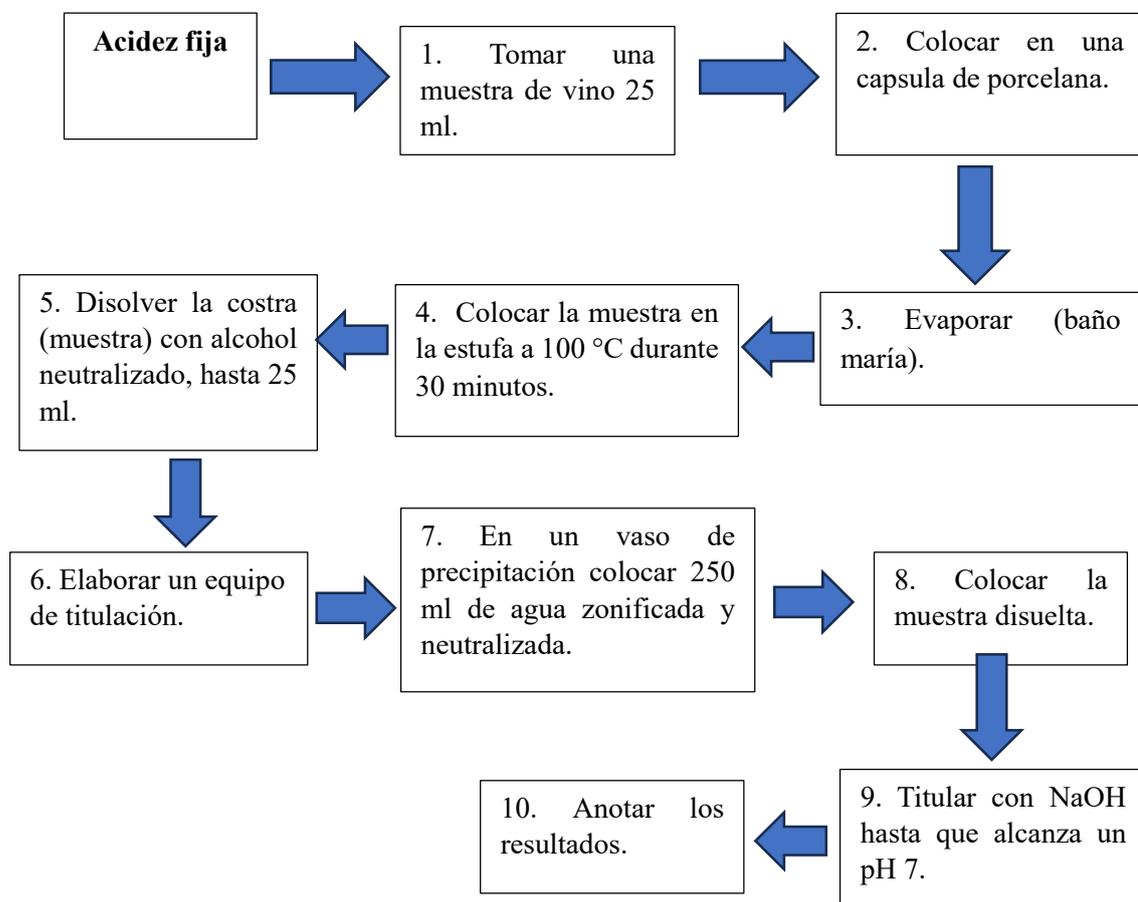


Figura 7.2. Esquema general para la determinación de la acidez fija.

Realizado por: Siguenza, D.; Vargas, V., 2023.

2.10 Grados Brix

La determinación de los grados Brix es un parámetro de suma relevancia en la enología, donde la dulzura y el potencial alcohólico se miden con cuidado. En este análisis del vino, se inicia tomando una muestra representativa del vino de interés. El equipo utilizado es el refractómetro, una lente de precisión que revela la información de los grados Brix. Antes de comenzar, se calibra este instrumento para asegurar mediciones exactas. Se debe garantizar que el prisma se encuentre limpio con el fin de evitar errores en la medición. Una gota de la muestra de vino se coloca en el prisma del refractómetro de manera uniforme con el uso de un cuentagotas, evitando la formación de burbujas. Luego de todo ello, la tapa del refractómetro se posiciona y se observa la medida de este parámetro que indica el porcentaje de azúcar, el cual se anota.

2.10.1 Determinación de los grados Brix

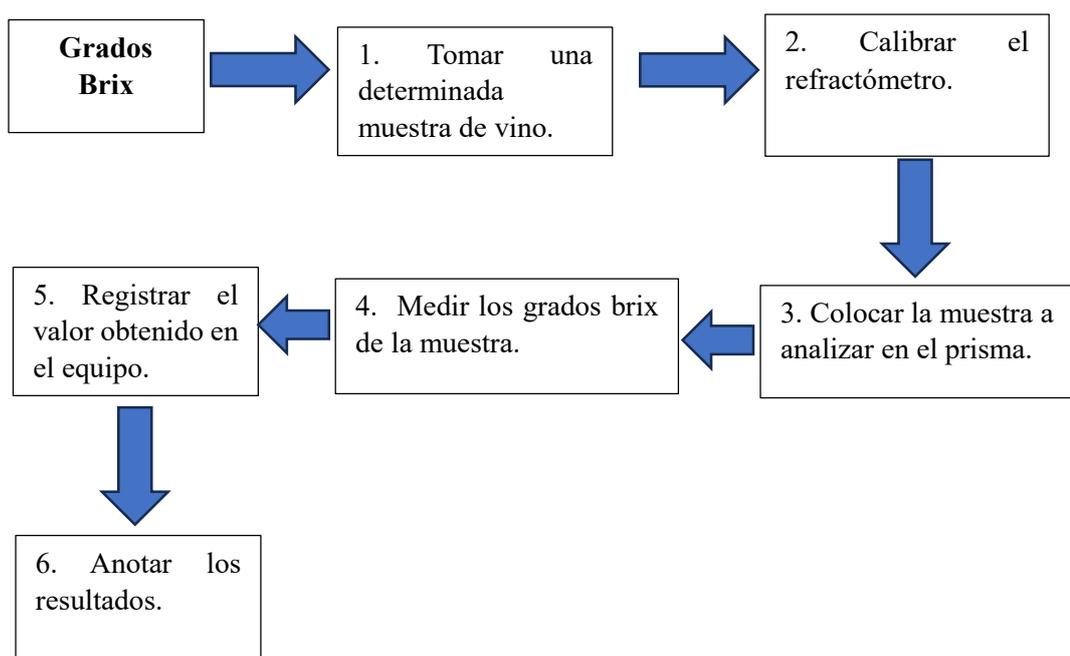


Figura 8.2. Esquema general para la determinación de los grados Brix.

Realizado por: Siguenza, D.; Vargas, V., 2023.

2.11 Densidad

La masa volúmica del vino se mide mediante un picnómetro de vidrio. Se trata de un matraz de volumen conocido con un tapón esmerilado, hueco y provisto de un capilar. Al tapar el matraz, el exceso de líquido sube por el capilar. Siendo el volumen del matraz y del capilar conocidos, para determinar la masa volúmica se pesa el picnómetro en una balanza de precisión antes y después de llenarlo.

2.11.1 Determinación de densidad

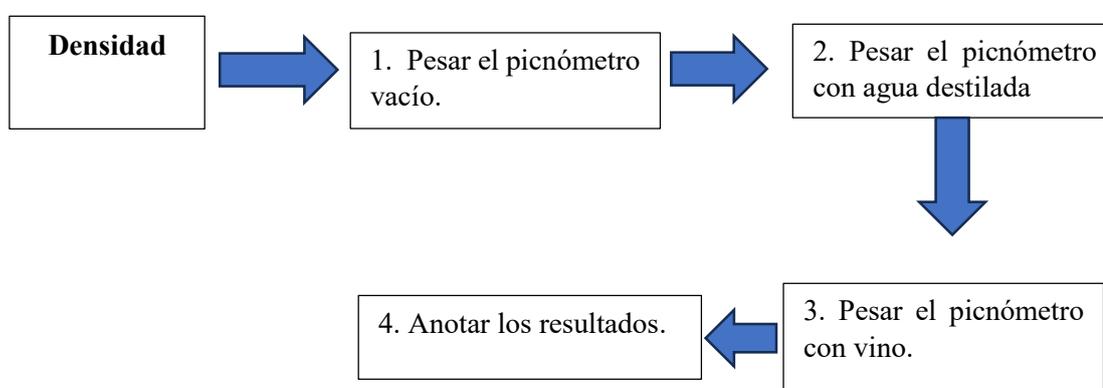


Figura 9.2. Esquema general para la determinación de la densidad.

Realizado por: Siguenza, D.; Vargas, V., 2023.

2.12 Azúcares totales

La determinación de los azúcares totales presentes se realiza mediante la preparación de estándares de sacarosa a diferentes concentraciones, lo que permite crear una curva de calibración. Esta curva se utiliza para ajustar y analizar las muestras en cuestión. El procedimiento comienza con la dilución de 1 ml de la muestra de vino en 100 ml de solución. A continuación, se toma 1 ml de esta dilución y se coloca en un tubo de ensayo. Luego, se añade 0,01 ul de fenol como indicador y se procede a incorporar lentamente 3 ml de ácido sulfúrico concentrado. Es importante señalar que la adición de ácido sulfúrico genera una reacción exotérmica, por lo que se debe llevar a cabo este proceso en una campana de extracción para garantizar la seguridad. Después de dejar reposar la mezcla durante media hora, se procede a medir la absorbancia en un espectrofotómetro

a una longitud de onda de 540 nm. Este método permite determinar los azúcares totales presentes en la muestra y es una técnica fundamental en el análisis de vinos.

2.12.1 Determinación de azúcares totales

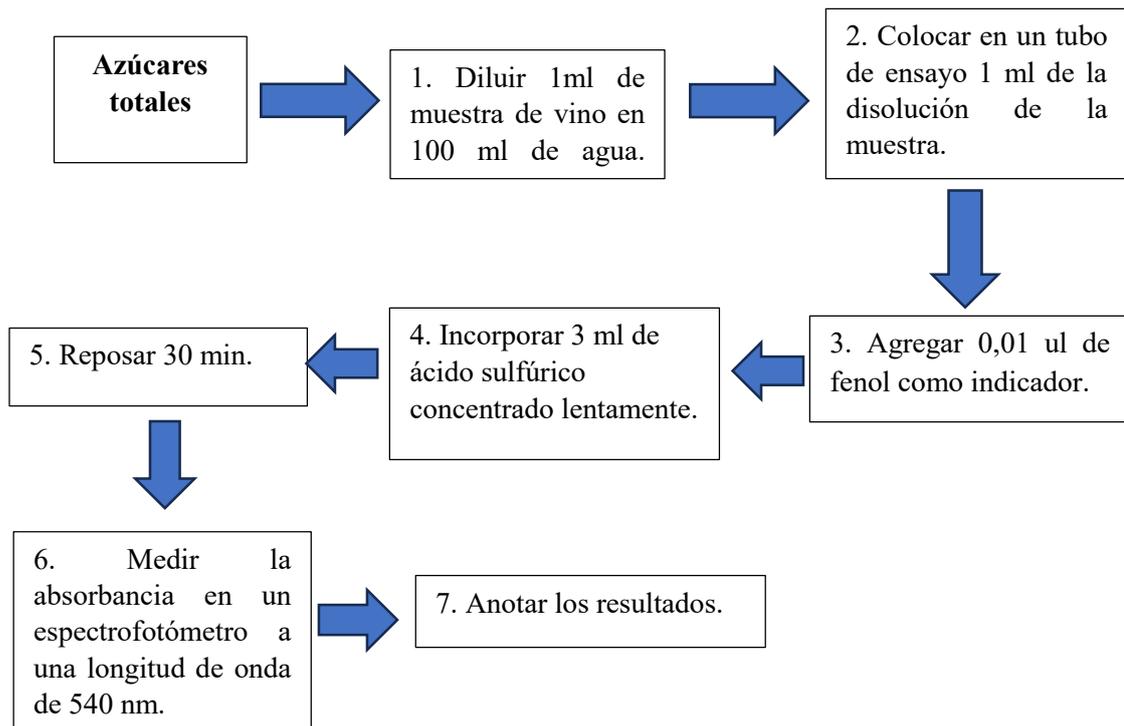


Figura 10.2. Esquema general para la determinación de la acidez fija.

Realizado por: Siguenza, D.; Vargas, V., 2023.

CAPÍTULO III

3. RESULTADOS, ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN

3.1 Obtención de muestras

Tabla 3-1: Recolección de 16 muestras de vinos nacionales y chilenos

Marca	Cepa	Estado		Lugar
		Nacional	Importada	
Del morro cabernet sauvignon	Cabernet sauvignon	X		Supermercado
Del morro merlot	Merlot	X		Supermercado
Región conde de la cruz	Merlot	X		Supermercado
Bruma	Cabernet sauvignon-Malbec	X		Supermercado
Armonía	Malbec	X		Supermercado
Alto Palermo	Cabernet sauvignon	X		Supermercado
Insignia	Cabernet sauvignon	X		Supermercado
El fraile	Compuesto	X		Centro de diversión nocturna
Gato negro	Cabernet sauvignon		X	Centro de diversión nocturna
Loma negra/Carmenere	Cabernet sauvignon-Carmenere		X	Supermercado
Terra vega/Syrah	Syrah		X	Supermercado
Reservado/Merlot	Merlot		X	Supermercado
Terra vega/Malbec	Malbec		X	Supermercado
Carta vieja/Cabernet sauvignon	Cabernet sauvignon		X	Supermercado
Exportation/Cabernet Sauvignon	Cabernet Sauvignon		X	Supermercado

Reservado/Cabernet Sauvignon	Cabernet Sauvignon		X	Supermercado
------------------------------	--------------------	--	---	--------------

Realizado por: Siguenza, D.; Vargas, V., 2023.

3.2 Análisis de Resultados

3.2.1 Vinos nacionales

3.2.1.1 Determinación de grado alcohólico de vinos nacionales

Tabla 3-2: Datos obtenidos en el análisis para el grado alcohólico

Grado alcohólico						
Nº	Vino tinto ecuatoriano	Réplica 1	Réplica 2	Temperatura 1 (°C)	Temperatura 2 (°C)	Promedio (°C)
1	Del morro cabernet sauvignon	13	13	21	21	13
2	Del morro merlot	14	14	21	21	14
3	Región conde de la cruz	15	12,5	21	21	13,75
4	Bruma	13	14	21	21	13,5
5	Armonia	15	14	21	21	14,5
6	Alto Palermo	13	12,5	21	21	12,75
7	Insignia	14	13	21	21	13,5
8	El fraile	11	8	21	21	9,5

Realizado por: Siguenza, D.; Vargas, V., 2023.

Tabla 3-3: Resultados de la variable grado alcohólico de vino nacional

Vino tinto nacionales	Media Aritmética (%v/v)	Valor máximo de referencia INEN 360 (%v/v)	Valor mínimo de referencia INEN 360 (%v/v)
Del morro cabernet sauvignon	13	18,0	5,0
Del morro merlot	14	18,0	5,0
Región conde de la cruz	13,75	18,0	5,0

Bruma	13,5	18,0	5,0
Armonía	14,5	18,0	5,0
Alto Palermo	12,75	18,0	5,0
Insignia	13,5	18,0	5,0
El fraile	9,5	18,0	5,0

Realizado por: Siguenza, D.; Vargas, V., 2023

Análisis de resultado

La tabla 3-3 muestra los resultados de la medición del grado alcohólico de las 8 muestras de vino tinto nacional, donde se refleja que todas las marcas se encuentran dentro del rango permisible de la normativa INEN, siendo así las marcas Del Morro Merlot y Armonía con mayor grado alcohólico, mientras que la marca El Fraile con el menor grado alcohólico en comparación con los demás vinos tintos.

