

TRABAJO PROFESIONAL

COMO REQUISITO PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

INGENIERO BIOQUÍMICO

QUE PRESENTA:

ALICIA DEL CARMEN LEÓN MORALES

CON EL TEMA:

**“CONTROL FISICOQUÍMICO EN LA EVOLUCIÓN
DEL PROCESO FERMENTATIVO EN LOS
TANQUES DE VINO EN LA PLANTA CAVAS
FREIXENET”**

MEDIANTE:

OPCIÓN X

(MEMORIA DE RESIDENCIA PROFESIONAL)



"2015, Año del Generalísimo José María Morelos Y Pavón"

DIRECCIÓN
SUBDIRECCIÓN ACADÉMICA
DIVISIÓN DE ESTUDIOS PROFESIONALES
Tuxtla Gutiérrez, Chiapas 05 de abril del 2016

OFICIO NUM. DEP-CT-34-2016

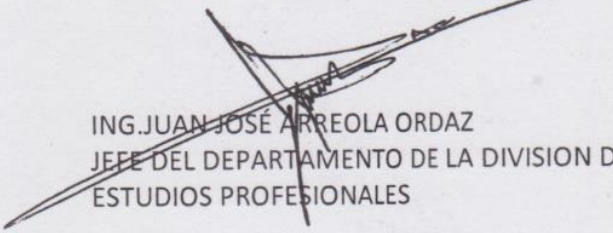
C. ALICIA DEL CARMEN LEÓN MORALES
PASANTE DE LA CARRERA DE INGENIERÍA BIOQUÍMICA
EGRESADO DEL INSTITUTO TECNOLÓGICO DE TUXTLA GUTIÉRREZ.
P R E S E N T E.

Habiendo recibido la comunicación de su trabajo profesional por parte de los CC. ING. MARGARITA MARCELIN MADRIGAL, Q.B.P. AURA FLORES PÉREZ, DRA. PATRICIA GUADALUPE SANCHEZ Y M.C. JOSE ALFREDO SANTIZ GÓMEZ en el sentido que se encuentra satisfactorio el contenido del mismo como prueba escrita, **AUTORIZO** a Usted a que se proceda a la impresión del mencionado Trabajo denominado:


"CONTROL FISICOQUIMICO EN LA EVOLUCIÓN DEL PROCESO FERMENTATIVO EN LOS TANQUES DE VINO EN LA PLANTA CAVAS FREIXENET"

Registrado mediante la opción:
X (MEMORIA DE RESIDENCIA PROFESIONAL)

ATENTAMENTE
"CIENCIA Y TECNOLOGÍA CON SENTIDO HUMANO"


ING. JUAN JOSÉ ARREOLA ORDAZ
JEFE DEL DEPARTAMENTO DE LA DIVISION DE
ESTUDIOS PROFESIONALES

Vo. Bo.


M. en C. JOSÉ LUIS MÉNDEZ NAVARRO
DIRECTOR

C.c.p.- Departamento de Servicios Escolares
C.c.p.- Expediente
I'JLMN/I'JJAQ/I'eeam



Secretaría de Educ. Pública
Instituto Tecnológico
de Tuxtla Gutiérrez,
Div. de Est. Profesionales

Carretera Panamericana Km. 1080, C.P. 29050, Apartado Postal 599
Tuxtla Gutiérrez, Chiapas; Tels. (961) 61 54285, 61 50461
www.ittg.edu.mx



Fecha de Inicio: 2015-10-13
Fecha de Terminación: 2016-10-13

ÍNDICE	PÁGINA
INTRODUCCIÓN -----	8
CAPÍTULO I	
JUSTIFICACIÓN -----	10
CAPÍTULO II	
OBJETIVOS -----	11
CAPÍTULO III	
CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA -----	12
CAPÍTULO IV	
PROBLEMAS A RESOLVER -----	16
CAPÍTULO V	
ALCANCES Y LIMITACIONES -----	17
CAPÍTULO VI	
MARCO TEÓRICO -----	18
¿QUÉ ES EL VINO? -----	18
TIPOS DE VINO -----	19
LA UVA -----	20
Transformaciones de la uva durante la maduración -----	21
Fenómenos de maduración -----	22
SAUVIGNON BLANC -----	23
Fijación de la fecha de vendimia -----	24
LEVADURA -----	25
Condiciones necesarias para una buena fermentación -----	26
PROCESO DE ELABORACIÓN DE VINO BLANCO -----	28
Recolección y manejo de la vendimia -----	29
Tratamientos mecánicos a la vendimia -----	29
Fermentación alcohólica -----	30

Descube, decantación y trasiegos. -----	32
Clarificación -----	32
Estabilización por frío. -----	33
Maduración y añejamiento -----	33
Embotellado -----	34
CALIDAD DEL VINO -----	35
ANÁLISIS FÍSICOS Y QUÍMICOS DEL VINO -----	35
Análisis físicos y químicos -----	36
FENÓMENOS QUE OCURREN DURANTE LA FERMENTACIÓN -----	40
Físicos -----	40
Químicos -----	41
CAPÍTULO VII	
ACTIVIDADES REALIZADAS EN EL PROYECTO -----	43
Actividades específicas -----	44
Análisis físicos y químicos -----	46
Sólidos solubles -----	46
Azúcares reductores (MMRR) -----	46
Acidez total (ATT) -----	46
Acidez volátil (AVR) -----	46
Sulfuroso libre y total (SO _{2l} y SO _{2t}) -----	47
pH -----	47
Grado alcohólico -----	47
Densidad -----	47
CAPÍTULO VIII	
RESULTADOS -----	48
EVOLUCION FISICOQUIMICA DE LA UVA. SAUVIGNON BLANC ---	48
VINIFICACIÓN EN BLANCO CON LA UVA SAUVIGNON BLANC. --	50

Azúcares, alcohol y densidad	50
Acidez total, pH y acidez volátil	53
Sulfuroso libre, total y pH	55
CAPÍTULO IX	
CONCLUSIONES	58
RECOMENDACIONES	59
CAPÍTULO X	
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	60
REFERENCIAS EN LINEA	62
REFERENCIAS (NORMAS)	62
REFERENCIAS (PANCREA QUÍMICA S.A.)	62
ANEXOS	63

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Finca Cavas Freixenet de México. -----	13
Figura 2. Organigrama de la empresa Cavas Freixenet de México (Control de calidad, departamento de actividades). -----	14
Figura 3. Racimo de uvas de la cepa Sauvignon blanc. -----	23
Figura 4. Curvas de evolución de azúcar y acidez en un viñedo. -----	24
Fig. 5. Proceso de elaboración del vino blanco. -----	34
Figura 6. Diagrama de flujo. Análisis físicos y químicos realizados en cada etapa del seguimiento y control del proceso de vinificación. -----	45
Figura 7. Matraz Erlenmeyer con tapón esmerilado y embudo de vidrio acoplado. -----	71
Figura 8. Aparato de destilación para la determinación de la acidez volátil (volatímetro) -----	75
Figura 9. Aparato de destilación: manta calefactora, matraz de destilación, columna rectificadora y refrigerante. -----	80
Figura 10. Lectura del grado alcohólico volumétrico (GAV) del destilado por aerometría. -----	80
Figura 11. Lectura de la masa volúmica aparente (pt). -----	81

ÍNDICE DE GRAFICAS

Grafica 1. Evolución de acidez total (ATT), pH y solidos solubles (°Brix) en un periodo de 10 días antes al punto de corte. -----	48
Grafica 2. Evolución de azucares, alcohol y densidad en las etapas de vinificación. -----	50
Grafica 3. Evolución de densidad en las etapas de vinificación. -----	51

Grafica 4. Evolución de la acidez total contra pH y acidez volátil en las etapas de vinificación. ----- 53

Grafica 5. Evolución de sulfuroso libre, total y pH en las etapas de vinificación.55

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Clasificación taxonómica de la uva. ----- 20

Cuadro 2. Partes de la baya de la vid. ----- 21

Cuadro 3. Valores de parámetros importantes para determinar la fecha de vendimia. ----- 25

Cuadro 4: Clasificación taxonómica de *Saccharomyces cerevisiae*. ----- 26

Cuadro 5: composición del mosto de uvas frescas. ----- 31

Cuadro 6. Temperaturas de fermentación máximas, óptimas y mínimas en función del tipo de vinificación. ----- 41

Cuadro 7. Compuestos presentes en el mosto inicial y los productos a que dan origen en el vino. ----- 42

Cuadro 8. Condiciones geoclimáticas de Viñedos Doña Dolores. ----- 44

Cuadro 9. Comparación de resultados obtenidos en el punto de corte, con los emitidos por el Instituto de Investigación Agraria y Pesquera de España (2012). 50

Cuadro 10. Comparación de datos emitidos por la Organización Internacional de la Viña y el Vino, con los resultados obtenidos de azúcares, alcohol y densidad en la vinificación. ----- 52

Cuadro 11. Comparación de datos emitidos por la Organización Internacional de la Viña y el Vino, con los resultados de acidez total, acidez volátil y pH obtenidos en la vinificación. ----- 53

Cuadro 12. Comparación de datos emitidos por la Organización Internacional de la Viña y el Vino, con los resultados de sulfuroso total y pH obtenidos en la vinificación. -----	56
Cuadro 13. Composición fisicoquímica del vino blanco con la uva Sauvignon blanc. -----	57
Cuadro 14. Mililitros de hidróxido de sodio 0.1332M gastados en la prueba de acidez total de la maduración de la uva, por duplicado. -----	63
Cuadro 15. Resultados por duplicado de las pruebas fisicoquímicas de la maduración de la uva. -----	64
Cuadro 16. Valores obtenidos de la media correspondiente a las dos repeticiones por cada ensayo, para evaluar la evolución de parámetros de pH, acidez total (ATT) y solidos solubles en un periodo de 10 días, previos al punto de corte de la Uva Sauvignon blanc. -----	65
Cuadro 17. Resultado por duplicado de los parámetros físicos y químicos en la vinificación. -----	66
Cuadro 18. Evolución de los parámetros físicos y químicos en la fermentación.	68
Cuadro 19. Clasificación de los vinos tranquilos según su concentración en azúcar -----	71
Cuadro 20. Límites legales de acidez total, expresada en g/L de ácido tartárico. -----	73
Cuadro 21. Límites legales de la acidez volátil, expresada en g/L de ácido acético - -----	75
Cuadro 22. Límites máximos de dióxido de azufre total permitidos por la legislación -----	77

INTRODUCCIÓN

El vino es el alimento natural obtenido exclusivamente por la fermentación alcohólica parcial o total del mosto de uva, llevada a cabo por las levaduras (Unwin, 2001). Entre los factores que definen sus cualidades finales se puede señalar el cepaje, el clima, el suelo, el proceso de vinificación y el tipo de levadura que lleva a cabo la fermentación (Van Leeuwen *et al.*, 2007).

Las nuevas tendencias del vino como consumo de alimento, en supermercados y enotecas, lo han posicionado como una bebida de éxito. Entre los consumidores aumenta más el deseo de conocer y experimentar lo cual ha generado mayor demanda y por lo tanto mayor competencia en el sector vinícola.

La empresa vinícola Freixenet es un grupo proveniente de la unión de dos familias, con larga tradición vinícola en Sant Sadurni d'Anoia, Barcelona, España, actualmente en México se encuentra localizada la finca Sala Vive Doña Dolores en el municipio de Ezequiel Montes, Querétaro. Freixenet responderá a las nuevas tendencias del vino satisfaciendo las exigencias del consumidor con su máxima calidad en el producto y para la obtención de vinos de calidad, inevitablemente se exige disponer de uvas de calidad. Para ello el estado de Querétaro fue seleccionado por ser de tierra idónea para el cultivo de la vid ya que se encuentra a una altura de 2000 metros sobre el nivel del mar, las temperaturas de día y de noche son muy contrastantes durante el año (25°C en el día y 0°C por la noche) (www.inafed.gob.mx). Estas condiciones extremas y peculiares favorecen la maduración de la uva y potencian sus cualidades.

Durante el proceso de maduración de la uva las sustancias responsables de la calidad se depositan casi paralelamente a la acumulación de azúcares y a la disminución de acidez, de tal forma que el concepto de calidad óptima de la cosecha tiende a identificarse con la concentración máxima de azúcares en las bayas. Sin embargo esto no es rigurosamente cierto porque, o bien puede producirse una sobremaduración o, en otros casos, se vendimia anticipadamente

cuando se ha alcanzado la madurez tecnológica, según el tipo de vino que se pretenda elaborar.

En la elaboración de esta bebida alcohólica, los procesos de vinificación son poco controlados, y como resultado se tienen costos elevados de producción, no cubriendo con las expectativas del consumidor. Así como productos fuera de los estándares de calidad.

En el área de calidad se detectaron botellas con mala apariencia visual (enturbiamiento) y mala apariencia olfativa (olor a vinagre).

Debido a ello, el objetivo del presente proyecto es realizar, el control fisicoquímico que vigile el seguimiento del proceso de vinificación en blanco de la uva Sauvignon blanc de la actual añada y comparar dichos resultados obtenidos con patrones referenciados, emitidos por la Organización Internacional de la Viña y el Vino (OIV, 2014a), asegurándose que es apto para el consumo y que cumple con las características y composición que se espera de ellos, así como detectar cualquier posible desviación que provoque alteraciones en el vino blanco.

Se le proporcionara a la cava un historial de la añada, que al enólogo, le permita conocer la evolución de los parámetros fisicoquímicos durante el proceso, orientación para futuras vinificaciones en blanco de la misma cepa, y realizar mezclas obteniendo una nueva gama de vinos. La empresa busca destacar por su competitividad en el mercado, aumentando sus ingresos económicos, a través de la oferta de producto de calidad.

CAPÍTULO I

JUSTIFICACIÓN

Cavas Freixenet de México ubicada en Ezequiel Montes Querétaro, es una empresa con larga tradición vinícola. Sin embargo, no cuentan con un historial de parámetros fisicoquímicos en la etapa de maduración industrial de la uva y en el proceso de vinificación en blanco con la cepa Sauvignon blanc. Durante el análisis de calidad, se encontraron botellas con mala apariencia visual (enturbiamientos) y mala apariencia olfativa (olor a vinagre), cuyas causas son el reinicio de la fermentación, contaminación microbiana y coagulación de sustancias. Mediante controles fisicoquímicos se puede detectar desviaciones que provoquen estas alteraciones en los vinos, para evitar que el consumidor adquiera un producto de mala calidad.

Con base en ello, en el presente proyecto se realizó el seguimiento del proceso de vinificación en blanco utilizando la cepa Sauvignon blanc y se comparó los resultados obtenidos con patrones referenciados, emitidos por la Organización Internacional de la Viña y el Vino (OIV, 2014a). Con ello, se valida el cumplimiento de las características y composición que se espera de ellos y de no ser así, se sugiere medidas correctoras oportunas.

El historial generado de parámetros fisicoquímicos se le proporciona a la cava para que le permita conocer la evolución de ellos durante el proceso, orientación para futuras vinificaciones en blanco y elaboración de mezclas obteniendo una nueva gama de vinos. La empresa destacara por su competitividad en el mercado aumentando sus ingresos económicos a través de la oferta de producto de calidad.

CAPÍTULO II

OBJETIVOS

GENERAL:

Evaluar la evolución del proceso fermentativo de vino blanco de la cepa Sauvignon blanc, desde vendimia, vinificación, hasta embotellado en la empresa Cavas Freixenet México.

ESPECIFICOS:

- ✓ Conocer y evaluar a la uva, en su punto de corte o vendimia, mediante parámetros analíticos de acidez total, sólidos solubles y pH.
- ✓ Evaluar mediante pruebas fisicoquímicas (azúcares reductores, densidad, acidez total, acidez volátil, pH, sulfuroso libre y total) al mosto para el proceso fermentativo.
- ✓ Control de las variables del proceso fermentativo mediante pruebas fisicoquímicas (azúcares reductores, densidad, pH, acidez total, acidez volátil, sulfuroso libre y total) y la evolución del grado alcohólico del vino.
- ✓ Seguimiento y control del vino en crianza, estabilidad proteica, estabilidad tartárica y embotellado mediante pruebas fisicoquímicas de azúcares reductores, alcohol, densidad, pH, acidez total, acidez volátil, sulfuroso libre y total.
- ✓ Proporcionar a Cavas Freixenet, un historial que le permita conocer el comportamiento del vino blanco de la cepa Sauvignon blanc de la añada 2014.

