



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE NICARAGUA UNAN – LEÓN
FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍA
DEPARTAMENTO DE QUÍMICA



“DETERMINACIÓN Y COMPARACIÓN DE PARÁMETROS FÍSICOS Y QUÍMICOS EN VINOS”

MONOGRAFÍA

PARA OPTAR AL TÍTULO DE LICENCIADOS EN QUÍMICA

PRESENTADA POR:

BRA. GRETTEL MARISELA REYES JIMÉNEZ
BRA. ANA FRANCIS RAMÍREZ ZAPATA

TUTOR:
DR. SERGIO LÓPEZ GRÍO

LEÓN, NICARAGUA

2012: AÑO DEL BICENTENARIO

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE NICARAGUA UNAN – LEÓN
FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍA
DEPARTAMENTO DE QUÍMICA



**“DETERMINACIÓN Y COMPARACIÓN
DE PARÁMETROS FÍSICOS Y QUÍMICOS EN VINOS”**

MONOGRAFÍA

PARA OPTAR AL TÍTULO DE LICENCIADOS EN QUÍMICA

PRESENTADA POR:

BRA. GRETHEL MARISELA REYES JIMÉNEZ
BRA. ANA FRANCIS RAMÍREZ ZAPATA

TUTOR:
DR. SERGIO LÓPEZ GRÍO

LEÓN, NICARAGUA

2012: AÑO DEL BICENTENARIO

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE NICARAGUA UNAN

– LEÓN

FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍA

DEPARTAMENTO DE QUÍMICA

**“DETERMINACIÓN Y COMPARACIÓN DE
PARÁMETROS FÍSICOS Y QUÍMICOS EN VINOS”**

MONOGRAFÍA

PARA OPTAR AL TÍTULO DE LICENCIADOS EN QUÍMICA

PRESENTADA POR:

BRA. GRETHEL MARISELA REYES JIMÉNEZ

BRA. ANA FRANCIS RAMÍREZ ZAPATA

TUTOR

DR. SERGIO LÓPEZ GRÍO

LEÓN, NICARAGUA,

2012: AÑO DEL BICENTENARIO

AGRADECIMIENTOS

A Dios nuestro Señor por darnos la fortaleza y la sabiduría para concluir con éxitos nuestros estudios universitarios.

A nuestras queridas familias por brindarnos siempre su inmenso soporte y su infinito amor, por la comprensión en el cansancio y nuestro mal humor en los desvelos, por las largas horas de ausencia comprendida y la sonrisa en sus rostros al vernos llegar a casa.

A nuestros seres queridos y amigos, que siempre estuvieron a nuestro lado y nos dieron aliento y nos ayudaron a crecer y avanzar como personas y profesionales.

A nuestro tutor Sergio López Grío por haber aceptado el reto de guiarnos al desarrollo de nuestro trabajo, demostrando su paciencia y preocupación para con nosotras.

A nuestros maestros, por siempre apoyarnos en el camino de nuestra formación y compartir sus valiosos conocimientos.

A todos los que nos apoyaron en estos largos años y siempre creyeron en nosotras.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

ÍNDICE DE CONTENIDOS

I. RESUMEN	1
II. OBJETIVOS	2
II.1 Objetivo general	2
II.2 Objetivos específicos	2
III. MARCO TEÓRICO	3
III.1 Flor de Jamaica (<i>Hibiscus sabdariffa</i> L.)	3
III.1.1 Descripción.....	3
III.1.2 Variedades	3
III.1.3 La flor de Jamaica en Nicaragua	4
III.1.4 Usos de la flor de Jamaica	4
III.2 El vino.....	6
III.2.1 Definición.....	6
III.2.2 Clasificación de los vinos	7
III.2.2.1 Clasificación por su contenido en azúcares	7
III.2.2.2 Clasificación por su edad	8
III.2.2.3 Clasificación por su color.....	8
III.2.2.4 Clasificación por vinificación.....	9
III.2.2.5 Defectos que puede presentar el vino	10
III.2.3 Elaboración artesanal de vino de fruta	11
III.3 Fermentación	12
III.3.1 Concepto	12
III.3.2 La fermentación alcohólica	12
III.3.3 Tipos de fermentación alcohólica	14
III.3.3.1 Fermentación industrial	14
III.3.3.2 Fermentaciones naturales	15
III.4 Descripción del equipo de fermentación.....	15
III.5 Ácidos del vino	15
III.5.1 Ácido tartárico	16
III.6 Los sulfitos y su importancia.....	16
III.6.1 Determinación de anhídrido sulfuroso.....	17
III.7 Volumetría	17
III.8 El pH.....	18

ÍNDICE DE CONTENIDOS

III.9 Grados Brix	20
III.10 Índices de refracción	20
III.11 Sólidos solubles y totales	20
III.11.1 Sólidos totales	20
III.11.2 Sólidos solubles	20
III.12 Acidez.....	21
III.12.1 Evaluación de la acidez.....	21
III.13 Azúcares	21
III.13.1 Azúcares reductores.....	22
III.14 Destilación	22
III.15 Grado alcohólico	23
III.16 Tratamiento de los datos.....	24
III.16.1 Ensayos de comparación de varias varianzas	25
III.16.2 Prueba de Bartlett.....	25
III.16.3 ANOVA de un factor	26
IV. MATERIALES Y EQUIPOS	29
IV.1 Equipos	29
IV.2 Materiales	29
V. REACTIVOS Y SOLUCIONES	30
V.1 Reactivos	30
V.2 Soluciones	30
V.2.1 Solución de hidróxido de sodio 5 N.....	30
V.2.2 Solución de glucosa 0.5%.....	31
V.2.3 Solución de azul de metileno 1%	31
V.2.4 Solución de acetato de plomo, saturada	31
V.2.5 Solución de Fehling A	31
V.2.6 Solución de Fehling B	31
V.2.7 Solución de reactivo de Soxhlet.....	31
V.2.8 Solución de NaOH 0.1 M	32
V.2.9 Solución de fenolftaleína 2%.....	32
V.2.10 Solución de óxido de calcio 1%	32
V.2.11 Solución de hidróxido de potasio 1 N	32
V.2.12 Solución de ácido sulfúrico 1:3.....	32

ÍNDICE DE CONTENIDOS

V.2.13 Solución de tiosulfato de sodio.....	32
V.2.14 Solución de dicromato de potasio 0.1 N.....	32
V.2.15 Solución de yodo 0.1 N.....	33
V.2.16 Solución de yodo 0.02 N.....	33
V.2.17 Solución de almidón al 1%.....	33
VI. METODOLOGÍA.....	34
VI.1 Determinación de pH.....	34
VI.2 Determinación de grados Brix y de índice de refracción.....	34
VI.3 Determinación de azúcares reductores directos y totales.....	35
VI.3.1 Clarificación de la muestra.....	35
VI.3.2 Valoración del reactivo de Soxhlet.....	36
VI.3.3 Determinación de azúcares reductores directos.....	36
VI.3.4 Determinación de azúcares reductores totales.....	37
VI.4 Acidez total (AT).....	38
VI.4.1 Titulación de la solución de NaOH 0.1 M.....	38
VI.4.2 Determinación de la acidez total (AT).....	39
VI.5 Determinación de grado alcohólico.....	40
VI.6. Determinación de anhídrido sulfuroso.....	41
VI.6.1 Titulación del $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ 0.1 N.....	41
VI.6.2 Valoración de la disolución de I_2 0.1 N.....	42
VI.6.3 Determinación de anhídrido sulfuroso total.....	42
VI.6.4 Determinación del anhídrido sulfuroso libre.....	43
VII. ANÁLISIS DE RESULTADOS.....	44
VII.1 Selección de las muestras de estudio.....	44
VII.2 Obtención de parámetros físico-químicos.....	45
VII.3 Comparación de los parámetros físico-químicos.....	52
VII.3.1 Comparación de los parámetros físico-químicos como variables.....	54
VII.3.2 comparación de los vinos como variables.....	59
VIII. CONCLUSIONES.....	62
IX. RECOMENDACIONES.....	64
X. BIBLIOGRAFÍA.....	65

I. RESUMEN

El vino es por definición una bebida alcohólica elaborada por fermentación del jugo, fresco o concentrado, de uvas, sin embargo se suele incluir como tales, las bebidas fermentadas elaboradas a partir del jugo de frutas con alto contenido de azúcares. En Nicaragua, la fabricación de “vinos”, a partir de frutas, es en su mayoría responsabilidad de colectivos de mujeres agrupados en cooperativas de producción. La determinación de parámetros físico-químicos en este contexto adquiere importancia, ya que éstos pueden ser un indicativo de la calidad de los productos terminados. En el presente trabajo monográfico se presenta, un estudio de los parámetros físico-químicos de 3 muestras de vinos, seleccionadas en base a criterios previamente establecidos, 2 elaborados a partir de Flor de Jamaica y 1 elaborado a partir de Uvas, el que fue tomado como referencia de análisis. Se determinaron así, grado alcohólico, sólidos solubles y totales, pH, acidez total, azúcares reductores directos y totales y sulfitos libres y totales. Encontrándose variaciones del grado alcohólico de las muestras entre 8.0 y 12.0%, de sólidos solubles entre 8.0% y 13.1%, de sólidos totales entre 16.22% y 16.33%, de pH 3.79 y 2.51, de acidez total expresada como ácido tartárico entre 5.23 y 4.17 g/L, de azúcares reductores directos entre 208.1 y 177.3 g/L, de azúcares reductores totales entre 479.7 y 405.9 g/L, de sulfitos libres 4.74 y 2.12 mg/L y de sulfitos totales entre 28.16 y 5.54 mg/L respectivamente. Finalmente se aplicaron herramientas estadísticas de comparación encontrándose que los parámetros físico-químicos no pueden ser relacionados con las muestras estudiadas, debido a las diferencias en las unidades de los valores obtenidos y que las muestras de vinos presentaban relaciones estadísticas claras, cuando los relacionábamos con los parámetros físicos-químicos.

OBJETIVOS

II OBJETIVOS

II.1 OBJETIVO GENERAL

Determinar parámetros físicos y químicos en muestras de vino de Flor de Jamaica.

II.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

1. Seleccionar las muestras de vinos de frutas a ser analizadas.
2. Determinar el grado alcohólico en las muestras de vino del estudio.
3. Cuantificar la cantidad de sólidos totales y solubles en las muestras de vinos.
4. Establecer el pH y la acidez total de las muestras de vino.
5. Determinar el contenido de azúcares reductores totales y directos en las muestras de vinos.
6. Determinar el contenido de sulfitos totales y libres presentes en las muestras de vino.
7. Comparar estadísticamente los resultados obtenidos.

III. MARCO TEÓRICO

III.1 FLOR DE JAMAICA (*Hibiscus Sabdariffa L.*)

III.1.1 DESCRIPCIÓN

La flor de Jamaica es una planta originaria de la india, se le conoce como: sarent, aleluya y rosa de Jamaica. Esta planta se ha distribuido extensamente en zonas tropicales y subtropicales. Se dice que las semillas de esta planta fueron traídas por esclavos africanos.

La Jamaica es una planta arbustiva anual de rápido desarrollo, con altura de 2.5 a 3.5 metros, que tiene forma de cuña, palmípedo nervado, se cubre de hoja empezando en la copa y en las ramas y soporta grandes axilas con flores. Por disponer de un sistema radicular desarrollado y profundo, muestra una gran adaptabilidad a diferentes tipos de suelo.

El fruto es seco, de cinco lóbulos, compuestos cada uno de tres láminas delgadas y oblongas lisas por dentro y erizadas por fuera, de pelos finos y picantes. Cada fruto encierra unos veinte granos negros y reniformes.

III.1.2 VARIEDADES

De acuerdo a la finalidad de explotación, existe una división de *Hibiscus Sabdariffa L.* en tres grupos de variedades:

1. Productoras de fibras: altísima y bhagalpuriensis.
2. Intermedias: intermedius, albus y ruber, de las cuales se obtiene simultáneamente fibras y calices.
3. Productoras de caliz: archer, temprana, rico y victor.

Por otra parte, se menciona que las condiciones ambientales, el tipo de suelo y nutrición, pueden influir para que plantas de una misma variedad adquieran características muy particulares, de acuerdo al lugar donde se cultive. Por tal razón, las descripciones botánicas que de esta especie hacen algunos autores, difieren un poco entre sí.

MARCO TEÓRICO

Existen entre otras las siguientes variedades comestibles:

1. Rico.
2. Víctor (vencedor).
3. Archer.
4. Temprana.

III.1.3 LA FLOR DE JAMAICA EN NICARAGUA

La flor de Jamaica dada sus características se cultiva en diferentes zonas con fines de exportación o para consumo interno. La Jamaica se cultiva principalmente en el pacífico Norte, León y Chinandega, pacífico Sur, Managua, Masaya, Carazo, Granada, Rivas e Isla de Ometepe y en alguna medida en la Región de las Segovia, Nueva Segovia, Madriz y Estelí.

Los rendimientos de producción anual llegan a ser hasta 2000 libras de cálices por manzana, un rendimiento bastante bajo en comparación con los rendimientos obtenido por productores en China, 3143 libras, o de la India 2358 libras, esto es debido entre otros factores a la utilización de variedades criollas, manejo rústico y falta de tecnología genética del cultivo. Por otro lado los costos de inversión en el país pueden alcanzar hasta los 500 dólares por manzana, un precio relativamente alto dado que el precio en el mercado local se dispara hasta los 9 dólares el kilo, un precio muy superior a los 3.5 dólares que alcanza en el mercado internacional.

En el país se cultivan principalmente las siguientes variedades:

1. Criolla.
2. Reyna.
3. Indonesia.

III.1.4 USOS DE LA FLOR DE JAMAICA

La flor de Jamaica tiene diversas aplicaciones, debido a su contenido de acidohibiscus, ácidos orgánicos (málico, cítrico y tartárico), así como el colorante rojo, que le confieren propiedades tales como: digestivas y tonificantes, laxantes suaves, diuréticas y emolientes.

MARCO TEÓRICO

Los extractos de las flores de Jamaica se emplean como colorantes naturales para los alimentos, en emulsiones para las bebidas y en la preparación de mermeladas y gelatinas de color rojo brillante de sabor ácido. La cocción de las flores también se usa como sustituto del té o del café. Se le recomienda en la terapia del corazón, enfermedades de los nervios, presión sanguínea alta, fiebre, enfermedades hepáticas y calcificación de las arterias protege el sistema vascular humano e inhibe la enzima angiotensina y reduce la hipertensión. Es también útil como diurético y antibacteriano. Sus preparaciones pueden ser utilizadas como laxantes. La semilla constituye una excelente fuente de cocina. Los tallos tiernos, hojas y cálices se usan en la preparación de sopas y salsas.

Los cálices se usan en preparados que se consumen como sustitutos de las carnes. Las flores y frutos carnosos se utilizan en infusiones para aliviar los síntomas de bronquitis, la tos y el constipado. Actúa como antioxidantes y contribuye a las acciones anti cancerígenas o cardioprotectivas.

Tiene un efecto antiespasmódico, reduce la hipertensión, es antimicrobiana y propicia la relajación del musculo uterino. Las hojas son emolientes y se usan comúnmente como diuréticas y sedativas, mientras que los frutos sirven para combatir el escorbuto. La infusión de los cálices además de su uso como antiséptico y como laxante suave, es refrescante y útil en condiciones de que proporcionan el enojo en enfermedades de los nervios y del corazón, de alta presión sanguínea y calcificación de las arterias.

III.2 EL VINO

III.2.1 DEFINICIÓN



El vino es una bebida alcohólica elaborada por fermentación del jugo, fresco o concentrado, de uvas. Su nombre proviene de la variedad '*Vitis Vinifera*' que es la variedad de uva de la que descienden la mayoría de las utilizadas para la elaboración de vinos, y las primeras en ser utilizadas para ello.

Para la producción del vino, las uvas recién recogidas son prensadas para que liberen su mosto o jugo, que es rico en azúcares. Luego de esto, las levaduras transportadas por el aire, o la adición de levaduras seleccionadas al mosto, provocan la fermentación de éste, resultando como principales productos de la fermentación el alcohol etílico y el dióxido de carbono. Este último, liberado en forma de gas.

La fermentación se interrumpe normalmente cuando todos los azúcares fermentables han sido transformados en alcohol y dióxido de carbono, o cuando la concentración del primero supera la tolerancia de las levaduras. Para ese momento, lo que era mosto, se ha transformado en vino. La graduación de los vinos varía entre un 7 y un 16% de alcohol por volumen, aunque la mayoría de los vinos embotellados oscilan entre 10 y 14 grados.

El azúcar y los ácidos que posee la fruta *Vitisvinifera* hacen que sean suficientes para el desarrollo de la fermentación. No obstante el vino es una suma de un conjunto de factores ambientales: clima, latitud, altura, horas de luz, etc.

Aproximadamente un 66% de la recolección mundial de la uva se dedica a la producción vinícola, el resto es para su consumo como fruta. A pesar de ello el cultivo de la vid cubre tan sólo un 0.5% del suelo cultivable en el mundo. El cultivo de la vid se ha asociado a lugares con un clima mediterráneo.

MARCO TEÓRICO

Se debe distinguir entre “**VINO**” propiamente dicho y el llamado “**VINO DE FRUTA**”.

- El vino, si no se especifica nada, es el obtenido a partir del jugo de uva fermentado.
- Sin embargo, otras frutas o plantas con alto contenido de azúcares, permiten obtener excelentes bebidas de tipo vinosas que tienen mucho en común con los jugos de uva fermentados: son los llamados “**VINOS DE FRUTAS**”. Cabe mencionar que aunque no son propiamente vinos, en general son comercializados bajo esta denominación en muchos lugares y países, tal es el caso del Vino de Flor de Jamaica, objeto de la presente monografía. ***En adelante, lo llamaremos “vino de Flor de Jamaica”, para efectos prácticos aunque no entre en la definición propia de los llamados vinos, obtenidos a partir de jugo de uvas.***

III.2.2 CLASIFICACIÓN DE LOS VINOS

Pueden ser clasificados por diversas características:

- a) Por su contenido en azúcares.
- b) Por su edad.
- c) Por su color.
- d) Por vinificación.

III.2.2.1 CLASIFICACIÓN POR SU CONTENIDO EN AZÚCARES

El contenido en azúcares del vino determina su encuadramiento. Es usual en vinos generosos y espumosos En la tabla III.1., se muestra esta clasificación.

Tabla III.1. Clasificación de los vinos en base a su contenido de azúcares.