3.2.1.2 Acidez total de vinos nacionales

Tabla 3-4: Datos obtenidos en el análisis para la acidez total

Acidez total aplicada la fórmula						
Vino tinto ecuatoriano	Promedio MA GL	Volumen gastado de NaOH 1	Volumen gastado de NaOH 2	Acidez total 1	Acidez total 2	Promedio M.A.A.T.
Del morro cabernet sauvignon	13	21,5	20,9	3,9692 30769	3,8584 61538	3,913846 154
Del morro merlot	14	18,4	19,4	3,1542 85714	3,3257 14286	3,24
Región conde de la cruz	13,75	17	16,9	2,9672 72727	2,9498 18182	2,958545 455
Bruma	13,5	19,2	17,6	3,4133 33333	3,1288 88889	3,271111 111
Armonia	14,5	18,9	18,9	3,122875 862	3,1282 75862	3,128275 862
Alto Palermo	12,75	17,8	17,9	3,350588 235	3,3694 11765	3,36

Insignia	13,5	22,2	21,8	3,946666 667	3,8755 55556	3,911111 111
El fraile	9,5	13,2	13,4	3,334736 842	3,3852 63158	3,36

Realizado por: Siguenza, D.; Vargas, V., 2023.

Determinación de acidez total vinos nacionales

Según la normativa INEN se reporta los resultados para la acidez total utilizando la siguiente ecuación:

$$Acidez\ total = 2,4 \frac{V_1}{G}$$

Donde:

AT= Acidez total, expresada como ácido acético, en gramos por 100 cm^3 de alcohol anhidro.

V_1 = Volumen de solución 0,1 N de hidróxido de sodio usado en la titulación, en centímetros cúbicos.

G= Grado alcohólico de la muestra.

- a) Marca Del morro cabernet sauvignon

Replica 1

$$AT = 2,4 \frac{21,5}{13} = 3,9692$$

Replica 2

$$AT = 2,4 \frac{20,9}{13} = 3,8584$$

- b) Marca Del morro merlot

Replica 1

$$AT = 2,4 \frac{18,4}{14} = 3,1542$$

Replica 2

$$AT = 2,4 \frac{19,4}{14} = 3,3257$$

- c) Marca Región conde de la cruz

Replica 1

$$AT = 2,4 \frac{17}{13,75} = 2,9672$$

Replica 2

$$AT = 2,4 \frac{16,9}{13,75} = 2,9498$$

d) Marca Bruma

Replica 1

$$AT = 2,4 \frac{19,2}{13,5} = 3,4133$$

Replica 2

$$AT = 2,4 \frac{17,6}{13,5} = 3,1288$$

e) Marca Armonía

Replica 1

$$AT = 2,4 \frac{18,9}{14,5} = 3,1228$$

Replica 2

$$AT = 2,4 \frac{18,9}{14,5} = 3,1228$$

f) Marca Alto Palermo

Replica 1

$$AT = 2,4 \frac{17,8}{12,75} = 3,3505$$

Replica 2

$$AT = 2,4 \frac{17,9}{12,75} = 3,3694$$

g) Marca Insignia

Replica 1

$$AT = 2,4 \frac{22,2}{13,5} = 3,9466$$

Replica 2

$$AT = 2,4 \frac{21,8}{13,5} = 3,8755$$

h) Marca El fraile

Replica 1

$$AT = 2,4 \frac{13,2}{9,5} = 3,3347$$

Replica 2

$$AT = 2,4 \frac{13,4}{9,5} = 3,3852$$

3.2.1.3 Acidez fija de vinos nacionales

Tabla 3-5: Datos obtenidos en el análisis para la acidez fija

Acidez fija		Réplica 1			Réplica 2		
Nº	Vino tinto ecuatoriano	pH inicial	Volumen gastado de NaOH (ml)	pH final	pH inicial	Volumen gastado de NaOH (ml)	pH final
1	Del morro cabernet sauvignon	3,97	11,5	7	3,96	11,4	7
2	Del morro merlot	4,06	9,7	7	4,04	9,5	7,01
3	Región conde de la cruz	4,02	9,7	7,01	4,07	12,1	7,01
4	Bruma	4,18	8,2	7,01	4,2	8,4	7
5	Armonia	4,15	11,6	7	4,12	12,1	7
6	Alto Palermo	4,16	9,5	7,01	4,18	9,7	7,01
7	Insignia	3,68	10	7,01	3,65	9,9	7,02
8	El fraile	3,66	7,4	7	3,68	7,5	7,01

Realizado por: Siguenza, D.; Vargas, V., 2023.

Tabla 3-6: Datos obtenidos en el cálculo de la acidez fija

Acidez fija aplicada la fórmula						
Vino tinto ecuatoriano	Promedio MA GL	Volumen gastado de NaOH 1	Volumen gastado de NaOH 2	Acidez fija 1	Acidez fija 1	Promedio M.A.A.F.
Del morro cabernet sauvignon	13	11,5	11,4	2,1230 76923	2,1046 15385	2,113846 154
Del morro merlot	14	9,7	9,5	1,6628 57143	1,6285 71429	1,645714 286
Región conde de la Cruz	13,75	9,7	12,1	1,6930 90909	2,112	1,902545 455

Bruma	13,5	8,2	8,4	1,4577 77778	1,4933 33333	1,475555 556
Armonia	14,5	11,6	12,1	1,92	2,0027 58621	1,961379 31
Alto Palermo	12,75	9,5	9,7	1,7882 35294	1,8258 82353	1,807058 824
Insignia	13,5	10	9,9	1,7777 77778	1,76	1,768888 889

Realizado por: Siguenza, D.; Vargas, V., 2023.

Determinación de acidez fija de vinos nacionales

Según la normativa INEN se reporta los resultados para la acidez fija utilizando la siguiente ecuación:

$$Acidez\ fija = 2,4 \frac{V_2}{G}$$

Donde:

AF= Acidez fija, expresada como ácido acético, en gramos por 100 cm^3 de alcohol anhidro.

V_1 = Volumen de solución 0,1 N de hidróxido de sodio usado en la titulación, en centímetros cúbicos.

G= Grado alcohólico de la muestra.

a) Marca Del morro cabernet sauvignon

Replica 1

$$AF = 2,4 \frac{11,5}{13} = 2,1230$$

Replica 2

$$AF = 2,4 \frac{11,4}{13} = 2,1046$$

b) Marca Del morro merlot

Replica 1

$$AF = 2,4 \frac{9,7}{14} = 1,6628$$

Replica 2

$$AF = 2,4 \frac{9,5}{14} = 1,6285$$

c) Marca Región conde de la cruz

Replica 1

$$AF = 2,4 \frac{9,7}{13,75} = 1,6930$$

Replica 2

$$AF = 2,4 \frac{12,1}{13,75} = 2,112$$

d) Marca Bruma

Replica 1

$$AF = 2,4 \frac{8,2}{13,5} = 1,4577$$

Replica 2

$$AF = 2,4 \frac{8,4}{13,5} = 1,4933$$

e) Marca Armonía

Replica 1

$$AF = 2,4 \frac{11,6}{14,5} = 1,92$$

Replica 2

$$AF = 2,4 \frac{12,1}{14,5} = 2,0027$$

f) Marca Alto Palermo

Replica 1

$$AF = 2,4 \frac{9,5}{12,75} = 1,7882$$

Replica 2

$$AF = 2,4 \frac{9,7}{12,75} = 1,8258$$

g) Marca Insignia

Replica 1

$$AF = 2,4 \frac{10}{13,5} = 1,7777$$

Replica 2

$$AF = 2,4 \frac{9,9}{13,5} = 1,76$$

h) Marca El fraile

Replica 1

$$AF = 2,4 \frac{7,4}{9,5} = 1,8694$$

Replica 2

$$AF = 2,4 \frac{7,5}{9,5} = 1,8947$$

3.2.1.4 Densidad de vinos nacionales

Tabla 3-7: Datos medidos de densidad

Densidad						
Nº	Vino tinto ecuatoriano	Masa del picnómetro vacío	Masa del picnómetro con agua	Masa del picnómetro con vino	Densidad aplicada la fórmula	Promedio
1	Del morro cabernet sauvignon	15,64	25,872	28,854	$\rho = \frac{\text{picnómetro con vino} - \text{picnómetro vacío}}{\text{picnómetro con agua} - \text{picnómetro vacío}}$	0,998
2	Del morro merlot	15,639	25,842	25,48		0,964
3	Región conde de la Cruz	15,075	25,846	25,816		0,997
4	Bruma	15,075	24,881	24,838		0,995
5	Armonia	15,067	24,879	24,841		0,996
6	Alto Palermo	15,067	24,878	24,871		0,999
7	Insignia	15,067	24,874	25,862		1,1
8	El fraile	15,948	25,508	25,986		1,049

Realizado por: Siguenza, D.; Vargas, V., 2023.

Fórmula de densidad

$$\rho = \frac{\text{picnómetro con vino} - \text{picnómetro vacío}}{\text{picnómetro con agua} - \text{picnómetro vacío}}$$

Determinación de densidad de vinos nacionales

a) Densidad específica de la marca Del morro cabernet sauvignon:

$$\rho = \frac{25,8543 - 15,6400}{25,8723 - 15,6400} = \frac{10,2143}{10,2323} = 0,9982$$

b) Densidad específica de la marca Del morro merlot

$$\rho = \frac{25,4804 - 15,6395}{25,8429 - 15,6395} = \frac{9,8409}{10,2034} = 0,9644$$

c) Densidad específica de la marca Región conde de la cruz

$$\rho = \frac{25,8167 - 15,6404}{25,8461 - 15,6404} = \frac{10,1763}{10,2057} = 0,9971$$

d) Densidad específica de la marca Bruma

$$\rho = \frac{24,8380 - 15,0756}{24,8817 - 15,0756} = \frac{9,7624}{9,8061} = 0,9955$$

e) Densidad específica de la marca Armonía

$$\rho = \frac{24,8418 - 15,0679}{24,8796 - 15,0679} = \frac{9,7739}{9,8117} = 0,9962$$

f) Densidad específica de la marca Alto Palermo

$$\rho = \frac{24,8710 - 15,0679}{24,8788 - 15,0679} = \frac{9,8031}{9,8109} = 0,9992$$

g) Densidad específica de la marca Insignia

$$\rho = \frac{25,8628 - 15,0679}{24,8788 - 15,0679} = \frac{10,7949}{9,8109} = 1,1002$$

h) Densidad específica de la marca El fraile

$$\rho = \frac{25,9863 - 15,9482}{25,5083 - 15,9482} = \frac{10,0381}{9,5601} = 1,0499$$

3.2.1.5 Acidez volátil de vinos nacionales

Tabla 3-8: Datos obtenidos en el análisis para la acidez volátil

Acidez volátil			
Vino tinto ecuadoriano	Promedio M.A.A.T.	Promedio M.A.A.F.	Fórmula: AT - AF
Del morro cabernet sauvignon	3,913846154	2,113846154	1,8
Del morro merlot	3,24	1,645714286	1,594285714
Región conde de la Cruz	2,958545455	1,902545455	1,056
Bruma	3,271111111	1,475555556	1,795555556

Armonia	3,128275862	1,96137931	1,166896552
Alto Palermo	3,36	1,807058824	1,552941176
Insignia	3,911111111	1,768888889	2,142222222
El fraile	3,36	1,882105263	1,477894737

Realizado por: Siguenza, D.; Vargas, V., 2023.

Determinación de acidez volátil vinos nacionales

$$AV = AT - AF$$

Donde:

AV= Acidez volátil

AT= Acidez total

AF= Acidez fija

- a) Marca Del morro cabernet sauvignon

$$AV = \frac{3,9138}{2,1138} = 1,8$$

- b) Marca Del morro merlot

$$AV = \frac{3,24}{1,6457} = 1,5942$$

- c) Marca Región conde de la cruz

$$AV = \frac{2,9585}{1,9025} = 1,056$$

- d) Marca Bruma

$$AV = \frac{3,2711}{1,4755} = 1,7955$$

- e) Marca Armonía

$$AV = \frac{3,1282}{1,9613} = 1,1668$$

- f) Marca Alto Palermo

$$AV = \frac{3,36}{1,8070} = 1,5529$$

- g) Marca Insignia

$$AV = \frac{3,9111}{1,7688} = 2,1422$$

- h) Marca El fraile

$$AV = \frac{3,36}{1,8821} = 1,4778$$

3.2.1.6 Grados Brix de vinos nacionales

Tabla 3-9: Datos obtenidos en el análisis para los grados Brix

Grados Brix		
Nº	Vino tinto ecuatoriano	
1	Del morro cabernet sauvignon	8,23
2	Del morro merlot	7,82
3	Región conde de la Cruz	7,56
4	Bruma	7,68
5	Armonia	8,2
6	Alto Palermo	7,98
7	Insignia	7,74
8	El fraile	10

Realizado por: Siguenza, D.; Vargas, V., 2023.

3.2.1.7 Azúcares totales de vinos nacionales

Tabla 3-10: Datos obtenidos en el análisis para los azúcares totales

Azúcares totales				
Nº	Vino tinto ecuatoriano	Réplica 1	Réplica 2	Promedio
1	Del morro ecuatoriano	0,606	0,602	0,604
2	Del morro cabernet sauvignon	0,622	0,623	0,6225
3	Región conde de la Cruz	0,472	0,474	0,473
4	Bruma	0,405	0,409	0,407
5	Armonia	0,555	0,556	0,5555
6	Alto Palermo	0,478	0,473	0,4755
7	Insignia	0,531	0,531	0,531
8	El fraile	1,475	1,474	1,4745

Realizado por: Siguenza, D.; Vargas, V., 2023.

3.2.1.8 Temperatura de vinos nacionales

Tabla 3-11: Datos obtenidos en el análisis para temperatura.

Temperatura				
Nº	Vino tinto ecuatoriano	Réplica 1	Réplica 2	Promedio
1	Del morro ecuatoriano	21	22	21,2

2	Del morro cabernet sauvignon	21	21	21
3	Región conde de la Cruz	22	21	21,5
4	Bruma	21	22	21,5
5	Armonia	21	22	21,5
6	Alto Palermo	21	21	21
7	Insignia	22	21	21,5
8	El fraile	21	22	21,5

Realizado por: Siguenza, D.; Vargas, V., 2023.

3.2.1.9 pH de vinos nacionales

Tabla 3-12: Datos obtenidos en el análisis para el pH

pH				
Nº	Vino tinto ecuatoriano	Réplica 1	Réplica 1	Promedio
1	Del morro ecuatoriano	3,47	3,46	3,465
2	Del morro cabernet sauvignon	3,41	3,42	3,415
3	Región conde de la Cruz	3,48	3,49	3,485
4	Bruma	3,61	3,71	3,605
5	Armonia	3,7	3,35	3,705
6	Alto Palermo	3,36	3,35	3,335
7	Insignia	3,36	3,35	3,355
8	El fraile	2,6	3,61	3,605

Realizado por: Siguenza, D.; Vargas, V., 2023.