CAPÍTULO III

CARACTERIZACIÓN DEL AREA

Antecedentes de la empresa

Grupo Freixenet proviene de la unión de dos familias, con larga tradición vinícola en Sant Sadurní d'Anoia (Barcelona, España).

Como parte del proceso de internacionalización, Grupo Freixenet realiza una exhaustiva investigación de las regiones vinícolas, seleccionando en 1978 el municipio de Ezequiel Montes en el estado de Querétaro, México, por ser una tierra idónea para el cultivo de la vid, donde establecieron la finca Doña Dolores, en honor a la fundadora de la marca Freixenet. Allí construyeron singulares cavas subterráneas, con el objeto de obtener el clima constante y óptimo de 17°C.

En 1982 se plantaron los primeros viñedos y en 1984 se obtuvo la primera producción de vinos espumosos con la etiqueta Sala Vivé Espumoso. Las Cavas Freixenet de México fueron inauguradas oficialmente en 1986. En 1998 se empezó a emplear parte de la capacidad de la planta para crear vinos tranquilos, etiquetados como Viña Doña Dolores y Vivante.

Actualmente, Freixenet de México se cuenta como una de las mejores cavas del continente americano.

Ubicación geográfica

En pleno corazón de la zona vinícola de San Juan del Río, en Ezequiel Montes, Querétaro, se encuentra la Finca Sala Vivé por Freixenet México. La ubicación fue escogida por ser un lugar con excelentes características geoclimáticas para el cultivo de la vid. El clima de estas tierras tiene una gran influencia en los viñedos. Al estar a unos 2.000 metros sobre el nivel del mar las temperaturas entre el día y la noche son muy contrastadas durante el año (25° C en el día y 0° C por la noche) (www.inafed.gob.mx). Estas condiciones extremas y peculiares favorecen la maduración de la uva y potencian sus cualidades.



Figura 1. Finca Cavas Freixenet de México.

La finca Sala Vive construida para Freixenet, está basada en el diseño de las antiguas haciendas mexicanas. La construcción consta de dos edificios. Por un lado, el área de oficinas y de atención de visitantes y los salones para eventos privados. Y por el otro, un edificio que alberga el área de producción, control de calidad y almacenamiento y la cava subterránea a 25 metros de profundidad, donde reposan los vinos a resguardo de los cambios de temperatura. Además de contar con una gran extensión de viñedos.

Misión

Freixenet de México S.A. de C.V. somos un equipo que elaboramos, comercializamos, distribuimos y promovemos productos derivados de la uva con la máxima calidad. Con el objetivo de difundir y fomentar la cultura vitivinícola en México, contribuyendo al bienestar y desarrollo de la sociedad

Visión

Ser la empresa que trabaje con la más alta tecnología y el mejor equipo humano convirtiéndose en el líder de los vinos tranquilos y espumosos de México, logrando competir a nivel mundial.

Política general de la empresa

Ofrecer productos mexicanos con la calidad total, así mismo apoyar a la sociedad a través de la generación de fuentes de trabajo para mejorar la calidad de vida.

Valores

- Justicia
- Ética
- Honradez
- Lealtad
- Igualdad
- Moralidad
- Honestidad

Organigrama de la empresa

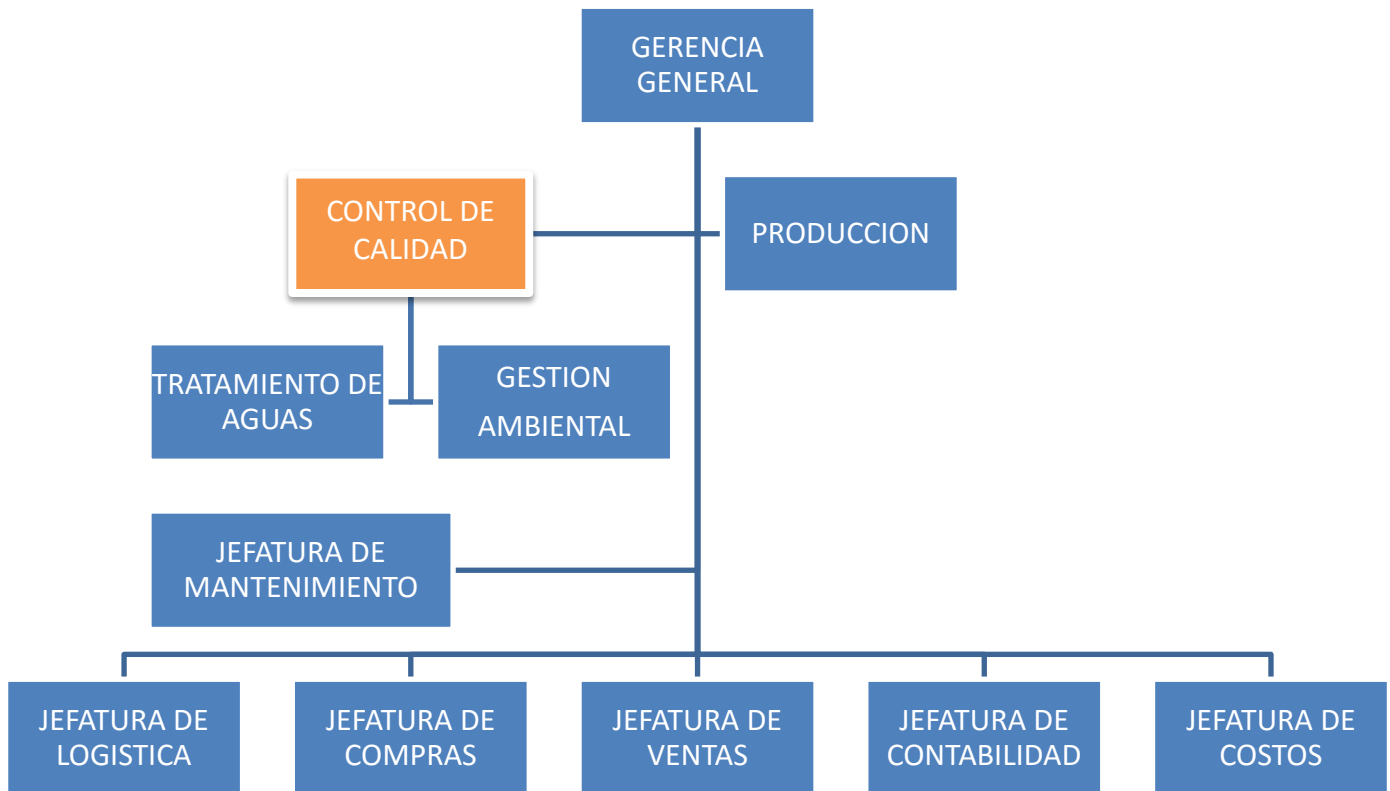


Figura 2. Organigrama de la empresa Cavas Freixenet de México (Control de calidad, departamento de actividades)

Departamento de la empresa donde se realizó el proyecto

Nombre del departamento: Control de calidad

Directora de Calidad: Q.A. Karina Elizabeth Hernández Pulido

Tel. Directo 01(441) 277 51 21

Tel. 01 (441) 2 77 01 47 Fax. 01 (441) 2 77 15 01

E-mail: Controlcalida@freixenetmexico.com.mx

Carretera San Juan del Río a Cadereyta Km. 40.5

CAPITULO IV

PROBLEMAS A RESOLVER

La Finca Cavas Freixenet de México, no cuenta con un historial de parámetros fisicoquímicos en la etapa de maduración industrial de la uva y en el proceso de vinificación en blanco con la cepa Sauvignon blanc.

Debido a la presente problemática, se encuentran botellas con mala apariencia visual (enturbiamiento) y mala apariencia olfativa (olor a vinagre) durante el control de calidad. Estas pueden ser causadas por:

1.- Reinicio de la fermentación en vinos con azúcares residuales, ya que los vinos con altas concentraciones de azúcares, deben tener un alto contenido alcohólico, suficiente acidez y tratados con generosas aportaciones de anhídrido sulfuroso. Para vino seco el contenido es de 4 g/l de azúcar como máximo o 9 g/l según el Codex Enológico Internacional (2006).

2.- Alteración microbiana que se percibe por un olor característico a vinagre debido a que el nivel sensorial del ácido acético es del orden 0.6 g/l (OIV-MA-AS313-02: R2009)

3.- Coagulación de sustancias por reacciones químicas e insolubilizaciones de algunas sustancias en estado cristalino (bentonita y ácido tartárico)

CAPÍTULO V

ALCANCES Y LIMITACIONES

El desarrollo del proyecto se llevó a cabo dentro de las mismas instalaciones de la empresa siendo asesorado por la enóloga técnica de la misma. Por lo tanto el ámbito del proyecto es externo.

Alcances.

El presente proyecto tiene como alcances el control fisicoquímico que ofrece una generación de reportes que permite evaluar el comportamiento y evolución de vino blanco de la cepa Sauvignon blanc y evite así alteraciones fisicoquímicas que repercutan en el capital del grupo Freixenet y en la preferencia de sus consumidores con producto contaminado o fuera de sus características. Así mismo le servirá al departamento de control de la calidad para futuras mezclas y elaboración de nuevos vinos

Limitaciones

- 1.- El presente proyecto, comenzó en los últimos días del periodo de maduración de la uva, para lo cual la recolección de datos fue escasa y a destiempo para la completa evaluación del fruto
- 2.-El acceso a información y a ciertas áreas del proceso que pudieron ser fundamentales en el proyecto; por reglamento interno, la empresa manejó restricciones. Haciendo carecer de esto al proyecto.
- 3.-Cavas Freixenet maneja una variedad de vinos ya mezclados, lo cual dificultaba el análisis de una sola cepa, para ello se seleccionó aquel cuya composición fuese de una sola variedad

CAPÍTULO VI

MARCO TEÓRICO

¿QUÉ ES EL VINO?

La definición del vino en el 2008, según la Organización Internacional de la Viña y el Vino, es exclusivamente “la bebida resultante de la fermentación alcohólica completa o parcial de la uva fresca, estrujada o no, o del mosto de la uva. Su graduación alcohólica adquirida no puede ser inferior a 8.5 % vol. Sin embargo teniendo en cuenta condiciones climáticas, de terroir o de variedad, de factores cualitativos especiales o de tradiciones propias de ciertos viñedos, el grado alcohólico total mínimo podrá ser rebajado a 7 % vol. por una legislación particular de la región considerada.” Por lo cual es importante destacar, que aunque otras frutas tienen la capacidad de fermentar produciendo los denominados “vinos de frutas”, solamente se le llamara vino al que cumpla con el concepto estipulado en el texto.

El vino es una combinación de unos treientos compuestos entre los cuales se encuentra el agua ocupando de un 85 a un 90 % del total de peso, el 15 o 10 % restante está compuesto de: vitaminas (B1, B2, B3, B6), ácidos (málico, acético, láctico, tartárico), carbohidratos (fructosa, sacarosa, glucosa), oligoelementos (plomo, flúor, silicio, bromo, yodo), alcoholes (glicerol, etanol), sales (fosforo, magnesio, azufre, sodio, calcio, potasio), sustancias amargas (relacionadas con el olor, sabor, color, pertenecientes a los taninos) y sustancias nitrogenadas como las proteínas, así como unas cien sustancias más (aromáticas y volátiles). (Curado, 2005).

TIPOS DE VINO

Los vinos se pueden clasificar de distintas maneras. Según Peynaud (2004) presenta tres clasificaciones: General, Por edad y Por el grado de azúcares.

- **Clasificación general.** Se basa en la forma en la que se han elaborado los vinos, es la más usada ya que abarca todas las formas posibles de elaboración como:

Vinos tranquilos: El contenido alcohólico oscila entre 9° y 14.5°. Generalmente son secos. Según el proceso de elaboración se dividen en: Tinto (obtenido a partir de uvas tintas a las que no se les ha separado los hollejos), Blanco (obtenido a partir de uvas blancas. Aunque es poco frecuente también puede obtenerse a partir de uvas tintas de pulpa no coloreada a las que se les separa el hollejo) y Rosado (obtenido a partir de uvas tintas a las que se les ha separado parcialmente el hollejo, también puede provenir de la mezcla de uvas blancas y tintas).

Vinos especiales: tienen un proceso de elaboración diferente en cada vino. Se caracterizan por ser dulces o semidulces. Contienen un alto grado de alcohol (la mayoría es adicionado). Dentro de la clasificación se encuentran: generosos, enverados, de aguja, chacolí, licorosos, dulces naturales, mistelas, Gasificados, espumosos naturales, y derivados vinícolas.

- **Clasificación por edad:** Depende del tiempo en que el vino permanece en reposo antes de salir a la venta.

Vinos jóvenes: No han tenido ningún tipo de crianza en madera o esta crianza ha sido mínima. Conservan características varietales de la uva procedente. El tiempo de consumo va de 12 a 24 meses después de haber sido realizada la vendimia. A este grupo se pueden integrar vinos blancos, tintos y rosados.

Vinos de crianza: Han pasado un mínimo de crianza entre madera y botella. Desarrollan, además de las características varietales de las que proceden, otras

características organolépticas debido al periodo de envejecimiento. Su consumo va de 3 a 10 años, conservándose hasta 20 años después de la fecha de reposo. Según la reglamentación de las denominaciones de origen españolas existen los de Crianza (reposan 6 meses en madera, hasta 2 años en botella), Reserva (1 año en madera hasta 3 años en botella), Gran reserva (2 años en madera hasta 5 en botella).

➤ Clasificación por el grado de azúcar:

Secos: contienen menos de 5 g de azúcar por litro.

Semisechos: presentan de 5 a 10 g de azúcar por litro.

Abocados: contienen de 15 a 30 g de azúcar por litro.

Semidulces: contienen de 30 a 50 g de azúcar por litro.

Dulces: presentan más de 50 g de azúcar por litro.

LA UVA

Cuadro 1. Clasificación taxonómica de la uva.

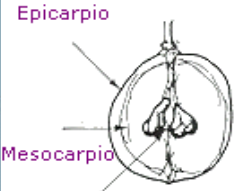









Nombre científico	Vitis vinífera L
Nombres comunes	Vid, viña, parra, uva
Reino	Vegetal
Clase	Angiospermas
Subclase	Dicotyledoneae
Orden	Ramnales
Familia	Vitaceae
Género	<i>Vitis</i>
Especie	<i>Vinífera L.</i>

Fuente: Terranova, 2005.

La vid es una planta arbórea, trepadora, de crecimiento ilimitado, por lo que hay que controlarla con técnica de poda para poder dar forma al viñedo y favorecer un correcto desarrollo de la vegetación en general y del fruto (Bluin, 2000). Esta soporta grandes variaciones climáticas, los mejores climas son los templados, algo secos (Terranova, 2005)

El racimo de uva comprende dos partes bien diferenciadas: la leñosa o raspón y los granos llamados también bayas. Los granos o bayas están unidos al raspón por el pedicelo, el raspón desempeña las funciones de sostén y medio de comunicación de los granos. Los granos están formados por la piel o película, las pepitas o semillas, y la pulpa, tejido frágil cuya ruptura proporciona el zumo o mosto como se observa en el cuadro 2. (Peynaud, 2004).

Cuadro 2. Partes de la baya de la vid

Botánica (real)	Enológica (teórica)	Desgranado	Estrujado	Estrujado centrífugo
<p>Epicarpio</p>  <p>Mesocarpio</p> <p>Endocarpio</p>	<p>Piel</p>  <p>Pulpa</p>  <p>Semillas</p>	 <p>Baya rasgada</p>  <p>Mosto virgen</p>	<p>Hollejo</p>  <p>Pulpa globosa y Semillas</p>  <p>Mosto virgen</p> 	<p>Hollejo limpio</p>  <p>Mosto pulpa</p>  <p>Semillas</p>

Fuente: <http://www.arrakis.es/>

Transformaciones de la uva durante la maduración

Según Peynaud (2004), la evolución del grano de uva se realiza en las siguientes etapas:

- Período herbáceo, que va desde el cuajado, momento en el que el grano se forma, hasta el envero, momento en que la uva cambia de color. Durante este

período la uva es verde, coloreada por la clorofila y presenta una consistencia dura. Solo contiene 20 g de azúcares por kilo y casi otro tanto de acidez.