DESDE g/l	HASTA g/l	TIPO DE VINO
0	5	Secos
5	15	Semi-Secos
15	30	Abocados
30	50	Semi-Dulces
50	Adelante	Dulces

III.2.2.2 CLASIFICACIÓN POR SU EDAD

- a) **VINO JOVEN:** También conocidos como “vinos del año”, suelen ser frescos y afrutados y no se benefician de la crianza, ya que pueden perder el encanto de su fruta, sin duda son los más populares y a la vez los más económicos.
- b) **VINO DE CRIANZA:** Los vinos españoles criados en barricas son hoy en día alabados por los entendidos en vino de todo el mundo. Criados en barricas de Roble (francés o americano (la madera tiene distinto nivel de porosidad)) deben haber envejecido en madera al menos durante seis meses y tener como mínimo dos años. Siendo esta la regla general, estos parámetros son regulados por cada ente regulador de las diferentes denominaciones de origen. A los crianzas Rosados y Blancos se les exige haber envejecido en madera durante un mínimo de seis meses.
- c) **VINOS RESERVA:** A estos vinos se les requiere un mínimo de tres años de maduración en la bodega, incluyendo al menos un año de crianza en barrica de roble.
- d) **GRAN RESERVA:** Estos grandes vinos sólo se producen los mejores años y no pueden ser vendidos hasta el sexto año, con un mínimo de dos años en barrica de roble y un mínimo de tres en botella. Como consumidor, cuanto menor es el tiempo de crianza en barrica, menos tiempo pueden guardarse los vinos.

III.2.2.3 CLASIFICACIÓN POR SU COLOR

Otra clasificación de los vinos es a través de sus colores, a saber tintos (*rouge - red*), blancos (*blanc - white*) y rosados (*rosé - pink*).

- a) **VINOS TINTOS:** El color del vino proviene del color de la piel de la uva, donde el mosto es dejado en contacto con la piel de la uva hasta que se alcance un color deseado. Para hacer vino tinto, las uvas rojas se aplastan y el mosto pasa parte o la totalidad del periodo de fermentación y, en muchos casos, un periodo de maceración previo o posterior a la fermentación.

MARCO TEÓRICO

En contacto con las pieles u hollejos. Toda la materia colorante, además de múltiples compuestos saborizantes y taninos, se encuentran en los hollejos de las uvas y la fermentación y maceración se encargan de liberarlos. Esta liberación se intensifica a menudo por técnicas de activación mecánica (remontado), o batido (bazuqueado), durante estos periodos.

- b) **VINOS BLANCOS:** Los vinos blancos son aquellos producidos a partir de uvas verdes o blancas; o bien a partir de uvas negras aunque en estos casos nunca se deja al mosto en contacto con la piel de las uvas. El color obtenido en los vinos blancos es de tono verdoso o amarillento.

- c) **VINOS ROSADOS:** El rosado (*rosé*) es producido dejando el mosto en contacto por un tiempo breve con la piel de las uvas. Suele producirse utilizando uvas rojas que permanecen en contacto con los hollejos (piel de la uva) por breves períodos. Con menor frecuencia se produce mezclando vinos tintos y blancos.

III.2.2.4 CLASIFICACIÓN POR VINIFICACIÓN

Sería poco eficiente clasificar a los vinos solamente en el lugar de origen. Una clasificación primaria es aquella que los divide como: Vinos Calmos o Naturales, Vinos Fuertes o Fortificados y Vinos Espumantes. Esta clasificación se basa en la técnica de producción llamada vinificación.

a. VINOS CALMOS O NATURALES

Son aquellos que se hacen desde el mosto, y que es fermentado en forma natural, o con algún aditivo en cantidades controladas como levaduras, azúcar o cantidades muy pequeñas de sulfuros. Estos vinos son de una graduación alcohólica que va desde el 10% al 15%, ya que se les detiene la fermentación alcanzando estos valores. Son los habitualmente conocidos como blancos, tintos y rosados.

b. VINOS FORTIFICADOS O FUERTES

Reciben alguna dosis de alcohol, usualmente un brandy de uvas, en alguna etapa de su vinificación. Las interferencias controladas tipifican la producción y características de los vinos fuertes. El contenido alcohólico de estas variedades va desde los 16° a los 23° (grados por volumen).

c. VINOS ESPUMANTES

Son aquellos del tipo del Champagne, los cuales tienen dos fermentaciones. La primera que es la habitual del vino natural, y una segunda que tiene lugar en la botella. Algunos vinos naturales tienen cierta efervescencia llamada pétillance, pero ésta es muy suave y no es causada como resultado de interferencias en el proceso de fermentado. Si se trata de vino espumoso, este se elabora según distintos métodos, siendo el más barato el de carbonatación forzada usando dióxido de carbono. Los de calidad son aquellos que no cuentan con aditivos y su segunda fermentación es alcanzada por añejamiento. En todos los casos los vinos espumantes presentan cierta sedimentación, donde los de calidad son desedimentados utilizando distintas técnicas que pueden incluir auxilios mecánicos y reapertura de las botellas, previo a su comercialización.

III.2.2.5 DEFECTOS QUE PUEDE PRESENTAR EL VINO

- El vino ácido o agrio es descartado como vino, o es considerado como vino malo.
- La acidez de un vino puede estar causada por dos factores:
- Inmadurez de la uva al momento de producir el vino. Ésta se detecta a través de un sabor a tártaro (ácido), este defecto puede ser remediado dejando añejar la botella.
- La acidez causada por una mala vinificación no puede ser remediada, y se detecta por un gusto a vinagre que en definitiva es la utilización que se le da a ese tipo de vinos defectuosos.
- Un vino pasado es reconocido por un cambio en su color y por tornarse acuoso.

MARCO TEÓRICO

- Los vinos rosados tienen un periodo en el que generan un olor nauseabundo, llamado periodo de mareo de la botella, el que desaparece pasado cierto tiempo (Semanas o meses).
- El último defecto que pueden presentar los vinos, se origina en malos corchos, donde estos generan el sabor de la bebida.

III.2.3 ELABORACION ARTESANAL DE VINO DE FRUTA

La tecnología empleada es muy simple y nos sirve para seguir produciendo otras bebidas, por ejemplo para elaborar el mosto sólo se necesita una licuadora industrial, los procesos de fermentación se desarrollan en tambores plásticos aptos para alimentos y el embotellado es manual.

El proceso de elaboración y fraccionado consta de cinco etapas generales que si bien son similares a las usadas para fabricar vino de uvas.

Primero se prepara la pulpa de fruta, luego se hace el mosto y se lo ajusta para pasar a una tercer etapa que es la fermentación alcohólica, cuarta etapa y la más larga que es la de separación del mosto y su clarificación para culminar en la quinta que es el envasado y acondicionado.

Los insumos a emplear son flor de Jamaica, agua destilada, azúcar, bicarbonato de sodio, levadura de cerveza y bentonita como clarificante; Los equipos que usaremos son una cocina, una balanza, ollas, bidones plásticos para la fermentación y almacenado, cuchara, paleta, manguera, embudo, jarra con medida, cinta de pH, cedazo.

Etapas de preparación: En una olla con agua destilada se hierve la flor de Jamaica, para extraer el mosto. El bicarbonato de sodio se emplea como regulador de la acidez del mosto, para que la levadura pueda actuar correctamente, debido a las características ácidas de la flor de Jamaica, el bicarbonato de sodio va neutralizando parte del ácido cítrico excesivo.

III.3 FERMENTACION

III.3.1 CONCEPTO

La fermentación es un proceso que realizan muchos microorganismos, efectuando reacciones sobre algunos compuestos orgánicos y liberando energía. Hay muchos tipos diferentes de fermentación, pero en condiciones fermentativas solamente se efectúa una oxidación parcial de los átomos de carbono del compuesto orgánico y, por consiguiente, sólo una pequeña cantidad de la energía potencial disponible se libera.

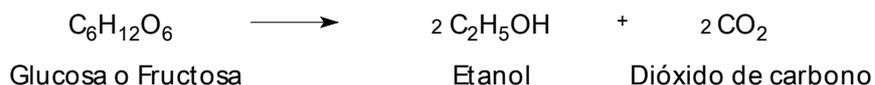
Algunos fermentos utilizados para acelerar el proceso de fermentación, para 100L de mosto:

- Fosfato de amonio: 40g
- Tartrato neutro de amonio: 140g
- Bitartrato de potasio: 240g
- Magnesia calcinada: 8g
- Yeso y sal de cocina: 1.6g
- Flor de azufre: 0.4g
- Acido tartárico: 100g

III.3.2LA FERMENTACIÓN ALCOHÓLICA

El azúcar de las frutas está constituido principalmente de glucosa y fructosa.

Durante la fermentación alcohólica se produce al desdoblamiento del azúcar con formación de etanol y CO₂.



La fermentación alcohólica no sólo la sufren los azúcares fermentables que son la glucosa y la fructosa. La sacarosa (C₁₂H₂₂O₁₁), el azúcar de caña, se desdobra en Glucosa y fructosa por la acción del enzima invertasa producido por las levaduras.

MARCO TEÓRICO

Para producir un cierto porcentaje de alcohol se necesitan aproximadamente 17 g/litro de glucosa o fructosa (que pueden provenir de 16.15 g de sacarosa) por litro de mosto.

Durante toda la elaboración del vino se debe evitar que se establezca contacto con el aire. Si eso pasa, existe el peligro que se produzcan oxidaciones y que se desarrollen microorganismos aerobios (levaduras superficiales, bacterias acéticas).

Pero si se necesita una multiplicación de las levaduras al principio del proceso, y que no se multiplican con la intensidad adecuada, como sucede frecuentemente en los mostos muy ricos en azúcar, el líquido de fermentación debe « ventilarse » temporalmente. El aporte de aire provoca una rápida multiplicación de las levaduras.

Para la producción del vino, las uvas o frutas recién recogidas son prensadas para que liberen su mosto o jugo, que es rico en azúcares. Luego de esto, las levaduras transportadas por el aire, o la adición de levaduras seleccionadas al mosto, provocan la fermentación de éste, resultando como principales productos de la fermentación el alcohol etílico y el dióxido de carbono. Este último, liberado en forma de gas. La fermentación se interrumpe normalmente cuando todos los azúcares fermentables han sido transformados en alcohol y dióxido de carbono, o cuando la concentración del primero supera la tolerancia de las levaduras. Para ese momento, lo que era mosto, se ha transformado en vino.

La graduación de los vinos varía entre un 7 y un 16% de alcohol por volumen, aunque la mayoría de los vinos embotellados oscilan entre 10 y 14 grados. Los vinos dulces tienen entre un 15 y 22% de alcohol por volumen.

Su definición bioquímica: bebida que proviene de la fermentación por las células de las levaduras y también por las células de las bacterias lácticas del zumo de las células entrajadas de las uvas o frutas.

MARCO TEÓRICO

En definitiva, es un producto de transformación de la materia vegetal viva por microorganismos vivos. Su composición y evolución están directamente ligadas a fenómenos bioquímicos.

III.3.3 TIPOS DE FERMENTACIÓN ALCOHÓLICA

III.3.3.1 FERMENTACIÓN INDUSTRIAL

La fermentación etílica ha sufrido algunas transformaciones con el objeto de aumentar la eficiencia química del proceso. Una de las mejoras más estudiadas en la industria es la posibilidad de realizar la fermentación alcohólica continua con el objeto de obtener mayores cantidades de etanol.

Hoy en día el procesamiento industrial de algunas bebidas alcohólicas como puede ser el vino o la cerveza se realizan en ambientes controlados capaces de ofrecer a un ritmo apropiado de estos productos de consumo al mercado. Los métodos de fermentación continua se empezaron a patentar en la década de los 1950's y desde entonces han hecho que la industria de las bebidas alcohólicas haya experimentado un crecimiento apreciable. Una de las características de la fermentación etílica industrial es la selección adecuada de las levaduras a inocular en el proceso de fermentación con el objeto de aumentar el rendimiento de la producción.

La fermentación industrial típica es esencialmente un proceso que se produce en un recipiente llamado fermentador o en general, biorreactor, mediante el cual determinados sustratos que componen el medio de cultivo (levaduras) son transformadas mediante la reacción microbiana en metabolitos y biomasa. Estos contenedores son herméticos y permiten retirar mediante canalizaciones apropiadas el dióxido de carbono resultante. Durante el proceso los microorganismos van aumentando de concentración en el transcurso de la reacción al mismo tiempo que el medio va modificando sus propiedades químicas y se forman productos nuevos como consecuencia de las reacciones anabólicas.

MARCO TEÓRICO

III.3.3.2 FERMENTACIONES NATURALES.

La fermentación alcohólica con la emisión de ciertas cantidades de etanol se produce de forma espontánea en la naturaleza siempre que se encuentre un azúcar y una atmósfera pobre de oxígeno, es por esta razón que ocurre espontáneamente en el interior de algunas frutas que se puede decir sufren un proceso de maduración anaeróbica, tal y como puede ser el melón curado que muestra olor a alcohol, o los mismos cocos.

Un aspecto de la fermentación alcohólica natural o espontánea se puede dar en ciertas frutas como el de la vid, en una fase inicial en la que las uvas se incluyen en las cubas madre de acero inoxidable y se produce la denominada fermentación tumultuosa encargada de hacer aparecer las primeras trazas de etanol.

III.4 DESCRIPCIÓN DEL EQUIPO DE FERMENTACIÓN



El fermentador es una cuba con tapa, en acero inoxidable, la cual está recubierta por una chaqueta en acero inoxidable, por la cual circula vapor de agua cuando es necesario calentar la solución que contiene la cuba, si por el contrario, es necesario enfriar, tiene una llave que permite el paso de agua fría. Además, la cuba está provista de un desagüe, para cuando se desee lavar o desocuparla. Para evitar fugas, dicho desagüe es sellado con un tapón de caucho.

III.5 ÁCIDOS DEL VINO

El vino es una bebida ácida por naturaleza, el zumo de cualquier fruta sin madurar en exceso lo es. Puede parecer que los ácidos no deban conferir cualidades particularmente beneficiosas al vino, pero si tienen que estar y parece claro que forman parte esencial de un vino, como el agua, el alcohol, mejor que estén en su justa medida.

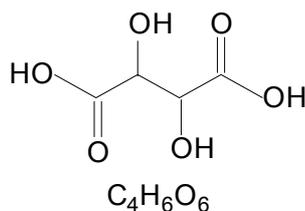
MARCO TEÓRICO

III.5.1 ÁCIDO TARTÁRICO

El ácido tartárico es el más abundante en el vino y también el más estable, pudiendo llegar a suponer más de dos tercios del total. Su aportación al vino es la de añadir características de fruta madura, sabores frescos y agradables, lo que se conoce como notas "vinosas".

El ácido tartárico precipita de manera natural en forma de sales (tartrato cálcico o bitartrato potásico) como consecuencia de la acción insolubilizante conjunta del alcohol y el frío, formando los famosos cristales o posos del vino.

En el caso del ácido tartárico el vino se vuelve insípido adquiriendo al mismo tiempo un color apagado, fenómeno que se conoce con el nombre de enfermedad de la vuelta.



III.6 LOS SULFITOS Y SU IMPORTANCIA

Los sulfitos o anhídrido sulfuroso se encuentran de forma natural en el vino en bajos niveles, pero posteriormente suelen añadir más para una mejor conservación del vino. Un exceso de sulfitos en el vino también empeora su calidad, pierde color, toma un olor picante y altera su sabor, por esta razón se puede confiar en que no administrarán más de lo necesario, pues el vino perdería cualidades. Para saber la cantidad que deben aplicar, primero medirán el sulfuroso que de forma natural ya se encuentra en el vino.

Los sulfitos tienen un efecto conservante y/o antioxidante, que inhibe la formación de bacterias, mohos y levaduras; debido a estas características que les son propias, los sulfitos se utilizan frecuentemente en el vino, en la cerveza, en la conservación de crustáceos, en los preparados a base de hortalizas y de frutas, en las mermeladas en conserva, en las galletas, en las frutas sancochadas y en numerosos otros alimentos.

III.6.1 DETERMINACIÓN DE ANHÍDRIDO SULFUROSO

La determinación de anhídrido sulfuroso en vino se puede realizar por distintos métodos: volumétricos, fotométricos, cromatográficos y enzimáticos, siendo el método volumétrico el que más se ha empleado. El método consiste en una valoración de óxido-reducción con I_2 como reactivo en medio ácido y en presencia de almidón como indicador.

III.7 VOLUMETRIA

Es un método utilizado para cuantificar la concentración de disolución de la que se desconoce su concentración a través de su reacción con otra disolución de concentración y volumen exactamente conocidos. Para ello se va añadiendo gota a gota la disolución desconocida o 'problema' a la otra disolución (disolución valorada) desde un recipiente cilíndrico denominado bureta, hasta que la reacción finaliza. Según el tipo de reacción que se produzca, la volumetría será, por ejemplo, volumetría ácido-base, de oxidación-reducción o de precipitación.

El final de la reacción suele determinarse a partir del cambio de color de un indicador, como papel de tornasol o una mezcla especial de indicadores denominada indicador universal. Si se prepara una cantidad de ácido o base con una concentración conocida, se puede medir cuánta cantidad de la otra disolución se necesita para completar la reacción de neutralización, y a partir de ello determinar la concentración de dicha disolución.

Para determinar cuánto ion cloruro hay en una disolución se emplea una disolución de nitrato de plata de concentración conocida. Cuando la reacción se completa se forma cloruro de plata insoluble, que aparece en el fondo del líquido como un precipitado blanco.

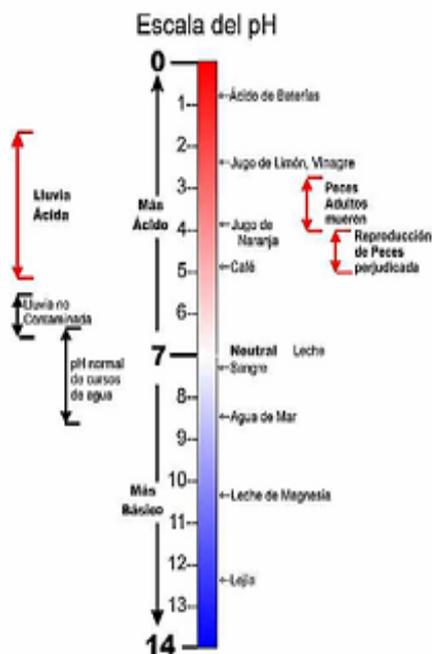
Las valoraciones se clasifican por el tipo de objeto a analizar:

1. **VALORACIONES ÁCIDO-BASE:** basadas en la reacción de neutralización entre el analito y una disolución de ácido o base que sirve de referencia. Para determinar el punto final, usan un indicador de pH, un pH-metro, o un medidor de conductancia.

MARCO TEÓRICO

- 2. VALORACIONES REDOX:** basadas en la reacción de oxidación-reducción o reacción Redox entre el analito y una disolución de oxidante o reductor que sirve de referencia. Para determinar el punto final, usan un potenciómetro o un indicador Redox aunque a veces o bien la sustancia a analizar o la disolución estándar de referencia tienen un color suficientemente intenso para que no sea necesario un indicador adicional.
- 3. VALORACIONES DE FORMACIÓN DE COMPLEJOS O COMPLEXOMETRÍAS:** basadas en la reacción de formación de un complejo entre el analito y la sustancia valorante. El agente quelatante EDTA es muy usado para titular iones metálicos en disolución. Estas valoraciones generalmente requieren indicadores especializados que forman complejos más débiles con el analito.
- 4. VALORACIONES DE PRECIPITACIÓN:** Son aquellas basadas en las reacciones de precipitación. Uno de los tipos más habituales son las Argentometrías: precipitación de aniones como los halógenos (F⁻, Cl⁻, Br⁻, I⁻).