3.2.2 Vinos chilenos

3.2.2.1 Determinación de grado alcohólico de vinos chilenos

Tabla 3-13: Datos obtenidos en el análisis para el grado alcohólico

Grado alcohólico						
Nº	Vino tinto chileno	Réplica 1	Réplica 2	Temperatura 1 (°C)	Temperatura 2 (°C)	Promedio GL (°C)
1	Gato negro	14	13,1	21		13,55

2	Loma negra/Carmenere	16	13	22	22	14,5
3	Terra Vega/SYRAH	16	13	21	22	14,5
4	Reservado/Merlot	14	12,5	22	21	13,25
5	Terra Vega/Malbec	16	13,5	21	22	14,75
6	Carta vieja/Cabern et Sauvignon	16	13	22	22	14,5
7	Exportation/Cabernet Sauvignon Carmenere	15	12	22	22	13,5
8	Reservado/Cabernet Sauvignon	14	12	22	21	13

Realizado por: Siguenza, D.; Vargas, V., 2023

Tabla 3-14: Resultados de la variable grado alcohólico de vino chileno

Vino tinto chilenos	Media Aritmética (%v/v)	Valor máximo de referencia INEN 360 (%v/v)	Valor mínimo de referencia INEN 360 (%v/v)
Gato negro	13,55	18,0	5,0
Loma negra/Carmenere	14,5	18,0	5,0
Terra vega/Syrah	14,5	18,0	5,0
Reservado/Merlot	13,25	18,0	5,0
Terra vega/Malbec	14,75	18,0	5,0
Carta vieja/Cabernet sauvignon	14,5	18,0	5,0
Exportation/Cabernet Sauvignon	13,5	18,0	5,0
Reservado/Cabernet Sauvignon	13	18,0	5,0

Realizado por: Siguenza, D.; Vargas, V., 2023

Análisis de resultado

La tabla 3-14 muestra los resultados de la medición del grado alcohólico de las 8 muestras de vino tinto chileno, donde se refleja que todas las marcas se encuentran dentro del rango permisible de

la normativa INEN, siendo así las marcas Loma Negra, Terra Vega/Merlot, Tera Vega/Malbec y Carta Vieja con mayor grado alcohólico, mientras que la marca Reservado/Cabernet Sauvignon con el menor grado alcohólico en comparación con los demás vinos tintos.

3.2.2.2 Acidez total de vinos chilenos

Tabla 3-15: Datos obtenidos en el análisis para la acidez total

Acidez total		Réplica 1			Réplica 2		
Nº	Vino tinto chileno	pH inicial	Volumen gastado de NaOH (ml)	pH final	pH inicial 2	Volumen gastado de NaOH (ml)	pH final 2
1	Gato negro	3,53	16,6	7	3,54	16,1	7,01
2	Loma negra/Carmenere	3,49	15,7	7	3,5	15,6	7,03
3	Terra Vega/SYRAH	3,51	16,4	7	3,5	15,9	7,02
4	Reservado/Merlot	3,43	15,1	7	3,44	15,1	7
5	Terra Vega/Malbec	3,48	17	7,04	3,47	17,3	7
6	Carta vieja/Cabernet Sauvignon	3,32	15,6	7,01	3,32	15,4	7
7	Exportation/Cabernet Sauvignon Carmenere	3,42	15,4	7	3,4	15,1	7,01
8	Reservado/Cabernet Sauvignon	3,51	17	7,04	3,53	16,3	7,03

Realizado por: Siguenza, D.; Vargas, V., 2023.

Tabla 3-16: Datos obtenidos en el análisis para la acidez total

Acidez total aplicada la fórmula						
Vino tinto chileno	Promedio MA GL	Volumen gastado de NaOH 1	Volumen gastado de NaOH 2	Acidez total 1	Acidez total 2	Promedio M.A.A.T.
Gato negro	13,55	16,6	16,1	2,9402	2,8516	2,8959
Loma negra/Carmenere	14,5	15,7	15,6	2,5986	2,528	2,5903

Terra Vega/SYRAH	14,5	16,4	15,9	0,2714	2,6317	1,45155
Reservado/Merlot	13,25	15,1	15,1	2,735	2,735	2,735
Terra Vega/Malbec	14,75	17	17,3	2,766	2,8149	2,79045
Carta vieja/Cabern et Sauvignon	14,5	15,6	15,4	2,5820	2,5489	2,5654
Exportation/Cabernet Sauvignon Carmenere	13,5	15,4	15,1	2,7377	2,6844	2,71105
Reservado/Cabernet Sauvignon	13	17	16,3	3,1384	3,0092	3,0768

Realizado por: Siguenza, D.; Vargas, V., 2023.

Cálculo de acidez total

Según la normativa INEN se reporta los resultados para la acidez total utilizando la siguiente ecuación:

$$Acidez\ total = 2,4 \frac{V_1}{G}$$

Donde:

AT= Acidez total, expresada como ácido acético, en gramos por 100 cm^3 de alcohol anhidro.

V_1 = Volumen de solución 0,1 N de hidróxido de sodio usado en la titulación, en centímetros cúbicos.

G= Grado alcohólico de la muestra.

Determinación de acidez total vinos chilenos

a) Marca Gato negro

Replica 1

$$AT = 2,4 \frac{16,6}{13,55} = 2,9402$$

Replica 2

$$AT = 2,4 \frac{16,1}{13,55} = 2,8516$$

b) Marca Loma negra/Carmenere

Replica 1

$$AT = 2,4 \frac{15,7}{14,5} = 2,5986$$

Replica 2

$$AT = 2,4 \frac{15,6}{14,5} = 2,528$$

c) Marca Terra vega/Syrah

Replica 1

$$AT = 2,4 \frac{16,4}{14,5} = 0,2714$$

Replica 2

$$AT = 2,4 \frac{15,9}{14,5} = 2,6317$$

d) Marca Reservado/Merlot

Replica 1

$$AT = 2,4 \frac{15,1}{13,25} = 2,735$$

Replica 2

$$AT = 2,4 \frac{15,1}{13,25} = 2,735$$

e) Marca Terra vega/Malbec

Replica 1

$$AT = 2,4 \frac{17}{14,75} = 2,766$$

Replica 2

$$AT = 2,4 \frac{17,3}{14,75} = 2,8149$$

f) Marca Carta vieja/Cabernet sauvignon

Replica 1

$$AT = 2,4 \frac{15,6}{14,5} = 2,5820$$

Replica 2

$$AT = 2,4 \frac{15,4}{14,5} = 2,5489$$

g) Marca Exportation/Cabernet Sauvignon

Replica 1

$$AT = 2,4 \frac{15,4}{13,5} = 2,7377$$

Replica 2

$$AT = 2,4 \frac{15,1}{13,5} = 2,6844$$

h) Marca Reservado/Cabernet Sauvignon

Replica 1

$$AT = 2,4 \frac{17}{13} = 3,1384$$

Replica 2

$$AT = 2,4 \frac{16,3}{13} = 3,0092$$

3.2.2.3 Acidez fija de vinos chilenos

Tabla 3-17: Datos obtenidos en el análisis para la acidez fija

Acidez fija		Réplica 1			Réplica 2		
Nº	Vino tinto	pH inicial	Volumen gastado de NaOH (ml)	pH final	pH inicial 2	Volumen gastado de NaOH (ml)	pH final 2
1	Gato negro	4,09	9,9	7,01	4,11	10	7,01
2	Loma negra/Carmenere	4,05	9,4	7,01	4,03	9,3	7,02
3	Terra Vega/SYRAH	3,77	9,9	7,01	3,66	9,8	7,01
4	Reservado/Merlot	3,73	11,5	7,02	3,75	11,6	7,01
5	Terra Vega/Malbec	3,67	11,2	7,01	3,65	11	7
6	Carta vieja/Cabernet Sauvignon	3,92	9	7,05	3,9	8,9	7,04
7	Exportation/Cabernet Sauvignon Carmenere	4,49	5,6	7,05	4,51	5,08	7,05
8	Reservado/Cabernet Sauvignon	3,94	9,6	7,01	3,93	9,5	7,01

Realizado por: Siguenza, D.; Vargas, V., 2023.

Tabla 3-18: Datos obtenidos en el análisis para la acidez fija

Acidez fija aplicada la fórmula						
Vino tinto ecuadoriano	Promedio MA GL	Volumen gastado de NaOH 1	Volumen gastado de NaOH 2	Acidez fija 1	Acidez fija 1	Promedio M.A.A.F.
Gato negro	13,55	9,9	10	1,7535	1,7712	1,76235
Loma negra/Carmenere	14,5	9,4	9,3	1,5558	1,5393	1,54755
Terra Vega/SYRAH	14,5	9,9	9,8	1,6386	1,622	1,6303
Reservado/Merlot	13,25	11,5	11,6	2,083	2,10011	2,09205
Terra Vega/Malbec	14,75	11,2	11	1,8223	1,7889	1,80605
Carta vieja/Cabern et Sauvignon	14,5	9	8,9	1,4896	1,4731	1,4813
Exportation/Cabernet Sauvignon Carmenere	13,5	5,6	5,08	0,9955	1,0311	1,0133
Reservado/Cabernet Sauvignon	13	9,6	9,5	1,7723	1,7538	1,76305

Realizado por: Siguenza, D.; Vargas, V., 2023.

Determinación de acidez fija vinos chilenos

Según la normativa INEN se reporta los resultados para la acidez fija utilizando la siguiente ecuación:

$$Acidez\ fija = 2,4 \frac{V_2}{G}$$

Donde:

AF= Acidez fija, expresada como ácido acético, en gramos por 100 cm^3 de alcohol anhidro.

V_1 = Volumen de solución 0,1 N de hidróxido de sodio usado en la titulación, en centímetros cúbicos.

G= Grado alcohólico de la muestra.

- a) Marca Gato negro

Replica 1

$$AF = 2,4 \frac{9,9}{13,55} = 1,75350$$

Replica 2

$$AF = 2,4 \frac{10}{13,55} = 1,7712$$

b) Marca Loma negra/Carmenere

Replica 1

$$AF = 2,4 \frac{9,4}{14,5} = 1,5558$$

Replica 2

$$AF = 2,4 \frac{9,3}{14,5} = 1,5393$$

c) Marca Terra vega/Syrah

Replica 1

$$AF = 2,4 \frac{9,9}{14,5} = 1,6386$$

Replica 2

$$AF = 2,4 \frac{9,8}{14,5} = 1,6222$$

d) Marca Reservado/Merlot

Replica 1

$$AF = 2,4 \frac{11,5}{13,25} = 2,0830$$

Replica 2

$$AF = 2,4 \frac{11,6}{13,25} = 2,10011$$

e) Marca Terra vega/Malbec

Replica 1

$$AF = 2,4 \frac{11,2}{14,75} = 1,8223$$

Replica 2

$$AF = 2,4 \frac{11}{14,75} = 1,7889$$

f) Marca Carta vieja/Cabernet sauvignon

Replica 1

$$AF = 2,4 \frac{9}{14,5} = 1,4896$$

Replica 2

$$AF = 2,4 \frac{8,9}{14,5} = 1,4731$$

g) Marca Exportation/Cabernet Sauvignon

Replica 1

$$AF = 2,4 \frac{5,6}{13,5} = 0,9955$$

Replica 2

$$AF = 2,4 \frac{5,08}{13,5} = 1,0311$$

h) Marca Reservado/Cabernet Sauvignon

Replica 1

$$AF = 2,4 \frac{9,6}{13} = 1,7723$$

Replica 2

$$AF = 2,4 \frac{9,5}{13} = 1,76305$$

3.2.2.4 Densidad de vinos chilenos

Tabla 3-19: Datos obtenidos en el análisis para la densidad

Densidad						
Nº	Vino tinto chileno	Masa del picnómetro vacío	Masa del picnómetro con agua	Masa del picnómetro con vino	Densidad aplicada la fórmula	Promedio
1	Gato negro	15,732	25,824	25,76		0,993
2	Loma negra/Carmenere	15,798	25,792	25,76		0,996
3	Terra Vega/SYR AH	15,024	24,677	24,765		1,009
4	Reservado/Merlot	15,547	25,339	25,3		0,996

5	Terra Vega/Malbec	15,022	24,839	24,774	$\rho = \frac{\text{picnómetro con vino} - \text{picnómetro vacío}}{\text{picnómetro con agua} - \text{picnómetro vacío}}$	0,993
6	Carta vieja/Cabernet Sauvignon	15,548	25,331	25,283		0,995
7	Exportation /Cabernet Sauvignon Carmenere	15,547	25,322	25,335		1,001
8	Reservado/ Cabernet Sauvignon	15,549	25,327	25,305		0,997

Realizado por: Siguenza, D.; Vargas, V., 2023.

Determinación de densidad de vinos chilenos

$$\rho = \frac{\text{picnómetro con vino} - \text{picnómetro vacío}}{\text{picnómetro con agua} - \text{picnómetro vacío}}$$

- a) Densidad específica de la marca Gato negro

$$\rho = \frac{25,76}{25,824} = \frac{15,732}{15,7312} = 0,993$$

- b) Densidad específica de la marca Loma negra/Carmenere

$$\rho = \frac{25,7602 - 15,7982}{25,7924 - 15,7982} = \frac{9,962}{9,9942} = 0,9967$$

- c) Densidad específica de la marca Terra vega/Syrah

$$\rho = \frac{24,7652 - 15,0240}{24,6775 - 15,0240} = \frac{9,7412}{9,6525} = 1,0091$$

- d) Densidad específica de la marca Reservado/Merlot

$$\rho = \frac{25,3008 - 15,5479}{25,3392 - 15,5479} = \frac{9,7529}{9,7913} = 0,9960$$

- e) Densidad específica de la marca Terra vega/Malbec

$$\rho = \frac{24,7742 - 15,0229}{24,8399 - 15,0229} = \frac{9,7513}{9,817} = 0,9933$$

f) Densidad específica de la marca Carta vieja/Cabernet sauvignon

$$\rho = \frac{25,2830 - 15,5484}{25,3310 - 15,5484} = \frac{9,7346}{9,7826} = 0,9950$$

g) Densidad específica de la marca Exportation/Cabernet Sauvignon

$$\rho = \frac{25,3351 - 15,5478}{25,3222 - 15,5478} = \frac{9,7873}{9,7744} = 1,0013$$

h) Densidad específica de la marca Reservado/Cabernet Sauvignon

$$\rho = \frac{25,3052 - 15,5495}{25,3274 - 15,5495} = \frac{9,7557}{9,7779} = 0,9977$$

3.2.2.5 Acidez volátil de vinos chilenos

Tabla 3-20: Datos obtenidos en el análisis para la acidez volátil

Acidez volátil			
Vino tinto chileno	Promedio M.A.A.T.	Promedio M.A.A.F.	Fórmula: AT - AF
Gato negro	2,8959	1,76235	1,13355
Loma negra/Carmenere	2,5903	1,54755	1,04275
Terra Vega/SYRAH	1,6303	1,45155	0,1787
Reservado/Merlot	2,735	2,09205	0,64295
Terra Vega/Malbec	2,79045	1,80605	0,9844
Carta vieja/Cabern et Sauvignon	2,5654	1,4813	1,0841
Exportation/Cabernet Sauvignon Carmenere	2,71105	1,0133	1,69775
Reservado/Cabernet Sauvignon	3,0738	1,76305	1,31075

Realizado por: Siguenza, D.; Vargas, V., 2023.

Determinación de acidez volátil vinos chilenos

$$AV = AT - AF$$

Donde:

AV= Acidez volátil

AT= Acidez total

AF= Acidez fija

i) Marca Gato negro

$$AV = \frac{2,8959}{1,7623} = 1,1335$$

j) Marca Loma negra/Carmenere

$$AV = \frac{2,5903}{1,5475} = 1,0427$$

k) Marca Terra vega/Syrah

$$AV = \frac{1,6303}{1,4515} = 0,1787$$

l) Marca Reservado/Merlot

$$AV = \frac{2,735}{2,0920} = 0,6429$$

m) Marca Terra vega/Malbec

$$AV = \frac{2,7904}{1,8060} = 0,9844$$

n) Marca Carta vieja/Cabernet sauvignon

$$AV = \frac{2,5654}{1,4813} = 1,0841$$

o) Marca Exportation/Cabernet Sauvignon

$$AV = \frac{2,7110}{1,0133} = 1,6977$$

p) Marca Reservado/Cabernet Sauvignon

$$AV = \frac{3,0738}{1,7630} = 1,3107$$

3.2.2.6 Grados Brix de vinos chilenos

Tabla 3-21: Datos obtenidos en el análisis para los grados Brix.

Grados Brix		
Nº	Vino tinto chileno	
1	Gato negro	7,57
2	Loma negra/Carmenere	7,2
3	Terra Vega/SYRAH	7,34
4	Reservado/Merlot	7,22
5	Terra Vega/Malbec	7,16
6	Carta vieja/Cabernet Sauvignon	7,84

7	Exportation/Cabernet Sauvignon Carmenere	8,02
8	Reservado/Cabernet Sauvignon	6,95

Realizado por: Siguenza, D.; Vargas, V., 2023.