- El período de envero, corresponde a la época fisiológica de la coloración de la uva. Al mismo tiempo el grano engorda y adquiere elasticidad. La uva blanca pasa de verde a amarillo, la uva tinta pasa del verde al rojo claro, después a rojo oscuro. El fenómeno es brusco. Un grano de uva cambia de color en un solo día. Todas las uvas de una viña enveran, en condiciones normales, en unos quince días, aproximadamente. Durante el envero el azúcar de las uvas aumenta de modo repentino.
- El período de maduración, comprende desde el envero al estado de madurez. Durante los cuarenta o cincuenta días que dura, la uva continua engordando, acumula azúcares y va perdiendo acidez.
- Período de sobre-maduración, es cuando la uva permanece mucho tiempo en la cepa. El fruto vive de sus reservas, pierde agua y su zumo se concentra.

Fenómenos de maduración.

- Engrosamiento de las bayas. Los granos de uva aumentan constantemente de peso y de volumen desde el cuajado hasta su madurez, su grosor depende de las condiciones exteriores según la circulación del agua en la planta.
- Almacenamiento de los azúcares. Los azúcares en forma de glucosa y fructosa, se almacenan en la uva, esto tiene varios orígenes, durante el envero el fruto se enriquece a partir de las reservas de la planta (raíz, tronco y sarmientos), también proceden de las reservas formadas diariamente en las hojas, gracias a la fotosíntesis.
- Evolución de los ácidos. La acidez de la uva disminuye durante su maduración. Esta disminución progresiva de la acidez se debe al comportamiento de los dos ácidos orgánicos de la uva: ácido tartárico y málico, los cuales son transformados por la respiración de la uva con el consumo de oxígeno y la expulsión de gas carbónico. El ácido tartárico y el málico no evolucionan paralelamente y son

sintetizados por vías diferentes. El ácido málico desaparece más rápidamente que el ácido tartárico.

- **Formación del color.** En el envero, los granos verdes de uva pierden su clorofila y se colorean, progresivamente su color se oscurece al madurar. Las células de la piel de uvas tintas acumulan antocianinos (compuestos químicos complejos que confieren a cada cepa su color característico) coloreándolas en profundidad; de igual manera, el color de la película de uvas blancas y en algunas variedades se dora.
- **Formación de aromas.** Las células internas de la piel son las que contienen la parte más considerable de la llamada esencia característica de la cepa; parecen formarse en el mismo grano acumulándose en el hollejo, además las semillas contienen algunos perfumes (Peynaud, 2004).

SAUVIGNON BLANC

Cepa blanca de origen francés. Según el Consejo Regulador Denominación de Origen Navarra (2008) en datos agronómicos, la uva se utiliza en la elaboración de vinos jóvenes o fermentados en barrica. Destaca por su color pálido, buena acidez y potencia aromática (frutas tropicales como maracuyá y tonos herbáceos).

Es una planta resistente al frío de variedad vigorosa, de fertilidad media, produce racimos pequeños, registrando pesos de 174 g, estos son compactos y de pedúnculo corto (Figura 3). La baya es pequeña, dorada en maduración y con un sabor aromático típico. El mosto tiene un grado medio alto con buena acidez.



Figura 3. Racimo de uvas de la cepa Sauvignon blanc. Fuente: www.navarrawine.com

Fijación de la fecha de vendimia

Durante los últimos días de maduración, para fijar la fecha de vendimia, el enólogo especializado se basa en la apreciación sensorial como aspecto de la uva, color y sabor de las bayas y la facilidad con que éstas se desprenden del racimo, sin embargo esto es sólo posible gracias a muchos años de experiencia (Dami, 2013). La cosecha puede ser manual o mecánica dependiendo del estado del viñedo, el proceso de vinificación a seguir y el nivel de tecnificación (Jackson, 2014)

No obstante, para estimar desde el punto de vista tecnológico la madurez de la uva y poder fijar el momento óptimo de vendimia se usan índices de maduración químicos. Estos se basan en la determinación analítica de los compuestos más característicos que aumentan o disminuyen durante el proceso de maduración de la uva, los más significativos y fáciles de medir son: la riqueza en azúcares (determinación de grados °Brix) y la concentración de ácidos (determinación de pH y acidez total).

Se representa gráficamente la evolución en el periodo de maduración de la uva; las medidas son de azúcar y acidez obtenidas en los sucesivos muestreos. Se obtienen líneas quebradas, una ascendente que representa la acumulación de azúcares y otra descendente de la disminución de la acidez total. La información recogida, presenta una fuente de datos de gran utilidad para ajustar cada vez con mayor precisión la fecha optima de vendimia como se observa en la figura 4 (Hidalgo, 2011).

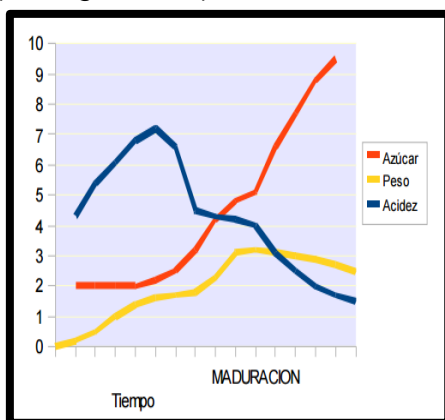


Figura 4. Curvas de evolución de azúcar y acidez en un viñedo. Fuente: Instituto de Investigación y Formación Agraria y Pesquera. España (2012).

En el cuadro 3, se exponen los valores de los parámetros más importantes a tener en cuenta para determinar la fecha de vendimia según el destino de la uva.

Cuadro 3. Valores de parámetros importantes para determinar la fecha de vendimia.

Tipo de vino	Sólidos solubles (°Brix)	Alcohol probable (% v/v)	Acidez total (g/l)	IPT	Antocianos (mg/l)	Taninos (g/l)
Destinado a generosos*	19,0-25,4	10,5-15,0	--	--	--	--
Blanco joven	18,0-21,8	10,0-12,5	5-8			
Tinto joven	21,0-21,8	12,0-12,5	6-7	35-40	≥ 400	
Tinto crianza	22,5-24,0	13,0-14,0	5-6	≥ 60	≥ 800	≥ 3

*En este caso se ha indicado un intervalo de valores entre el mínimo exigido por algunos Consejos Reguladores de las Denominaciones de Origen andaluzas y el máximo que la uva podría adquirir de forma natural según la variedad y la zona de cultivo.

Fuente: Instituto de Investigación y Formación Agraria y Pesquera. España. 2012

La técnica de muestreo de uvas correcta consiste en recoger exactamente 250 granos de 250 plantas de una plantación homogénea, retirando un grano de cada planta y haciéndolo una vez por la derecha y otra por la izquierda, de las cepas de una misma viña. Hay que tener en cuenta de no escoger los granos, sino tomarlos al azar. Al mosto de esos 250 granos se determina el contenido de azúcares y acidez. (Peynaud, 2004)

LEVADURA

Saccharomyces cerevisiae es la levadura más conocida y de importancia industrial ya que es la especie utilizada por excelencia para la obtención de etanol a nivel industrial debido a que es un organismo de fácil manipulación y de recuperación, no es exigente en cuanto a su cultivo, no presenta alto costo, tolera altas concentraciones de etanol, en la fermentación produce bajas concentraciones de subproductos, es osmotolerante, capaz de utilizar altas concentraciones de azúcares, presenta alta viabilidad celular para el reciclaje y características de

floculación y sedimentación para el procesamiento posterior (Fajardo y Sarmiento, 2007).

La clasificación taxonómica de *Saccharomyces cerevisiae* se presenta en el cuadro 4.

Cuadro 4: Clasificación taxonómica de *Saccharomyces cerevisiae*

Clasificación taxonómica de <i>Saccharomyces cerevisiae</i>	
Reino	Fungi
División	Amastogomycota
Clase	Ascomycetes
Subclase	Hemiascomycetidae
Orden	Endomycetales
Familia	Saccharomycetaceae
Subfamilia	Saccharomycetidae
Genero	<i>Saccharomyces</i>
Especie	<i>Cerevisiae</i>

Fuente: Fajardo y Sarmiento, 2007.

Las levaduras son las de mayor importancia puesto que dirigen la fermentación alcohólica, contribuyendo a la estructura química básica y a la individualidad del sabor y aroma del vino.

Condiciones necesarias para una buena fermentación.

- Temperatura

Las levaduras son microorganismos mesófilos, así que la fermentación tiene un rango de temperaturas desde los 13-14°C hasta los 33- 35°C. Dentro de este intervalo, cuanto mayor sea la temperatura mayor será la velocidad del proceso fermentativo y también mayor la proporción de productos secundarios. A menor temperatura se consigue un mayor grado alcohólico, ya que las altas temperaturas

que hacen fermentar más rápido a las levaduras llegan a agotarlas antes. La temperatura adecuada para realizar la fermentación alcohólica se sitúa entre los 18-23°C.

- Aireación: Mucho tiempo se pensó que las levaduras eran microorganismos anaerobios estrictos, es decir, debía realizarse la fermentación en ausencia de oxígeno. Sin embargo, es un hecho erróneo ya que requieren cierta aireación.

- pH

Cuanto menor es el pH se reduce la eficiencia de las levaduras para fermentar, aunque más protegido se encuentra el mosto ante posibles ataques bacterianos. Estas fermentan mejor los azúcares en un medio neutro o poco ácido. Trabajan mejor con un pH 4.0, que con un pH 3. A pH más bajo aumenta la acidez volátil.

- Nutrientes y Activadores

Las levaduras fermentativas necesitan azúcares para su catabolismo, obteniendo la energía necesaria para sus procesos vitales, además necesitan otros substratos para su anabolismo como son nitrógeno, fósforo, carbono, azufre, potasio, magnesio, calcio y vitaminas, especialmente tiamina (vitamina B1). Por ello es de vital importancia que el medio disponga de una base nutricional adecuada para poder llevar a cabo la fermentación alcohólica.

- Inhibidores

Es importante evitar la presencia de inhibidores en el mosto como restos de productos fitosanitarios y ácidos grasos saturados de cadena corta.

- Concentración inicial de azúcares

No se puede pensar en fermentar un mosto con una concentración muy elevada de azúcares. En estas condiciones osmófilas, las levaduras simplemente estallarían al salir bruscamente el agua de su interior para equilibrar las

concentraciones de solutos en el exterior y en el interior de la célula, es decir, lo que se conoce como una plasmólisis. (Peynaud, 2004).

Pese a su complejidad, la fermentación depende más que nada de tres parámetros básicos según Peynaud (2004): a) la composición del mosto (nutrientes de la levadura), b) la levadura y c) las condiciones del proceso (tales como: tiempo, temperatura, volumen, presión, forma y tamaño de las cubas fermenteras, agitación, etc.).

a) Explica que las principales variables que determinan la fermentación son, la presencia y concentración de diversos nutrientes, pH, grado de aeración y temperatura.

b) La selección de los tipos y/o razas de levadura, por su comportamiento bioquímico y físico, determinan el patrón de fermentación. Además, tanto la adición de levadura (siembra), cantidades y método, el estado de la levadura (viabilidad), como su distribución en el mosto tienen gran incidencia sobre la fermentación, y.

c) Que las condiciones del proceso sean las más adecuadas para la fermentación.

PROCESO DE ELABORACIÓN DE VINO BLANCO

El vino blanco se elabora a partir de mostos de uva (genero: vitis, especie: vinífera) blanca o tinta no coloreada (García, 2008). Al que se elabora utilizando solo uva blanca se le denomina <<Blanc de Blanc>> y el de solo uva tinta (vinificada en blanco), se le denomina <<Blanc de Noir>>.

Recolección y manejo de la vendimia

a) Transporte

La firmeza de la baya depende principalmente del cepaje y del estado de madurez. Durante el transporte se pueden presentar procesos de oxidación y maceraciones con consecuencias negativas. Para evitarlo es importante tomar en cuenta las condiciones de higiene, la duración del traslado, la temperatura de la vendimia y la resistencia mecánica de la uva (Asselin y Delteil, 2003).

b) Selección

Tiene como objetivo separar frutos podridos, inmaduros y dañados y separar la uva por estado de madurez (OIV, 2014b), se eliminan hojas, desechos y, en general, cuerpos extraños antes de introducir la vendimia al equipo. Permite además determinar si es necesaria alguna operación correctiva a la vendimia (Asselin y Delteil, 2003), por ejemplo, cuando no se ha alcanzado la madurez tecnológica, en casos de baja acidez y cuando se presentan enfermedades fúngicas en precosecha (Navarre, 2001).

Tratamientos mecánicos a la vendimia

Se consideran 4 tratamientos (Navarre, 2001): estrujado, despallado, prensado y encubado. El estrujado consiste en desgarrar la película y aplastar la baya, asegurando una adecuada difusión en el mosto de los elementos solubles del orujo. Facilita la multiplicación de las levaduras que se encuentran naturalmente presentes. Durante el estrujado debe tenerse sumo cuidado en evitar el rompimiento de la semilla y el excesivo magullamiento del raspón pues se liberan aceite y taninos indeseados.

El despallado consiste en separar los granos del raquis, pues este último suele no estar presente durante la fermentación debido a que libera taninos en exceso y disminuye la concentración de alcohol y la coloración del vino (Asselin y Delteil, 2003; OIV, 2014b). Éste permite obtener un color más claro por la eliminación de

sales de hierro, se disminuye la carga de micelios fúngicos y de alcoholes superiores que pueden resultar desagradables al gusto (De Rosa, 2000).

Mediante el prensado se separan, de manera lenta y progresiva, el líquido y los orujos, obteniéndose así el mosto de prensa. Previamente al prensado se obtuvo el mosto yema mediante un escurrido. Ambos pueden mantenerse por separados o mezclarse según la calidad y tipo de vino que se quiera obtener. A este mosto se puede realizar un primer sulfitado, pues dada la escasez de taninos se oxidan con rapidez

El desfangado consiste en una clarificación del mosto por eliminación de exceso de partículas grandes provenientes de las diferentes partes del racimo mediante una decantación. Para lo cual es necesario retrasar el inicio de la fermentación mediante la adición de anhídrido sulfuroso previamente como lo es en el prensado. En cuanto al sulfitado se sabe que dicha práctica aumenta la velocidad del desfangado. Este procedimiento es de vital importancia para la obtención de un vino de calidad que mantenga el equilibrio de sus aromas, limpidez y frescura.

Finalmente para dar inicio al proceso de fermentación, el mosto es confinado en recipientes que pueden ser de madera, acero inoxidable o cemento, se dice que el mosto es encubado (Gil *et al.*, 2009). El recipiente es llenado en 80% para evitar derrames, se prefieren las cubas de acero inoxidable pues se le ha adaptado un sistema de enfriamiento que es de suma importancia ya que durante la primera etapa de la fermentación hay un incremento importante de la temperatura (García, 2011). En el cuadro 5 se muestra la composición del mosto.

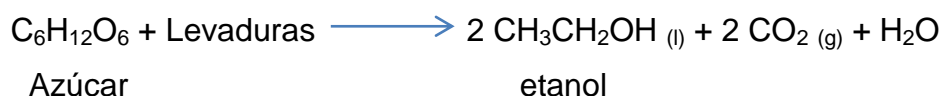
Fermentación alcohólica

Es el proceso mediante el cual los azúcares reductores (glucosa y fructosa) se transforman en etanol y en dióxido de carbono a la vez que generan una serie de compuestos secundarios que van a conferir unas determinadas propiedades organolépticas al vino. Durante la fermentación, las levaduras en condiciones de anaerobiosis metabolizan los azúcares fermentables en alcohol con formación de numerosos productos secundarios. De acuerdo a Delanoë (2004) el alcohol es un

componente determinante de la calidad de un vino y los productos secundarios como glicerina, ácidos volátiles, alcoholes superiores y ésteres conforman el *bouquet*, de tal forma que pueden volverlo más fino o en cambio deteriorarlo.

La fermentación alcohólica produce gran cantidad de CO₂, que hace que el champán tenga burbujas. Este CO₂ pesa más que el aire, y puede llegar a crear bolsas sin oxígeno, produciéndose con ello una disminución total del oxígeno por consiguiente un área peligrosa para el bodeguero que puede envenenarse por el CO₂ presente en el ambiente. Por ello es necesario ventilar bien los espacios dedicados a la fermentación de mostos.