III.8 EL pH



El pH puede definirse como una medida que expresa el grado de acidez o basicidad de una solución en una escala que varía entre 0 y 14. La acidez aumenta cuando el pH disminuye. Una solución con un pH menor a 7 se dice que es ácida, mientras que si es mayor a 7 se clasifica como básica. Una solución con pH 7 será neutra.

El valor de pH representa el menos logaritmo en base diez de la concentración de iones hidrógeno [H⁺].

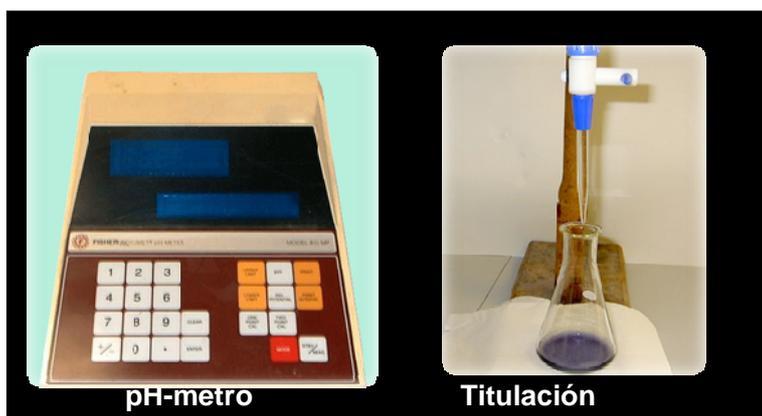
MARCO TEÓRICO

Como escala es logarítmica, la caída en una unidad de pH es equivalente a un aumento de 10 veces en la concentración de H^+ . Entonces, una muestra de agua con un pH de 5 tiene 10 veces más H^+ que una de pH 6 y 100 veces más que una de pH 7.

Los cambios en la acidez pueden ser causados por la actividad propia de los organismos, deposición atmosférica (lluvia ácida), características geológicas de la cuenca y descargas de agua de desecho.

El valor del pH se puede medir de forma precisa mediante un potenciómetro, también conocido como pH-metro, un instrumento que mide la diferencia de potencial entre dos electrodos: un electrodo de referencia (generalmente de plata/cloruro de plata) y un electrodo de vidrio que es sensible al ión de hidrógeno.

También se puede medir de forma aproximada el pH de una disolución empleando indicadores, ácidos o bases débiles que presentan diferente color según el pH. Generalmente se emplea papel indicador, que se trata de papel impregnado de una mezcla de indicadores cualitativos para la determinación del pH. El papel de litmus, papel tornasoles, el indicador mejor conocido. Otros indicadores usuales son la fenolftaleína y el naranja de metilo.



El pH puede ser analizado en el campo o en el laboratorio. No olvide utilizar recipientes bien limpios para tomar y acarrear las muestras.

MARCO TEÓRICO

Si la muestra es llevada al laboratorio la determinación debe ser realizada dentro de las 2 primeras horas a partir de la colecta, ya que puede cambiar por interacción con el anhídrido carbónico (CO_2) atmosférico. Conserve las muestras refrigeradas para su transporte.

III.9 GRADOS BRIX

Es el por ciento de sólidos disueltos en un producto derivado de las frutas o de un líquido azucarado. Este método se basa en el cambio de dirección que sufren los rayos luminosos en el límite de separación de dos medios en los cuales es distinta la velocidad de propagación.

III.10 ÍNDICES DE REFRACCIÓN



Cuando una onda de cualquier tipo alcanza la frontera de dos medios distintos, parte de su energía se transmite al segundo medio, dando lugar en el segundo medio a otra onda de características semejantes a las de la onda incidente y que recibe el nombre de onda transmitida. Otra parte de la energía se emplea en generar otra onda que se propaga hacia atrás en el primer medio y que se llama onda reflejada. Este valor se le llama índice de refracción.

III.11 SÓLIDOS SOLUBLES Y TOTALES

III.11.1 SÓLIDOS TOTALES

Este método se basa en la determinación del índice de refracción, para que ya una vez conocido se lea el porcentaje de sólidos totales.

III.11.2 SÓLIDOS SOLUBLES

Porcentaje en peso de sólidos, determinado por refractometría corregida a 20°C , utilizando las escalas internacionales de sacarosa (Grados Brix).

MARCO TEÓRICO

Además de ser empleado en el acondicionamiento de mostos, este procedimiento tiene utilidad adicional en:

- Determinación del estado óptimo de madurez de un fruto.
- Evaluación de la marcha fermentativa por la disminución de su valor en el tiempo.
- Cálculo del alcohol potencial de un mosto.

Los dos métodos más comunes para la determinación de sólidos solubles son la refractometría y la areometría.

III.12 ACIDEZ

En alimentos el grado de acidez indica el contenido en ácidos libres. Se determina mediante una valoración (volumetría) con un reactivo básico. El resultado se expresa como el % del ácido predominante en el material.

III.12.1 EVALUACIÓN DE LA ACIDEZ

Otro dato a complementar con el valor de pH es la acidez total, la cual se determina mediante valoración volumétrica con NaOH (0,1 N) y fenolftaleína como indicador. Un crecimiento significativo de bacterias ácido lácticas durante el almacenamiento puede producir un aumento de acidez y disminución de pH debido al incremento en el contenido de ácido láctico resultante de la actividad metabólica.

III.13 AZUCARES

Existen diversos métodos de cuantificación de carbohidratos basados en la capacidad reductora de los azúcares que tienen libre el grupo carbonilo. Estos carbohidratos son capaces de reducir elementos como el cobre (Cu^{+2}), el hierro (Fe^{+3}) o el yodo (I^0).

En el caso específico del cobre, este es reducido desde Cu^{+2} a Cu^{+1} . En este sentido, en el método de Lane y Eynon (1923) se hace reaccionar sulfato cúprico con azúcar reductor en medio alcalino, formándose óxido cuproso, el cual forma un precipitado rojo ladrillo.

MARCO TEÓRICO

Este método utiliza azul de metileno como indicador, el cual es decolorado una vez que todo el cobre ha sido reducido, lo que indica el fin de la titulación.

III.13.1 AZÚCARES REDUCTORES

Son aquellos que, como la glucosa, fructosa, lactosa y maltosa presentan un carbono libre en su estructura y pueden reducir, en determinadas condiciones, a las sales cúpricas.

El método analítico se basa en la eliminación de todas las materias reductoras que no sean azúcares mediante defecación con los reactivos Carrez I y II, previa dilución de los azúcares en medio hidroetanólico y valoración de los azúcares reductores según el método de Luff.

III.14 DESTILACIÓN

Proceso que consiste en calentar un líquido hasta que sus componentes más volátiles pasan a la fase de vapor y, a continuación, enfriar el vapor para recuperar dichos componentes en forma líquida por medio de la condensación. El objetivo principal de la destilación es separar una mezcla de varios componentes aprovechando sus distintas volatilidades, o bien separar los materiales volátiles de los no volátiles. En la evaporación y en el secado, normalmente el objetivo es obtener el componente menos volátil; el componente más volátil, casi siempre agua, se desecha. Sin embargo, la finalidad principal de la destilación es obtener el componente más volátil en forma pura. Por ejemplo, la eliminación del agua de la glicerina evaporando el agua, se llama evaporación, pero la eliminación del agua del alcohol evaporando el alcohol se llama destilación, aunque se usan mecanismos similares en ambos casos.

La destilación puede ser: simple como se muestra en la siguiente figura, cuando se pretende separar sustancias volátiles de otras que no lo son, y fraccionada cuando se trata de separar sustancias volátiles de otras que lo son menos.

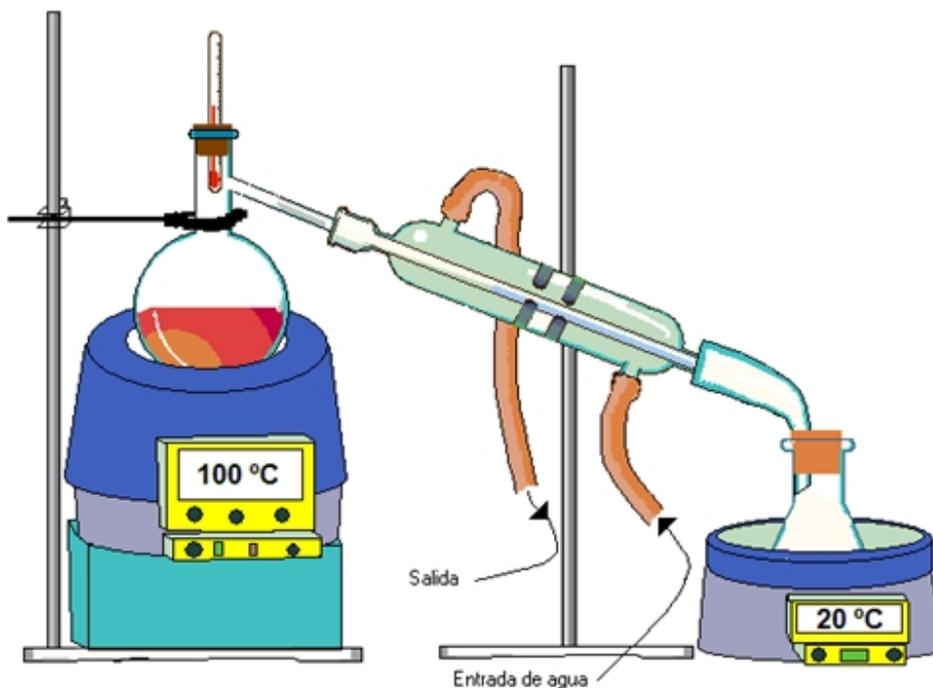


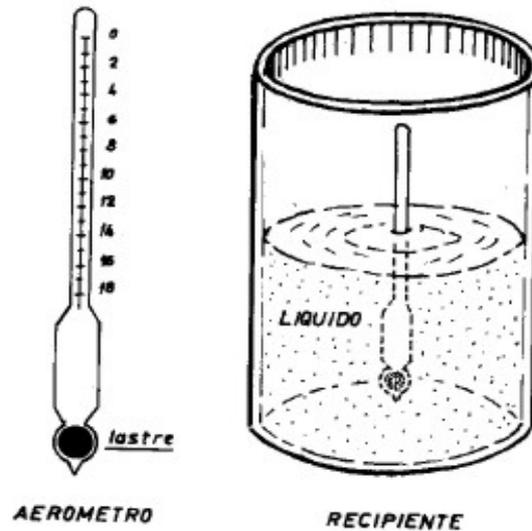
FIGURA III.1Equipo de destilación simple.

III.15 GRADO ALCOHÓLICO

Se define el grado alcohólico volumétrico de un vino como el número de litros de etanol contenidos en 100 litros de vino, a una temperatura de 20° C, siendo su símbolo “% vol”.

El grado alcohólico de una bebida alcohólica es, de acuerdo con la graduación utilizada el tanto por ciento en volumen de alcohol de dicha bebida. Para determinar el grado alcohólico de un vino por destilación debemos separar la mezcla etanol-agua de los colorantes y aromatizantes para, posteriormente determinar su graduación con un alcoholímetro.

El alcoholímetro es un densímetro que se hundirá más o menos en el líquido según cuál sea su densidad. Puesto que el alcohol es menos denso que el agua, cuanto mayor sea la proporción de aquel en una mezcla menor será la densidad de la misma.



III.16 TRATAMIENTO DE LOS DATOS

Para poder realizar el tratamiento de los datos obtenidos del análisis de muestras de distintos orígenes, se suelen usar diferentes estrategias de tratamiento estadístico, de estos datos.

Por lo que los laboratorios, utilizan una gran variedad de herramientas estadísticas definidas para usos generales o concretos. Los datos se deben obtener mínimo por triplicado, para mayor seguridad de los mismos y luego se procede a definir qué o cual herramienta nos sirve para el propósito que nos hemos planteado.

En nuestro caso, el fin es el comparar, relacionar o asociar muestras, y por lo tanto se deben emplear 2 herramientas, entre las que se mencionan:

1. Comparación de varianzas a través de los test de Fisher, Bartlett o Levene.
2. Comparación de medias: con varianzas iguales o diferentes.

III.16.1 ENSAYOS DE COMPARACIÓN DE VARIAS VARIANZAS

En la comparación de tres o más varianzas, se decide con cierta probabilidad, si son todas iguales, o al menos una de ellas es distinta de las demás.

MARCO TEÓRICO

Se acepta H_0 si $F_{cal} < F_{tab}$ y las varianzas son iguales. La hipótesis nula y la hipótesis alternativa son:

$$H_0: S^2_1 = S^2_2 = \dots S^2_j = \dots = S^2_h$$

$$H_1: S^2_1 \neq S^2_2 = \dots S^2_j \neq \dots \neq S^2_h$$

Si se acepta H_0 las series son homogéneas, y si no se acepta, al menos una de las series tiene una varianza distinta a las demás.

III.16.2 PRUEBA DE BARTLETT

La prueba de Bartlett es la técnica que más se usa para comparar las varianzas de varias muestras y para determinar si las muestras son iguales. Si hay igualdad esto se denomina homogeneidad u homocedásticidad de las varianzas. En esta prueba los n_i en cada valor de X no necesitan ser iguales; sin embargo se recomienda que los n_i no sean menores que 3 y muchos de los n_i deben ser mayores de 5.

Para el desarrollo de la prueba de Bartlett se debe calcular inicialmente una varianza conjunta, definida como:

$$S^2 = \frac{\sum (n_i - 1) S_i^2}{\sum (n_i - 1)}$$

En donde se toman en cuenta todas las varianzas de las n_i muestras. Una vez obtenido su valor se calcula un factor de corrección definido por C .

$$C = \frac{1 + \sum_{i=1}^h \left(\frac{1}{n_i - 1} - \frac{1}{N - h} \right)}{3(h - 1)}$$

En donde N es el número total de datos, h es el número de series y $N-h$ es número total de grados de libertad.

$$\chi^2 = \frac{1}{C} \left| (N - h) \ln S^2 - \sum_{i=1}^h (n_j - 1) \ln S_i^2 \right|$$

MARCO TEÓRICO

En esta prueba las hipótesis nula y alternativa son:

$$H_0 = S_1^2 = S_2^2 = S_3^2 = S_4^2 = S_5^2 = \dots S_i^2$$

$$H_1 = S_1^2 \neq S_2^2 \neq S_3^2 \neq S_4^2 \neq S_5^2 \neq \dots S_i^2$$

Se acepta H_0 si:

$$\chi_{\text{cal}}^2 < \chi_{h-1,0.05}^2$$

Se rechaza en caso contrario.

III.16.3 ANOVA DE UN FACTOR

Análisis de varianza (**ANOVA**, según terminología inglesa) es una colección de modelos estadísticos y sus procedimientos asociados. El análisis de varianza sirve para comparar si las medias de un conjunto de datos numéricos son significativamente distintas a los valores de otro o más conjuntos de datos. El procedimiento para comparar estos valores está basado en la varianza global observada en los grupos de datos numéricos a comparar.

Típicamente, el análisis de varianza se utiliza para asociar una probabilidad a la conclusión de que la media de un grupo de puntuaciones es distinta de la media de otro grupo de puntuaciones.

El ANOVA se basa en la descomposición de la variación total de los datos con respecto a la media global (SCT), que bajo el supuesto de que H_0 es cierta con una cierta estimación obtenida a partir de toda la información muestral, en dos partes:

1. **Variación dentro de las muestras (SCD) o Intra grupos**, cuantifica la dispersión de los valores de cada muestra con respecto a sus correspondientes medias.
2. **Variación entre muestras (SCE) o Inter-grupos**, cuantifica la dispersión de las medias de las muestras con respecto a la media global.

MARCO TEÓRICO

Las expresiones para el cálculo de los elementos que intervienen en el ANOVA son las siguientes:

$$\text{Media Global: } \bar{X} = \frac{\sum_{j=1}^k \sum_{i=1}^{n_j} X_{ij}}{n}$$

$$\text{Variación Total: } SCT = \sum_{j=1}^k \sum_{i=1}^{n_j} (X_{ij} - \bar{X})^2$$

$$\text{Variación Intra-grupos: } SCD = \sum_{j=1}^k \sum_{i=1}^{n_j} (X_{ij} - \bar{X}_j)^2$$

Variación Inter-grupos:

$$SCE = \sum_{j=1}^k (\bar{X}_j - \bar{X})^2 n_j$$

Siendo x_{ij} el i -ésimo valor de la muestra j -ésima; n_j el tamaño de dicha muestra y \bar{x}_j su media. Cuando la hipótesis nula es cierta $SCE/K-1$ y $SCD/n-K$ son dos estimadores insesgados de la varianza poblacional y el cociente entre ambos se distribuye según una F de Snedecor con $K-1$ grados de libertad en el numerador y $N-K$ grados de libertad en el denominador.

Por lo tanto, si H_0 es cierta es de esperar que el cociente entre ambas estimaciones será aproximadamente igual a 1, de forma que se rechazará H_0 si dicho cociente difiere significativamente de 1.

En esta prueba las hipótesis nula y alternativa son:

$$H_0 = \bar{X}_1 = \bar{X}_2 = \bar{X}_3 = \bar{X}_4 = \bar{X}_5 = \dots \bar{X}_i$$

$$H_1 = \bar{X}_1 \neq \bar{X}_2 \neq \bar{X}_3 \neq \bar{X}_4 \neq \bar{X}_5 \neq \dots \bar{X}_i$$

Se acepta H_0 si:

$$F_{\text{cal}}^2 < F_{(h-1), (N-h), 0.05}^2$$

Se rechaza en caso contrario.

El ANOVA se basa en la comparación de la variabilidad media que hay entre los grupos con la variabilidad que hay dentro de los grupos.

MARCO TEÓRICO

Un método computacional conocido como tabla ANOVA facilita los cálculos. Se trata de disponer en forma de tabla ciertas cantidades que conducen a la obtención del F calculado. En la Tabla, se muestra la tabla de resultados de ANOVA.

Tabla de ANOVA de un factor.

Variabilidad	Suma de Cuadrados	GL	Cuadrados Medios	F _{cal}
Entre	$SCE = \sum_{i=1}^k \sum_{j=1}^{n_i} (\bar{x}_i - \bar{x})^2$ $= \sum_{i=1}^k n_i (\bar{x}_i - \bar{x})^2$	$k - 1$	$MSE = \frac{SS_E}{k-1}$	$\frac{MSE}{MSD}$
Dentro	$SCD = \sum_{i=1}^k \sum_{j=1}^{n_i} (x_{ij} - \bar{x}_i)^2$ $= \sum_{i=1}^k (n_i - 1) x_i^2$	$n - k$	$MSD = \frac{SS_D}{n-a}$	
Total	$SCT = \sum_{i=1}^k \sum_{j=1}^{n_i} (x_{ij} - \bar{x})^2$	$n - 1$		

IV. MATERIALES Y EQUIPOS

IV.1 EQUIPOS

1. Balanza Analítica. (Ohaus, EP 210).
2. Balanza analítica. (Sartorius, MC1 AC 210 S).
3. Horno Mufla. (Heraeus, MR170E).
4. Campana extractora de gases (Labconco).
5. Refrigeradora. (Cetron, CF28- 1ABA/BTC)
6. Bomba de vacío. (Edwards, E2M5 27102).
7. Agitador Magnético. (Selecta, agimatic N).
8. Baño María. (Yamato, BM-42).
9. pHmetro (Mettler Toledo, SevenEasy).
10. Refractómetro.
11. Termómetro OPAL ± 120 °C.
12. Alcohólímetro.