3.2.2.7 Azúcares totales de vinos chilenos

Tabla 3-22: Datos obtenidos en el análisis para azúcares totales

Azúcares totales		Absorbancia		
Nº	Vino tinto chileno	Réplica 1	Réplica 2	Promedio
1	Gato negro	0,219	0,219	0,219
2	Loma negra/Carmenere	0,349	0,351	0,35
3	Terra Vega/SYRAH	0,149	0,148	0,1485
4	Reservado/Merlot	0,263	0,264	0,2635
5	Terra Vega/Malbec	0,184	0,185	0,1845
6	Carta vieja/Cabern et Sauvignon	0,202	0,203	0,2025
7	Exportation/Cabernet Sauvignon Carmenere	0,365	0,379	0,372
8	Reservado/Cabernet Sauvignon	0,464	0,465	0,4645

Realizado por: Siguenza, D.; Vargas, V., 2023.

3.2.2.8 Temperatura de vinos chilenos

Tabla 3-23: Datos obtenidos en el análisis para la variable temperatura

Temperatura				
Nº	Vino tinto chileno	Réplica 1 (°C)	Réplica 2 (°C)	Promedio
1	Gato negro	21	22	21,5
2	Loma negra/Carmenere	22	22	22
3	Terra Vega/Syrah	21	22	21,5
4	Reservado/Merlot	22	21	21,5
5	Terra Vega/Malbec	21	22	21,5
6	Carta vieja/Cabern et Sauvignon	22	22	22

7	Exportation/Cabernet Sauvignon Carmenere	22	22	22
8	Reservado/Cabernet Sauvignon	22	21	21,5

Realizado por: Siguenza, D.; Vargas, V., 2023.

3.2.2.9 pH de vinos chilenos

Tabla 3-24: Datos obtenidos en el análisis para el pH

pH				
Nº	Vino tinto chileno	Réplica 1	Réplica 2	Promedio
1	Gato negro	3,67	3,75	3,71
2	Loma negra/Carmenere	3,68	3,71	3,695
3	Terra Vega/SYRAH	3,63	3,71	3,67
4	Reservado/Merlot	3,61	3,62	3,615
5	Terra Vega/Malbec	3,56	3,63	3,595
6	Carta vieja/Cabernet Sauvignon	3,73	3,69	3,71
7	Exportation/Cabernet Sauvignon Carmenere	3,60	3,59	3,595
8	Reservado/Cabernet Sauvignon	3,45	3,47	3,46

Realizado por: Siguenza, D.; Vargas, V., 2023.

3.2.3 Azúcares totales de vinos

Tabla. 3-25. Estándares solución madre de sacarosa

CONCENTRACIÓN DE AZÚCARES	ABSORBANCIA
1,25	0,051
5	0,334
6,25	0,412
10	0,846
17,5	1,411

Realizado por: Siguenza, D.; Vargas, V., 2023.

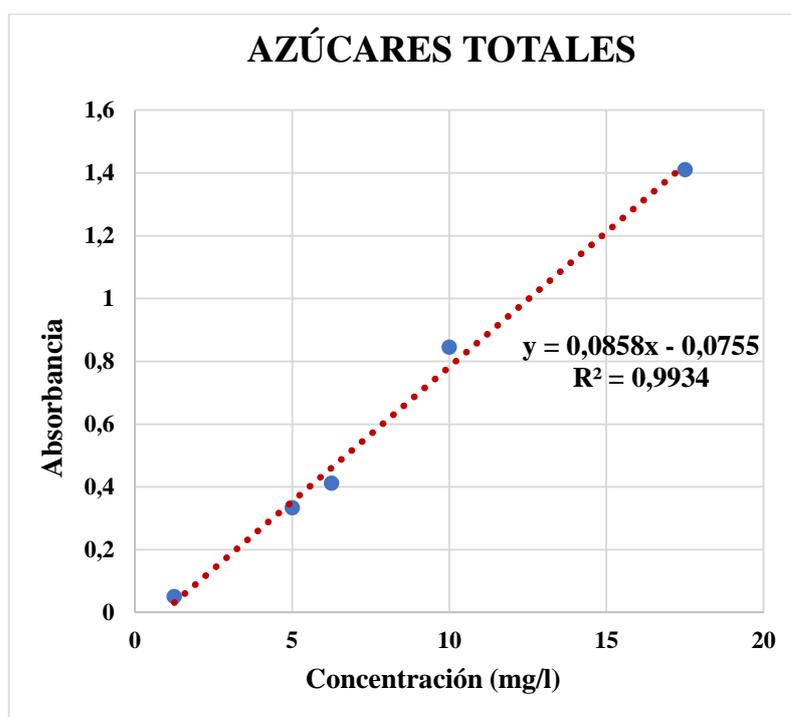


Figura 1-3. Curva de calibración de los estándares solución madre sacarosa

Realizado por: Siguenza, D.; Vargas, V., 2023.

Análisis

En la figura 1-3, se presenta la curva de calibración derivada de la concentración de los estándares de solución madre de sacarosa y la absorbancia a 540 nm. La pendiente de la línea recta obtenida es de 0,9934, lo cual sugiere un ajuste lineal adecuado, destacando la relación proporcional entre la concentración de sacarosa y la respuesta medida a esa longitud de onda específica.

Tabla 3-26. Valores obtenidos de las muestras para la curva de calibración.

Muestra	Dilución	Ordenadas	Concentración	Concentración
	Factor	(Área)	(mg/L)	(g/L)
M1 Merlot Chile	100	0,263	42,43	0,04243
M1 Merlot Chile *	100	0,264	42,53	0,04253
M2 Exportación Selecto Cs	100	0,365	52,63	0,05263
M2 Exportación Selecto Cs*	100	0,379	54,03	0,05403
M3 Terravega SYRAH	100	0,149	31,03	0,03103
M3 Terravega SYRAH*	100	0,148	30,93	0,03093
M4 RESERVADO CABERNET SAUVIGNON	100	0,464	62,53	0,06253
M4 RESERVADO CABERNET SAUVIGNON*	100	0,465	62,63	0,06263
M5 Carta vieja Cabernet Sauvignon	100	0,202	36,33	0,03633
M5 Carta vieja Cabernet Sauvignon*	100	0,203	36,43	0,03643
M6 Terra Vega Malbec	100	0,184	34,53	0,03453
M6 Terra Vega Malbec*	100	0,185	34,63	0,03463
M7 Loma Negra Carmenere	100	0,349	51,03	0,05103
M7 Loma Negra Carmenere*	100	0,351	51,23	0,05123
M8 Gato negro Cabernet Sauvignon	100	0,219	38,03	0,03803
M8 Gato negro Cabernet Sauvignon*	100	0,219	38,03	0,03803
ME1 Region Conde de la Cruz	100	0,472	63,33	0,06333
ME1 Region Conde de la Cruz*	100	0,474	63,53	0,06353
ME2 Alto Palermo	100	0,478	63,93	0,06393
ME2 Alto Palermo*	100	0,473	63,43	0,06343
ME3 Del Morro Cabernet Sauvignon	100	0,606	76,73	0,07673
ME3 Del Morro Cabernet Sauvignon*	100	0,602	76,33	0,07633
ME4 Bruma	100	0,405	56,63	0,05663
ME4 Bruma*	100	0,409	57,03	0,05703
ME5 Del Morro Merlot	100	0,622	78,33	0,07833
ME5 Del Morro Merlot*	100	0,623	78,43	0,07843
ME6 Armonia	100	0,555	71,63	0,07163
ME6 Armonia*	100	0,556	71,73	0,07173
ME7 El Fraile	100	1,475	163,63	0,16363

ME7 El Fraile*	100	1,474	163,53	0,16353
ME8 Insignia	100	0,531	69,23	0,06923
ME8 Insignia*	100	0,531	69,23	0,06923

Realizado por: Siguenza, D.; Vargas, V., 2023.

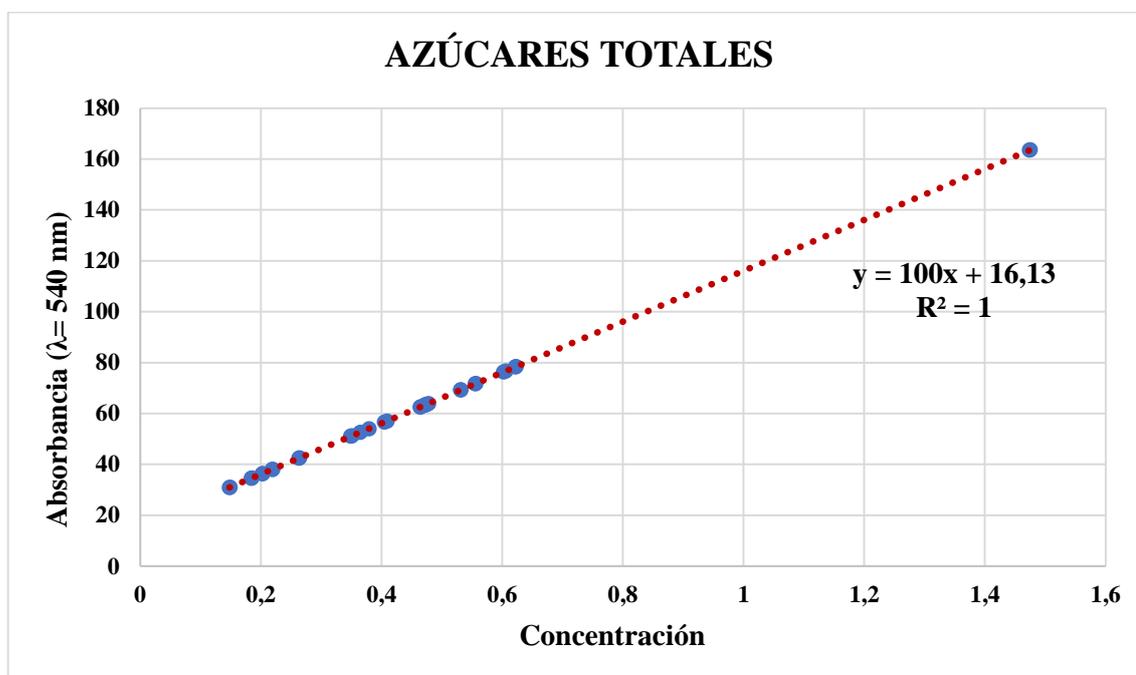


Figura 2-3. Curva de calibración de las muestras de vinos.

Realizado por: Siguenza, D.; Vargas, V., 2023.

En la figura 2-3, se exhibe la curva de calibración resultante de la concentración de las muestras de vinos nacionales y vinos chilenos, junto con la absorbancia a 540 nm. La pendiente de la línea recta obtenida es de 1, indicando un ajuste lineal adecuado. Este hallazgo resalta la relación proporcional entre la concentración de las muestras y la respuesta medida a esa longitud de onda específica.

3.2.4 *Parámetros sensoriales*

Tabla 3-27: Datos obtenidos en el análisis de parámetros sensoriales.

VINO	Dulzura				Alcoholicidad				Acidez			
	S1	S2	S3	\bar{x}	S1	S2	S3	\bar{x}	S1	S2	S3	\bar{x}
<i>Del morro (Cabernet Sauvignon)</i>	3	4	3	3,3333	3	3	4	3,3333	3	4	3	3,3333
<i>Del morro (Merlot)</i>	3	4	3	3,3333	4	4	3	3,6667	4	4	1	3,0000
<i>Región Conde De la Cruz</i>	3	3	5	3,6667	4	4	4	4,0000	3	3	5	3,6667
<i>Bruma</i>	3	3	3	3,0000	3	3	2	2,6667	3	2	4	3,0000
<i>Armonia</i>	3	4	3	3,3333	3	4	3	3,3333	3	4	4	3,6667
<i>Alto Palermo</i>	3	4	4	3,6667	3	3	3	3,0000	3	4	4	3,6667
<i>Insignia</i>	4	4	5	4,3333	4	4	4	4,0000	4	3	4	3,6667
<i>El Fraile</i>	3	5	1	3,0000	4	3	1	2,6667	3	4	1	2,6667
<i>Gato Negro</i>	4	5	1	3,3333	4	4	1	3,0000	4	5	1	3,3333
<i>Loma Negra</i>	4	5	2	3,6667	3	4	4	3,6667	3	5	4	4,0000
<i>Terra Vega (Syrah)</i>	3	3	2	2,6667	3	4	2	3,0000	4	4	2	3,3333
<i>Reservado</i>	5	3	1	3,0000	5	5	1	3,6667	5	5	1	3,6667
<i>Terra Vega (Malbec)</i>	4	5	1	3,3333	4	4	1	3,0000	4	4	1	3,0000
<i>Carta Vieja</i>	4	4	4	4,0000	4	4	4	4,0000	4	5	4	4,3333
<i>Exportation Selecto</i>	5	5	5	5,0000	4	4	5	4,3333	4	5	5	4,6667
<i>Reservado Concha y Toro</i>	5	5	4	4,6667	5	5	4	4,6667	4	5	4	4,3333

Realizado por: Siguenza, D.; Vargas, V., 2023.

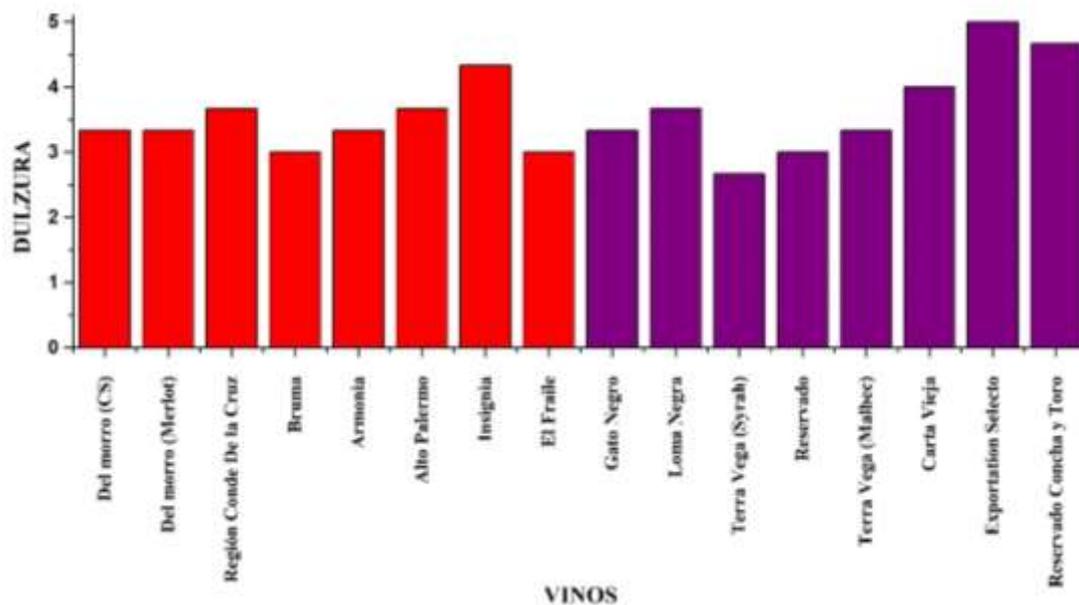


Figura 3.3. Comparación del parámetro sensorial de dulzura de los promedios de los vinos ecuatorianos y chilenos.

Realizado por: Siguenza, D.; Vargas, V., 2023.

Análisis

En la figura 1.3. se puede apreciar los valores obtenidos puntuados en un intervalo de 1 a 5, los cuales se refieren a la dulzura de vinos, donde las barras de coloración roja representan a los vinos ecuatorianos y los de coloración púrpura a los vinos chilenos. Se observa que la dulzura de la mayoría de vinos al ser catados por tres sujetos, en promedio poseen valores superiores a 3, pero existe una tendencia a que los vinos chilenos poseen una dulzura ligeramente superior al compararlos con los vinos ecuatorianos producidos a partir de las mismas cepas.