Fórmula simple del proceso fermentativo



El azúcar en el proceso fermentativo por acción de las levaduras y enzimas genera la producción de alcohol, CO₂ y agua.

Cuadro 5: composición del mosto de uvas frescas

COMPOSICIÓN COMPLETA DEL MOSTO DE UVAS FRESCAS (POR CADA 100 g)	
Calorías	60-90
Agua (%)	80-85
Azúcares (%)	14-22
Grasas (%)	0
Proteínas (%)	0.1-0.4
Calcio (mg)	10-20
Cloro (mg)	2
Cobre (mg)	0.02
Hierro (mg)	0.2-3.0
Magnesio (mg)	7-17
Fósforo (mg)	10-50
Potasio (mg)	114-250
Sodio (mg)	1-15
Azufre (mg)	9-20
Zinc (mg)	0.1
Vitamina B ₁ (mg)	0.05
Vitamina B ₂ (mg)	0.02
Vitamina P ₀ (mg)	0.3
Vitamina C (mg)	3
Vitamina B ₅ (mg)	0.05

Fuente: Peynaud, 2004

Durante la fermentación la temperatura debe estar controlada entre 16 y 18 °C. De esta forma se garantiza la persistencia de la frescura y frutuosidad de los aromas primarios. Esta fermentación suele durar 6 o 15 días y se acaba cuando el vino queda con 2 g/litro de azúcar aproximadamente.

La selección de la levadura es de suma importancia pues ésta tendrá impacto sobre ciertas características del vino como el color, el perfil aromático, el contenido de taninos y las cualidades gustativas (Asselin y Delteil, 2003). Para la inoculación se prepara un cultivo inicial de levaduras denominado pie de cuba.

Descube, decantación y trasiegos.

En el descube se deja el vino asentarse durante unos días y después, es necesario pasarlo a otro envase, para separarlo de las levaduras y lías que se encuentran depositadas en el fondo (posos) y, que podrían estropear su sabor y aromas. Para decantación y trasiegos, cada cierto tiempo, a criterio del enólogo, se cambia el vino de un envase a otro para ir eliminando los posos del fondo de los recipientes. Este es un punto crucial para obtener un producto sano y sin oxidaciones ni contaminaciones, realizándolo en condiciones de tiempo, higiene y limpieza de bodega y utensilios (Peynaud, 2004)

A partir de este punto, según como se vaya a comercializar el vino se puede tomar dos caminos diferentes:

- 1.- Clarificación y estabilización para su posterior embotellado
- 2.- Paso a barrica de roble para su envejecimiento, clarificación y estabilización para su posterior embotellado y venta como blanco de crianza.

Clarificación

La clarificación consiste en retirar las partículas que aportan turbidez al vino, obteniendo así un producto brillante y traslúcido. Puede realizarse de manera espontánea, por efecto de la gravedad, o bien, de manera provocada por adición de coloides, por filtración o por centrifugación (Jackson, 2014).

El uso de coloides se basa en el hecho de que éstos atraen partículas de carga opuesta, formando coágulos que precipitarán para ser eliminados como sedimentos. Se utilizan fuentes minerales como la bentonita o naturales como la gelatina. Un exceso puede conducir a un sobrecolado que resultaría en un vino aún más turbio del que se tenía en un principio (Moreno y Peinado, 2012).

Estabilización por frío.

La estabilización por frío consiste en someter al vino a un enfriamiento por encima de su temperatura de congelación (Navarre, 2001). Para que precipiten en el depósito las sales de ácido tartárico que no son solubles a menor temperatura. El ácido tartárico, principal ácido de la uva, forma sales con el Potasio y el Sodio que son los tartratos.

Esto sirve Para que no aparezcan precipitados en la botella al enfriar el vino para su servicio, obteniendo del vino una total limpidez.

Maduración y añejamiento

Tanto la maduración como el añejamiento son procesos que se considera incrementan la calidad de un vino y se practican una vez concluida la fermentación (Bakker y Clark, 2011). La diferencia entre ambos estriba en que la maduración se lleva a cabo en cuba o en barrica dando lugar tanto a reacciones de óxido reducción como a la extracción de compuestos propios de la madera y el añejamiento comprende el almacenamiento en botella en ausencia de oxigenación (Hornsey, 2007).

En cuanto a la maduración, los procesos más importantes son la degradación de ácidos por acción de las bacterias, la precipitación de tartratos y la esterificación que dará como resultado el incremento en la complejidad aromática del vino. Durante este periodo se observa la disminución del nivel en los contenedores debido a la evaporación del vino.

Embotellado

Mantiene la calidad y la consistencia del vino desde que se envasa hasta que es consumido. Se realiza con referencia a la norma internacional para el etiquetado de los vinos (2012) emitida por la Organización Internacional de la Viña y el Vino.

El proceso de elaboración del vino blanco se observa en la figura 5.

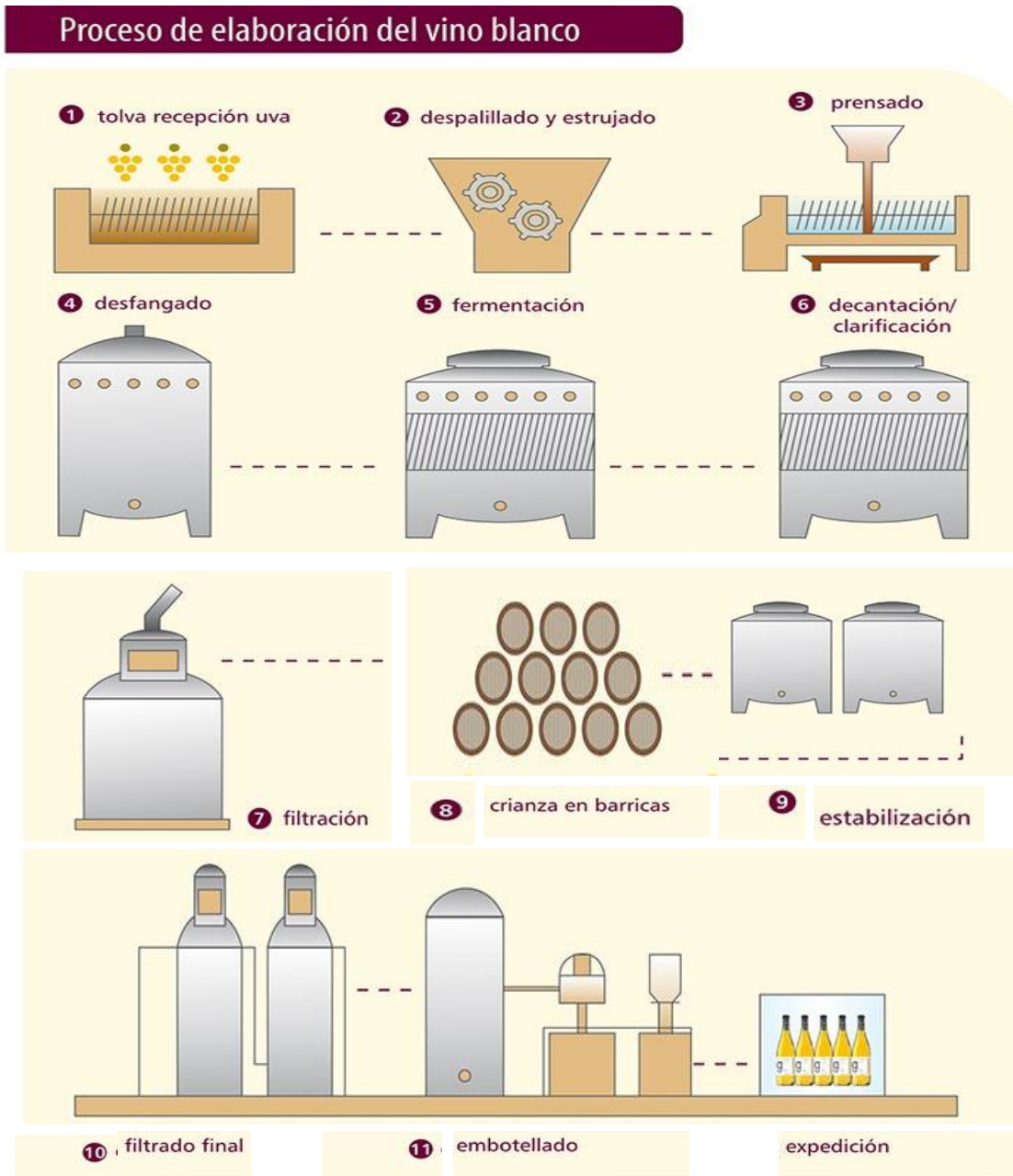


Fig. 5. Proceso de elaboración del vino blanco. Fuente: Peynaud, 2004.

CALIDAD DEL VINO

Esta puede ser evaluada de dos maneras: mediante métodos de análisis de laboratorio y a través de la percepción sensorial. En los análisis de laboratorio se conocen con precisión características físicas y químicas del vino como el color y la presencia y concentración de compuestos de interés, en cambio, en el análisis organoléptico puede en ocasiones dar resultados contrastantes, pues depende del gusto del catador.

El análisis en laboratorio, asegura el cumplimiento de la legislación correspondiente.

En México, según el Diario Oficial de la Federación (DOF, 2005), la norma vigente es la NMX-V-012-1986. Bebidas alcohólicas. Vinos. Especificaciones. La cual indica los análisis a realizar para comercializar un vino. Estos son:

Grado alcohólico (8.5 a 14 °GL), acidez total (4.5 a 10 g/l de ácido tartárico), acidez volátil (máximo 1.2 g/l de ácido acético) y anhídrido sulfuroso total (máximo 300 ppm). Para vinos secos, azúcares reductores (menos de 5 g/l) y densidad (menor a 0.997).

ANÁLISIS FÍSICOS Y QUÍMICOS DEL VINO

El etanol producido por la fermentación provoca cambios tanto cualitativos como cuantitativos en la composición química del vino. Los azúcares que estaban presentes en el mosto inicial, prácticamente desaparecen y el etanol, que era inexistente, se convierte en el compuesto más abundante después del agua (Moreno y Peinado, 2012).

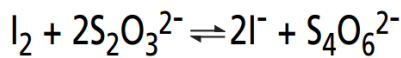
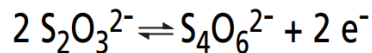
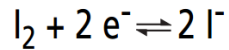
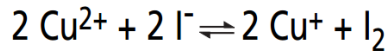
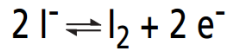
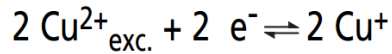
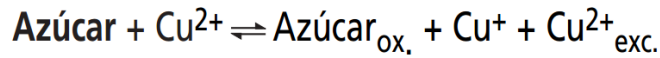
Son muchas las determinaciones analíticas que pueden realizarse al vino para conocer su composición y evaluar su evolución, desde el contenido de azúcares hasta la presencia de metales pesados. Sin embargo, en la calidad de vino, con fines prácticos y legales, las más importantes son: las determinaciones de alcohol, acidez total, acidez volátil, anhídrido sulfuroso y azúcares reductores (Navarre, 2001; OIV, 2014c)

Análisis físicos y químicos

- La densidad es la masa por unidad de volumen de vino o mosto a 20 °C. Se expresa en gramos por mililitro, y denotado por el símbolo $\rho_{20^{\circ}\text{C}}$. Esta se determina por aerometría, la cual se basa en el principio de ARQUÍMEDES para la determinación de la masa volúmica de líquidos en función de la flotabilidad que presenta en ellos un cuerpo de peso constante. La determinación se realiza a partir de la lectura de los denominados areómetros, graduados en unidades de masa volúmica a 20°C (densímetro) que se introducen en el vino. (OIV-MA-AS2-01B: R2009)
- Los azúcares predominantes en la uva de las diferentes variedades de vid (*Vitis vinífera*) y por consiguiente del vino y derivados son la glucosa y la fructosa; el primero de ellos con función química aldehídica y el segundo cetónica. Los dos tienen acción química reductora sobre la solución cuproalcalina.

También se puede encontrar en el vino otros azúcares, pero de forma minoritaria como pentosas (arabinosa, xilosa y ribosa), galactosa, sacarosa, etc. La determinación de azúcares reductores tiene por objeto conocer la concentración de azúcar en la uva, mosto y vino para prever mediante el índice de maduración (azúcar/acidez total) el tiempo óptimo de vendimia, seguir la fermentación alcohólica, el control del tiraje y la clasificación de los vinos.

El método para determinación de azúcares es el de Rebelein, Se basa en las propiedades reductoras de la glucosa y la fructosa sobre las sales cúpricas. Estos azúcares son oxidados a la temperatura de ebullición por un exceso de solución alcalina de Cu^{2+} que contiene tartrato para mantener el metal en solución. El Cu^{2+} es reducido a Cu^+ y el Cu^{2+} en exceso se puede determinar por yodometría después de adicionar exceso de KI y acidular. Las reacciones que tienen lugar son las siguientes:



En este método también se realiza la hidrólisis de la posible sacarosa presente en la muestra en glucosa y fructosa antes de las reacciones redox (OIV-MA-AS311-01A: R2009)

- El grado alcohólico volumétrico es el número de litros de etanol y de sus homólogos (metanol, alcoholes superiores, 2,3-butanodiol, etc.) contenidos en 100 litros de vino, medidos ambos volúmenes a una temperatura de 20 °C. Este se determina por destilación simple, del líquido neutralizado, y medida la densidad del destilado por areometría mediante un areómetro, graduado en % vol. Llamados alcoholómetros o alcoholímetros. (OIV-MA-AS312-01A: R2009). Esta es una determinación de gran importancia ya que en las transacciones comerciales los vinos se cotizan según su grado alcohólico volumétrico (GAV)
- La acidez total (ATT) es la suma de los ácidos valorables del vino y mosto cuando se lleva el pH a 7 añadiendo una solución de hidróxido de sodio, aunque organismos internacionales como la AOAC aconsejan a 8,2 en lugar de 7, por tratarse de una valoración de ácidos débiles con una base fuerte.

Los ácidos más frecuentes del vino son el tartárico, el málico y el láctico, todos ellos desempeñan un papel importante en las características organolépticas del vino. Los ácidos tartárico y málico proceden de la uva, y el láctico proviene de la fermentación maloláctica del vino. Otros ácidos presentes en el vino, aunque de forma minoritaria son el cítrico, el acético, el glucónico, el ascórbico, el succínico, etc.

La ATT de un vino es más baja que la del mosto del que procede, ya que el ácido tartárico precipita en forma de bitartrato de potasio y tartrato de calcio. Esta precipitación es provocada por la disminución de la solubilidad al aumentar el porcentaje de alcohol y disminuir la temperatura (estabilización por frío).

La acidez total se determina mediante Valoración potenciométrica o en presencia de azul de bromotimol como indicador del punto final de la valoración ácido-base. (OIV-MA-AS313-01: R2009)

- La acidez volátil (AV) es el conjunto de ácidos grasos de la serie acética que se hallan en el vino, libres o combinados formando sales. El más importante es el ácido acético.

El olor desagradable a "picado" de algunos vinos es debido principalmente al ácido acético y al acetato de etilo. El nivel sensorial de estos compuestos es del orden de 0,6 g/L para el ácido acético y 0,1 g/L para el acetato de etilo (OIV-MA-AS313-02: R2009). Este dato es obtenido mediante el método de García-Tena el cual se basa en una destilación fraccionada del vino, y valoración ácido-base de la segunda porción del destilado. El primer volumen se recoge en una probeta de 5.1 ml y el segundo en probeta de 3.2 ml. Se emplea el mismo aparato del método GAB, con calentamiento eléctrico (volatímetro eléctrico GAB). Si los valores de acidez volátil son elevados, indica que el vino ha sufrido la acción de los microorganismos, principalmente por *Acetobacter*.

- El dióxido de azufre total (anhídrido sulfuroso o simplemente sulfuroso) presente en el vino procede de la práctica enológica llamada "sulfitado" y está en parte como gas (SO_2), bisulfito (HSO_3^-) y sulfito (SO_3^{2-}) constituyendo el llamado dióxido de azufre libre y en parte combinado con el aldehído acético, azúcares, taninos, colorantes, etc., y constituye el dióxido de azufre combinado. Esta distinción es importante para efectos prácticos ya que el dióxido de azufre con acción antiséptica es el libre, mientras que el combinado constituye la reserva necesaria para la fracción libre. Es decir las dos formas están en equilibrio, sobre el que influye el pH y la temperatura. A menor pH y mayor temperatura mayor proporción de dióxido de azufre libre.