IV.2 MATERIALES.

- 1- Vidrio reloj (Pyrex).
- 2- Soporte universal (Fisher).
- 3- Balones de destilación de 500 y 1000 mL (Pyrex).
- 4- Refrigerantes, clanes, soportes, codos. (Pyrex).
- 5- Balones aforados de 1000, 250, 100 mL. (Pyrex)
- 6- Beaker de 50, 100, 250, 1000 mL. (Pyrex)
- 7- Erlenmeyer de 125, 250 mL. (Pyrex)
- 8- Bureta de 250, 50 mL. (Pyrex)
- 9- Probeta de 250, 50, 10 mL. (Pyrex)
- 10- Kitazato
- 11- Embudo Büchner.
- 12- Pizeta de 250 mL.
- 13- Espátula
- 14- Pinza universal (MINIMAX).

V. REACTIVOS Y SOLUCIONES

V.1 REACTIVOS

- 1- Hidróxido de Sodio (Fisher, New Jersey, USA).
- 2- Glucosa. (Fisher Chemical, New Jersey, USA).
- 3- Azul de metileno. (Fisher, New Jersey, USA).
- 4- Acetato de plomo. (Fisher, New Jersey, USA).
- 5- Sulfato de cobre pentahidratado. (Fisher, New Jersey, USA).
- 6- Fenolftaleína. (Merck, Darmstadt, Alemania).
- 7- Tartrato de sodio y potasio. (Merck, Darmstadt, Alemania).
- 8- Carbón activado. (Merck, Darmstadt, Alemania).
- 9- Acido acético glacial. (Fisher, New Jersey, USA).
- 10- Oxalato de sodio. (Merck, Darmstadt, Alemania).
- 11- Oxido de calcio. (Merck, Darmstadt, Alemania).
- 12- Acido clorhídrico (Merck, Darmstadt, Alemania).
- 13- Ftalato ácido de potasio (Fisher, New Jersey, USA).
- 14- Hidróxido de potasio(Fisher, New Jersey, USA).
- 15- Acido sulfúrico (Merck, Darmstadt, Alemania).
- 16- Tiosulfato de sodio(Merck, Darmstadt, Alemania).
- 17- Cloroformo (Merck, Darmstadt, Alemania).
- 18- Dicromato de potasio(Fisher, New Jersey, USA).
- 19- Yoduro de potasio(Merck, Darmstadt, Alemania).
- 20- Yodo(Merck, Darmstadt, Alemania).
- 21- Almidón soluble (Fisher, New Jersey, USA).

V.2 SOLUCIONES

V.2.1 SOLUCIÓN DE HIDRÓXIDO DE SODIO 5N

Disolver 50.00 g de NaOH en 100 mL de agua, desionizada. Agitar bien y cuando la reacción de disolución se haya realizado, enfriar a temperatura ambiente y transferir a un matraz de 250 mL, aforar con agua y almacenar en recipiente de plástico.

REACTIVOS Y SOLUCIONES

V.2.2 SOLUCIÓN DE GLUCOSA 0.5%

Disolver 0.50 g de glucosa en un beaker de 250 mL de agua, transferir a un matraz de 100 mL, aforar con agua y almacenar en un recipiente.

V.2.3 SOLUCIÓN DE AZUL DE METILENO 1%

Disolver 1.00 g de azul de metileno en 100 mL de agua desionizada. Agitar bien y cuando la reacción de disolución se haya realizado almacenar en un recipiente de plástico.

V.2.4 SOLUCIÓN DE ACETATO DE PLOMO, SATURADA

Disolver 20.00g de acetato de plomo en un beaker conteniendo 60 mL de agua desionizada, agitar y esperar 5 min. Continuar agregando gramo en gramo, con agitación continua, hasta q ya no se disuelva el acetato de plomo. Agregar 1 g extra y trasladar a un recipiente.

V.2.5 SOLUCIÓN DE FEHLING A

Disolver en agua 34.639 g de sulfato de cobre pentahidratado en un matraz volumétrico de 500 mL, llevar a la marca y homogenizar. Dejar en reposo hasta que clarifique y filtrar a través de papel filtro o un crisol goosh con capa de asbesto.

V.2.6 SOLUCIÓN DE FEHLING B

Disolver 173 g de tartrato de sodio y potasio, 50 g de NaOH en agua, en un matraz volumétrico de 500 mL llevar a la marca con agua y homogenizar. Dejar en reposo hasta que clarifique y filtrar a través de lana de vidrio o con un crisol gooch con capa de asbesto, guardar en botella de vidrio resistente a la alcalinidad.

V.2.7 SOLUCIÓN DE REACTIVO DE SOXHLET

Preparar en un beaker 30 ml de reactivo de Soxhlet tomando 15 ml de reactivo de Fehling A y 15 ml de Fehling B.

REACTIVOS Y SOLUCIONES

V.2.8 SOLUCIÓN DE NaOH 0.1 M

Pesar 4.00 g de NaOH en un beaker de 100 mL, adicionar 50 mL de agua desionizada y disolver, trasladar cuantitativamente a un matraz de aforación de 1000 mL. Enjuagar el beaker con 3 porciones de 50 mL de agua destilada y trasladar al matraz, llevar a volumen.

V.2.9 SOLUCIÓN DE FENOLFTALEÍNA 2%

Pesar 2.00 g de Fenolftaleína en un beaker de 100 mL, adicionar 20 mL de etanol y disolver trasladar cuantitativamente a un matraz de aforación de 100 mL, enjuagar el beaker con 3 porciones de 10 mL de etanol y trasladarlas al matraz, llevar al volumen con etanol.

V.2.10 SOLUCIÓN DE ÓXIDO DE CALCIO 1%

Disolver 1.00 g de óxido de calcio en 100 mL de agua desionizada. Agitar bien y cuando la reacción de disolución haya terminado, enfriar a temperatura ambiente y almacenar en recipiente de vidrio.

V.2.11 SOLUCIÓN DE HIDROXIDO DE POTASIO 1N.

Pesar 11.5 g de KOH, disolverlos en agua y trasladar a un matraz de 250 mL y aforar.

V.2.12 SOLUCION DE ACIDO SULFURICO 1:3

Tomar 50 mL de agua destilada en un beaker de 100 mL y agregar 25 ml de H₂SO₄, trasladar a un matraz de 100 mL y aforar.

V.2.13 SOLUCION DE TIOSULFATO DE SODIO

Disolver 25 g de Na₂S₂O₃ en 200 ml de agua, transferir a un matraz de 1000 mL, agregar 1 mL de cloroformo y aforar.

V.2.14 SOLUCIÓN DE DICROMATO DE POTASIO 0.1 N

Disolver 4.904 g de K₂Cr₂O₇ en agua y aforar a 1000 mL.

REACTIVOS Y SOLUCIONES

V.2.15 SOLUCIÓN DE YODO 0.1 N

Disolver 10 g de KI en 25 mL de agua, añadir 3.25 g de I₂, transferir a un matraz de 250 mL y aforar. Estandarizar con la solución de Na₂S₂O₃ 0.1 N.

V.2.16 SOLUCIÓN DE YODO 0.02N

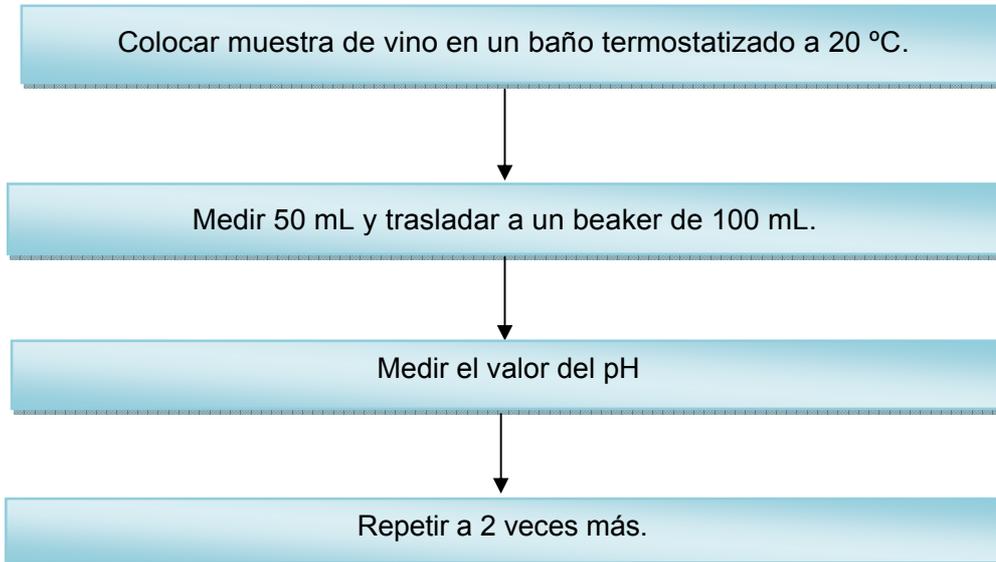
Tomar 50 mL de la solución de I₂ 0.1 N, ponerlo en un matraz de 250 mL y llevarlo a aforar.

V.2.17 SOLUCIÓN DE ALMIDON AL 1%

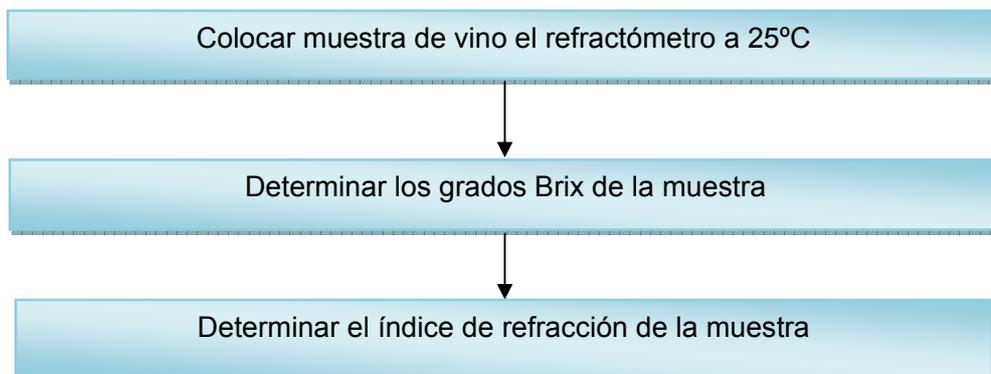
Pesar 1 g de almidón, agregar 2 mL de agua hasta hacer una pasta, agregar 100 mL de agua hirviendo, enfriar y agregar 1 mL de cloroformo.

VI. METODOLOGÍA

VI.1 DETERMINACION DE pH

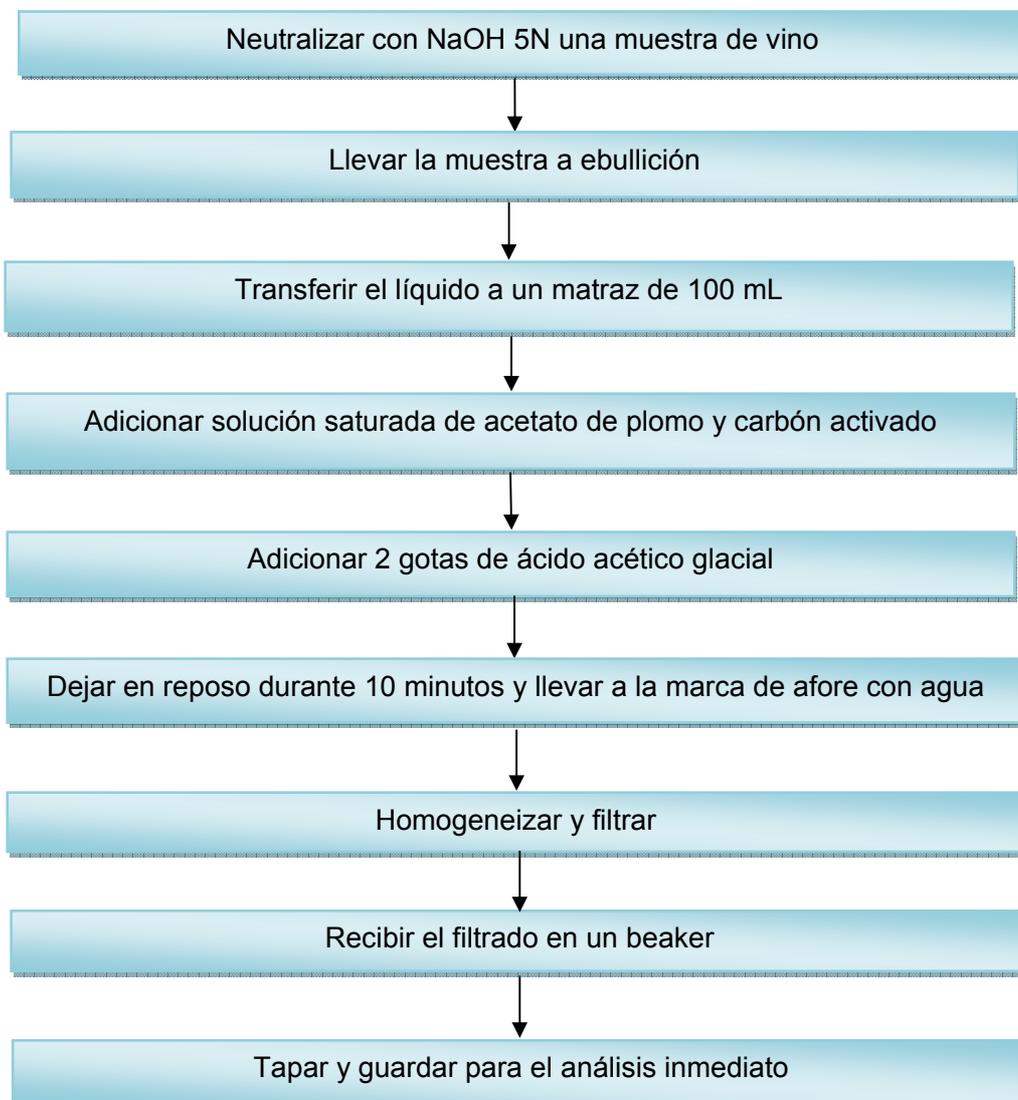


VI.2 DETERMINACIÓN DE GRADOS BRUX Y DE ÍNDICE DE REFRACCIÓN



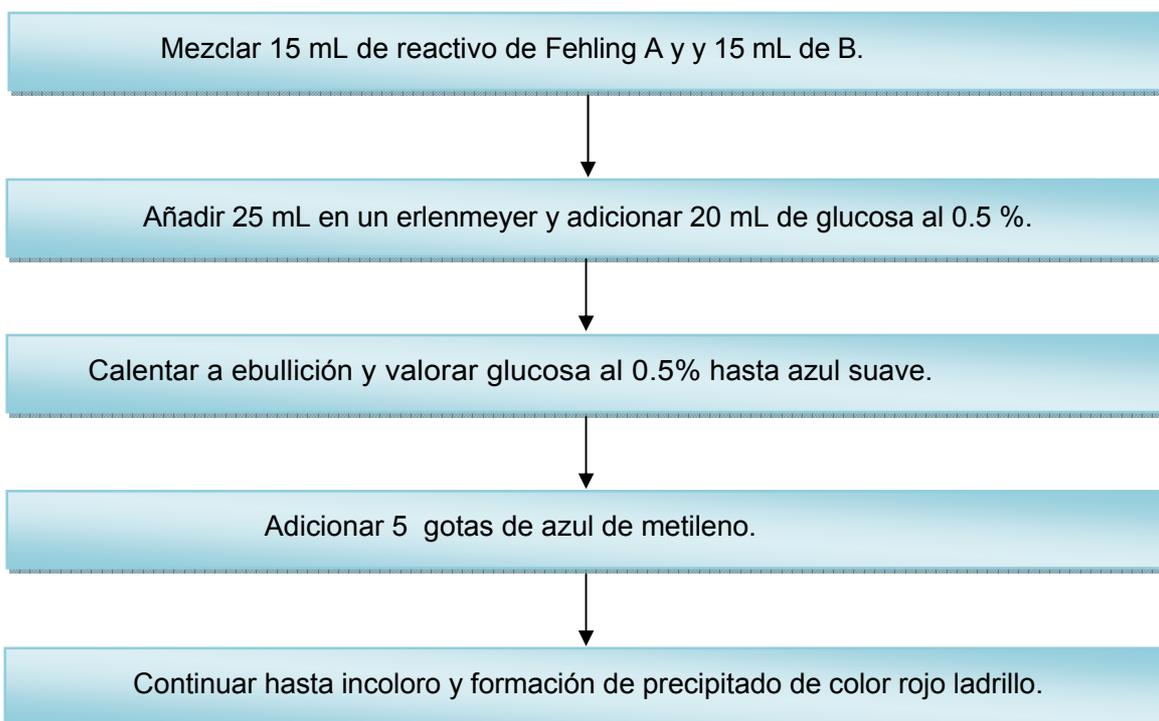
VI.3 DETERMINACIÓN DE AZUCARES REDUCTORES DIRECTOS Y TOTALES

VI.3.1 CLARIFICACIÓN DE LA MUESTRA

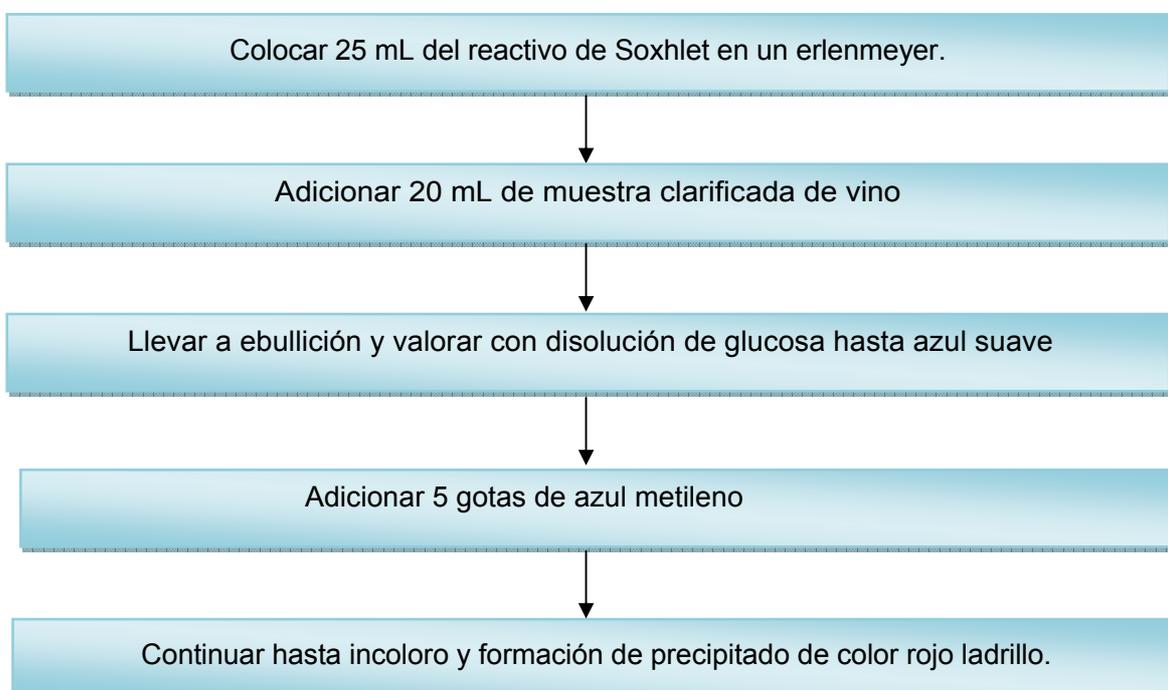


METODOLOGIA

VI.3.2 VALORACIÓN DEL REACTIVO DE SOXHLET



VI.3.3 DETERMINACIÓN DE AZUCARES REDUCTORES DIRECTOS



METODOLOGIA

Calcular la cantidad de azúcares reductores directos utilizando la siguiente ecuación:

$$AR = \frac{(V_{Glucosa1} \times V_{Glucosa2}) \times (0.05) \times (100)}{V_{Vino}} FD$$