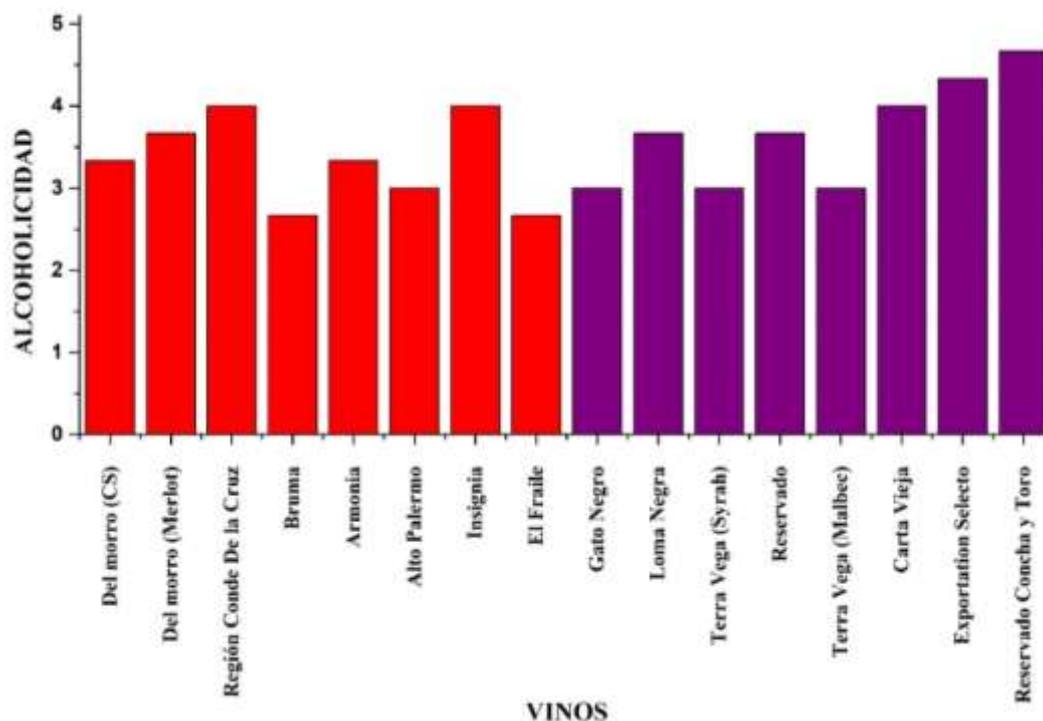


Figura 4.3. Comparación del parámetro sensorial de alcoholicidad de los promedios de los vinos ecuatorianos y chilenos.

Realizado por: Siguenza, D.; Vargas, V., 2023.

Análisis

En la figura 2.3. se observa los valores promedio obtenidos a partir de tres sujetos que cataron las muestras de vino, que se encuentran en un intervalo de 1 a 5. Dichos valores se refieren a la sensación de alcoholicidad, de igual modo, las barras rojas corresponden a vinos ecuatorianos y las barras de color púrpura corresponden a los vinos chilenos. Todos los datos son superiores a 2, y se aprecia cierta tendencia, al considerar una misma cepa de uva, ciertos vinos ecuatorianos poseen una alcoholicidad superior a los vinos chilenos, pero en otros casos presentan valores inferiores. Mayoritariamente, los vinos chilenos poseen valores superiores en este parámetro sensorial.

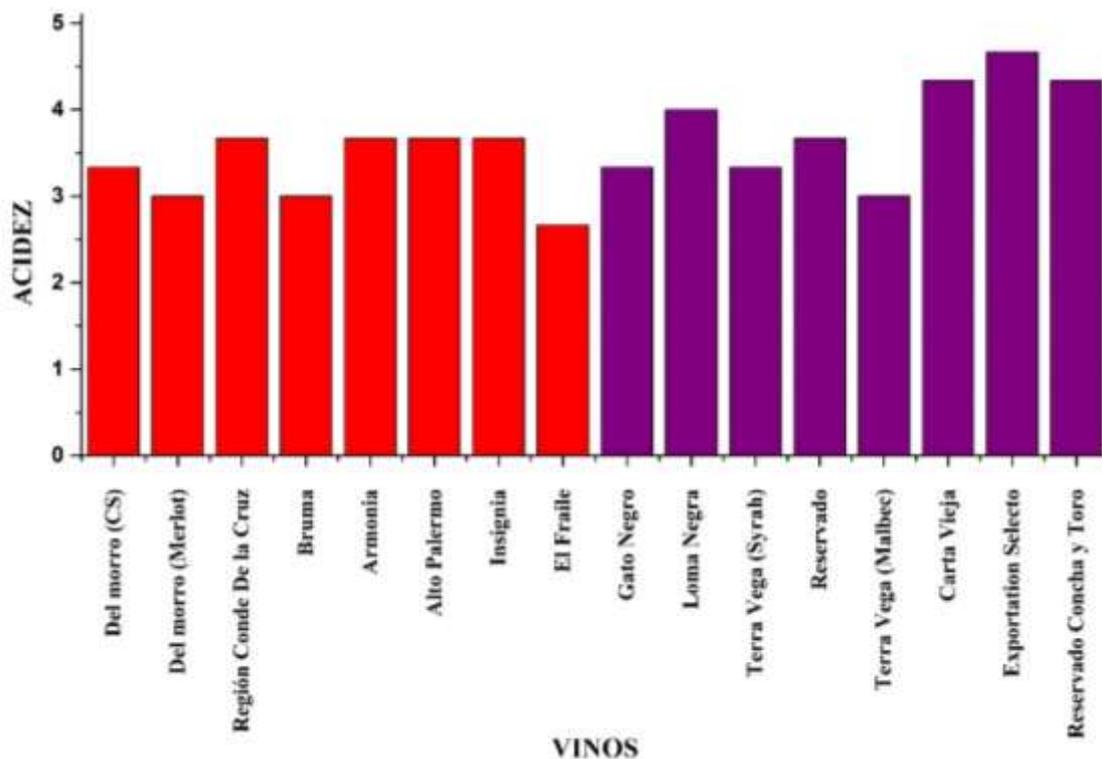


Figura 5.3. Comparación del parámetro sensorial de acidez de los promedios de los vinos ecuatorianos y chilenos.

Realizado por: Siguenza, D.; Vargas, V., 2023.

Análisis

En la figura 3.3. se observan los datos promedio de los vinos tras ser catados por 3 sujetos con posibles puntuaciones de 1 a 5 acerca del parámetro sensorial de acidez de los vinos ecuatorianos (barras rojas) y vinos chilenos (púrpuras). Todos los valores son superiores a 2, además de existir la tendencia que los vinos chilenos poseen una acidez superior al compararlos con vinos ecuatorianos elaborados a partir del mismo tipo de cepa tinta, por lo que se consideraría que los vinos de Chile poseen sabores más ligeros al paladar.

3.3 Análisis multivariado

Tabla 3-28: Matriz de datos obtenidos del análisis de vinos nacionales y chilenos.

Nº	Vino tinto	G.L.	pH	T (°C)	A.T.	A.F.	A.V.	Azuc. Total	G. Brix	Densi dad
1	Del morro cabernet sauvignon	13	3,465	21	3,91	2,11	1,8	0,60	8,23	0,99
2	Del morro merlot	14	3,415	21	3,24	1,65	1,59	0,62	7,82	0,96
3	Región conde de la Cruz	13,7 5	3,485	21	2,96	1,90	1,06	0,47	7,56	0,99
4	Bruma	13,5	3,61	21	3,27	1,48	1,8	0,41	7,68	0,99
5	Armonia	14,5	3,705	21	3,13	1,96	1,17	0,56	8,2	0,99
6	Alto Palermo	12,7 5	3,36	21	3,36	1,81	1,53	0,48	7,98	0,99
7	Insignia	13,5	3,36	21	3,91	1,77	2,14	0,53	7,74	1,1
8	El fraile	9,5	3,60	21	3,36	1,88	1,48	1,47	10	1,04
9	Gato negro	13, 55	3,7 1	21 ,5	2,90	1,76	1,13	0,22	7,57	1,04
10	Loma Negra / Carmenere	14, 5	3,6 9	22	2,59	1,55	1,04	0,35	7,3	0,99
11	Terra Vega/ SYRAH	14, 5	3,6 1	21 ,5	2,74	2,09	0,64	0,26	7,22	0,99
12	Reservado/ Merlot	13, 25	3,6 1	21 ,5	2,74	2,09	0,64	0,26	7,22	0,99
13	Tierra Vega/ Malbec	14, 75	3,5 95	21 ,5	2,79	1,80	0,98	0,18	7,16	0,99
14	Carta Vieja/	14, 5	3,7 1	22	1,48	1,47	0,01	0,20	7,84	0,99

	Cabernet Sauvignon									
15	Exportatio n/ Cabernet Sauvignon	13, 5	3,5 9	22	2,71	1,01	1,69	0,37	8,02	1,00
16	Reservado/ Cabernet Sauvignon	13	3,4 6	21 ,5	3,07	1,76	1,31	0,46	6,95	0,99

Realizado por: Siguenza, D.; Vargas, V., 2023.

3.3.1 Análisis estadístico descriptivo

Para dar comienzo al tratamiento estadístico de los datos de interés es de suma importancia efectuar un análisis estadístico en donde se incluye la obtención de valores tanto de las medidas de posición y el modo en el que se distribuyen las variables. Los valores de interés calculados para esta investigación más representativa como lo son la mediana, el promedio, la varianza y el rango de los datos, entre otros. Esto se lo realiza con la finalidad de lograr caracterizar los datos dados de manera univariada, además de permitir la identificación la importancia relativa que posee cada una de las variables y que tan dispersos se encuentran.

A continuación, se presentan los resultados el análisis de esta investigación.

Tabla 3-29: Análisis estadístico descriptivo de la variable grado alcohólico

Medidas Resumen: Grado alcohólico	
Resumen	%v/v
n	16
Media	13,50
D.E.	1,24
Var (n-1)	1,53
Var (n)	1,44
S.E.	0,31
CV	9,17
Mín	9,50
Máx	14,75

Mediana	13,53
Asimetría	-2,36
Curtosis	4,97

Realizado por: Siguenza, D.; Vargas, V., 2023.

Tabla 3-30: Análisis estadístico descriptivo de la variable pH

Medidas Resumen: pH	
Resumen	pH
n	16
Media	3,57
D.E.	0,13
Var (n-1)	0,02
Var (n)	0,01
S.E.	0,03
CV	3,51
Mín	3,36
Máx	3,71
Mediana	3,60
Asimetría	-0,47
Curtosis	-1,16

Realizado por: Siguenza, D.; Vargas, V., 2023.

Tabla 3-31: Análisis estadístico descriptivo de la variable T°

Medidas Resumen: T °	
Resumen	°C
n	16
Media	21,34
D.E.	0,40
Var (n-1)	0,16
Var (n)	0,15
S.E.	0,10
CV	1,86
Mín	21,00
Máx	22,00
Mediana	21,25

Suma	0,66
Asimetría	-1,07

Realizado por: Siguenza, D.; Vargas, V., 2023.

Tabla 3-32: Análisis estadístico descriptivo de la variable Acidez total.

Medidas Resumen: Acidez total	
Resumen	Acidez total (% m/m)
n	16
Media	2,93
D.E.	0,69
Var (n-1)	0,47
Var (n)	0,44
S.E.	0,17
CV	23,41
Mín	1,45
Máx	3,91
Mediana	3,02
Suma	-0,98
Asimetría	0,55

Realizado por: Siguenza, D.; Vargas, V., 2023.

Tabla 3-33: Análisis estadístico descriptivo de la variable Acidez fija.

Medidas Resumen: Acidez fija	
Resumen	Acidez fija (% m/m)
n	16
Media	1,73
D.E.	0,27
Var (n-1)	0,07
Var (n)	0,07
S.E.	0,07
CV	15,64
Mín	1,01
Máx	2,11
Mediana	1,77
Asimetría	-1,07

Curtosis	1,20
----------	------

Realizado por: Siguenza, D.; Vargas, V., 2023.

Tabla 3-34: Análisis estadístico descriptivo de la variable Acidez volátil.

Medidas Resumen: Acidez volátil	
Resumen	Acidez volátil (% m/m)
n	16
Media	1,20
D.E.	0,63
Var (n-1)	0,40
Var (n)	0,37
S.E.	0,16
CV	52,29
Mín	-0,18
Máx	2,14
Mediana	1,24
Asimetría	-0,92
Curtosis	0,12

Realizado por: Siguenza, D.; Vargas, V., 2023.

Tabla 3-35: Análisis estadístico descriptivo de la variable azúcares totales

Medidas Resumen: Azúcares totales	
Resumen	Azúcares totales
n	16
Media	0,46
D.E.	0,31
Var (n-1)	0,10
Var (n)	0,09
S.E.	0,08
CV	67,69
Mín	0,15
Máx	1,47
Mediana	0,44
Asimetría	2,45
Curtosis	5,29

Tabla 3-36: Análisis estadístico descriptivo de la variable grados brix

Medidas Resumen: Grados Brix	
Resumen	Grados Brix
n	16
Media	7,79
D.E.	0,70
Var (n-1)	0,49
Var (n)	0,46
S.E.	0,17
CV	8,97
Mín	6,95
Máx	10,00
Mediana	7,71
Asimetría	2,18
Curtosis	4,42

Realizado por: Siguenza, D.; Vargas, V., 2023.

Tabla 3-37: Análisis estadístico descriptivo de la variable densidad

Medidas Resumen: Densidad	
Resumen	g/ml
n	16
Media	1,01
D.E.	0,03
Var (n-1)	0,001
Var (n)	0,00095
S.E.	0,01
CV	3,16
Mín	0,96
Máx	1,10
Mediana	1,00
Asimetría	1,88
Curtosis	2,52

Realizado por: Siguenza, D.; Vargas, V., 2023.

3.3.2 *Análisis de agrupamientos (cluster analysis)*

Se procedió a aplicar el análisis de agrupamientos al conjunto de datos de interés los cuales ya se encuentran estandarizados utilizando diversas técnicas de cluster analysis de tipo jerárquico. Los métodos empleados para lograr cumplir con ello son los siguientes:

- (i) **Método del enlace simple (single linkage):** dicha estrategia permite encontrar la distancia mínima o similitud máxima, que se lo conoce habitualmente con el nombre de amalgamamiento simple (single linkage). Dicho método toma en cuenta que el valor de la distancia o similitud que existe entre dos determinados clusters se determina por la mínima distancia o máxima similitud que hay en sus componentes.
- (ii) **Método del enlace completo (complete linkage):** dicha estrategia de la distancia máxima o similitud mínima se la denomina también con el nombre de procedimiento de amalgamamiento completo (complete linkage), la cual se toma como consideración que la distancia o similitud que existe entre dos clústeres se la debe medir tomando considerablemente en cuenta los elementos que se encuentran más dispares, lo que quiere decir que toma en consideración la distancia o similitud entre determinados clústeres, que se encuentra dada por la máxima distancia o mínima similitud que existe entre los respectivos componentes.
- (iii) **Método de enlace promedio (average linkage):** dicha estrategia indica que la distancia existente entre dos clústeres se la obtiene mediante cálculo, expresándose como la distancia media entre cualquier punto correspondiente del clúster número 1 con cualquier punto del clúster número 2.
- (iv) **Método de Ward:** dicho método se lo define como un procedimiento jerárquico en donde cada paso involucrado se enlazan los dos clústeres con el fin de obtener el mínimo incremento para el valor total al realizar la suma de cuadrados de las diferencias adentro de los clústeres analizados, tomando en cuenta todos los individuos respecto al centroide del clúster.