Su importancia enológica reside en que es el principal compuesto para la conservación de los vinos y de los mostos, debido a sus propiedades antisépticas sobre levaduras y bacterias, reductoras, antioxidantes y mejora de las características organolépticas del vino. Estos efectos se deben, casi exclusivamente, a la fracción libre del sulfuroso.

Su determinación periódica nos informa sobre el contenido en sulfuroso, que es importante por otro lado para no dejar desprotegido al vino de sulfuroso libre, y por otra, no sobrepasar los límites legales de sulfuroso total. El anhídrido sulfuroso libre se determina por valoración directa con yodo. El anhídrido sulfuroso combinado se determina posteriormente por valoración yodométrica y después alcalina. La suma del sulfuroso libre y combinado es igual al sulfuroso total (OIV-MA-AS323-04B: R2009)

- La medición del pH en el vino o mosto es importante por su efecto sobre: microorganismos, matiz del color, sabor, potencial redox, relación entre el dióxido de azufre libre y combinado, quiebres debidas al fosfato de hierro y, otros más.

El valor de pH de los mostos destinados a los vinos de mesa, oscila entre 2.7 y 3.8, dependiente principalmente, del grado de madurez de la uva de

que proceden. No existe una relación directa entre el pH y la acidez total valorable. Sin embargo, si existe una dependencia empírica, entre el pH y la relación bitartrato potásico/ácido tartárico. Los ataques bacterianos son posibles cuanto más elevado es el pH. Por ejemplo, la descomposición del ácido tartárico tiene lugar a valores superiores pH 3.6. Las precipitaciones o quiebres metálicas, son más difíciles de suceder, cuanto más bajo es el pH. El poder antiséptico del sulfuroso aumenta, cuando el pH es bajo, debido a que el SO₂ libre es mayor. El pH óptimo para la precipitación de bitartrato potásico, genera una disminución de la acidez total y un aumento de la concentración de iones hidrogeno, o sea una disminución del pH.

La determinación se realiza mediante potenciometría (medida de la diferencia de potencia entre el electrodo de referencia y el de lectura de pH propiamente dicho sumergido en el vino)

FENOMENOS QUE OCURREN DURANTE LA FERMENTACIÓN

Físicos

En general se observa un incremento de la temperatura durante la fermentación debido a que la reacción es exotérmica. Es de suma importancia controlar este incremento durante la vinificación ya que, aunque en un principio favorece la actividad de las levaduras y acelera la fermentación, a mayor volumen del mosto y a mayor concentración de azúcares, más lenta es la pérdida de calor, con lo cual la velocidad fermentativa disminuye. Si la temperatura supera el límite máximo al que las levaduras sobreviven, habrá una detención de la fermentación. Arrancar de nuevo el proceso es sumamente difícil y presenta muchos riesgos de alteración del mosto (Peynaud, 2004). Existe una temperatura óptima para cada tipo de vinificación (Cuadro 6).

Cuadro 6. Temperaturas de fermentación máximas, óptimas y mínimas en función del tipo de vinificación.

Tipo de vino	Temperatura (°C)		
	Mínima	Óptima	Máxima
Blanco	16	28-30	22
Tinto	25	18-20	32

Fuente: Navarre, 2001.

La velocidad de fermentación altera la composición del vino y, por ende su calidad. A mayor velocidad, mayor producción de glicerol, y por otro lado, una lenta fermentación incrementa indeseablemente el contenido de compuestos tóxicos tales como el anhídrido sulfuroso y etil carbamato (Henschke y Jiranek, 2006).

Asimismo, puede observarse una disminución gradual de la densidad debida al incremento de la concentración de alcohol, menos denso que el agua. Generalmente se considera que la fermentación alcohólica ha terminado cuando se alcanza una densidad entre 0.996 y 0.992.

Químicos

Además del etanol, muchos otros compuestos son formados durante la fermentación, tales como alcoholes superiores, ésteres, ácido succínico, diacetilo, acetoína (3-hidroxi butanona), y 2,3-butanodiol. Simultáneamente la levadura sintetiza otras sustancias a partir de diferentes componentes de la uva que aportan características organolépticas peculiares al vino (Zamora, 2009). Así, la composición del producto final respecto al mosto es sumamente diferente (Cuadro 7)

Cuadro 7. Compuestos presentes en el mosto inicial y los productos a que dan origen en el vino.

Precursor en el mosto	Producto en el vino
Agua	Agua
Azúcares	Alcohol etílico CO ₂ (g) Productos secundarios (glicerol, etanal, ácido succínico, etc.) Ácidos volátiles (ácido acético).
Ácidos libres (tartárico, málico y cítrico) y en forma de sales	Ácidos libres (tartárico, málico y cítrico) y sales de ácidos (bitartrato de potasio parcialmente precipitado)
Compuestos nitrogenados	Compuestos nitrogenados Alcoholes superiores
Compuestos minerales	Compuestos minerales
Pectinas	Pectinas parcialmente precipitadas
Solidos suspendidos	Compuestos colorantes en disolución

Fuente: Navarre 2001.

Del seguimiento de metabolitos, el más importante es el etanal, seguido por la concentración de azúcares residuales. En cualquier caso, más que requerirse de determinaciones muy exactas es importante la precisión pues las mediciones se realizan periódicamente y lo que se analiza es su evolución al graficar los valores obtenidos (Ribéreau-Gayonn *et al.*, 2006).

CAPÍTULO VII





ACTIVIDADES REALIZADAS EN EL PROYECTO

Tiempo / Lapso	Actividad
2 sem.	<ul style="list-style-type: none">• Recopilación bibliográfica
2 sem.	<ul style="list-style-type: none">• Realización de pruebas fisicoquímicas por duplicado a la uva Sauvignon blanc en campo de acuerdo al Instituto de Investigación y Formación Agraria de España, 10 días antes del punto de corte.
2 sem.	<ul style="list-style-type: none">• Elaboración de reportes de actividades diarias.
2 sem.	<ul style="list-style-type: none">• Análisis de resultados
5 meses	<ul style="list-style-type: none">• Realización de pruebas fisicoquímicas por duplicado en las etapas de vinificación en blanco con la cepa Sauvignon blanc de acuerdo a lo emitido por la Organización Internacional de la Viña y el Vino.
20 sem	<ul style="list-style-type: none">• Elaboración de reportes de actividades
2 sem	<ul style="list-style-type: none">• Análisis de resultados
8 sem	<ul style="list-style-type: none">• Redacción de reporte final

Actividades específicas

El presente trabajo se realizó en el laboratorio de Control de Calidad de la empresa Cavas Freixenet México. Asimismo se empleó material de los viñedos Doña Dolores de la finca Sala Vive, pertenecientes a la misma empresa y ubicados en la misma región; sobre carretera San Juan del Rio – Cadereyta, a 40.5 Km del municipio de Ezequiel Montes, Querétaro.

Cuadro 8. Condiciones geoclimáticas de Viñedos Doña Dolores.

	Hemisferio Norte a 2,000 msnm.		35°C max. 0°C mín.
	Templado se- midésértico.		300 mm.

*Temperatura promedio anual. Fuente: Grupo Freixenet. INEGI 2014

Como material biológico se utilizaron frutos de *Vitis vinífera* “Sauvignon blanc” para la elaboración de vino blanco.

La evaluación del estado de madurez, se llevó a cabo a primera hora de la mañana una vez que se eliminó el rocío nocturno, y se realizó la técnica de muestreo que consistió en recoger 250 granos de 250 plantas. Un grano al azar de cada planta, haciéndolo una vez por la derecha y otra por la izquierda (Peynaud, 2004). Al mosto de esos 250 granos se les realizó análisis por duplicado de pH, acidez total, y sólidos solubles posteriormente descritos. Esto se efectuó en un periodo de 10 días, fijados por el enólogo especializado (Dami, 2013), determinando así la vendimia (punto de corte). Como referencia se tomó el destino de la uva, que de acuerdo a valores de los parámetros más importantes para elaboración de vino blanco, emitidos por el Instituto de Investigación y Formación Agraria de España en el 2012, son: sólidos solubles de 18-21.8 °Brix y acidez total de 5-8 g/l.

Durante cada etapa del proceso de vinificación con la uva Sauvignon blanc hasta embotellado, se llevó a cabo el control fisicoquímico mediante pruebas por duplicado de: azúcares reductores, grado alcohólico, acidez total, acidez volátil, sulfuroso libre y total, densidad y pH, referenciados en el Codex enológico internacional (2006).

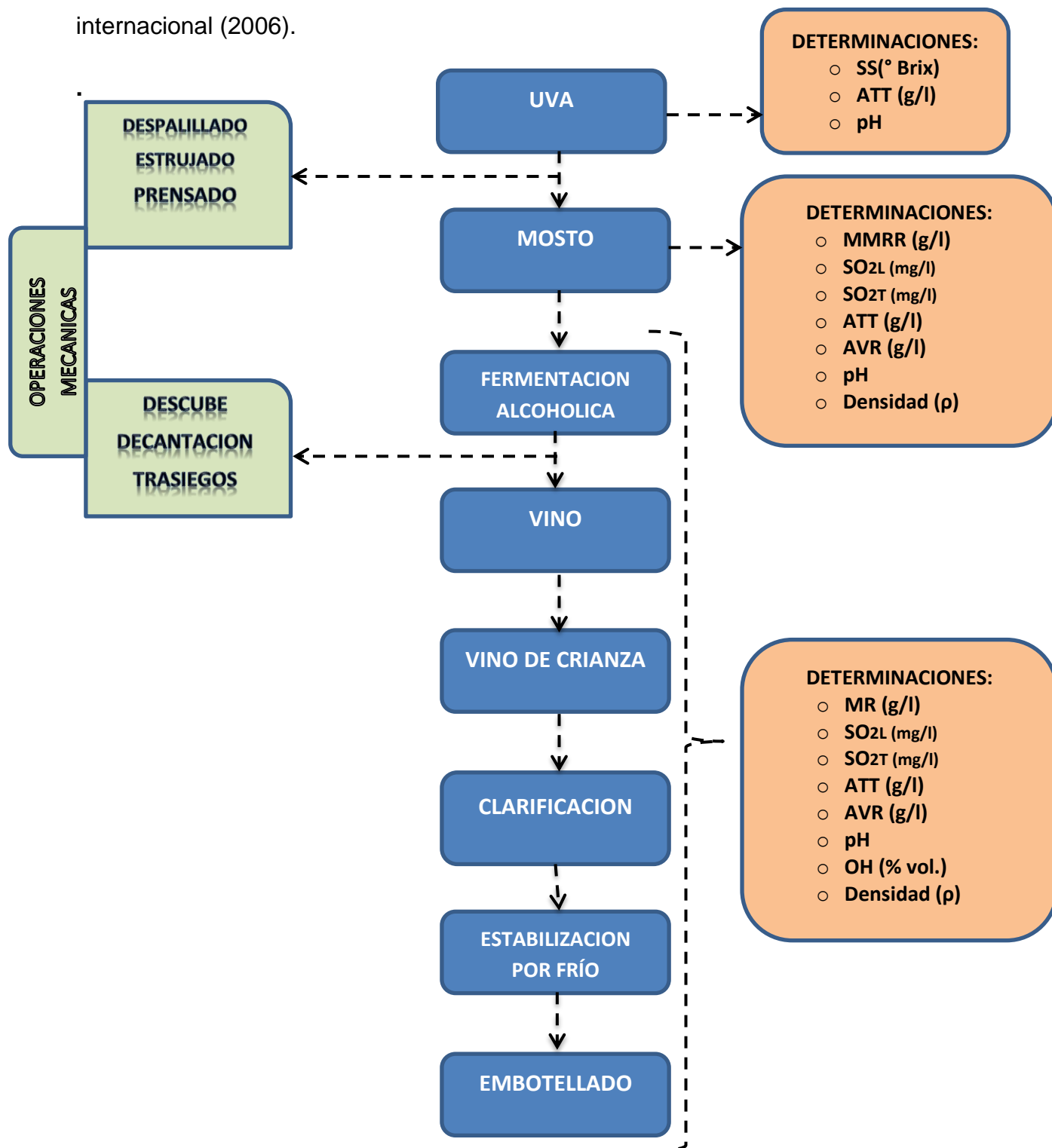


Figura 6. Diagrama de flujo. Análisis físicos y químicos realizados en cada etapa del seguimiento y control del proceso de vinificación

Análisis físicos y químicos

- Sólidos solubles: se realizó por el método de refractometría que se basa en los cambios del índice de refracción que sufre una sustancia, cuando otra es disuelta en ella. Se utilizó un refractómetro de la marca PCE Ibérica, con un grado de sensibilidad de 0.1. Se calibró de acuerdo a la ficha técnica y posteriormente se analizaron las muestras a 20 °C (Peynaud, 2004).
- Azúcares reductores: se analizó con el método REBELEIN, utilizando un kit de VINIKIT Código 624901. La lectura en la bureta fue el resultado directo de azúcares en g/l, con un grado de sensibilidad de 0.1 ml. (OIV-MA-AS311-01A: R2009).
- Acidez total: Se determinó mediante una titulación, la valoración con azul de bromotimol. Se basa en la suma de los ácidos valorables cuando se lleva el vino a pH 7 por adición de una sustancia alcalina valorada. La bureta utilizada tiene un grado de sensibilidad de 0.1 ml. La acidez se expresó en g/l de ácido tartárico (OIV-MA-AS313-01: R2009).
- Acidez volátil: Se determinó por el método de García-Tena, haciendo uso del volatímetro de GAB. La acidez volátil se expresó en g/l de ácido acético, leídos a través de la bureta con sensibilidad de 0.1 ml (OIV-MA-AS313-02: R2009).
- Sulfuroso libre y total: El libre se determinó por titulación, mediante la valoración directa con una bureta de 0.1 ml de sensibilidad. La cantidad de sulfuroso libre se expresó en mg/l. posteriormente se procedió con la valoración del combinado. El sulfuroso total es la suma del sulfuroso libre y el combinado. (OIV-MA-AS323-04B: R2009)
- pH: Se cuantifico el pH mediante el potenciómetro HANNA (HI98100) calibrado a dos puntos con una sensibilidad de 0.01 (pH=4.01 y 7.00)

- Densidad: Se determinó por lectura del vino en un areómetro, graduado en unidades de masa volúmica, con 0.001 de sensibilidad. El resultado se expresa en mg/l (OIV-MA-AS2-01B: R2009)
- Grado alcohólico: Se utilizó el equipo de destilación, y un alcoholómetro graduado entre 5 y 15 % volumen con una sensibilidad de 1% volumen. El grado alcohólico volumétrico se expresa en % vol. a 20°C (OIV-MA-AS312-01A: R2009).