Donde:

AR: contenido de azúcares reductores directos en g/100 mL

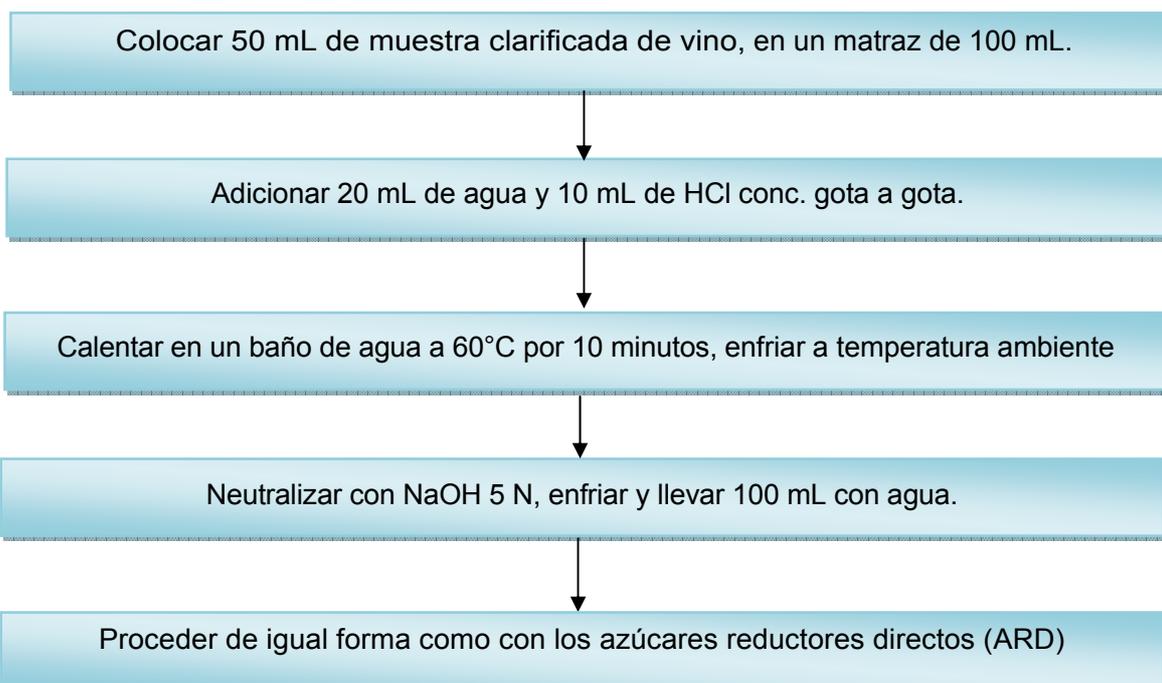
V_{Glucosa 1}: volumen de glucosa consumido al valorar el reactivo de Soxhlet.

V_{Glucosa2}: volumen de glucosa consumido al valorar la muestra.

V_{Vino}: volumen de la muestra de vino.

FD: factor de dilución.

VI.3.4 DETERMINACIÓN DE AZUCARES REDUCTORES TOTALES



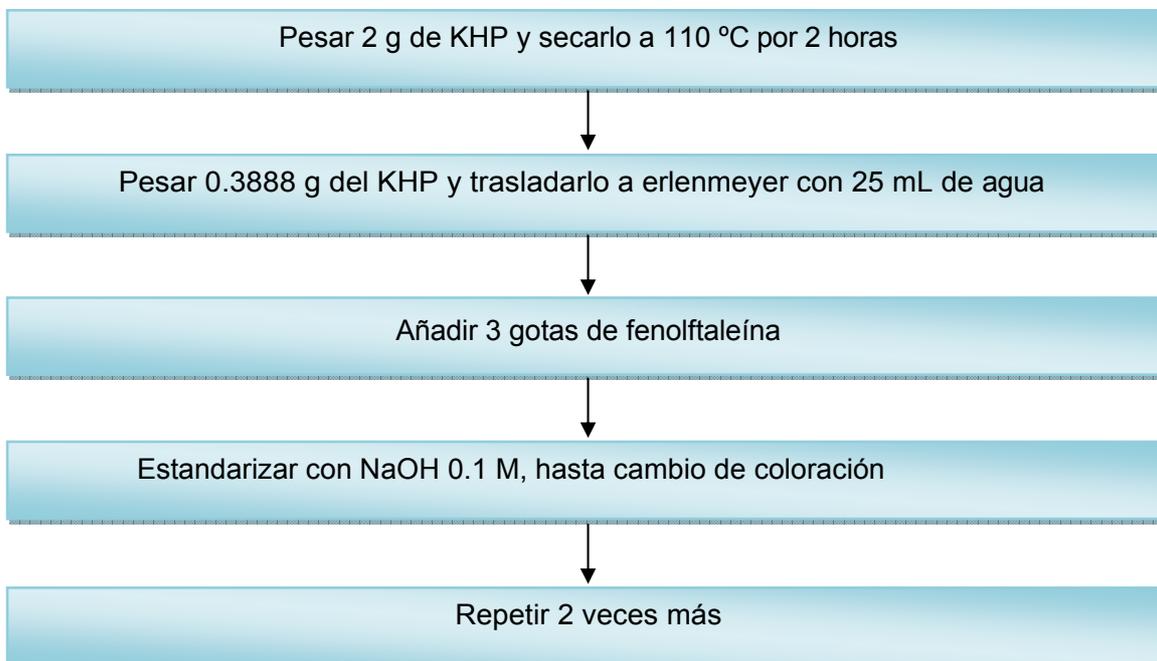
Calcular la cantidad de azúcares reductores totales como en el caso anterior utilizando la siguiente ecuación:

$$AR = \frac{(V_{Glucosa1} \times V_{Glucosa2}) \times (0.05) \times (100)}{V_{Vino}} FD$$

METODOLOGIA

VI.4 ACIDEZ TOTAL (AT)

VI.4.1 TITULACIÓN DE LA SOLUCIÓN DE NaOH 0.1M



Calcule la concentración de NaOH, mediante la siguiente ecuación:

$$C = \frac{1000 \times m_{KHP} \times P_{KHP}}{PM_{KHP} \times V_{KHP}}$$

Donde:

C_{NaOH} : concentración del NaOH en mol/L.

1000: factor de conversión de gramos a miligramos.

P_{KHP} : pureza del KHP como fracción de masa.

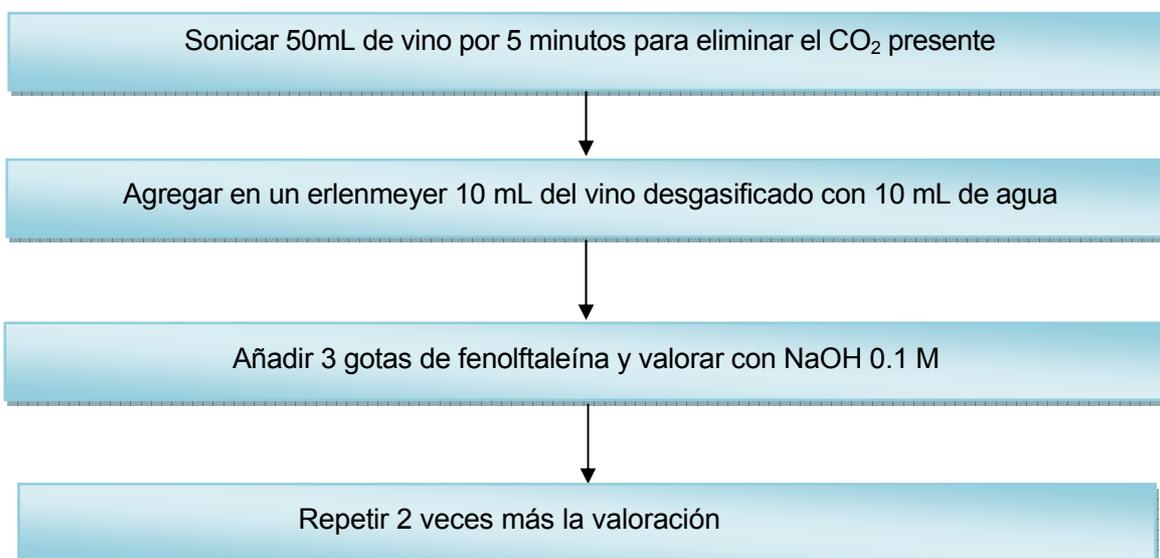
m_{KHP} : peso del KHP en gramos.

PM_{KHP} : peso molecular del KHP (204.2212 g/mol)

V_{NaOH} : volumen de NaOH 0.1 M utilizado en la estandarización en mL.

METODOLOGIA

VI.4.2 DETERMINACIÓN DE LA ACIDEZ TOTAL (AT)



Calcular la AT del vino, expresada como contenido de ácido tartárico, mediante la siguiente ecuación:

$$\frac{gC_4H_6O_6}{L_{vino}} = \frac{V_{NaOH} \times C_{NaOH} \times 75}{10}$$

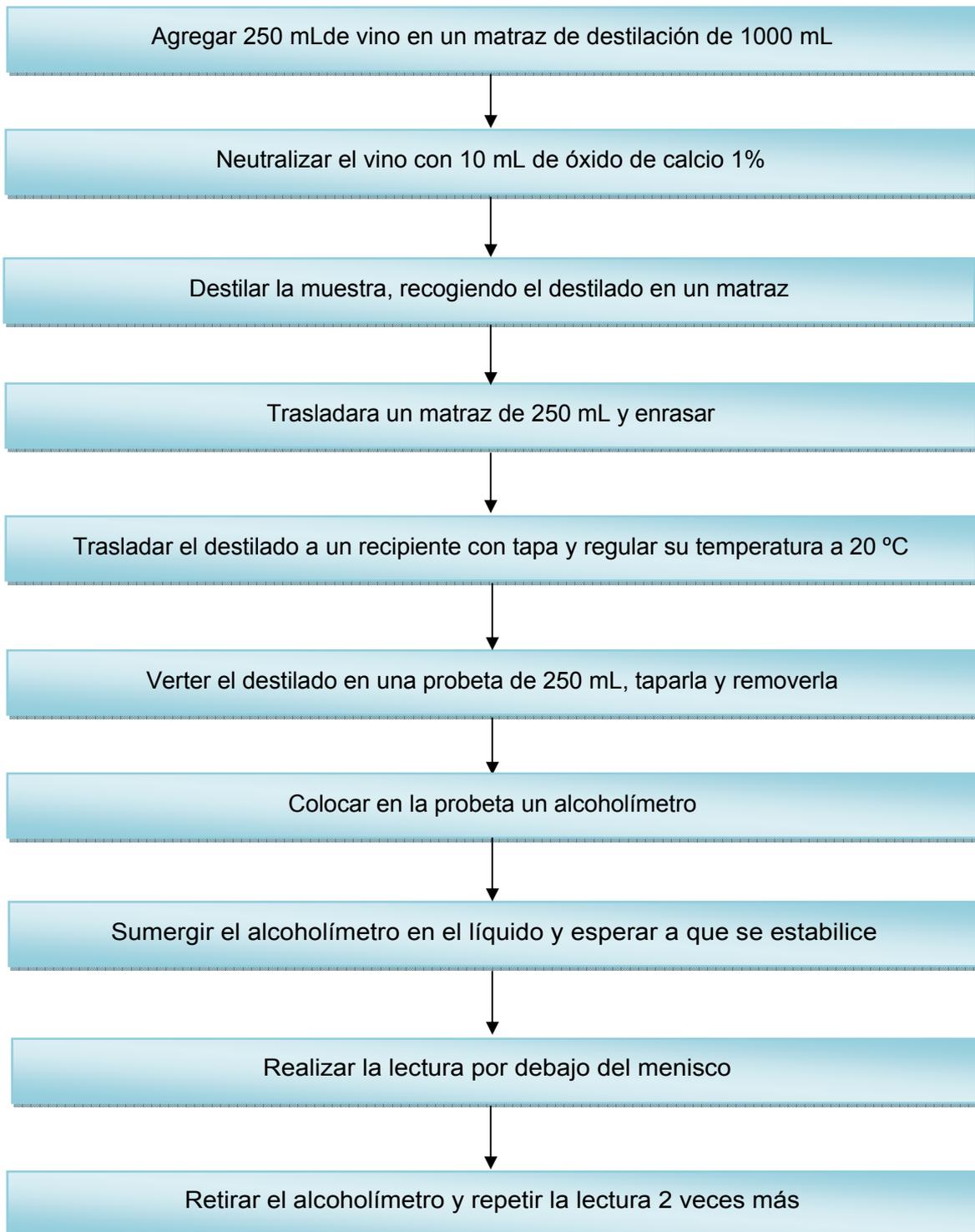
Donde:

C_{NaOH} : concentración del NaOH en mol /L, obtenida de la titulación.

V_{NaOH} : mL gastados de NaOH en la valoración

METODOLOGIA

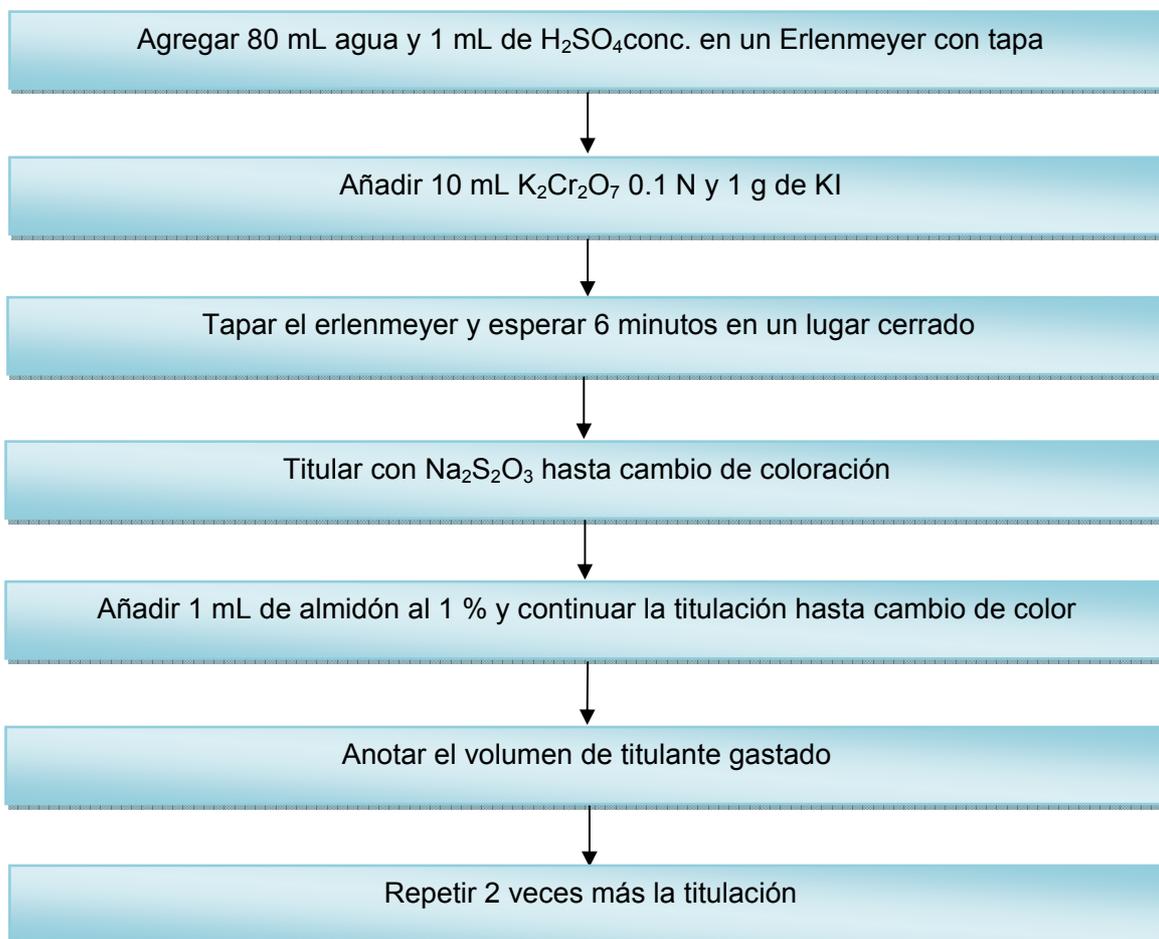
VI.5 DETERMINACIÓN DE GRADO ALCOHÓLICO



METODOLOGIA

VI.6. DETERMINACION DE ANHIDRO SULFUROSO

VI.6.1 TITULACIÓN DEL $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ 0.1 N



Calcular la concentración del $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ mediante la siguiente ecuación:

$$N_{\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3} = \frac{m_{\text{KI}}}{V_{\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3}}$$

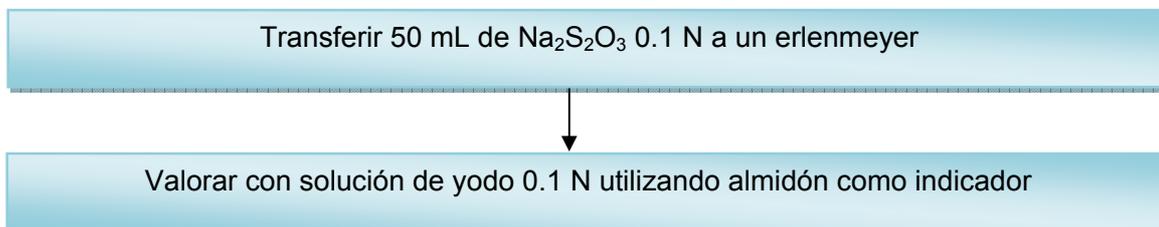
Donde:

m_{KI} : es el peso de KI empleado.