Las técnicas anteriormente mencionadas se las aplicó al utilizar dos distancias, las cuales son:

- a) **Distancia euclidiana:** este término se refiere a un valor positivo que representa la separación existente entre dos puntos que se encuentran en un espacio determinado, en el que se deben cumplir los axiomas y los teoremas que se plantean en la geometría de Euclides
- b) **Distancia Manhattan:** este término tiene que ver con la longitud de Manhattan proveniente de la geometría del taxi, que indica que la distancia existente entre dos puntos se lo calcula

a partir de la suma de las diferencias absolutas de sus respectivas coordenadas. Esto quiere decir que la suma efectuada entre las longitudes de los dos catetos del triángulo rectángulo

Para la aplicación de los diferentes métodos con el fin de conocer la distancia existente entre dos puntos, habitualmente a la distancia existente se la mide como la longitud de la sección que los mantiene unidos, no obstante no siempre resulta factible la aplicación de dicho concepto, donde se encuentran puntos de coloración negra, al ser necesario dicho conocimiento, lo que se efectúa es la realización de una línea de coloración verde en la respectiva gráfica, lo ideal es que en dicha representación, la línea no atravesase ningún obstáculo como lo son los recuadros en blanco, teniendo en cuenta que esto obliga a bordear estos impedimentos, por lo que al considerar dichas condiciones se utilizan las líneas de coloración amarillo, azul y rojo, siendo estas más óptimas y representan la distancia manhattan.

Propiedades de la distancia Manhattan

1. Existen diversos caminos (finitos) existentes entre dos puntos que poseen una longitud con un valor igual a la distancia de Manhattan
2. El camino recto que se encuentra posee una longitud con un valor igual a la distancia de Manhattan, además este tiene dos movimientos que se pueden realizar.
 - a) Vertical (una dirección)
 - b) Horizontal (una dirección)
3. Para un determinado punto, el otro punto se lo localiza en un cuadrado dado una distancia de Manhattan.

3.3.3 *Análisis de componentes principales*

La aplicación de este análisis en la presente investigación se lo realiza con el fin de explorar de manera eficaz el modo como se encuentra estructurado el conjunto de datos analizados, también permitiendo validar gráficamente los resultados que se obtengan en el cluster análisis. Por medio de la aplicación de un proceso matemático que incluye los valores estimados de los autovectores provenientes de la matriz de correlación, donde se calcularon variables nuevas, siendo estas combinaciones lineales de las variables originales, y se tiene en cuenta que las nuevas variables brindan una mayor información en comparación con las iniciales. De manera geométrica se realiza una rotación determinada en la matriz de datos dando lugar a variables que se caracterizan por seguir las direcciones de mayor dispersión que poseen dichos datos.

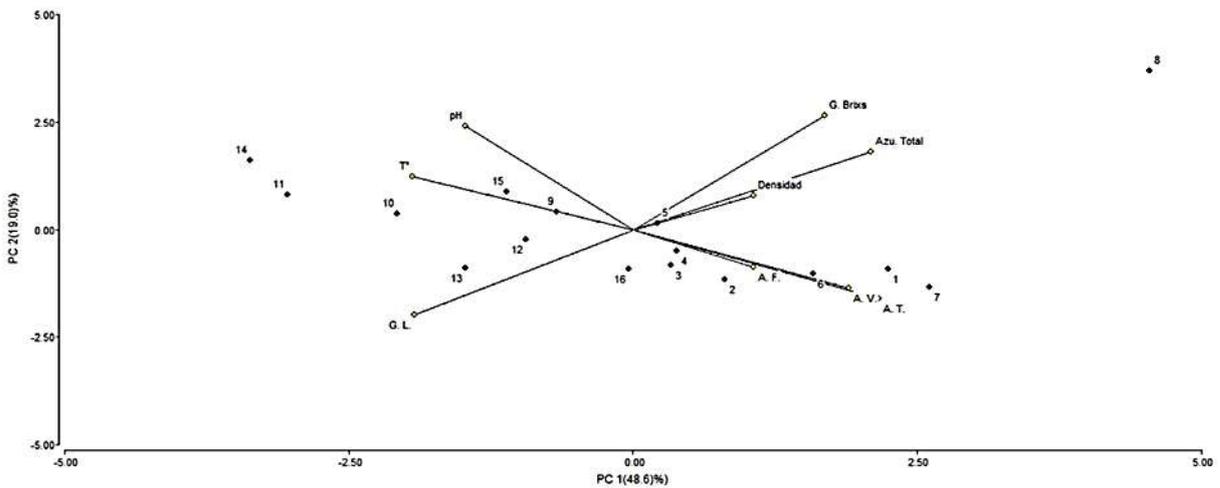


Figura 6.3. Proyección de las muestras y variables sobre PC1 y PC2

Realizado por: Siguenza, D.; Vargas, V., 2023.

La Figura 6.3. corresponde a la proyección de la muestras y variables sobre el espacio generado por las Componentes Principales 1 y 2, el 67.6% de la información total del sistema es conservada en este gráfico.

En tal proyección es posible explorar la estructura de los datos bajo estudio ya que permite observar la ubicación de tanto las muestras como variables en el espacio de las dos primeras componentes principales.

El grafico evidencia que las muestras se distribuyen en dos agrupamientos bien discriminados, a saber, el primer grupo que se ubica en la parte izquierda del grafico contienen las muestras 14, 11, 10, 13, 15, 12, 9 y 16 las cuales corresponden a los vinos chilenos, en tanto que el segundo grupo que se ubica en la parte derecha del grafico aglutina las muestras 3, 4, 5, 2, 6, 1, 7 y 8, esto es, los vinos de origen nacional. Se deduce que la componente principal 1 es la variable con el poder para discriminar los agrupamientos, por ello es interesante observar su composición. La Tabla 3-38 enlista tal información.

Tabla 3-38: Loadings de las variables originales sobre las dos primeras componentes

Vectores propios		
Variables	E1	E2
G.L.	-0,37	-0,38
pH	-0,28	0,46

T°	-0,37	0,24
A.T.	0,41	-0,31
A.F.	0,20	-0,17
A.V.	0,36	-0,26
Azúcares totales	0,40	0,35
G. Brix	0,32	0,50
Densidad	0,20	0,15

Realizado por: Siguenza, D.; Vargas, V., 2023.

De la tabla 3-38 se deduce que las variables que más aportan para la construcción de la primera componente principal son A.T., azúcares totales, A. V. y Grados Brix. Por lo tanto, es posible caracterizar ambos agrupamientos en base a estas variables, de la siguiente manera: El grupo de los vinos chilenos se caracteriza por sus valores bajos a moderados de A.T., azúcares totales, A. V. y Grados Brix. En tanto que el grupo de los vinos nacionales se caracteriza por sus altos valores de A.T., azúcares totales, A. V. y Grados Brix.

La muestra 8 de los vinos nacionales (El Fraile) manifiesta un comportamiento particular, ella se encuentra alejado de su grupo, posicionado en la extrema derecha del gráfico. Esto se explica porque tal muestra posee los valores más altos de azúcares totales y grados Brix de todo el set de muestras lo cual lo distancia del resto de su grupo.

Al considerar las variables se establece que las variables AT y AV tienen una fuerte asociación, ya que se encuentran bastante próximas en el espacio. Esto significa que ambas variables contienen información parecida y por consiguiente redundante; todas las demás variables se ubican relativamente distantes unas de otras lo que evidencia que cada una de ellas lleva información propia y particular. Esto se puede verificar examinando la matriz de coeficientes de correlación de las variables (Tabla 3-39).

Tabla 3-39: Matriz de coeficientes de correlación de variables

Matriz de correlación									
	G.L.	pH	T°	A.T.	A.F.	A.V.	Azú. Total	G. Brix	Densidad
G.L.	1,00								
pH	0,24	1,00							
T°	-0,44	0,56	1,00						

A.T.	-0,44	-0,65	-0,70	1,00					
A.F.	-0,23	-0,21	-0,59	0,40	1,00				
A.V.	-0,38	-0,62	-0,51	0,92	0,01	1,00			
Azú.	-0,86	-0,25	-0,52	0,53	0,25	0,46	1,00		
Total									
G. Brix	-0,77	-4,6E-03	-0,37	0,31	0,09	0,30	0,87	1,00	
Densidad	-0,37	-0,12	-0,17	0,30	0,11	0,28	0,27	0,29	1,00

Realizado por: Siguenza, D.; Vargas, V., 2023.

En ella se observa que las dos variables mencionadas tienen un coeficiente de correlación de 0.92 lo cual confirma su asociación, sin embargo, se ha decidido conservar todas las variables en vista que el grado de similitud entre en las variables AT y AV es menor del 95%.

Se concluye que el análisis de componentes principales permite establecer que las dos clases de vinos considerados en este estudio pueden ser discriminadas completamente y además es factible caracterizarlos químicamente en base a la conformación de las componentes principales.

Análisis del Origen Geográfico de los Vinos Nacionales

El grupo de vinos nacionales está constituido por 8 ejemplares cuyas características se detallan en la siguiente tabla:

Tabla 3-40: Vinos ecuatorianos analizados por quimiometría

Ejemplar	Marca	Procedencia	Cepa
1	Del morro	GYE	Cabernet Sauvignon
2	Del morro	GYE	Merlot
3	Región conde de la cruz	GYE	Merlot
4	Bruma	GYE	Cabernet Sauvignon-Malbec
5	Armonía	GYE	Malbec
6	Alto Palermo	Cuenca	Cabernet Sauvignon
7	Insignia	GYE	Cabernet Sauvignon
8	El Fraile	UIO	Compuesto

Realizado por: Siguenza, D.; Vargas, V., 2023.

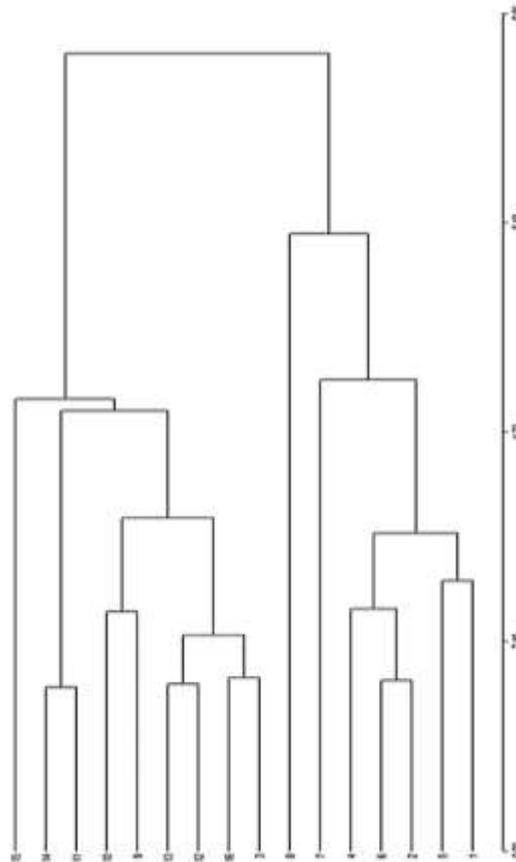


Figura 7.3. Dendrograma obtenido del cluster analysis jerárquico de las muestras.

Realizado por: Siguenza, D.; Vargas, V., 2023.

En la figura 7.3. se observa que los vinos nacionales forman un agrupamiento bien definido en la parte derecha, tal cluster reúne las muestras 1,5, 2, 6, 4, 7 y 8. El único ejemplar que no aparece en el agrupamiento es el objeto 3, el cual está integrado al agrupamiento de los vinos chilenos el cual aparece en el lado izquierdo del dendrograma. De los seis vinos fabricados en Guayaquil (1, 2, 3, 4, 5, 7) cinco de ellos son muy similares entre sí, la excepción es el ejemplar 3 que como se observa se asemeja más a los vinos chilenos. El vino fabricado en Cuenca (ejemplar 6) se asemeja significativamente a los vinos procedentes de Guayaquil. En cuanto al vino fabricado en Quito (ejemplar 8) tiene un comportamiento particular porque pese a que aparece en el cluster de los vinos nacionales es el último en agruparse y manifiesta algunas diferencias con los demás. Observando los valores de las variables registradas para este ejemplar se observa que éste tiene los valores más altos de azúcares totales y grados Brix y el valor más bajo de grado alcohólico de todos los ejemplares nacionales. Tales características explican el comportamiento detectado en el dendrograma. En cuanto al ejemplar 3, éste se agrupa con los vinos chilenos debido a que posee valores de acidez total y acidez volátil muy similares a los registrados para estos vinos y que difieren significativamente de los valores encontrados para los vinos nacionales. Este análisis

evidencia que mediante el uso de la quimiometría si es posible reconocer el origen geográfico de los vinos nacionales y establecer sus diferencias con los vinos chilenos.

Tabla 3-41: Origen geográfico de los vinos analizados.

Nº	Vino tinto	G.L.	pH	T (°C)	A.T.	A.F.	A.V.	Azuc. Total	G. Brix	Densi dad
1	Del morro cabernet sauvignon	13	3,465	21	3,91	2,11	1,8	0,60	8,23	0,99
2	Del morro merlot	14	3,415	21	3,24	1,65	1,59	0,62	7,82	0,96
3	Región conde de la Cruz	13,7 5	3,485	21	2,96	1,90	1,06	0,47	7,56	0,99
4	Bruma	13,5	3,61	21	3,27	1,48	1,8	0,41	7,68	0,99
5	Armonia	14,5	3,705	21	3,13	1,96	1,17	0,56	8,2	0,99
6	Alto Palermo	12,7 5	3,36	21	3,36	1,81	1,53	0,48	7,98	0,99
7	Insignia	13,5	3,36	21	3,91	1,77	2,14	0,53	7,74	1,1
8	El fraile	9,5	3,60	21	3,36	1,88	1,48	1,47	10	1,04
9	Gato negro	13, 55	3,7 1	21 ,5	2,90	1,76	1,13	0,22	7,57	1,04
10	Loma Negra / Carmenere	14, 5	3,6 9	22	2,59	1,55	1,04	0,35	7,3	0,99
11	Terra Vega/ SYRAH	14, 5	3,6 1	21 ,5	2,74	2,09	0,64	0,26	7,22	0,99
12	Reservado/ Merlot	13, 25	3,6 1	21 ,5	2,74	2,09	0,64	0,26	7,22	0,99
13	Tierra Vega/ Malbec	14, 75	3,5 95	21 ,5	2,79	1,80	0,98	0,18	7,16	0,99
14	Carta Vieja/	14, 5	3,7 1	22	1,48	1,47	0,01	0,20	7,84	0,99

	Cabernet Sauvignon									
15	Exportatio n/ Cabernet Sauvignon	13, 5	3,5 9	22	2,71	1,01	1,69	0,37	8,02	1,00
16	Reservado/ Cabernet Sauvignon	13	3,4 6	21 ,5	3,07	1,76	1,31	0,46	6,95	0,99

Realizado por: Siguenza, D.; Vargas, V., 2023.

3.4 Discusión de resultados

Los resultados obtenidos en la investigación, teniendo en cuenta la normativa INEN respectiva se establece que, en la determinación de grado alcohólico, para los vinos ecuatorianos este parámetro se encuentra dentro del rango permitido con valores de 9,5 a 14,5 al igual que las muestras de vino chileno con valores que van desde 13 a 14,75, teniendo valores que fluctúan entre el rango normativo que es desde 5 hasta 18.

En el parámetro de la acidez total, en los vinos tintos nacionales, tras efectuar el respectivo cálculo según la normativa INEN utilizando dos réplicas se obtuvo valores promedio que van desde 2,9585 a 3,36, en cambio los vinos procedentes de Chile se obtuvo valores promedio que fluctúan entre 1,45155 a 3,0768.

En el cálculo de la acidez fija mediante la aplicación de la fórmula presente en la normativa INEN con dos réplicas, en los vinos nacionales se obtuvo valores promedio que van de 1,7455 hasta 2,1138 y en los vinos chilenos se obtuvo valores que van de 1,0133 hasta 1,76305.

En la determinación de la densidad de los vinos tinto aplicando la fórmula con dos réplicas, en las muestras de vino nacional se obtuvo valores de 0,964 a 1,1 en cambio los vinos chilenos poseen valores que van de 0,993 hasta 1,009.