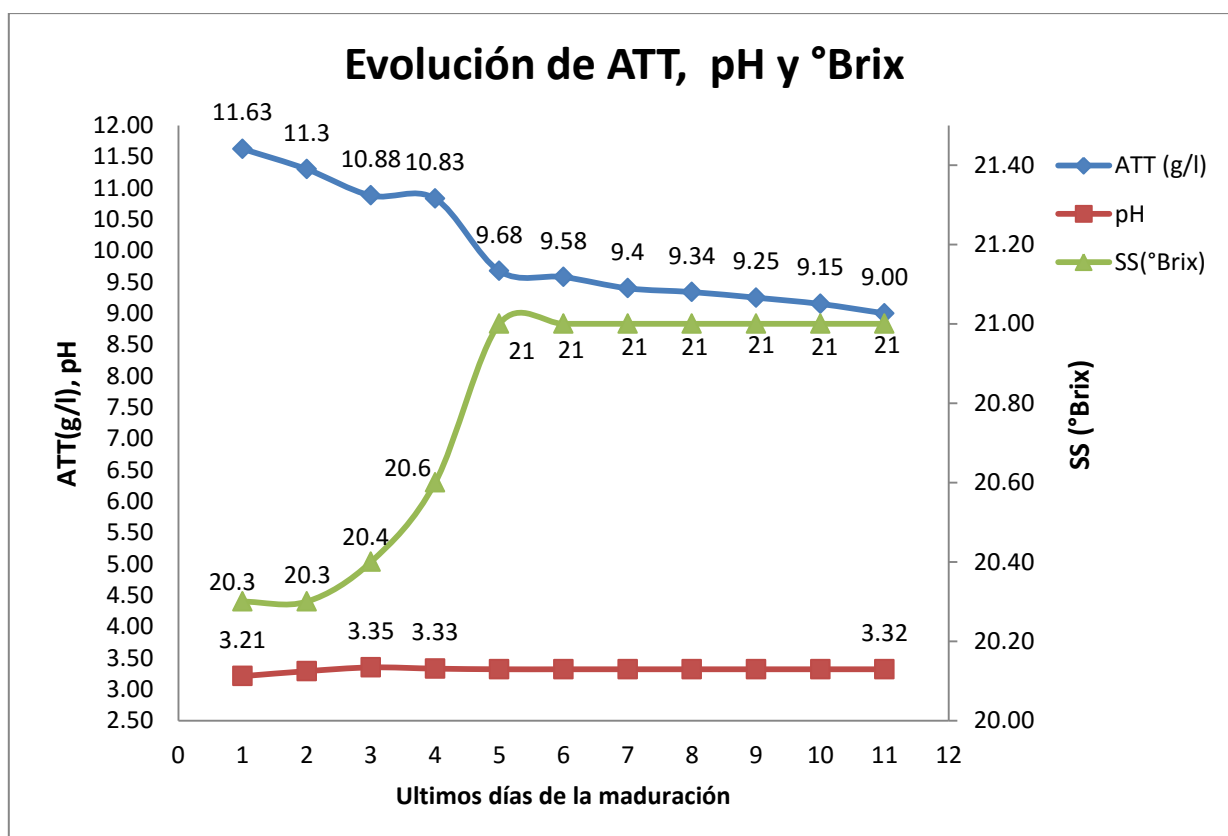
CAPÍTULO VIII

RESULTADOS

De acuerdo al lugar donde se ubican los viñedos, Ezequiel Montes Querétaro, la zona es de clima semiseco-templado, presenta una altitud superior a 2 mil metros sobre el nivel del mar y presenta una temperatura media anual, inferior a los 18 °C, con un régimen de lluvias en verano (www.proteccioncivil.gob.mx)

De la cepa (Sauvignon blanc) se cosechó un fruto amarillo verdoso con tono dorado al finalizar la maduración.

EVOLUCIÓN FISICOQUÍMICA DE LA UVA SAUVIGNON BLANC



Grafica 1. Evolución de acidez total (ATT), pH y solidos solubles (°Brix) en un periodo de 10 días antes al día del punto de corte.

*Día 11. Punto de corte o vendimia.

Durante los 10 días previos de evaluación fisicoquímica hasta el día del corte de la uva, se observó que la maduración produce un descenso en el contenido de acidez total de las uvas. El primer día de análisis se inició con una acidez de 11.63 g/l, que para el cuarto día descendió a 10.83 g/l. Del cuarto al quinto día se aprecia una caída de acidez de 10.83 a 9.68 g/l, dependiente de las variaciones climáticas, ya que la temperatura se encontraba a 28 °C, parámetro climático que ejerce control sobre los procesos de respiración. Posteriormente la acidez total desciende hasta 9 g/l el último día, efectuándose así el corte de la uva (Gráfica 1).

El contenido de sólidos solubles inicia con 20.30 °Brix, del día 4 al 5 se observa un incremento de 20.60 °Brix a 21.0 °Brix, lo cual es favorecido por las bajas temperaturas de noche en las que existe una buena producción de azúcares. Posteriormente se hace constante hasta su punto de corte (Gráfica 1),

El pH, del primer al tercer día asciende de 3.21 a 3.35, este cambio se le atribuye a las lluvias ocurridas en estos dos días, ya que tiene un efecto de dilución que hace disminuir la concentración de H^+ y, por lo tanto, produce un aumento del pH. Posteriormente se hace constante hasta el punto de corte finalizando con 3.32, como se observa en la gráfica 1.

Corte del fruto.

Al finalizar la evolución fisicoquímica de la uva en campo durante la maduración industrial, se procedió al punto de corte con referencia a Consejos Reguladores de Andaluzas, cuando la uva contiene una acidez de 9.0 g/l, sólidos solubles de 21 °Brix y pH 3.32 (Cuadro 9). De acuerdo a lo emitido por el Instituto de Investigación y Formación Agraria y Pesquera de España, el contenido de acidez total se excede 1 g/l en ácido tartárico. El contenido de sólidos solubles se encuentran dentro de los parámetros establecidos y el pH se encuentra bien ya que indica protección de la uva para su posterior vinificación.

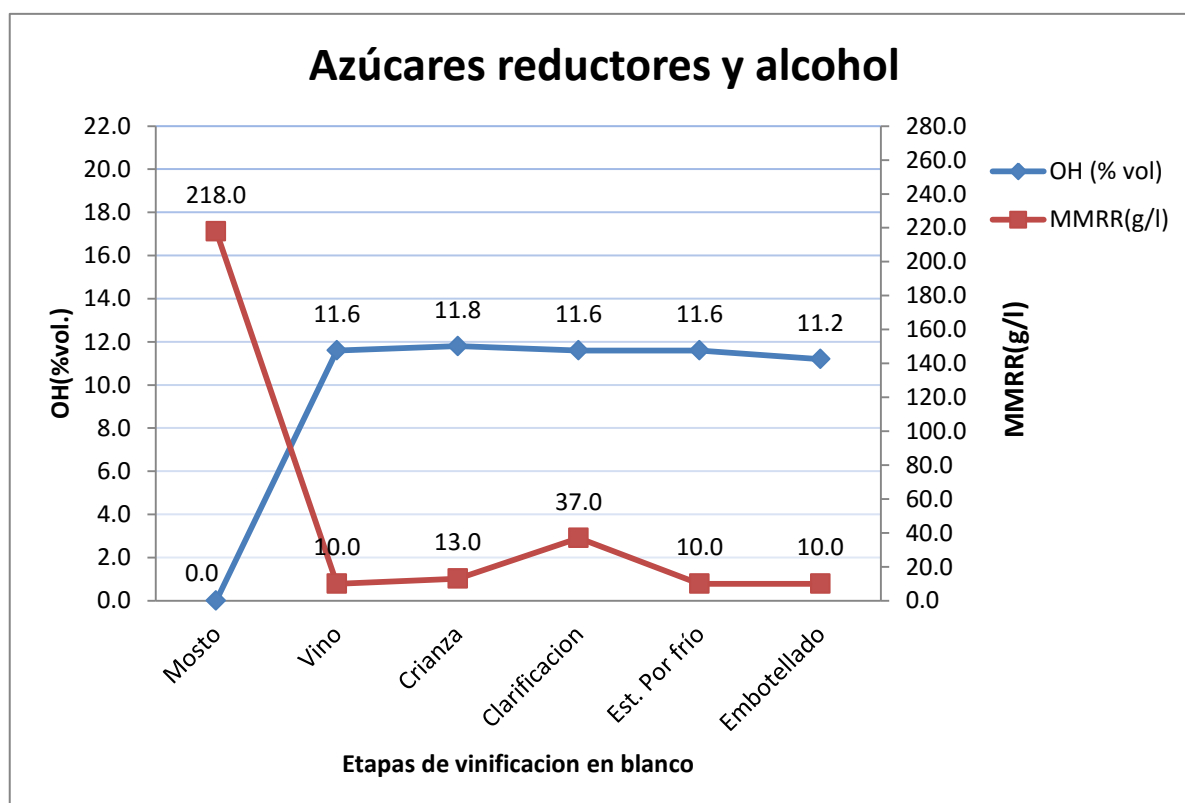
Cuadro 9. Comparación de resultados obtenidos en el punto de corte, con los emitidos por el Instituto de Investigación Agraria y Pesquera de España (2012)

Pruebas fisicoquímicas	Instituto de Investigación y Formación Agraria y Pesquera de España (2012)	Resultados en el punto de corte
Acidez total (g/l de ácido tartárico)	5-8	9.0
Sólidos solubles (°Brix)	18-21.8	21
pH	- - - - -	3.32

VINIFICACIÓN EN BLANCO CON LA UVA SAUVIGNON BLANC.

La evolución se evaluó a través de 6 etapas en el proceso de vinificación, las cuales son, la entrada del mosto, su transformación a vino, el periodo de crianza, clarificación, estabilización por frío y finalmente el embotellado.

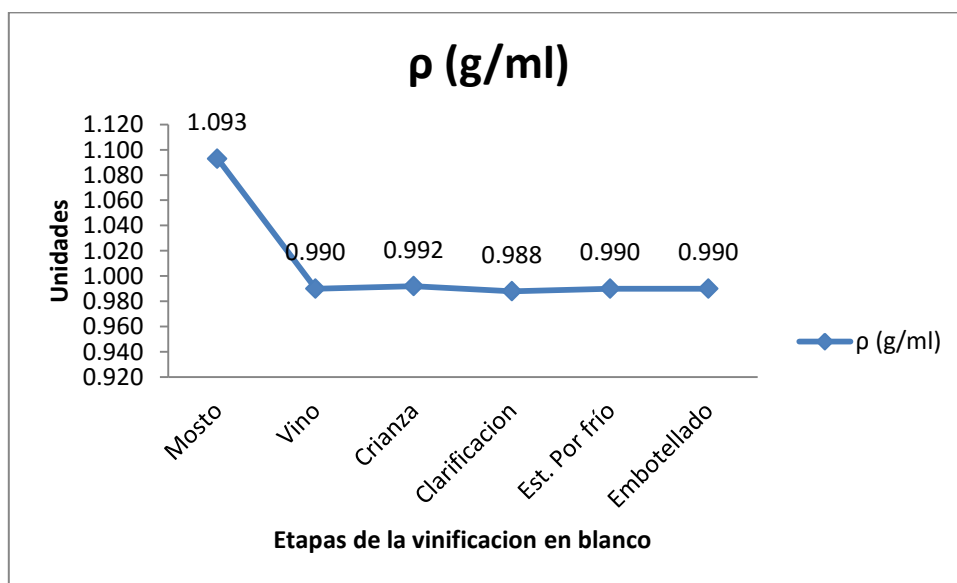
Azúcares, alcohol y densidad



Grafica 2. Evolución de azúcares, alcohol y densidad en las etapas de vinificación.

El vino blanco elaborado con la uva Sauvignon blanc contiene 11.2 % vol. de alcohol, 10 g/l de azúcares residuales (Grafica 2) y una densidad de 0.990 (Grafica 3).

El mosto de uva entro con 218 g/l de azuceres reductores que al fermentarse durante 7 días, genero un vino con una graduación alcohólica de 11.6 % volumen de etanol, quedando 10 g/l de azúcar residual, según la Organización Internacional de la Viña y el Vino (OIV, 2014c), aquel tipo de vino cuyo contenido de azuceres totales es ≤ 4 o ≤ 9 g/l se consideran secos, por lo que estos resultados clasifican al vino Sauvignon Blanco como un tipo de vino seco, sin embargo este tiene 1 g/l en exceso, pudiendo generar un reinicio de fermentación. La densidad del mosto fue de 1.093 g/ml y para el vino resultante una densidad de 0.99 g/ml (Gráfica 3).



Grafica 3. Evolución de densidad en las etapas de vinificación

Una vez obtenida la fermentación alcohólica en blanco, se procede a la crianza en barricas de roble americano y francés por 4 meses, la graduación alcohólica incremento 0.2 % volumen. Esto es debido a que durante este periodo se observa una disminución del nivel en los contenedores debido a la evaporación del vino, lo cual como consecuencia concentra el % volumen de alcohol. De igual manera

sucede para densidad y azúcares quienes incrementaron su valor, de 0.99 a 0.992 g/ml y de 10 a 13 g/l de respectivamente.

Posteriormente se llevó a cabo la clarificación, resultando 37 g/l en azúcares residuales, una densidad de 0.988 g/ml como resultado de la precipitación de partículas fácilmente arrastrables por la bentonita y 11.6 % volumen de etanol. Durante la estabilización por frío se somete el vino a bajas temperaturas, el azúcar residual de 37 g/l en la clarificación descendió a 10 g/l, la densidad tiene un valor de 0.99 g/ml y la graduación alcohólica es de 11.6 % volumen de etanol

Durante el embotellado, los azucares permanecen sin cambio alguno al igual que la densidad, sin embargo el contenido alcohólico se redujo a 11.2 % volumen de etanol (Cuadro 10).

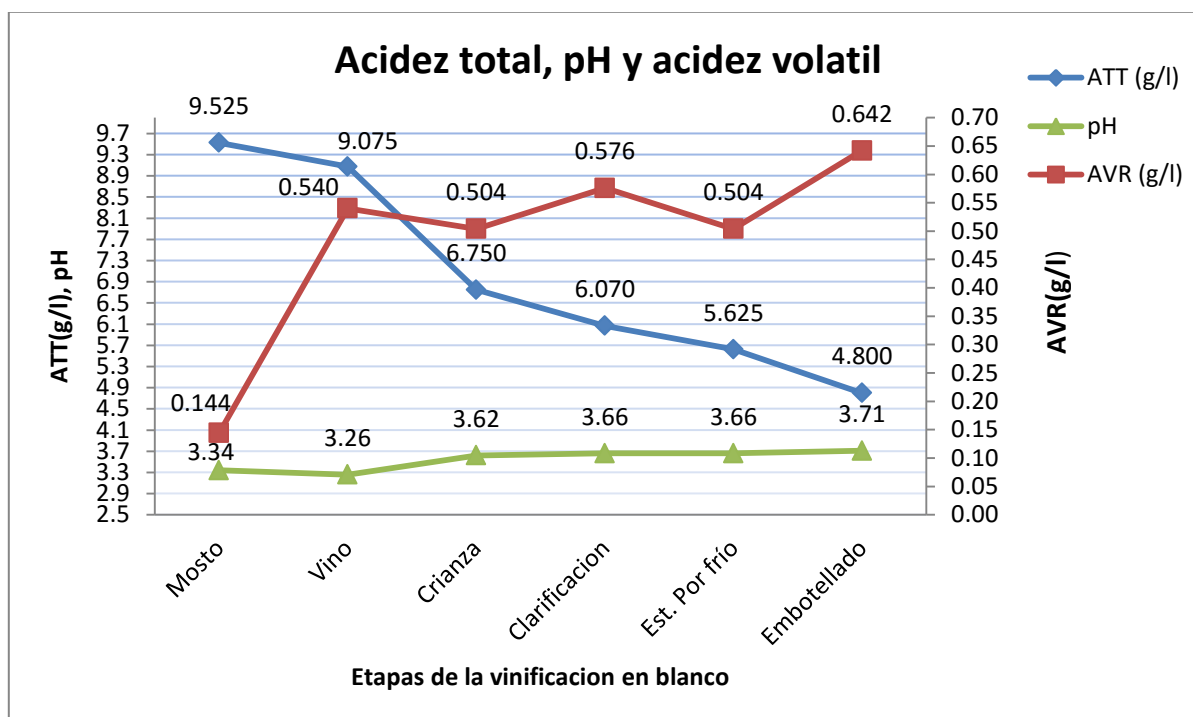
Cuadro 10. Comparación de datos emitidos por la Organización Internacional de la Viña y el Vino (OIV, 2014c), con los resultados obtenidos de azucares, alcohol y densidad en la vinificación.

Pruebas fisicoquímicas	Organización Internacional de la Viña y el Vino (OIV, 2014c)	Resultados de la vinificación
Azúcares (g/l)	≤4 o ≤ 9	10
Alcohol (% vol)	8.5 -14	11.2
Densidad (g/ml)	0.9880 – 0.9930	0.990

El contenido de azúcares reductores se excede 1 g/l más, no cumpliendo con lo establecido por la OIV.

Acidez total, pH y acidez volátil.

El vino blanco obtenido contiene 4.8 g/l de acidez total, 0.642 g/l de acidez volátil y un pH de 3.71 como se observa en la siguiente gráfica.



Grafica 4. Evolución de la acidez total, pH y acidez volátil en las etapas de vinificación.

Las tres pruebas arrojaron resultados favorables, ya que estos se encuentran dentro del rango apto para el consumo humano, como se observa en el siguiente cuadro.

Cuadro 11. Comparación de datos emitidos por la Organización Internacional de la Viña y el Vino (OIV, 2014c), con los resultados de acidez total, acidez volátil y pH obtenidos en la vinificación.