$V_{\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3}$: es el volumen de $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ consumido en la titulación

METODOLOGIA

VI.6.2 VALORACIÓN DE LA DISOLUCIÓN DE I₂ 0.1 N



Calcular la concentración del I₂ mediante la siguiente ecuación:

$$N_{I_2} = \frac{V_{Na_2S_2O_3} N_{Na_2S_2O_3}}{V_{I_2}}$$

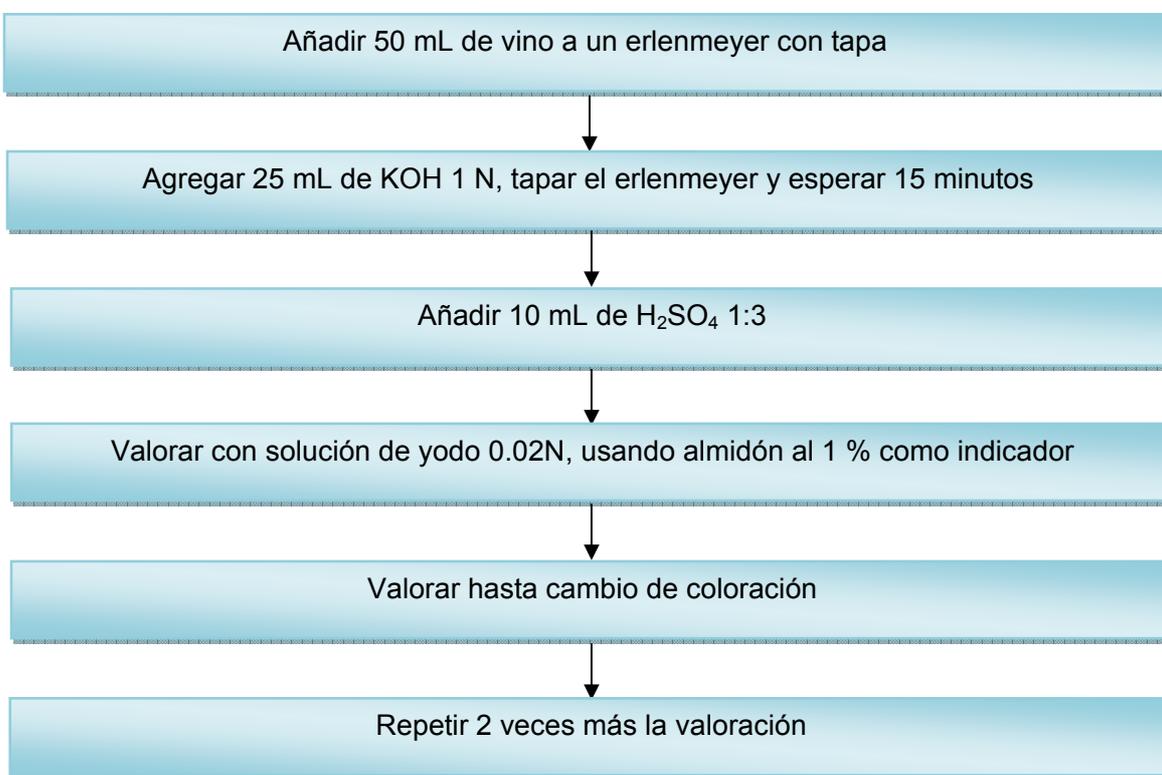
Donde:

V_{I₂}: es el volumen de yodo consumido

V_{Na₂S₂O₃}: es el volumen de tiosulfato empleado

N_{Na₂S₂O₃}: es la normalidad del tiosulfato empleado

VI.6.3 DETERMINACIÓN DE ANHÍDRIDO SULFUROSO TOTAL



METODOLOGIA

El contenido de anhídrido sulfuroso total se calcula mediante la siguiente ecuación:

$$ppm_{SO_2} = \frac{V_{I_2} \times 0.02 \times 32 \times 1000}{50} = V_{I_2} \times 12.8$$

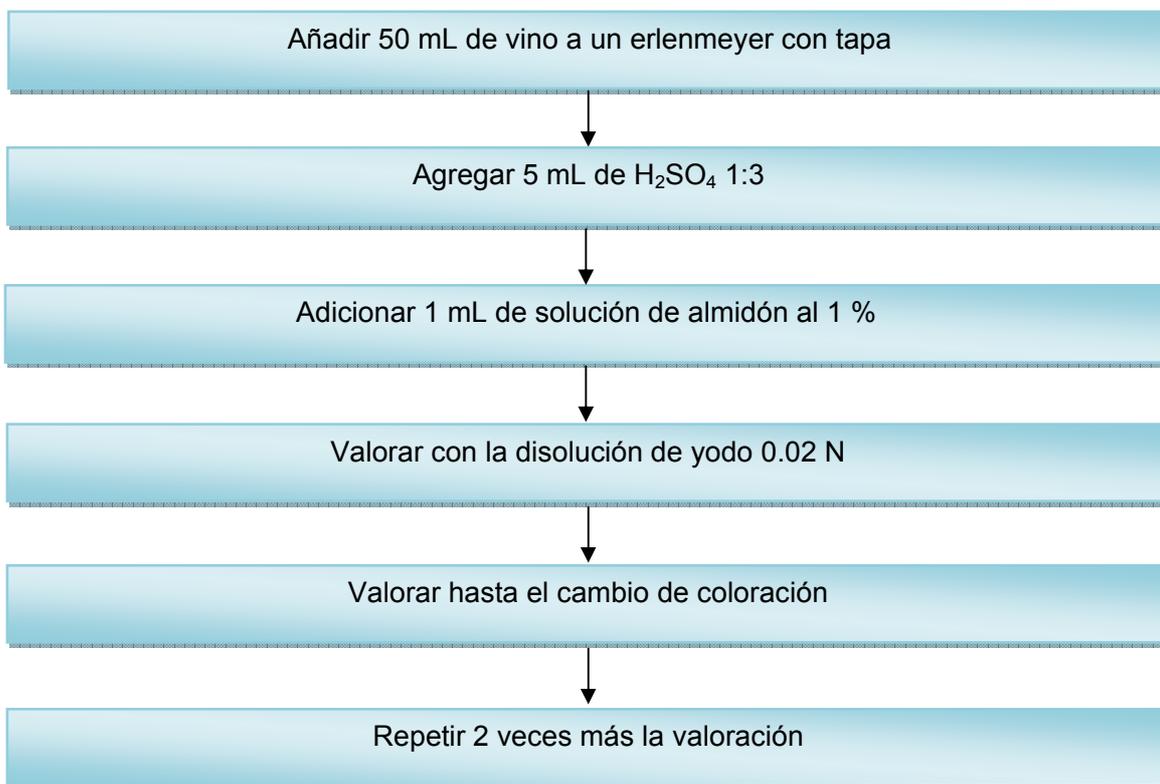
Donde:

Peq_{SO₂}: 64/2

V_{I₂}: volumen de I₂ consumidos en la titulación en ml.

ppm_{SO₂}: partes por millón o mg/L de SO₂ total.

VI.6.4 DETERMINACIÓN DEL ANHÍDRIDO SULFUROSO LIBRE



El contenido de anhídrido sulfuroso libre se calcula mediante la siguiente ecuación:

$$ppm_{SO_2} = \frac{V_{I_2} \times 0.02 \times 32 \times 1000}{50} = V_{I_2} \times 12.8$$

Donde:

Peq_{SO₂}: 64/2

V_{I₂}: volumen de I₂ consumidos en la titulación en ml.

METODOLOGIA

ppm_{SO2}: partes por millón o mg/L de SO₂ total

VII. ANÁLISIS DE RESULTADOS

El análisis de las tres muestras de vino y licores de frutas utilizadas en este estudio fue realizado usando diversas técnicas analíticas, tales como refractometría, volumetría y potenciometría. Se obtuvieron de esta forma un conjunto de datos perfectamente diferenciados entre sí, los que posteriormente fueron comparados utilizando algunas metodologías estadísticas diseñadas para este fin. Los resultados obtenidos son analizados a continuación:

VII.1 SELECCIÓN DE LAS MUESTRAS DE ESTUDIO

Dado que en Nicaragua, no existe tradición del consumo de vino de uva o de frutas conocidos también como Licores de Frutas, y debido a que no contábamos con un soporte de referencia para la selección de las muestras a ser analizadas, decidimos elegir las muestras a ser analizadas en base a criterios meramente empíricos.

Para esto luego de diversas deliberaciones, decidimos finalmente emplear dos muestras de vinos obtenidas de lugares externos a la Universidad y una muestra elaborada en condiciones de laboratorio, esto con el fin de tener puntos de comparación perfectamente diferenciados.

Consideramos adecuado incluir como muestras de trabajo, vinos o licores de frutas que conllevaran las mismas características en cuanto a su materia prima (Flor de Jamaica) y forma de elaboración (artesanal) y una muestra que fuera elaborada en condiciones perfectamente controladas y establecidas en cuanto a su materia prima (Uvas) y proceso de elaboración (industrial), esta fue considerada como muestra de referencia. Las muestras seleccionadas así como su lugar de origen se muestran en la tabla VII.1.

Tabla VII.1 Muestras de vinos y licores de frutas

Muestra	Materia prima	Origen
Chinantlan	Flor de Jamaica	Chinandega, Nicaragua
Nuestro Vino	Flor de Jamaica	León, Nicaragua
Rey de Copas	Uvas	Mendoza, Argentina

VII.2 OBTENCIÓN DE PARÁMETROS FISICO-QUIMICOS

ANÁLISIS DE RESULTADOS

Los parámetros físico-químicos obtenidos para las muestras objetos de este estudio fueron:

1. Grado alcohólico
2. Sólidos solubles
3. Sólidos totales
4. pH
5. Acidez total
6. Azúcares reductores directos
7. Azúcares reductores totales
8. Sulfitos libres
9. Sulfitos totales

El grado alcohólico fue determinado luego de la destilación de las muestras mediante el uso de un alcoholímetro.

Los sólidos solubles fueron determinado mediante la lectura de los grados Brix de las muestras y los sólidos totales fueron obtenidos a partir de la lectura de los índices de refracción y su posterior conversión mediante tablas de conversión obtenidas en la AOAC.

Los valores de pH fueron obtenidos directamente a través de un pHmetro, mientras que la acidez total fue obtenida a partir de la valoración de las muestras con una disolución de NaOH de concentración conocida, usando también un pHmetro para determinar el punto final de la valoración. La acidez total fue reflejada como concentración de ácido tartárico en g/L.

Tanto los azúcares reductores como totales fueron determinados mediante valoración empleando el reactivo de Soxhlet y una disolución de glucosa de concentración conocida. Cabe destacar que las muestras fueron inicialmente desalcoholizadas y decoloradas para evitar interferencias en la determinación del punto final de la valoración.

ANÁLISIS DE RESULTADOS

Los sulfitos libres y totales fueron igualmente determinados mediante volumetría, empleando para esto, disoluciones de yodo y almidón para determinar el punto final de la valoración.

En las tablas VII.2 a VII.6, se muestran las medias de los resultados obtenidos para todos los parámetros, mientras que en las Figuras VII.1 a VII.3, se muestran los resultados mediante gráficos de cilindros.

Tabla VII.2 Medias de las lecturas de grado alcohólico

MUESTRA	GRADO ALCOHÓLICO
Chinantlan	8.03
Rey de copas	12.00
Nuestro Vino	8.00

Tabla VII.3 Medias de porcentajes de sólidos totales y solubles

MUESTRA	SÓLIDOS SOLUBLES	SÓLIDOS TOTALES
Chinantlan	13.1	16.33
Rey de copas	8.0	16.22
Nuestro Vino	12.2	16.32

Tabla VII.4 Medias de los valores de pH y acidez total

MUESTRA	pH	ACIDEZ TOTAL (g/L)
Chinantlan	2.57	4.17
Rey de copas	3.79	5.23
Nuestro Vino	2.51	4.17

ANÁLISIS DE RESULTADOS

Tabla VII.5 Medias de las cantidades de azúcares reductores directos y totales

MUESTRA	RED. DIRECTOS (g/L)	RED. TOTALES (g/L)
Chinantlan	208.1	462.4
Rey de copas	177.3	405.9
Nuestro Vino	192.7	479.7

Tabla VII.6 Medias de las cantidades de sulfitos libres y totales

MUESTRA	SULF. LIBRES (mg/L)	SULF. TOTALES (mg/L)
Chinantlan	4.74	28.16
Rey de copas	2.12	5.54
Nuestro Vino	2.56	6.82

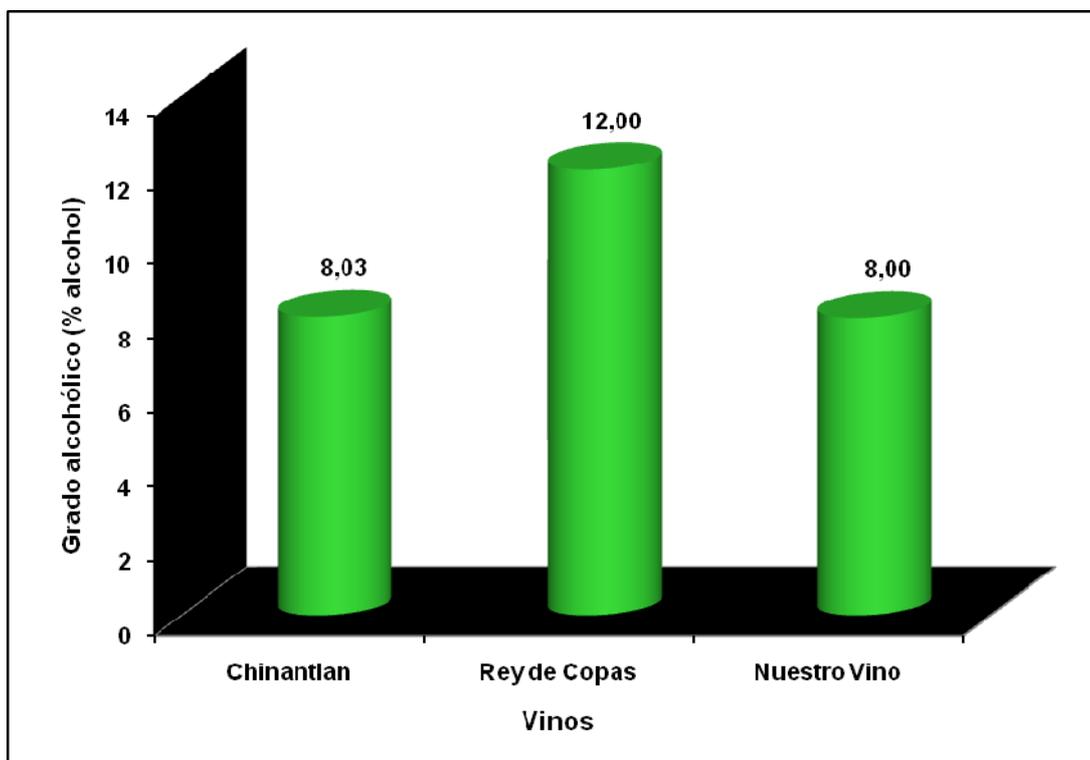


Figura VII.1 Gráficos de grado alcohólico de las muestras analizadas.

ANÁLISIS DE RESULTADOS

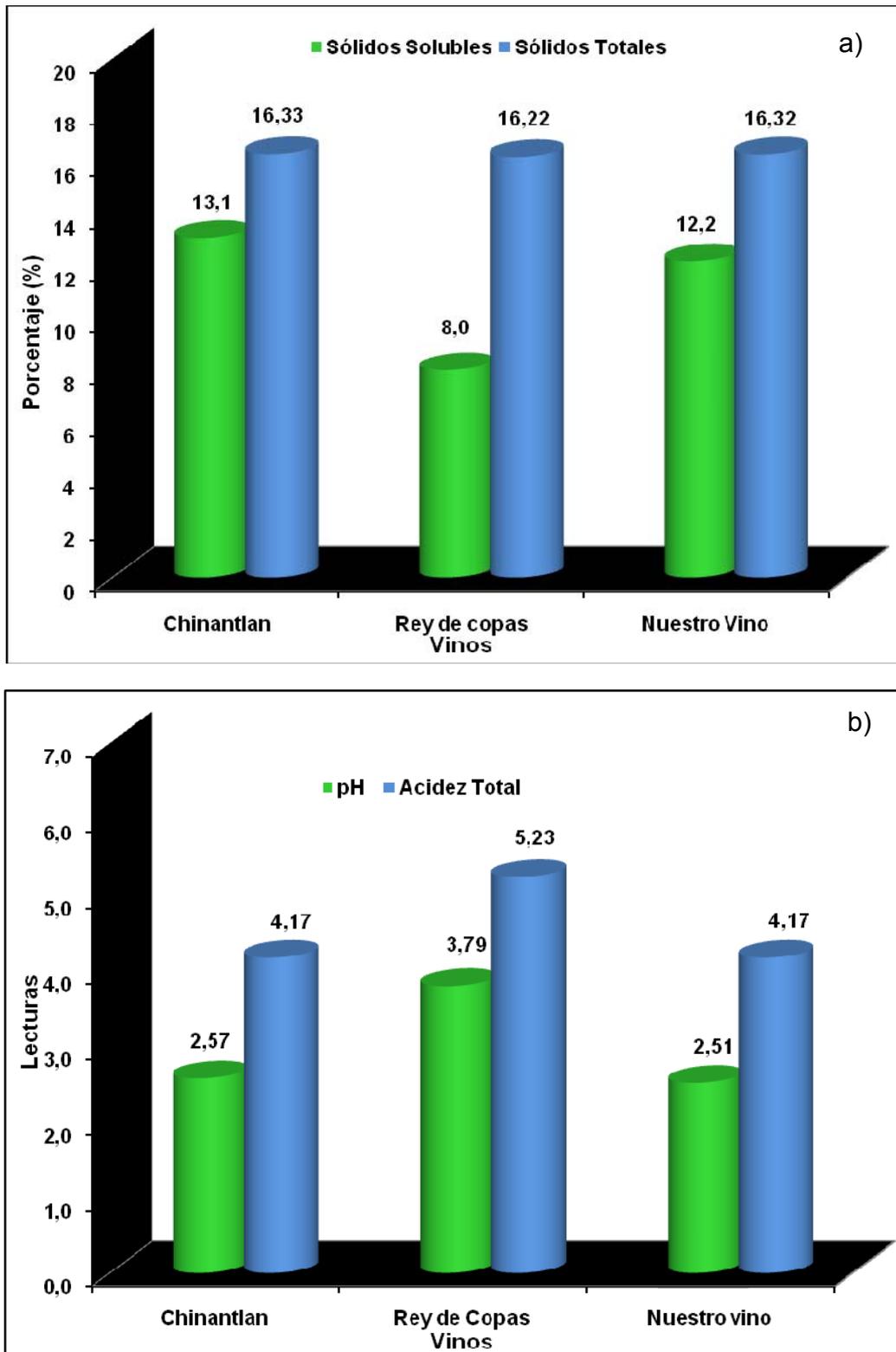


Figura VII.2 Gráficos de: a) porcentaje de sólidos solubles y totales y b) de pH y acidez total, de las muestras analizadas.