En el cálculo de la acidez volátil con la aplicación de la fórmula presente en la normativa INEN con dos réplicas para obtener un promedio, en los vinos nacionales se obtuvo valores que van de 1,056 a 2,1422 y en los vinos chilenos los valores van desde -0,17875 hasta 1,69775.

En la determinación de los grados Brix tras utilizar el respectivo equipo en los vinos nacionales se obtuvo valores que van de 7,56 hasta 10, en el caso de los vinos chilenos los valores obtenidos parten de 6,65 hasta 8,02.

En el parámetro de los azúcares totales mediante dos réplicas se obtuvo promedios, donde los vinos nacionales poseen valores que van desde 0,407 hasta 1,4745 de absorbancia, en cambio los vinos chilenos los valores van desde 0,1485 hasta 0,4645.

En el caso del pH, con el uso del potenciómetro con dos réplicas, se obtuvo valores promedio donde los vinos ecuatorianos poseen valores que van desde 3,335 hasta 3,705 y en cambio los vinos chilenos se obtuvo valores de pH que van desde 3,46 hasta 3,71.

La discusión de los resultados obtenidos de los diferentes parámetros de vinos de Ecuador y de Chile nos brinda la información para apreciar las diferencias significativas que existen para los vinos al tener en cuenta su lugar de origen, los cuales poseen características propias como los son el suelo, el clima, la altitud y la geografía específica, además de los métodos y técnicas de producción, los cuales brindan al producto final de características distintivas como por ejemplo su acidez y propiedades organolépticas.

La identificación a partir de las características propias que poseen los vinos ecuatorianos y chilenos se puede considerar una base para la elaboración de estrategias de comercialización internacional relativamente efectivas y para el posicionamiento de dichos vinos en el mercado internacional.

CONCLUSIÓN

Se caracterizó los 16 vinos tinto analizados, de los cuales 8 son ecuatorianos y 8 de origen chileno comercializados a nivel nacional tomando en cuenta parámetros físico-químicos, aplicando quimiometría para el análisis de los datos obtenidos experimentalmente con el fin de determinar su respectivo origen geográfico. El análisis multivariado de vinos ecuatorianos y chilenos representa una herramienta de gran potencial e importancia para el análisis de esta investigación, permitiendo comparar de manera efectiva los parámetros de las muestras, permitiendo identificar patrones distintivos que pueden estar vinculados al origen geográfico y de factores como el clima, el suelo y los procesos de vinificación. Los resultados obtenidos muestran que los vinos correspondientes a diferentes regiones geográficas poseen características propias y significativamente distintas, por lo que la construcción de un sistema analítico para identificar el origen de diferentes muestras de vinos resulta muy factible. La industria vinícola tanto de Ecuador como de Chile con el pasar del tiempo presentan un crecimiento notable, en donde el análisis multivariado es una herramienta que permite diferenciar y caracterizar dicho producto de modo muy eficaz, con una aplicación efectiva para conocer si un vino es genuino o no de una respectiva región.

RECOMENDACIONES

- Se recomienda trabajar con la colaboración con enólogos, geógrafos y expertos en análisis de datos con el fin de alcanzar una mayor comprensión de los resultados de los parámetros propuestos y la relevancia en el contexto de la determinación del origen geográficos de los vinos.

GLOSARIO

Vino: Bebida alcohólica que se produce a partir de la uva. El proceso de elaboración involucra la fermentación alcohólica del jugo o mosto mediante la actividad metabólica de levaduras (OIV - Organismo Internacional de la Viña y del Vino, 2016).

Enología: campo que abarca la ciencia, la técnica y el arte relacionados con la producción de vino. El enólogo desempeña el papel de asesor técnico encargado de dirigir los diversos procesos de elaboración del vino. Este experto supervisa en la bodega todas las etapas, incluyendo la elaboración, el almacenamiento, el análisis, la conservación, el embotellado y la comercialización del vino (UNILA, 2022).

Viticultura: Ciencia que trata sobre estudio y práctica del cultivo de la vid y la uva, con el propósito de producir vino y otros productos derivados de esta fruta. En este contexto, el encargado del cultivo de la vid recibe el nombre de viticultor (Condes de Albarei, 2022).

Mosto: Se refiere al jugo natural extraído de las uvas, que actúa como la base para la creación de cualquier tipo de vino. Este jugo es completamente natural, compuesto en su totalidad por fruta y muy rico en nutrientes (Bodegas Marqués del Atrio, 2021).

Cepa de vino: diferentes variedades de uvas de vinificación se utilizan para crear la amplia gama de vinos disponibles en vinotecas, supermercados y bodegas (¿Qué es una CEPA? - El Diccionario del Sommelier, 2021).

Vino tinto: Son los que se producen a partir del mosto de uvas tintas, sometiéndolos a un proceso de elaboración que extrae y transmite la materia colorante de los hollejos de las uvas. Los tintos pueden variar en tonalidades desde un rojo claro hasta un profundo negro (Vino Tinto - Vinoselección Club De Vinos, s.f.).

Denominación de origen: Indicación geográfica que señala un producto como originario de una región específica, ya sea un país o una localidad. Esto se debe a que, debido a las prácticas

tradicionales de producción y transformación, el producto adquiere características y una reputación que lo distinguen de los productos similares procedentes de otras ubicaciones geográficas (Superintendencia de Industria y Comercio, s.f.).

Quimiometría: Se refiere a la disciplina química que hace uso de métodos matemáticos y estadísticos para dos propósitos principales. En primer lugar, se utiliza para diseñar o seleccionar los procedimientos y experimentos de medición más efectivos. En segundo lugar, se emplea para obtener la máxima información química a partir del análisis de datos químicos (Chesniuk, 2020).

Análisis multivariado: Herramienta estadística que se utiliza para identificar y cuantificar la contribución relativa de diversas causas a un evento o resultado específico, permitiendo determinar qué factores o variables influyen de manera más significativa en un fenómeno particular, permitiendo comprender mejor su origen y los elementos que lo afectan (Pérez de Arenaza, 2022).

Análisis clúster: Método estadístico de análisis multivariante que tiene como objetivo la formación de grupos de variables con el propósito de alcanzar la máxima similitud dentro de cada grupo y, al mismo tiempo, la máxima diferencia entre los grupos (Fernández, 2011).

BIBLIOGRAFÍA

AMIGO, JOSÉ, 2017. *Desarrollo y aplicación de métodos quimiométricos multidimensionales al estudio de sistemas enzimáticos*. Barcelona: Universidad Autónoma de Barcelona.

AREADEPLANIFICACINGE, 2023. Matriz de confusión.pptx. *AreadePlanificacinGe* [en línea]. 10 enero 2023. Recuperado a partir de: <https://es.slideshare.net/AreadePlanificacinGe/matriz-de-confusinpptx>

AZÓN, JORGE Y RUÍZ, AGUSTÍN, sin fecha. Influencia de las marcas de vinos sobre la calidad percibida por profesionales y consumidores. *Universidad de La Rioja*.

BARBER, VIVEROS, 2023. Syrah Uva: Origen, Características, Cultivo, Potencial, Cata. [en línea]. 2023. Recuperado a partir de: <https://www.vitivinicultura.net/syrah-shiraz.html> [

BODEGAS MARQUÉS DEL ATRIO, 2021. ¿Qué es el mosto? [en línea]. 29 septiembre 2021. Recuperado a partir de: <https://marquesdelatrio.com/blog/vino/que-es-el-mosto/>

BRAGA, MARIANO, 2023. Cabernet Sauvignon: descubriendo el rey de los vinos. [en línea]. 16 octubre 2023. Recuperado a partir de: <https://marianobraga.com/blog/cabernet-sauvignon/>

CABELLER, CLAUDIA, 2023. Con personalidad: Carignan. *La noche del vino* [en línea]. 11 abril 2023. Recuperado a partir de: <https://lanocheenvino.com/2016/06/11/proyecto-vigno/>

CALDERÓN, GRECIA, 2022. Phmetro | Qué es, características, para qué sirve, tipos, partes, cómo funciona. *Euston96*. 2022.

CANO, PAOLA, 2013. Implementación y elaboración de vino tinto tempranillo con mano de obra calificada de la ciudad de Ambato Sector Ficoa. *DOCPLAYER*.

CEDRÓN, Trinidad, 2004. *Estudio analítico de compuestos en vino. Caracterización quimiométrica de distintas denominaciones de origen*. . Universidad de La Rioja.

CHESNIUK, NATSERGIO, 2020. ¿Qué es la quimiometría? *Metroquímica.net* [en línea]. 15 abril 2020. Recuperado a partir de: <https://metroquimica.net/blogs/news/que-es-quimiometria>

CHESNIUK, SERGIO, 2017. Que es quimiometría. *LinkedIn*. diciembre 2017.

CONDES DE ALBAREI, 2022. Viticultura, la ciencia del cultivo. [en línea]. 26 octubre 2022. Recuperado a partir de : <https://condesdealbarei.com/blog/viticultura-la-ciencia-del-cultivo/>

DANIELA, 2022. ¿Qué es una CEPA? *El Diccionario del Sommelier* [en línea]. 13 abril 2022. Recuperado a partir de: <https://sislanguagesandwine.com/teoria-de-vinos/el-diccionario-del-sommelier/que-es-una-cepa/>

DE DIEGO, YANET, 2021. Sangiovese, la uva, el vino y sus características. [en línea]. 11 octubre 2021. Recuperado a partir de: <https://www.degustitalia.com/post/sangiovese-la-uva-el-vino-y-sus-caracteristicas>

DEL POZO, JOSÉ, 1998. *Historia del vino chileno*. Editorial Universitaria.

ESCUADERO, FERNANDO RAMOS Y URETA, CARLOS ALVARADO-ORTIZ, 2007. Evaluación De La Actividad Antioxidante Y Evaluation of the Antioxidant Activity and Content of Phenolics Compounds in Wines Produced. *Revista Soc Quim Perú*. Vol. 1.

EWINE, 2023. Explorando la Elegancia de la Cepa Cabernet Franc. [en línea]. 7 junio 2023. Recuperado a partir de: <https://ewine.cl/blog/explorando-la-elegancia-de-la-cepa-cabernet-franc-n44>

FERNÁNDEZ, SANTIAGO DE LA FUENTE, 2011. Análisis Cluster ANÁLISIS DE CONGLOMERADOS (CLUSTERS). *Universida Autónoma de Madrid*.

FLORES, BERNARDO, 2017. Práctica 7. Medición del pH. [en línea]. 22 noviembre 2017. Recuperado a partir de: <https://es.slideshare.net/BernardoLeirerFlores/practica-7-medicin-del-ph>

HAPFELMEIER, ALEXANDER, CECCONI, MAURIZIO Y SAUGEL, BERND, 2016. Cardiac output method comparison studies: the relation of the precision of agreement and the precision of method. *Journal of Clinical Monitoring and Computing*. Vol. 30, número 2, pp. 149–155. DOI 10.1007/S10877-015-9711-X.

HEREDIA, VERÓNICA, 2022. *Evaluación de la calidad de cervezas artesanales usando métodos multivariados de modelamiento*. Riobamba: Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.

HERNÁNDEZ DOMÍNGUEZ, SOFÍA VERÓNICA, 2012. Relación entre la capacidad antioxidante y composición fenólica en vinos tintos del cv. carménère. *Tesis para optar al Grado de Magister en Enología y Vitivinicultura*. Vol. 1.

INFANTE, BYRON Y ANTHONY, LOMBANA, 2017. Titulación ácido débil. [en línea]. 2017. Recuperado a partir de: <https://slideplayer.es/slide/13945033/>

JARA, FRANCISCA, 2021. Todo sobre el Merlot. *Concha y Toro* [en línea]. 9 noviembre 2021. Recuperado a partir de: <https://conchaytoro.com/blog/todo-sobre-el-merlot/>

LA CANASTERÍA, 2019. Cabernet Sauvignon: Conoce todo de esta cepa. [en línea]. 2019. Recuperado a partir de: <https://lacanasteria.com/blog/cabernet-sauvignon-origen-maridaje/>

LA COMISIÓN EUROPEA, 2019. *Reglamento delegado (UE) 2019/934 de la comisión de 12 de marzo de 2019*. C/2019/1869.

LEBORGNE, CÉCILE ET AL., 2023. Multi-method study of the impact of fermentation on the polyphenol composition and color of Grenache, Cinsault, and Syrah rosé wines. *Food Chemistry*. Vol. 403. DOI 10.1016/j.foodchem.2022.134396.

MOR, NURIEL, 2022. Predicción de calidad y tipo de vino a partir de propiedades fisicoquímicas utilizando redes neuronales para aprendizaje automático: un software gratuito para enólogos y clientes.

NOVILI, 2020. Sobre qué es el vino malbec y otras preguntas. [en línea]. 19 abril 2020. Recuperado a partir de: <https://novili.com.co/blog/sobre-que-es-el-vino-malbec-y-otras-preguntas-tomemonos-una-copa/>

ORGANISMO INTERNACIONAL DE LA VIÑA Y EL VINO, 2016. Definición de vino. *Definición de los productos de la vid por ficha código*. . 2016.

PÉREZ DE ALARCÓN, LAURA, 2018. *Elaboración de vinos*. Madrid - España : Editorial Síntesis.

PÉREZ DE ARENAZA, DIEGO, 2022. Análisis multivariado. *Acta Gastroenterológica Latinoamericana*. Vol. 52, número 2. DOI 10.52787/agl.v52i2.206.

PRADO, JOSÉ, 2020. Pinterest. [en línea]. 2020. Recuperado a partir de : <https://www.pinterest.com.mx/pin/458663543273083161/>

QUEA, PAULO, 2016. *Parámetros de calidad físicoquímica de los vinos expendidos en Acho.* . Lima: Universidad Alas Peruanas.

SALAS, DENISE, 2017. Cultura vitinícola y su desarrollo en la sociedad ecuatoriana. *Centro Sur*. Vol. 2.

SCHULLO, 2021. Despechado Pinot Noir Chile. [en línea]. 2021. Recuperado a partir de : <https://www.schullo.com.ec/es/productos/139-despechado-pinot-noir-chile-750cm3.html>

SUPERINTENDENCIA DE INDUSTRIA Y COMERCIO, 2021. ¿Qué son las denominaciones de origen? *GOV.co* [en línea]. 2021. Recuperado a partir de : <https://www.sic.gov.co/node/53>

UDDIN, NAZIM, MITRA, KANIHA Y HAQUE, ZAHURUL, 2016. Determinación comparativa de compuestos bioactivos y in vitro. Propiedades antioxidantes de la harina de trigo tradicional y la harina de trigo mezclada con soya recientemente desarrolladas. *Journal of Food Properties*.

UNILA, 2022. Qué Es Enología y su Relación con la Gastronomía. [en línea]. 2022. Recuperado a partir de : <https://www.unila.edu.mx/que-es-enologia/> [consultado 18 octubre 2023].

UNIVERSITAT DE LES ILLES BALEARS, 2023. Espectrometria de absorción atómica con horno de grafito. [en línea]. 2023. Recuperado a partir de : <https://sct.uib.es/Instruments-i-equipaments-dels-Serveis-Cientificotecnics/Area-de-espectroscopia-atomica/Espectrometria-de-absorcion-atomica-con-horno-de.cid108084>.

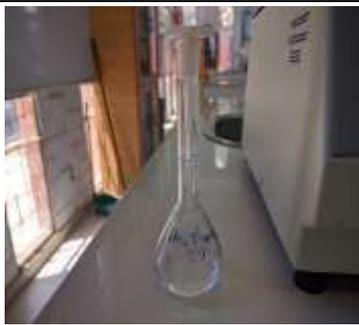
VALIDACIÓN Y CERTIFICACIÓN INEN, 2017. Normalización INEN: Bebidas alcohólicas vinos. Clasificación y definiciones. [en línea]. 27 noviembre 2017. Recuperado a partir de : <http://inennormalizacion.blogspot.com/2017/11/bebidas-alcoholicas-vinos-clasificacion.html>

VILLERO, JOSÉ, 2015. *Aplicación de técnicas estadísticas quimiométricas y cualimétricas a datos analíticos de control rutinario en un laboratorio cervecero*. Málaga: Universidad de Málaga.