Pruebas fisicoquímicas	Organización Internacional de la Viña y el Vino (OIV, 2014c).	Resultados de la vinificación
Acidez total (g/l de ácido tartárico)	≥4.5	4.8

Acidez volátil (g/l de ácido acético)	≤ 1.08	0.642
pH	2.7 – 3.8	3.71

El mosto entra con una acidez total de 9.525 g/l en ácido tartárico y durante el proceso de fermentación desciende a 9.075 ya que, este 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. Esté al representar la tercera o cuarta parte de los ácidos del vino y al ser un ácido fuerte que libera iones H^+ , el pH del vino depende mucho de su riqueza en ácido tartárico por lo tanto se esperaba que el pH incrementara. Sin embargo se observa un descenso del pH de mosto a vino de 3.34 a 3.26. La acidez volátil la tienen todos los vinos, ya que, el ácido acético es un producto secundario de la fermentación, además de ser una medida de la calidad del vino ya que a concentraciones altas de estos ácidos, le confiere al vino un sabor avinagrado. Es así como se inicia con 0.144 g/l de acidez volátil en mosto cuya cantidad se generó por una fermentación previa. Ahora bien se observa un incremento de dicha acidez volátil de 0.144 a 0.54 g/l al obtener la fermentación completa en vino. Al degustar un poco de vino, no se percibía el olor a vinagre ya que la cantidad es normal. El incremento de acidez volátil es responsable del descenso de pH en esta etapa. Durante los 4 meses de crianza se observa uno de los procesos más importantes que es la degradación de ácido por acción de las bacterias, la precipitación de tartratos y por ende un incremento del pH de 3.62 a 3.66. Durante este periodo se observa la disminución del nivel en los contenedores debido a la evaporación del vino.

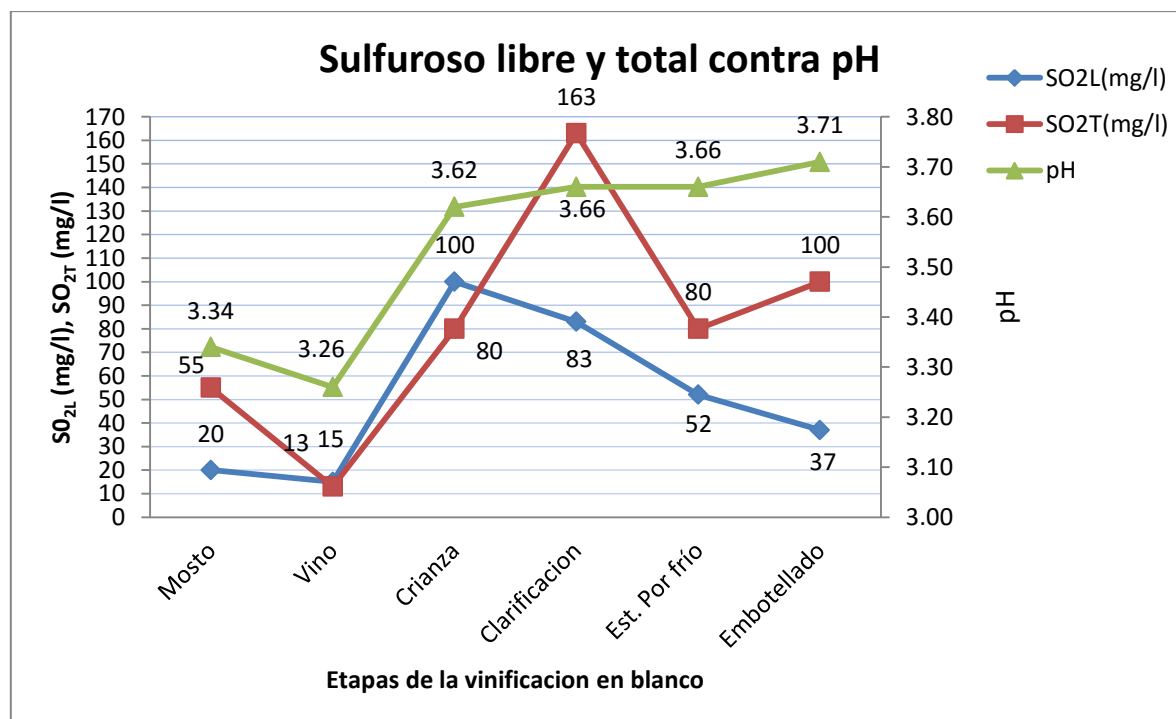
Durante la clarificación se utiliza bentonita que con su carga negativa puede cambiar el pH del medio haciendo precipitar a las proteínas cargadas positivamente. En la gráfica 4 se observa que el pH incrementa de 3.62 a 3.66 para hacerse constante hasta la estabilización por frío. La acidez total disminuye de 7.75 g/l en crianza a 6.7 g/l en estabilización proteína. La acidez volátil tiene un

incremento de 0.504 g/l a 0.576 g/l. esto puede deberse a que en esta etapa se determinó un contenido de 37 g/l de azúcares. Durante la estabilización por frío, se somete el vino a bajas temperaturas, lo cual hace que el ácido tartárico precipite en forma de cristales de 6.07 a 5.625 g/l. el pH se muestra constante, mientras que la acidez volátil disminuye de 0.576 a 0.504 g/l.

En el embotellado la acidez volátil incrementa de 0.504 g/l a 0.624 g/l; arriba de 0.5 g/l ya se percibe el ácido acético para paladares entrenados a catar. La acidez total sigue disminuyendo por las bajas temperaturas a 0°C, siendo precipitadas. El pH sube de 3.66 a 3.71 haciendo el vino más agradable para su suavidad.

Sulfuroso libre, total y pH

El vino contiene 100 mg/l de sulfuroso total y 37 mg/l de sulfuroso libre lo cual nos indica que el producto se encuentra protegido. El pH concluye en 3.71 lo q lo hace estable de ataques bacterianos como se observa en la siguiente gráfica.



Grafica 5. Evolución de sulfuroso libre, total y pH en las etapas de vinificación.

Cuadro 12. Comparación de datos emitidos por la Organización Internacional de la Viña y el Vino (OIV, 2014c), con los resultados de sulfuroso total y pH obtenidos en la vinificación.

Pruebas fisicoquímicas	Organización Internacional de la Viña y el Vino (OIV, 2014c)	Resultados de la vinificación
Sulfuroso total (mg/l)	≤210	100
pH	2.7 – 3.8	3.71

Tanto el sulfuroso como el pH son agentes protectores del vino. Inicialmente el mosto contenía 20 mg/l de SO₂ libre y 55 mg/l de SO₂ combinado, al fermentarse da un vino con 15 mg/l de SO₂ libre y 13 mg/l de SO₂ combinado. El descenso se debe a que la fracción libre se oxida y por lo tanto la combinada le sirve de reserva para establecer un equilibrio. El vino no debe de quedar con menos de 15 mg/l de SO₂ libre, ya que quedaría desprotegido y sensible a ataques microbianos. Otra causa del comportamiento del sulfuroso en descenso se debe a que está muy influenciado por el pH, ya que a mayor pH, se favorece la formación de sulfuroso, y en este caso el pH ha disminuido de 3.34 en mosto a 3.26 en vino.

Para iniciar con la etapa de crianza, el vino contenía la mínima cantidad de sulfuroso para ser protegido, para ello se adiciono sulfuroso y es por eso que la fracción libre tanto como combinada incrementan, observándose en la gráfica de 100 mg/l y 80 mg/l respectivamente. Para la estabilización proteica el pH ha incrementado de 3.62 a 3.66 por lo tanto el sulfuroso combinado incremento de 80 a 163 mg/l, sin embargo el sulfuroso libre descendió de 100 a 83 mg/l, y una posible explicación es que se deba a la oxidación de este. En la estabilización tartárica que consiste en bajar la temperatura para hacer precipitar el ácido tartárico, también le afecta al sulfuroso, ya que a menor temperatura, disminuye la fracción libre, y para mantener el equilibrio, también lo hace la fracción combinada. Finalmente en el embotellado el pH alcanza los 3.71 y en relación a este el sulfuroso combinado también se eleva a 100 mg/l; el sulfuroso libre es de 37 mg/l, una posible explicación es haber fomentado la oxidación de este para cumplir con los límites permisibles.

Con base al cuadro siguiente, los azúcares se exceden 1 g/l del establecido por la Organización Internacional de la Viña y el Vino (OIV, 2014c), mientras las demás pruebas realizadas dieron resultados dentro del rango.

Cuadro 13. Composición fisicoquímica del vino blanco con la uva Sauvignon blanc.

Pruebas fisicoquímicas	Organización Internacional de la Viña y el Vino (OIV, 2014c)	Resultados de la vinificación
Azúcares (g/l)	≤ 4 o ≤ 9	10
Alcohol (% vol.)	8.5 -14	12.2
Densidad (g/ml)	0.9880 – 0.9930	0.990
Acidez total (g/l de ácido tartárico)	≥ 4.5	4.8
Acidez volátil (g/l de ácido acético)	≤ 1.08	0.642
pH	2.7 – 3.8	3.71
Sulfuroso total (mg/l)	≤ 210	100

CAPÍTULO IX

CONCLUSIONES

- Composición fisicoquímica de la uva en el punto de corte

De acuerdo al cuadro 9, el contenido de sólidos solubles fue de 21 grados Brix, encontrándose dentro los parámetros establecidos por el Instituto y Consejos reguladores de España, sin embargo no se cumple lo establecido para la acidez total, ya que el momento óptimo de punto de corte fue anterior a la madurez industrial cuyo dato se refleja en 9 g/l de ácido tartárico. Esto se realizó con la finalidad de evitar todo efecto de sobremaduración.

- Composición fisicoquímica del vino blanco con la uva Sauvignon blanc.

Con base al cuadro 13, durante la vinificación en blanco, de los 7 análisis fisicoquímicos que se realizaron, Acidez total (4.8 g/l de ácido tartárico), acidez volátil (0.642 g/l de ácido acético), grado alcohólico(12.2 % vol.), densidad(0.990 g/ml), pH (3.71), sulfuroso libre y sulfuroso total (100 mg/l), se encuentran dentro del rango permisible que emite la Organización Internacional de la Viña y el Vino (OIV, 2014c), sin embargo, el contenido de azúcares sobrepaso el límite con la cantidad de 10 g/l, mientras que el permisible era menor o igual a 9 g/l.

Por lo tanto no cumple con las características de un vino blanco seco y corre el riesgo que se presente el reinicio de la fermentación por exceso de azúcar residual.

- Es necesario realizar el correcto proceso productivo con base al Código internacional de prácticas enológicas y el análisis fisicoquímico del proceso fermentativo basado en el Compendio de los métodos internacionales de análisis de vinos y mostos; ambos emitidos por la Organización Internacional de la Viña y el Vino en el año 2014, para generar vino con la calidad requerida.

RECOMENDACIONES

- Tener un buen estado sanitario de la uva, ya que la incidencia de botrytis es perjudicial por los fenómenos de oxidación que provoca, dando como resultado un vino amarillo oscuro.
- Utilizar cepas de levaduras especializadas que resalten las características del vino blanco, y tener especial cuidado en la adecuada nutrición de estas.
- Mantener la temperatura de vinificación de 16 a 18 °C.
- Manejar en toda la vinificación, crianza y embotellado los aspectos relacionados a la inhibición de la oxidación: antioxidantes (SO₂) y bajas temperaturas.
- En el proceso de vinificación tener un estricto control de azúcares reductores, evitando que al término de este, quede un exceso de azúcares residuales que puedan generar la alteración microbiológica o reinicio de la fermentación en el producto terminado.
- Debe capacitarse constantemente a las personas encargadas del área de producción y calidad, con tecnología de punta
- Apegarse a la norma reguladora de vinificación emitida por la Organización Internacional de la Viña y el Vino en el año 2014, asegurando la calidad del producto. Con ello se posicionaran aperturando mercados y siendo líderes en el sector vinícola

CAPÍTULO X

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Asselin C. y Delteil D. (2003). Vinificaciones: Principales Operaciones Unitarias en Enología. Fundamentos científicos de la tecnología. Francia. Editorial Técnicas de la Documentación.

Bakker J. y Clark R. (2011). Wine: Flavour Chemistry. Oxford. Editorial John Wiley & Sons. Oxford.

Bluin J. (2000). Maduración y madurez de la uva. España. Editorial Féret.

Codex Enológico Internacional (2006). Organización Internacional de la Viña y el Vino. Francia.

Consejo Regulador Denominación de Origen Navarra (2008). Vinificación en blanco. [En línea]. Disponible en: http://www.navarrawine.com/conocer_disfrutar_vino/conocer-disfrutar-vino+elaboracion_vinificacion_blanco.aspx. [2015, 2 octubre].

Curado A. J. (2005). Saber de vinos: 101 consejos para disfrutar del vino en degustaciones. España. Editorial Amat.

Dami I. (2013). Determinación de la madurez de la uva y el muestreo de fruta. Universidad del Estado de Ohio.

De Rosa T. (2000). Tecnología de los vinos blancos. España. Editorial Mundi Prensa

Delanoe D. (2004). El vino: del análisis a la elaboración. Argentina. Editorial Hemisferio Sur.

Diario Oficial de la Federación de México (2005, 31 Diciembre). Bebidas alcohólicas. Vinos. Especificaciones. Secretaria de Economía. [En línea]. Disponible en: www.dof.gob.mx/nota_to_doc.php?codnota=5049519. [2015, 1 octubre].

Peynaud E. (2004). "Enología práctica. Conocimiento y elaboración del vino". España. Editorial Mundi prensa.

Fajardo, E. y Sarmiento, S. (2007). Evaluación de la melaza de caña como Sustrato para la producción de *Saccharomyces cerevisiae*. Trabajo de grado en microbiología industrial. Pontificia Universidad Javeriana. Bogotá D.C.

García G. J. (2008). Maridaje, enología y cata de vinos. España. Editorial Innovación y cualificación.

García J. (2011). Enología avanzada. España. Editorial Vértice

Gil *et. al.* (2009). Historia y cultura del vino en Andalucía. España. Editorial. Universidad de Sevilla/ Secretariado de publicaciones.

Henschke P.A. y Jiranek V. (2006). Levadura – Metabolismo de compuestos nitrogenados. Microbiología y Biotecnología del Vino. Francia. Editorial CRC.

Hidalgo T. J. (2011). Tratado de enología. Madrid. Editorial Mundi Prensa

Hornsey I. (2007). La Química y Biología de la Elaboración de Vinos. Real Sociedad de Química. Reino Unido. Editorial Cambridge.

Instituto de Investigación y Formación Agraria y Pesquera, (2012). Control del proceso de maduración del viñedo en climas cálidos. España. Editorial Junta de Andalucía.

Jackson R. S. (2014). Ciencia del Vino. Principios y Aplicaciones. USA. Editorial Académica de San Diego.

Moreno J. y Peinado R. (2012). Química enológica. Londres. Editorial Académica.

Navarre C. (2001). Manual de Enología. Francia. Editorial J.B.

OIV, (2008). Organización Internacional de la Viña y el Vino. Organización intergubernamental. Francia.

OIV. (2012). Norma Internacional para el Etiquetado de los vinos. Francia

OIV. (2014a). Organización Internacional de la Viña y el Vino. Organización intergubernamental. Francia

OIV. (2014b). Código Internacional de Prácticas Enológicas. Organización Internacional de la Viña y el Vino. Organización intergubernamental. Francia

OIV. (2014c). Compendio de los Métodos Internacionales de Análisis de Vinos y Mostos. Francia

Ribéreau-Gayon *et al.* (2006). Manual de Enología. Microbiología del vino y vinificaciones. Oxford. Editorial John Wiley y Sons.

Terranova I. (2005) Enciclopedia Agropecuaria. Producción Agrícola 1. Colombia. Editorial Panamericana Formas e Impresos.

Unwin T. (2001). El vino y la vid. Francia. Editorial Routledge.

Van Leeuwen C. *et al.* (2007). El seguimiento del régimen hídrico de la vid y su efecto sobre la maduración de la uva. Francia. Editorial Agrícola Española.

Zamora F. (2009). Bioquímica de la fermentación alcohólica. Química y bioquímica del vino. España. Editorial Springer.