ANÁLISIS DE RESULTADOS

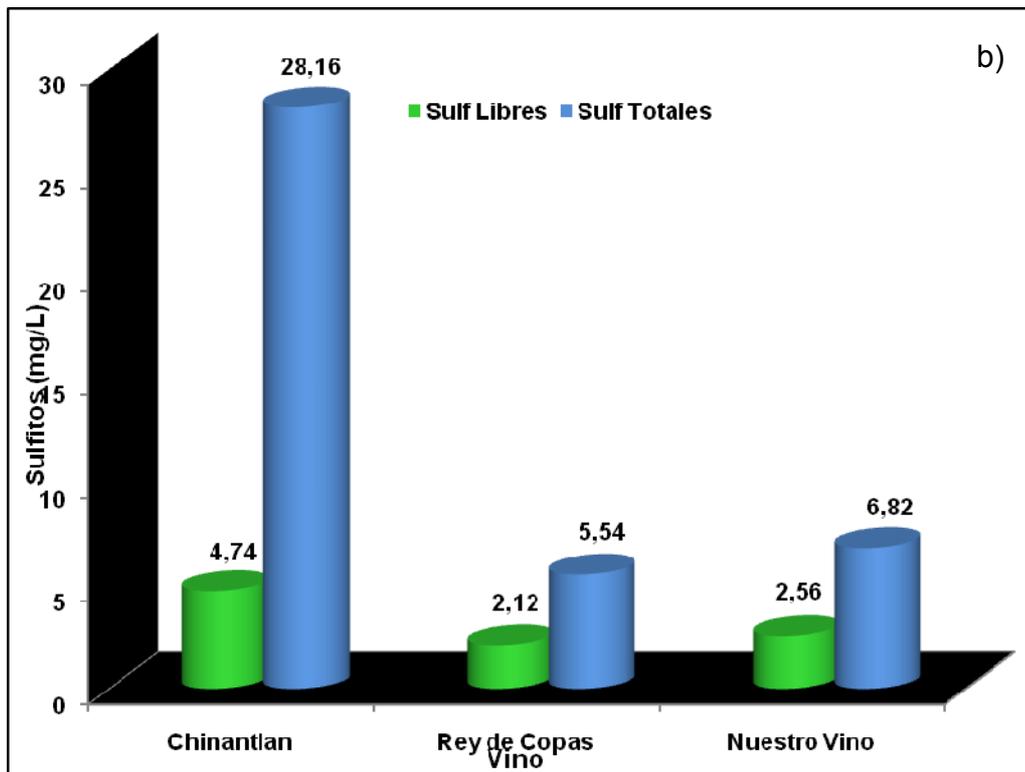
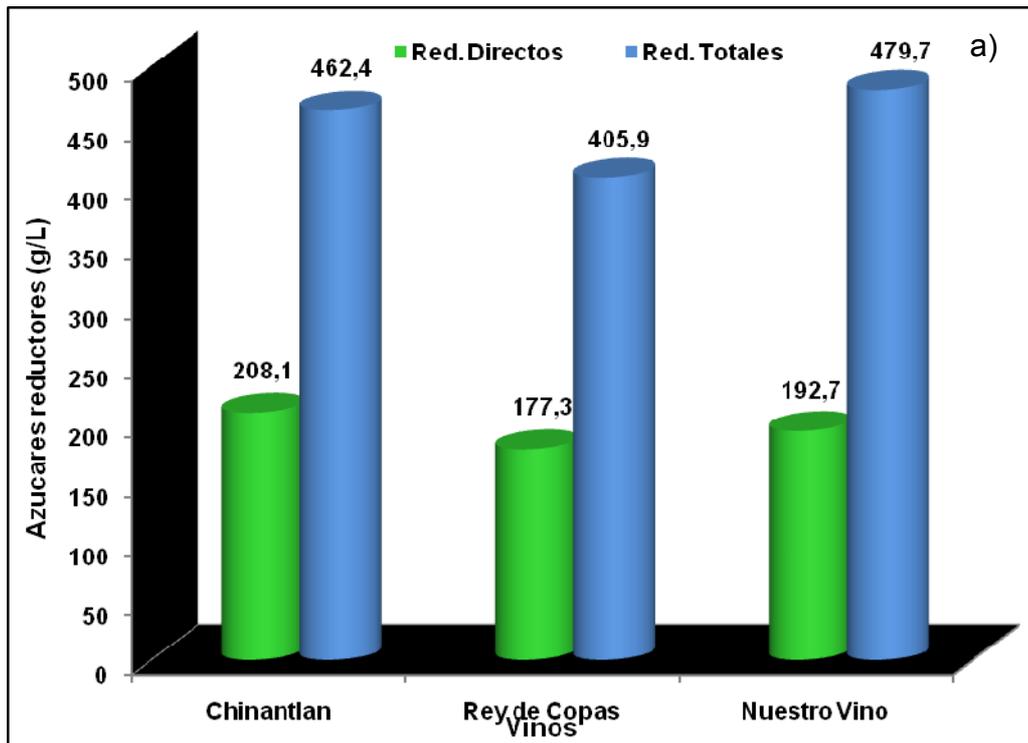


Figura VII.3 Gráficos de: a) azúcares reductores directos y totales y b) sulfitos libres y totales, de las muestras analizadas.

ANÁLISIS DE RESULTADOS

Tal y como se observa en la tabla VII.2, referente a grados alcohólicos de las muestras, podemos determinar que la muestra de Chinantlan posee el menor grado alcohólico (8.0%), el que es ligeramente inferior al valor reflejado en la etiqueta del producto (8.5%), mientras que la muestra Rey de Copas posee el mayor grado alcohólico (12.0%), el cual se corresponde con lo reflejado en la etiqueta del producto (12.0%). La muestra Nuestro Vino, reportó un valor ligeramente mayor al de Chinantlan (8.03%), aunque en ambos casos se podría decir que son similares, lo cual creemos se corresponde al tipo de materia prima empleada en ambos casos y al proceso de elaboración seguido. Cabe destacar que los vinos de uvas de tipo Tintos suelen tener entre un 12 y un 13% de grado alcohólico, por lo que el valor obtenido por la muestra Rey de Copas cumple con esta característica. Por otra parte, cabe mencionar que no existe un valor de referencia para los vinos de Flor de Jamaica, por lo que podemos contrastar nuestros resultados con un valor de referencia.

En la tabla VII.3, se puede observar que el mayor porcentaje de sólidos solubles y totales le corresponde a la muestra de Chinantlan, 13.1% y 16.33% respectivamente, mientras que los menores le corresponden a la muestra Rey de Copas, 8.0% y 16.22% respectivamente. Los valores correspondientes a Nuestro Vino, se ubicaron entre ambas muestras, siendo sin embargo sus valores más cercanos a la muestra de Chinantlan, lo cual creemos se debe a que ambos vinos fueron elaborados siguiendo procedimientos similares a diferencia de la muestra del Rey de Copas que sigue, a nuestro parecer un procedimiento más estandarizado o industrial.

Vale mencionar que en la tabla VII.4, se muestran la media de los resultados obtenidos para las lecturas de pH y de acidez total expresada en función de ácido tartárico de las muestras analizadas. En ésta se puede observar que el mayor valor de pH le corresponde a la muestra Rey de Copas (3.79) mientras que el menor valor le corresponde a la muestra Nuestro Vino con un valor de 2.51, muy similar al leído en la muestra de Chinantlan 2.57. En lo que se refiere a la acidez total, la mayor le corresponde al Rey de Copas (5.23) mientras que la menor es para las dos muestras restantes (2.57 y 2.51 respectivamente).

ANÁLISIS DE RESULTADOS

A este respecto cabe mencionar que el Reglamento CEE 557/94, de la Unión Europea, establece que para vinos de uva de mesa de tipo Tintos, estos no deberán tener valores menores a 3.5 g/L por lo que todos los vinos analizados cumplen con éste Reglamento, a pesar de las diferencias en elaboración y materia prima.

Es importante establecer que en la tabla VII.5, se ubican los valores relativos a los azúcares reductores tanto directos como totales. En ésta se puede observar que la mayor cantidad de azúcares reductores directos se encontraron en la muestra de Chinantlan (208.1 g/L), mientras que el menor valor se encontró en la muestra Rey de Copas (177.3 g/L). En lo que se refiere a los reductores totales, la muestra Mi Vino presentó la mayor cantidad (479.7 g/L), mientras que la muestra Rey de Copas presentó la menor cantidad (405.9 g/L).

Cabe indicar a este respecto que el Reglamento CEE 1493/99, de la Unión Europea, establece que para vinos dulces el contenido de azúcares reductores totales debe ser mayor 50 g/L, por lo que todas las muestras analizadas cumplirían con este reglamento.

Finalmente en la tabla VII.6, se muestran la media de los resultados obtenidos para los valores de sulfito libre y total de las muestras analizadas. En ésta se puede observar que el mayor contenido tanto de sulfitos libres como totales corresponde a la muestra Chinantlan 4.74 y 28.16 mg/L respectivamente, mientras que el menor contenido correspondía a la muestra Rey de Copas con valores de 2.12 y 5.54 mg/L respectivamente. La muestra Nuestro Vino se ubicó entre ambas muestras.

Es destacable que el Reglamento CEE 1493/99, de la Unión Europea, establece que para vinos con contenidos de azúcares reductores totales mayores a 5 g/L, el contenido de sulfito total (como anhídrido sulfurosos) debe ser menor o igual que 200 mg/L, si comparamos esto con lo obtenido en nuestros análisis determinamos que todas las muestras analizadas cumplen con esta Reglamento.

ANÁLISIS DE RESULTADOS

VII.3 COMPARACIÓN DE LOS PARÁMETROS FÍSICO-QUÍMICOS

En las Tablas VII.7 y VII.8 se pueden observar las medias de todos los parámetros físico-químicos obtenidos mientras que en la Figura VII.4, se muestran estos resultados en forma de gráfico de cilindros.

Tabla VII.7 Media de los parámetros físico-químicos de las muestras analizadas.

Muestra	GA	pH	AciTot	Sol Sol	Sol Tot
Chinantlan	8.03	2.57	4.17	13.1	16.33
Rey de Copas	12.00	3.79	5.23	8.0	16.22
Nuestro Vino	8.00	2.51	4.17	12.2	16.32

GA: Grado alcohólico, AciTot: Acidez total, Sol Sol: Sólidos solubles, Sol Tot: Sólidos totales.

Tabla VII.8 Media de los parámetros físico-químicos de las muestras analizadas.

Muestra	A Red Dir	A Red Tot	SulfLib	SulfTot
Chinantlan	208.1	462.4	4.74	28.16
Rey de Copas	177.3	405.9	2.12	5.54
Nuestro Vino	192.7	479.7	2.56	6.82

A Red Dir: Reductores directos, A Red Tot: Reductores totales, SulfLib: Sulfitos libres, SulfTot: Sulfitos.

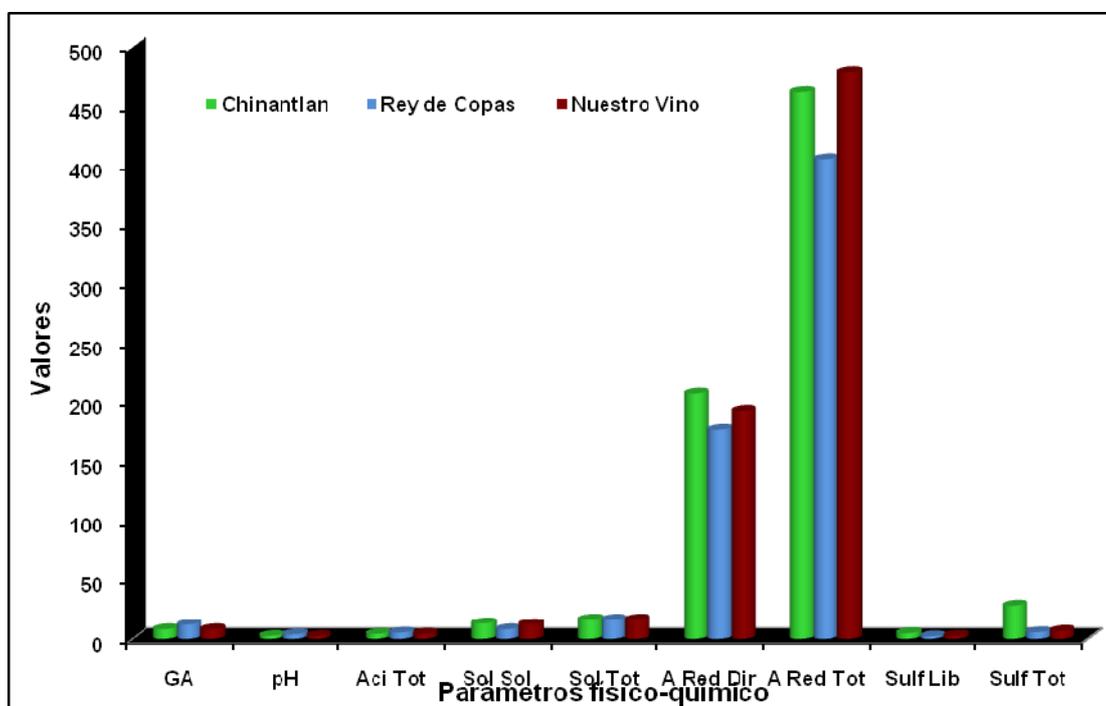


Figura VII.4 Gráfico de parámetros físico-químico de las muestras analizadas

ANÁLISIS DE RESULTADOS

Tal y como se observa en las tablas VII.7 y VII.8, existen diferencias marcadas entre los distintos parámetros analizados, lo cual puede ver reflejado más claramente en la Figura VII.4.

Creemos que estas diferencias son aún más evidentes debido a las diferencias de las escalas de medida usadas en la obtención de éstos parámetros, ya que estas van desde las unidades de pH hasta los g/L, por lo que una comparación en estas condiciones además de ser difícil, nos puede conducir a consideraciones erróneas. Ante esta situación decidimos realizar una transformación de las variables de forma tal que obtuvimos una nueva matriz de datos transformada, para esto empleamos una función de estandarización llamada transformación Z, la cual se relaciona con la siguiente ecuación:

$$Z = \frac{x_i - \bar{x}}{S}$$

Donde:

Z: es la relación de estandarización

x_i : es el valor a ser normalizado

\bar{x} : es la media global de los datos

S: es la desviación estándar global

Una vez estandarizados los datos, procedimos a compararlos, considerando dos posibles escenarios:

1. **Comparación de los parámetros físico-químicos como variables, en relación a las muestras de vino como objetos**, esto es comparar las variables de una matriz 3 x 9 (3 objetos por 9 variables).
2. **Comparación de los vinos como variables, en relación a los parámetros físico-químicos como objetos**, esto es comparar las variables de una matriz 9 x 3 (9 objetos por 3 variables).

De esta forma podemos obtener información sobre el comportamiento o relación tanto de los parámetros como de las muestras de vino estudiadas.

ANÁLISIS DE RESULTADOS

VII.3.1 COMPARACIÓN DE LOS PARÁMETROS FÍSICO-QUÍMICOS COMO VARIABLES EN RELACIÓN A LAS MUESTRAS DE VINO COMO OBJETOS

Para realizar la comparación de los parámetros físico-químicos en relación a los vinos estudiados, estructuramos una matriz de 3 x 9 (3 objetos x 9 variables), de datos transformados cuya forma general se muestra en la figura VII.5.

	GA	pH	Aci Tot	Sol Sol	Sol Tot	A Red Dir	A Red Tot	Sulf Lib	Sulf Tot
Chinantlan	-0.48	-0.52	-0.50	-0.44	-0.42	0.89	2.62	-0.50	-0.34
Nuestro Vino	-0.48	-0.52	-0.50	-0.45	-0.42	0.78	2.74	-0.52	-0.49
Rey de Copas	-0.45	-0.51	-0.50	-0.48	-0.42	0.68	2.24	-0.52	-0.50
Media	-0.47	-0.51	-0.50	-0.46	-0.42	0.78	2.53	-0.51	-0.44

Figura VII.5 Matriz 3 x 9 empleada en la comparación.

Dado que para comparar los resultados de esta matriz, era imprescindible determinar la homogeneidad de la varianzas, decidimos para esto aplicar un test de Bartlett para confirmar la presencia u ausencia de esta condición. Para esto establecimos las dos siguientes hipótesis:

$$H_0 : S_{\text{Grado alcohólico}}^2 = S_{\text{pH}}^2 = \dots = S_{\text{Sulfitos Totales}}^2$$

$$H_1 : S_{\text{Grado alcohólico}}^2 \neq S_{\text{pH}}^2 \neq \dots \neq S_{\text{Sulfitos Totales}}^2$$

Aceptándose H_0 si χ^2_{cal} es menor que el $\chi^2_{(0.05, 8)}$, esto es no hay suficiente evidencia estadística como para descartar la posible similitud de las varianzas, es decir que las varianzas son homogéneas u homocedáticas. En la tabla VII.9, se muestran los resultados de la aplicación del test de Bartlett.

Tabla VII.9 Resultado de la prueba de Bartlett.

PARÁMETRO	VALOR
C	0.85
S^2_{conj}	0.01
χ^2_{cal}	93.28
$\chi^2_{(0.05, 8)}$	15.51

ANÁLISIS DE RESULTADOS

Tal y como se observa en la tabla VII.9, las varianzas de los parámetros físico-químicos en relación a las muestras de vinos, **son heterogéneas** ya que el $\chi^2_{cal} > \chi^2_{(0.05, 8)}$, por lo que se rechaza la H_0 y las varianzas de los datos son diferentes.

Los resultados reflejados en la tabla VII.9, nos lleva a deducir la necesidad de aplicar otro tipo de herramienta de comparación, que nos ayude a identificar las posibles relaciones entre las variables objeto de este estudio.

La aplicación de herramientas de comparación de media tipo **ANOVA** de un factor, requiere necesariamente la homogeneidad de las varianzas, lo cual no es el caso de este análisis. Por esta razón nos decantamos por primero establecer posibles correlaciones entre las variables obteniendo para esto una matriz de correlación que nos ayudara a identificar cual de las variables se correlaciona con las otras variables, a fin de identificar relaciones entre ellas. Los resultados de éste análisis se muestra en la figura VII.6.