VINO SELECCIÓN, 1973. Vino Tinto. [en línea]. 1973. Recuperado a partir de : <https://vinoeleccion.com.pe/vino-tinto/>

ANEXOS

ANEXO A: EQUIPOS, MATERIALES Y REACTIVOS.

Reactivos	
Soluciones Buffer para pH metro	
	
Medición de pH	pH metro usado en acidez total
	
Agua Ultra Pura	Ácido sulfúrico
	
Fenol	Fenolftaleína



Etanol puro



Hidóxido de sodio

Materiales



Desecador



Vasos de Precipitación



Balones de aforo



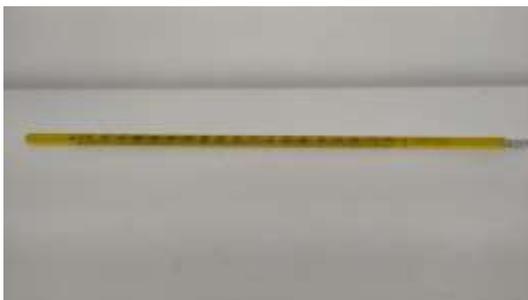
Matraz Erlenmeyer



Hidrómetro



Núcleos de Ebullición



Termómetro



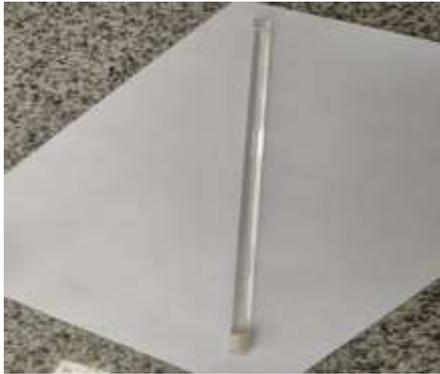
Micropipeta



Pipeta graduada



Picnómetros



Varillas



Pinzas



Matr az esmerilado



Refrigerante



Tubos de ensayo



Gradilla



Cápsula de porcelana

Equipos



Mufla



Agitador Magnético



Plancha Calefactora



Manta Calefactora



Equipo de Absorción Atómica



Balanza analítica



Sonicador y baño maría

ANEXO B. POSPRUEBA. GRADO ALCOHÓLICO.

a) POSPRUEBA MEDICIÓN

Ambientación de la muestra



Aforo 100 ml de muestra

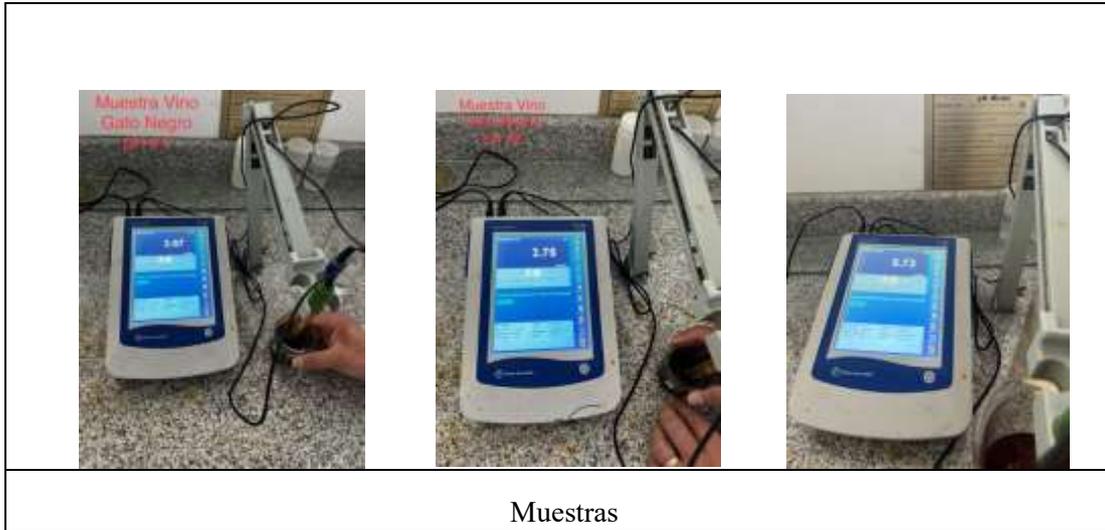
Destilación



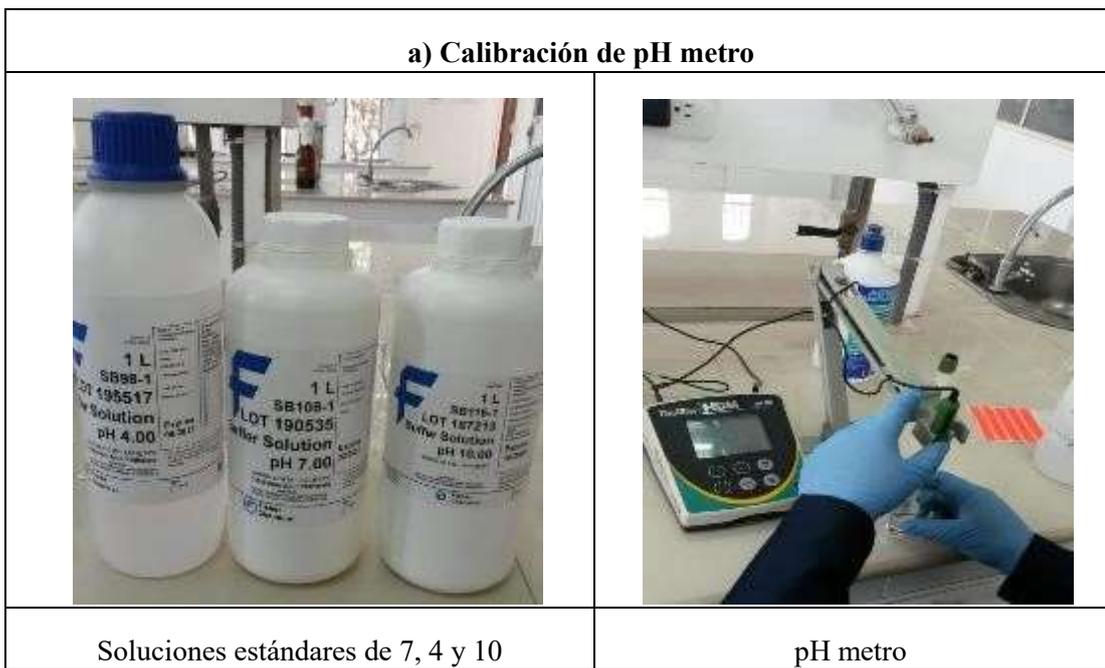
Destilación - Recolección

Medición grado alcoholico

ANEXO C. POSPRUEBA. PH.



ANEXO D. POSPRUEBA. ACIDEZ TOTAL.





Calibración

ANEXO E. POSPRUEBA. ACIDEZ TOTAL.

b) Estandarización de la solución patrón (NaOH)

Preparación del EDTA



Pesaje de EDTA



Solución de NaOH al 0.1 N



Resultado de las tres repeticiones

ANEXO F. ACIDEZ TOTAL.

Muestras		
		
Equipo de Titulación	Resultado. Repetición 1	Resultado. Repetición 2

ANEXO G. POSPRUEBA. ACIDEZ FIJA.

Muestras

Baño María

ANEXO H. ACIDEZ FIJA.

Muestras		
		
Equipo de Titulación	Resultado. Repetición 1	Resultado. Repetición 2

ANEXO I. POSPRUEBA. AZÚCARES TOTALES.

	
Preparacion de soluciones estándar	

ANEXO J. AZÚCARES TOTALES.

Muestras	
	
Resultado	Resultado. Repetición 1

ANEXO K. RESULTADOS DE LA ABSORCIÓN ATÓMICA.

Thermo Scientific

Información de configuración

Elemento	Valor
Archivo de libro	D:\Mis Documentos\Siguenza y Vargas\2023_06_07_Fijo.iwbk
Accesorios	Accesorio: Detector estándar
Software	INSIGHT: 2.1.133
microprograma, software inalterable	3.0.0.109
Aplicación	Fijo - Fijo
Formato de Datos	Absorbancia
Ancho de banda	532 nm
Tiempo de integración (s)	1,000 seg
Modo Fijo	Normal
Usar límites de control	No

#	ID de muestra	Nombre del Usuario	Fecha y hora	540nm (Abs)	Comentarios
1	M1	Pc	07/06/2023 11:13:48	0,471	reservado merlot

Tabla Fijo

nm	Abs
540,000	0,471

#	ID de muestra	Nombre del Usuario	Fecha y hora	540nm (Abs)	Comentarios
2	M2	Pc	07/06/2023 11:18:09	-0,077	exportation selecto CS

Tabla Fijo

nm	Abs
540,000	-0,077

#	ID de muestra	Nombre del Usuario	Fecha y hora	540nm (Abs)	Comentarios
3	M2	Pc	07/06/2023 11:19:14	0,790	

Tabla Fijo

nm	Abs
540,000	0,790

#	ID de muestra	Nombre del Usuario	Fecha y hora	540nm (Abs)	Comentarios
4	M3	Pc	07/06/2023 11:23:01	0,376	terra vega SYRAH

Tabla Fijo

nm	Abs
540,000	0,376

#	ID de muestra	Nombre del Usuario	Fecha y hora	540nm (Abs)	Comentarios
5	M4	Pc	07/06/2023 11:25:30	0,504	reservado CS

Tabla Fijo

nm	Abs
540,000	0,504

#	ID de muestra	Nombre del Usuario	Fecha y hora	540nm (Abs)	Comentarios
6	M5	Pc	07/06/2023 11:28:21	0,500	carta vieja CS

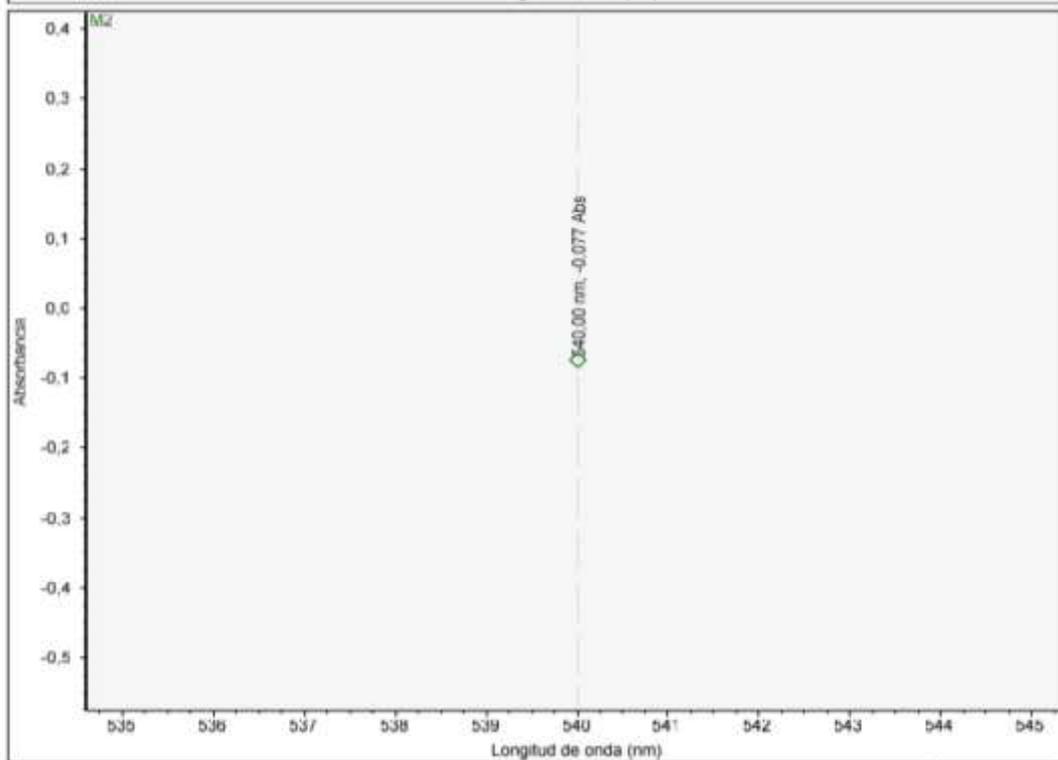
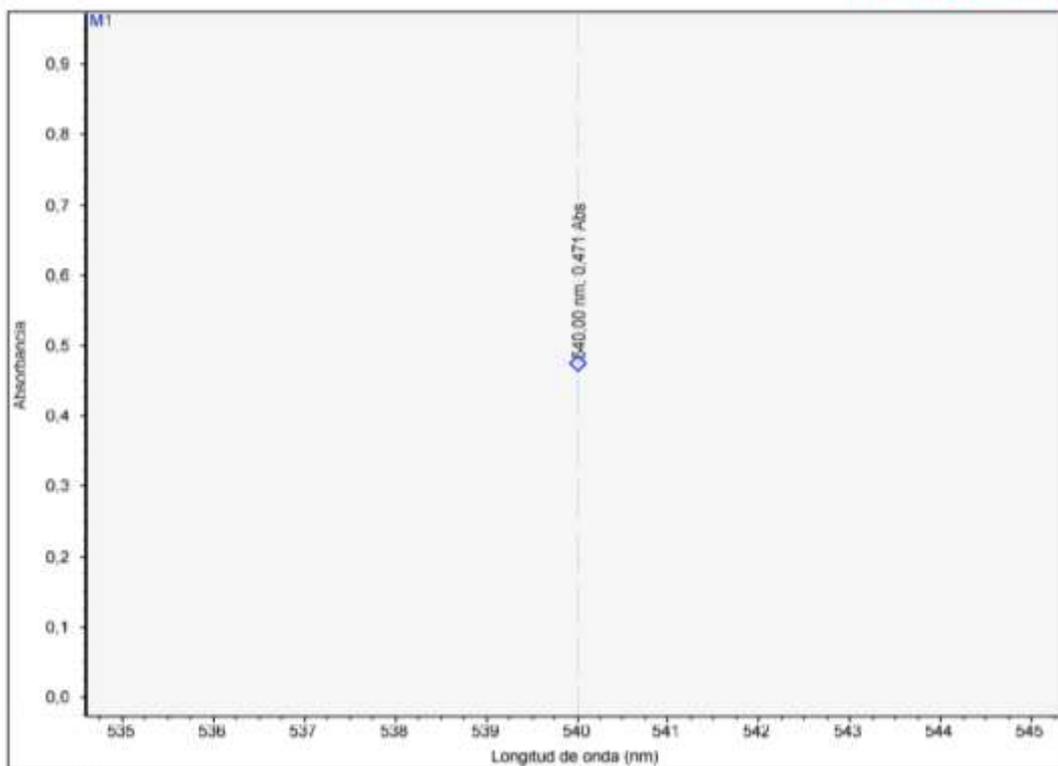
Tabla Fijo

nm	Abs
540,000	0,500

#	ID de muestra	Nombre del Usuario	Fecha y hora	540nm (Abs)	Comentarios
7	M6	Pc	07/06/2023 11:31:45	0,297	terra vega MALBEC

Tabla Fijo

nm	Abs
540,000	0,297





epoch

Dirección de Bibliotecas y
Recursos del Aprendizaje

**UNIDAD DE PROCESOS TÉCNICOS Y ANÁLISIS BIBLIOGRÁFICO Y
DOCUMENTAL**

REVISIÓN DE NORMAS TÉCNICAS, RESUMEN Y BIBLIOGRAFÍA

Fecha de entrega: 29/02/2024

INFORMACIÓN DEL AUTOR/A (S)
Nombres – Apellidos: Vanessa Michelle Vargas Flores Dayana Brigitte Siguenza Vargas
INFORMACIÓN INSTITUCIONAL
Facultad: Ciencias
Carrera: Química
Título a optar: Químico
f. Analista de Biblioteca responsable: Ing. Rafael Inty Salto Hidalgo

0196-DBRA-UPT-2024