	GA	pH	Aci Tot	Sol Sol	Sol Tot	Red Dir	Red Tot	Sulf Lib	Sulf Tot
GA	1								
pH	0.999	1							
Aci Tot	1.000	0.999	1						
Sol Sol	-0.985	-0.979	-0.986	1					
Sol Tot	-0.994	-0.990	-0.995	0.998	1				
Red Dir	-0.862	-0.845	-0.866	0.937	0.911	1			
Red Tot	-0.976	-0.983	-0.974	0.924	0.948	0.732	1		
Sulf Lib	-0.624	-0.597	-0.630	0.749	0.703	0.934	0.439	1	
Sulf Tot	-0.537	-0.508	-0.543	0.674	0.623	0.890	0.341	0.994	1

Figura VII.6 Matriz de correlación obtenida.

Los resultados reflejados en la figura VII.6, nos lleva a establecer posibles correlaciones entre las variables Acidez total y Grado alcohólico ($r=1.000$), pH y Grado alcohólico ($r=0.999$) y Acidez total y pH ($r=0.999$), y también entre las variables Sólidos solubles y Sólido totales ($r=0.998$) y entre Sulfito libre y Sulfito total ($r=0.994$), lo cual tiene bastante lógica.

ANÁLISIS DE RESULTADOS

Sin embargo por coherencia entre nuestro discurso y accionar, procedimos a analizar con mayor profundidad y cuidado las causas de las correlaciones encontradas, lo que nos llevo a descartar las posibles correlaciones encontradas.

Esto porque existe bastante similitud entre los resultados obtenidos entre las muestras Chinantlan y Nuestro vino, y una mayor diferencia respecto a la muestra Rey de Copas, esto hace que la nube de datos se comporte como si prácticamente existieran únicamente dos puntos tal y como se observa en la figura VII.7, por lo que las correlaciones encontradas en este caso, deberían ser tomadas con mayor cuidado y no consideradas como tal en este estudio.

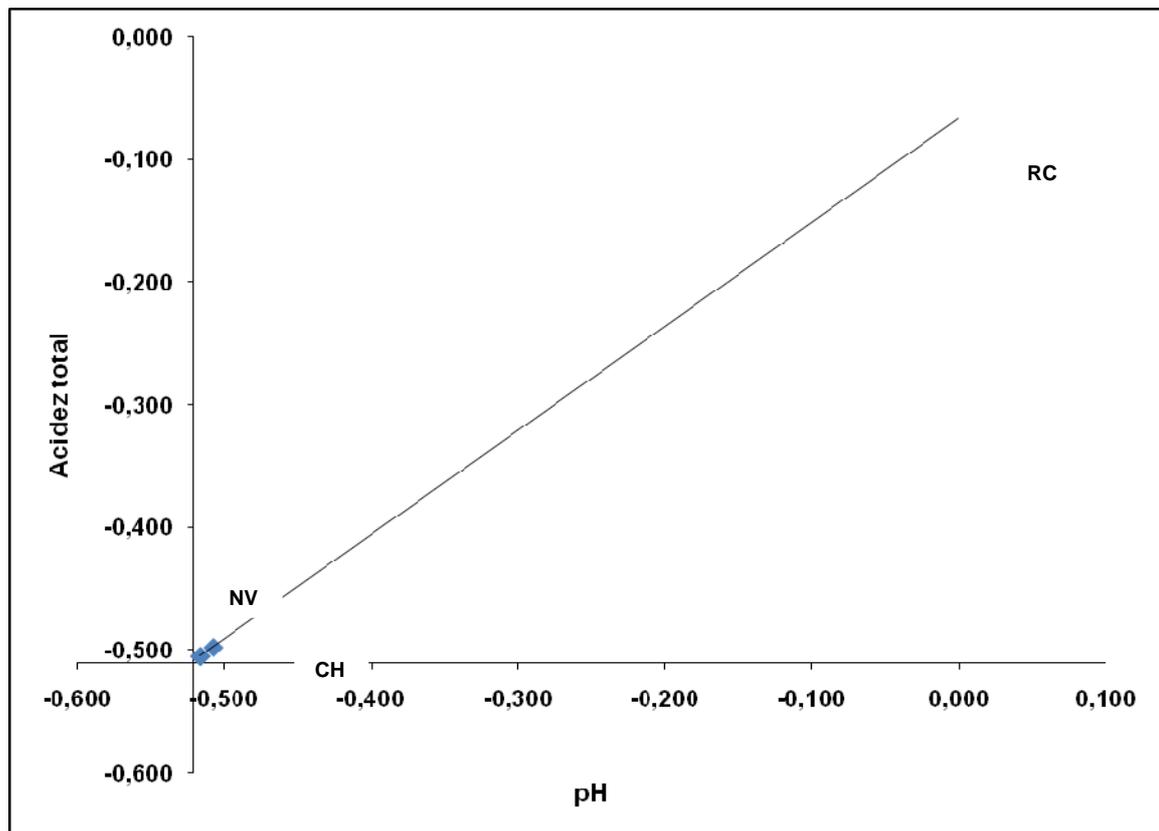


Figura VII.7 Correlación entre las variables pH y acidez total, para las muestras Nuestro Vino (NV), Chinantlan (CH) y Rey de Copas (RC).

ANÁLISIS DE RESULTADOS

Para esta razón consideramos necesario implementar otra estrategia de comparación a multinivel que nos ayudará a establecer o rechazar posibles relaciones entre las variables. Para esto definimos una matriz de comparación entre las variables, de forma tal que la primera variable se relacionara con la segunda, esta con la tercera y así sucesivamente hasta que se relacionara con la novena. Operamos de igual forma con el resto de variables.

Las variables comparadas fueron: Grado alcohólico (**GA**), pH, Acidez total (**AT**), Sólidos solubles (**SOS**), Sólidos totales (**SOT**), Azúcares reductores directos (**RD**), Azúcares reductores totales (**RT**), Sulfitos libres (**SUL**) y Sulfitos totales (**SUT**). El diseño de la matriz de comparación se muestra en la figura VII.8.

| Comparación |
|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| GA vs pH | pH vs AT | AT vs SoS | SoS vs SoT | SoT vs RD | RD vs RT | RT vs SuL | Sul vs SuT |
| GA vs AT | pH vs SoS | AT vs SoT | SoS vs RD | SoT vs RT | RD vs SuL | RT vs SuT | |
| GA vs SoS | pH vs SoT | AT vs RD | SoS vs RT | SoT vs SuL | RD vs SuT | | |
| GA vs SoT | pH vs RD | AT vs RT | SoS vs SuL | SoT vs SuT | | | |
| GA vs RD | pH vs RT | AT vs SuL | SoS vs SuT | | | | |
| GA vs RT | pH vs SuL | AT vs SuT | | | | | |
| GA vs SuL | pH vs SuT | | | | | | |
| GA vs SuT | | | | | | | |

Figura VII.8 Matriz de comparación de pares de variables.

La comparación multinivel consistió de un análisis simultáneo de medias apareadas entre las variables, obteniendo en cada caso valores de estadísticos t, los que fueron comparados con estadísticos tabulados a un nivel de significación y grados de libertad establecidos, la fórmula de cálculo del estadístico t fue:

$$t = \frac{\bar{d} - 0}{\frac{s_d}{\sqrt{n}}}$$

Donde

Sd: es la desviación estándar de las diferencias.

n: es el número de datos.

d: es la media de las diferencias.

ANÁLISIS DE RESULTADOS

Las hipótesis nulas y alternativa, planteadas fueron:

H₀: las medias son iguales.

H₁: las medias son distintas.

Si $t_{cal} < t_{tab}$, se acepta H₀ y se concluye que las medias son iguales, por lo tanto existe relación entre los pares de variables analizadas, en caso contrario se rechazan y no hay relación entre las variables.

Nuestros resultados indican que las medias de las siguientes relaciones son iguales, por lo tanto estas variables se encuentran relacionadas entre sí.

- 1) Grado alcohólico y sólidos solubles
- 2) Grado alcohólico y sulfitos totales
- 3) pH y sulfitos libres
- 4) pH y sulfitos totales
- 5) Acidez total y sulfito libre
- 6) Acidez total y sulfito total
- 7) Sólidos solubles y sulfitos totales
- 8) Sólidos totales y sulfito total
- 9) Sulfito libre y sulfito total

ANÁLISIS DE RESULTADOS

VII.3.2 COMPARACIÓN DE LOS VINOS COMO VARIABLES EN RELACIÓN A LOS PARÁMETROS FÍSICO-QUÍMICOS COMO OBJETOS

Para realizar la comparación de los vinos en relación a los parámetros físico-químicos estudiados, estructuramos una matriz de 9 x 3 (9 objetos x 3 variables), de datos transformados cuya forma general se muestra en la tabla VII.10.

Tabla VII.10 Matriz 9 x 3 empleada en la comparación.

	CHINANTLAN	REY DE COPAS	NUESTRO VINO
GA	-0.48	-0.45	-0.48
pH	-0.52	-0.51	-0.52
Aci Tot	-0.50	-0.50	-0.50
Sol Sol	-0.44	-0.48	-0.45
Sol Tot	-0.42	-0.42	-0.42
A Red Dir	0.89	0.68	0.78
A Red Tot	2.62	2.24	2.74
Sulf Lib	-0.50	-0.52	-0.52
Sulf Tot	-0.34	-0.50	-0.49

Dado que para comparar los resultados de esta matriz, era imprescindible determinar la homogeneidad de la varianzas, decidimos para esto aplicar un test de Bartlet para confirmar la presencia u ausencia de esta condición. Para esto establecimos las siguientes hipótesis:

$$H_0 : S_{Chinantlan}^2 = S_{Rey de Copas}^2 = S_{Nuestro Vino}^2$$

$$H_0 : S_{Chinantlan}^2 \neq S_{Rey de Copas}^2 \neq S_{Nuestro Vino}^2$$

Aceptándose H_0 si χ^2_{cal} es menor que el $\chi^2_{(0.05, 2)}$, es decir no hay suficiente evidencia estadística como para descartar la posible similitud de las varianzas, por lo tanto las varianzas son homogéneas u homocedáticas. En la tabla VII.11, se muestran los resultados de la aplicación del test de Bartlet.

ANÁLISIS DE RESULTADOS

Tabla VII.11 Resultado de la prueba de Bartlet

PARÁMETRO	VALOR
C	1.21
S^2_{conj}	1.08
χ^2_{cal}	0.19
$\chi^2_{(0.05, 8)}$	5.99

Tal y como se observa en la tabla VII.11, las varianzas de los vinos en relación a los parámetros físico-químicos, son homogéneas ya que el $\chi^2_{\text{cal}} < \chi^2_{(0.05, 2)}$, por lo que se acepta la H_0 y las varianzas de los datos son iguales.

A continuación del test de Bartlett procedimos a realizar un ANOVA, ya que se cumple la condición de Homocedasticidad de las varianzas. Para esto planteamos las siguientes hipótesis nula y alternativa:

$$H_0 : \bar{X}_{\text{Chinantlan}} = \bar{X}_{\text{Rey de Copas}} = \bar{X}_{\text{Nuestro Vino}}$$

$$H_0 : \bar{X}_{\text{Chinantlan}} \neq \bar{X}_{\text{Rey de Copas}} \neq \bar{X}_{\text{Nuestro Vino}}$$

Si $F_{\text{calc}} < F_{\text{tab}}$ se acepta la H_0 y las medias son iguales y si $F_{\text{calc}} > F_{\text{tab}}$ se rechaza la H_0 y las medias son diferentes. En la tabla VII.12, se muestran los resultados del ANOVA realizado.

Tabla VII.12 Resultado del ANOVA

Origen de las variaciones	SC	GL	CM	F_{cal}	F_{tab}
Entre grupos	0.04	2	0.02	0.02	3.40
Dentro de los grupos	25.96	24	1.08		
Total	26.00	26			

ANÁLISIS DE RESULTADOS

Tal y como se observa en la tabla VII.12 el F_{calc} es menor que el F_{tab} ; por lo que aceptamos la hipótesis nula y las medias de los vinos son iguales y no existe diferencia entre los vinos.

VIII. CONCLUSIONES

Una vez finalizadas todas las actividades experimentales y una vez realizado el análisis de los resultados podemos concluir que:

1. Se seleccionaron 3 muestras de vinos en base a los criterios establecidos en el presente estudio. Siendo 2 de las muestras de flor de Jamaica, de las que una fue adquirida en el comercio de la ciudad de Chinandega y la otra fue elaborada en el laboratorio de Técnicas de Separación de Departamento de Química y la tercera fue de vino de uvas la que fue tomada como referencia para el estudio.
2. Se determinó el grado alcohólico de las muestras de vinos, encontrando que tanto la muestra de Rey de copas (12.0%), como la de Chinantlan (8.0%) cumplían lo reflejado en las etiquetas de estos vinos. Se logró determinar así mismo que el grado alcohólico del vino elaborado en nuestras condiciones era muy similar al del vino Chinantlan, lo cual tiene relación a que ambos fueron elaborados con materias primas similares.
3. Se logró cuantificar la cantidad de sólidos solubles y totales en las muestras de vino, encontrándose que la muestra de Chinantlan contenía los mayores valores, 13.1% y 16.33% respectivamente, mientras la muestra Rey de Copas contenía los menores valores, 8.0% y 16.22% respectivamente. Los valores correspondientes al vino elaborado en nuestras condiciones, se ubicaron entre ambas muestras.
4. Se determinaron los valores de pH y acidez total expresada como ácido tartárico, encontrándose que el mayor valor de pH le corresponde a la muestra Rey de Copas (3.79) mientras que el menor valor le corresponde a la muestra Nuestro Vino con un valor de 2.51, muy similar al leído en la muestra de Chinantlan: 2.57, mientras la acidez total, la mayor le corresponde al Rey de Copas: 5.23 g/L y la menor es para las dos muestras restantes: 4.17g/L respectivamente.
5. Se determinó los contenidos de azúcares reductores tanto directos como totales en las muestras, encontrándose que la mayor cantidad de azúcares reductores directos se encontraron en la muestra de Chinantlan: 208.1 g/L, mientras que la menor se encontró en la muestra Rey de Copas: 177.3 g/L. En lo que se refiere a los reductores totales, la muestra Mi Vino presentó la mayor cantidad: 479.7 g/L, mientras que la muestra Rey de Copas presentó la menor cantidad: 405.9 g/L.

CONCLUSIONES

6. Se determinó el contenido de sulfitos libres y totales en las muestras analizadas, encontrándose que el mayor contenido tanto de sulfitos libres como totales lo tenía la muestra Chinantlan 4.74 y 28.16 mg/L respectivamente, mientras que el menor contenido correspondía a la muestra Rey de Copas con valores de 2.12 y 5.54 mg/L respectivamente.
7. Se comparó estadísticamente los resultados obtenidos, utilizando dos estrategias una en la que comparamos los parámetros físico-químicos vs las muestras de vinos y otra en la que comparamos las muestras de vinos vs los parámetros físico-químicos, en de dos encontrándose que existen claras diferencias significativas entre los parámetros físico-químicos, cuando los relacionamos con los vinos estudiados, lo que es debido entre otras cosas a la diferencias de unidades obtenidas en cada parámetro. La aplicación de herramientas de normalización, si bien es cierto mejoró los resultados no mostró una tendencia clara de relación entre los parámetros. La comparación de los vinos en relación a los parámetros; esto es invirtiendo la matriz; mostró evidentes relaciones lo que permitió establecer similitudes entre las 3 muestras de vinos del estudio.

IX. RECOMENDACIONES

Una vez finalizada la presente monografía tomando en cuenta los resultados obtenidos, así como las conclusiones de este estudio, creemos conveniente realizar algunas de las recomendaciones siguientes:

1. Ampliar el universo de muestras para ajustar a otros tipos de vinos de frutas, para tener una mejor perspectiva del comportamiento de estos en función de sus parámetros físico-químicos.
2. Incluir en un futuro estudio, otros parámetros físico-químicos, tales como ácidos orgánicos.
3. Considerar la aplicación de otras herramientas de comparación multivariante, para obtener una mayor y mejor visión de los resultados y sus relaciones entre sí, tales como comparación de medias múltiple, estudio de la normalidad de la distribución mediante, análisis de componentes principales y análisis de correlación.
4. Estudiar la posibilidad de trasladar la experiencia adquirida a empresas artesanales de elaboración de vinos de frutas de la Región del Occidente del país.

X. BIBLIOGRAFÍA

1. Los usos y maravillas de la Jamaica <http://www.alimentariaonline.com/desplegar>
2. Revista de divulgación Científica y Tecnológica de la Universidad Veracruzana <http://www.uv.mx/cienciahombre/revistae/vol19num2/articulos/jamaica/>
3. Martin Macek - zonadiet.com. Los vinos. Descripción general.
4. Los alimentos y sus propiedades. Definición. http://www.arecetas.com/el_vino/index.html
5. Los vinos. Descripción general. <http://www.zonadiet.com/bebidas/a-vino.htm>
6. Definición del vino. Valle de Casablanca. <http://pdf.rincondelvago.com/origen-del-vino.html>
7. Laboratorio de operaciones unitarias III. Guías de fermentación <http://pdf.rincondelvago.com/fermentacion.html>
8. Fermentación alcohólica. http://es.wikipedia.org/wiki/Fermentaci%C3%B3n_alcoh%C3%B3lica
9. <http://www.aulafacil.com/Vino/Lecc-8.htm>
10. <http://www.diccionariodelvino.com/index.php/fermentacion-alcoholica>
11. Métodos de separación. <http://www.monografias.com/trabajos13/sepal/sepal.shtml>
12. Los ácidos del vino. <http://www.verema.com/articulos/498255-los-acidos-del-vino>
13. Artículo de determinación de acidez, ácidos en vino. Determinación de la presencia de ácido málico, tartárico, succínico y láctico por cromatografía sobre papel. <http://centros5.pntic.mec.es/ies.valdehierro/Dptofq/vinos/vinos.htm>
14. Ácidos orgánicos. Los ácidos. <http://www.verema.com/articulos/498255-los-acidos-del-vino>
15. Ácido málico. http://www.bedri.es/Libreta_de_apuntes/A/AC/Acido_malico.htm
16. Ácido láctico. http://www.agrovin.com/agrv/pdf/enologia/productos_enologicos/ACIDO_LACTICO_2010.pdf
17. Ácidos orgánicos. Ácido tartárico. <http://centros5.pntic.mec.es/ies.valdehierro/Dptofq/vinos/vinos.htm#croma>

18. Ácidos orgánicos. Ácido succínico.

http://www.farum.it/glos_enol/show.php?glos_enol=20cf52c81204f81ff63140473f538e5e&id=1124

19. Valoraciones de soluciones.

<http://m26martinez.blogspot.com/2007/08/volumetria.html>

20. Análisis volumétrico.

http://es.wikipedia.org/wiki/An%C3%A1lisis_volum%C3%A9trico.

21. Vino con sulfitos. <http://www.gastronomiaycia.com/2008/06/25/vino-con-sulfitos>.

22. Diccionario del vino. Sulfitos. <http://diccionariodelvino.com/index.php/sulfitos>.

23. Dr. Sergio José López Grío. Procedimiento de ensayo para la determinación de anhídrido sulfuroso total y libre en vinos de frutas mediante volumetría Redox.

24. Guillermo Ramis Ramos y María Celia García Álvarez-Coque. Ensayos de comparación de varias varianzas. Quimiometría.