REFERENCIAS EN LINEA

www.arrakis.es

www.navarrawine.com/do_navarra/do-navarra+variedades_Sauvignon-Blanc.aspx

www.proteccioncivil.gob.mx

www.inafed.gob.mx

REFERENCIAS (NORMAS)

NMX-V-012-1986. Bebidas alcohólicas. Vinos. Especificaciones

(OIV-MA-AS2-01B: R2009). Densidad

(OIV-MA-AS311-01A: R2009). Azúcares

(OIV-MA-AS312-01A: R2009). Grado alcohólico

(OIV-MA-AS313-01: R2009). Acidez total

(OIV-MA-AS313-02: R2009). Acidez volátil

(OIV-MA-AS323-04B: R2009). Sulfuroso o dióxido de azufre total y libre.

REFERENCIAS (PANREAC QUÍMICA S.A.)

Reglamento CEE 997/81 del 26.03.81

Orden 20232 BOE núm. 207 del 29.08.87

Orden 33109 BOE núm. 304 del 20.12.86

Reglamento CEE 557/94 de 14.03.94

Orden 28079 BOE núm. 278 del 20.11.91

Reglamento CE 1493/99 de 17.05.99

Orden 28079 BOE núm. 278 del 20.11.91

Orden 33109 BOE núm. 304 del 20.12.86

Reglamento CE 1493/99 de 17.05.99

ANEXOS

Comportamiento fisicoquímico de la uva hasta su punto de corte. Análisis de acidez total (ATT), pH y solidos solubles (°Brix) obtenidos durante los 10 días anteriores al punto de corte.

Cuadro 14. Mililitros de hidróxido de sodio 0.1332M gastados en la prueba de acidez total de la maduración de la uva, por duplicado

ml gastados de hidróxido de sodio 0,1332M		
Día	M1 (ml)	M2 (ml)
1	11.64	11.64
2	11.32	11.30
3	10.90	10.88
4	10.91	11.01
5	9.70	9.68
6	9.59	9.59
7	9.41	9.41
8	9.37	9.33
9	9.26	9.26
10	9.16	9.16
11	9.01	9.01

Formula:

$$\text{Acidez total g/L} = \frac{v \times 0,1332 \times 75}{10} = v$$

V = ml de hidróxido de sodio 0,1332M consumidos en la valoración

Pm ácido tartárico = 150 g/mol

1 ml \equiv 1 g/L

Cuadro 15. Resultados por duplicado de las pruebas fisicoquímicas de la maduración de la uva

Prueba fisicoquímica	pH				ATT (g/l)				SS (°Brix)			
Día	M1	M2	Promedio	Des. Est.	M1	M2	Promedio	Desv. Est.	M1	M2	Promedio	Desv. Est.
1	3.22	3.20	3.21	0.01	11.63	11.63	11.63	0.00	20.35	20.25	20.30	0.07
2	3.29	3.29	3.29	0.00	11.31	11.29	11.30	0.01	20.30	20.30	20.30	0.00
3	3.36	3.34	3.35	0.01	10.89	10.87	10.88	0.01	20.35	20.45	20.40	0.07
4	3.32	3.34	3.33	0.01	10.90	11.00	10.95	0.07	20.55	20.65	20.60	0.07
5	3.32	3.32	3.32	0.00	9.69	9.67	9.68	0.01	20.90	21.10	21.00	0.14
6	3.32	3.32	3.32	0.00	9.58	9.58	9.58	0.00	20.95	21.05	21.00	0.07
7	3.36	3.28	3.32	0.06	9.40	9.40	9.40	0.00	20.90	21.10	21.00	0.14
8	3.30	3.34	3.32	0.03	9.36	9.32	9.34	0.03	21.05	20.95	21.00	0.07
9	3.32	3.32	3.32	0.00	9.25	9.25	9.25	0.00	21.00	21.00	21.00	0.00
10	3.32	3.32	3.32	0.00	9.15	9.15	9.15	0.00	21.00	21.00	21.00	0.00
11	3.31	3.33	3.32	0.01	9.00	9.00	9.00	0.00	21.00	21.00	21.00	0.00

*Muestra 1 (M1), Muestra 1 (M2), Promedio y Desviación Estándar.

Cuadro 16. Valores obtenidos de la media correspondiente a las dos repeticiones por cada ensayo, para evaluar la evolución de parámetros de pH, acidez total (ATT) y sólidos solubles en un periodo de 10 días, previos al punto de corte de la Uva Sauvignon blanc.

Maduración de la Uva Sauvignon blanc.			
Días	pH	ATT (g/l)	SST (°Brix)
1	3.21	11.63	20.30
2	3.29	11.3	20.30
3	3.35	10.88	20.40
4	3.33	10.95	20.60
5	3.32	9.68	21.00
6	3.32	9.58	21.00
7	3.32	9.4	21.00
8	3.32	9.34	21.00
9	3.32	9.25	21.00
10	3.32	9.15	21.00
11	3.32	9.00	21.00

● Punto de corte o vendimia. La acidez total esta expresada en gramos de ácido tartárico/litro de mosto

Vinificación en blanco

Cuadro 17. Resultado por duplicado de los parámetros físicos y químicos en la vinificación.

Etapa	SO _{2L} (mg/l)				SO _{2T} (mg/l)				ATT(g/l)				AVR(g/l)			
	M1	M2	Promedio	Des. Est.	M1	M2	Promedio	Desv. Est.	M1	M2	Promedio	Desv. Est.	M1	M2	Promedio	Desv. Est.
Mosto	20	20	20	0.0	55	55	55	0.0	9.53	9.52	9.53	0.0	0.13	0.16	0.14	0.02
	20	20	20	0.0	55	55	55	0.0	9.50	9.47	9.49	0.0	0.20	0.19	0.20	0.01
	20	20	20	0.0	55	55	55	0.0	9.30	9.30	9.30	0.0	0.20	0.24	0.22	0.03
	19	21	20	1.4	55	55	55	0.0	9.25	9.24	9.25	0.0	0.35	0.35	0.35	0.00
	18	18	18	0.0	53	53	53	0.0	9.20	9.00	9.10	0.1	0.44	0.42	0.43	0.01
	18	18	18	0.0	53	53	53	0.0	9.10	9.11	9.11	0.0	0.50	0.50	0.50	0.00
Vino	15	15	15	0.0	13	13	13	0.0	9.10	9.05	9.08	0.0	0.55	0.53	0.54	0.01
	140	140	140	0.0	118	120	119	1.4	9.50	7.49	8.49	1.4	0.50	0.48	0.49	0.01
	125	125	125	0.0	101	99	100	1.4	7.90	7.92	7.91	0.0	0.50	0.46	0.48	0.03
	118	118	118	0.0	90	90	90	0.0	7.40	7.26	7.33	0.1	0.50	0.50	0.50	0.00
Crianza	101	99	100	1.4	80	80	80	0.0	6.70	6.80	6.75	0.1	0.50	0.51	0.50	0.01
Clarificación	83	83	83	0.0	165	161	163	2.8	6.10	6.04	6.07	0.0	0.60	0.55	0.58	0.03
Est. Por frío	53	51	52	1.4	80	80	80	0.0	5.70	5.55	5.63	0.1	0.50	0.51	0.50	0.01
Embotellado	37	37	37	0.0	100	100	100	0.0	4.80	4.80	4.80	0.0	0.65	0.63	0.64	0.01

*Muestra 1 (M1), Muestra 1 (M2), Promedio y Desviación Estándar.

Continuación del cuadro 17.

Etapa	pH				OH(%)				MMRR (g/l)				densidad (g/ml)			
	M1	M2	Promedio	Des. Est.	M1	M2	Promedio	Desv. Est.	M1	M2	Promedio	Desv. Est.	M1	M2	Promedio	Desv. Est.
Mosto	3.34	3.34	3.34	0.00	0.0	0.0	0.0	0.00	218	218	218	0.00	1.09	1.09	1.09	0.00
	3.32	3.32	3.32	0.00	2.1	2.1	2.1	0.00	170	174	172	2.83	1.09	1.09	1.09	0.00
	3.29	3.29	3.29	0.00	4.5	4.5	4.5	0.00	130	132	131	1.41	1.07	1.07	1.07	0.00
	3.28	3.30	3.29	0.01	7.5	7.5	7.5	0.00	80	80	80	0.00	1.30	0.76	1.03	0.38
	3.27	3.27	3.27	0.00	8.2	8.2	8.2	0.00	69	67	68	1.41	1.01	1.01	1.01	0.00
	3.28	3.22	3.25	0.04	9.9	9.9	9.9	0.00	40	40	40	0.00	0.99	0.99	0.99	0.00
Vino	3.25	3.27	3.26	0.01	11.6	11.6	11.6	0.00	10	10	10	0.00	0.99	0.99	0.99	0.00
	3.35	3.35	3.35	0.00	11.6	11.6	11.6	0.00	10	10	10	0.00	0.99	0.99	0.99	0.00
	3.40	3.36	3.38	0.03	11.6	11.6	11.6	0.00	10	12	11	1.41	0.99	0.99	0.99	0.00
	3.55	3.55	3.55	0.00	11.7	11.7	11.7	0.00	10	12	11	1.41	0.99	0.99	0.99	0.00
Crianza	3.65	3.59	3.62	0.04	11.8	11.8	11.8	0.00	13	13	13	0.00	0.99	0.99	0.99	0.00
Clarificación	3.67	3.65	3.66	0.01	11.6	11.6	11.6	0.00	39	35	37	2.83	0.98	1.00	0.99	0.01
Est. Por frío	3.66	3.66	3.66	0.00	11.6	11.6	11.6	0.00	11	9	10	1.41	0.99	0.99	0.99	0.00
Embotellado	3.70	3.72	3.71	0.01	11.2	11.2	11.2	0.00	11	9	10	1.41	0.99	0.99	0.99	0.00

*Muestra 1 (M1), Muestra 1 (M2), Promedio y Desviación Estándar.

Cuadro 18. Evolución de los parámetros físicos y químicos en la fermentación

Evolución de los parámetros físicos y químicos en la fermentación									
Etapa	Tiempo	SO _{2L} (mg/l)	SO _{2T} (mg/l)	ATT (g/l)	AVR (g/l)	pH	OH (% vol.)	MR (°Brix)	Densidad (g/ml)
Mosto	día 1	20	55	9.525	0.144	3.34	0.0	21.8	1.093
	día 2	20	55	9.486	0.195	3.32	2.1	17.2	1.085
	día 3	20	55	9.301	0.220	3.29	4.5	13.1	1.070
	día 4	20	55	9.247	0.350	3.29	7.5	8.0	1.030
	día 5	18	53	9.100	0.430	3.27	8.2	6.8	1.010
	día 6	18	53	9.105	0.500	3.25	9.9	4.0	0.990
Vino	día 7	15	13	9.075	0.540	3.26	11.6	1.0	0.990
Crianza	1 semana	140	119	8.493	0.490	3.35	11.6	1.0	0.991
	1 mes	125	100	7.912	0.480	3.38	11.6	1.1	0.992
	2 meses	118	90	7.331	0.500	3.55	11.7	1.1	0.992
	4 meses	100	80	6.750	0.504	3.62	11.8	1.3	0.992
Clarificación		83	163	6.070	0.576	3.66	11.6	3.7	0.988
Est. Por frío		52	80	5.625	0.504	3.66	11.6	1.0	0.990
Embotellado		37	100	4.800	0.642	3.71	11.2	1.0	0.990

Análisis físicos y químicos realizados por duplicado en cada etapa del seguimiento y control del proceso de vinificación.

➤ Sólidos solubles

Materiales y reactivos

- Equipo de refractómetro
- Pipeta

Se limpia y seca cuidadosamente la tapa y el prisma antes de comenzar la medición. Se agregan de 1-2 gotas de la prueba en el prisma, al cerrar la tapa, la prueba se reparte homogéneamente entre tapa y prisma. Con una pipeta se puso la prueba sobre el prisma principal. Se evitó la formación de burbujas de aire, ya que esto podría tener un efecto negativo en el resultado de medición. Moviéndolo ligeramente la tapa se consiguió repartir más homogéneamente el fluido de prueba. Se sostiene el refractómetro bajo la luz solar, para ver la escala a través del ocular. El valor se lee entre el límite claro / oscuro. Girando el ocular se ajusta / precisa la escala. Limpiar y secar cuidadosamente el prisma y la tapa después de cada medición para evitar que queden restos que pudieran afectar a futuras mediciones.

*Se calibra de acuerdo a la ficha técnica del equipo

*Valores orientativos de los parámetros de sólidos solubles para elaboración de vino blanco, emitidos por el Instituto de Investigación y Formación Agraria de España en el 2012, son: sólidos solubles de 18-21.8 °Brix.

➤ **Azúcares reductores (MMRR)**

Materiales y reactivos

- Placa calefactora.
- Reactor: matraz Erlenmeyer de 200 ml con tapón y embudo de vidrio acoplado (Fig. 7).
- Pipetas de 2 y 10 ml.
- Probeta de 10 ml.
- Bureta de 30 ml.
- Agua destilada
- Kit de REBELEIN VINIKIT, Código 624901, que se compone de:
 - Solución Cúprica 0,168 mol/L VINIKIT, Código 624582.
 - Solución Alcalina (potasio sodio tartrato) 0,886 mol/L VINIKIT, Código 624573.
 - Potasio Yoduro solución 30% p/v VINIKIT, Código 624572.
 - Ácido Sulfúrico solución 16% v/v VINIKIT, Código 624570.
 - Almidón solución 2% VINIKIT, Código 624567.
 - Sodio Tiosulfato 0,0551 mol/L (0,0551N) VINIKIT, Código 624576.

Procedimiento

En un matraz Erlenmeyer se introducen de forma sucesiva 2 ml de vino y 10 ml de solución cúprica, se tapa el Erlenmeyer y se calienta sobre la placa calefactora hasta ebullición que se mantiene durante 2 min. Se añade en caliente con probeta 5 ml de la solución alcalina, y se mantiene en ebullición durante 1,5 min más. Se enfría bajo chorro del grifo y se añade de forma sucesiva con la probeta 10 ml de la solución de yoduro de potasio, 10 ml solución de ácido sulfúrico y 10 ml solución engrudo de almidón.

La valoración se realiza con la solución de tiosulfato hasta coloración amarillo crema. El vire a color crema indicara el fin de la titulación y la lectura en la bureta será el resultado directo de azúcares en g/l. (OIV-MA-AS311-01A: R2009).

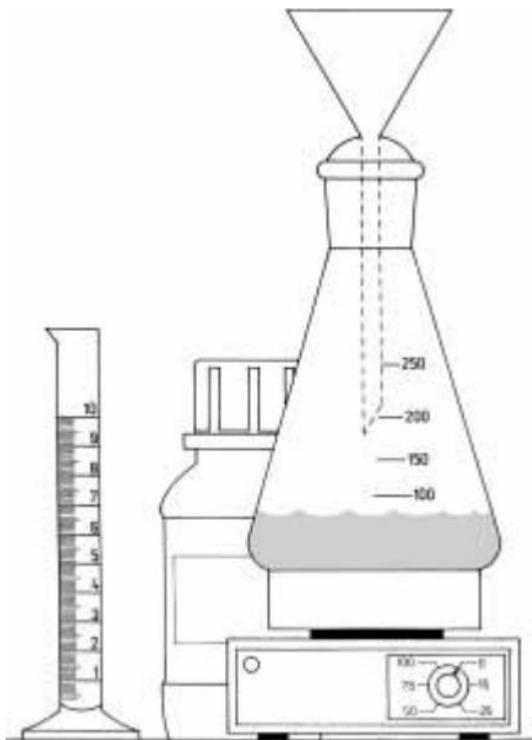


Figura 7. Matraz Erlenmeyer con tapón esmerilado y embudo de vidrio acoplado.

Cuadro 19. Clasificación de los vinos tranquilos según su concentración en azúcar

Tipo de vino	Azúcar total g/L
seco	≤ 4 o $\leq 9^*$
semi seco	≤ 12
semi dulce	> 12 y ≤ 45
dulce	> 45

Fuente: Reglamento CEE 997/81 del 26.03.81. * En el caso de que los azúcares totales - acidez total ≤ 2

➤ **Acidez total**

Materiales y reactivos

- pH metro.
- Erlenmeyer de 200 ml.
- Pipeta de 10 ml.
- Bureta de 10 ml.
- Tampón solución pH 7,00 ± 0,02 (20°C) ST, Código 272170.
- Tampón solución pH 4,00 ± 0,02 (20°C) ST, Código 272168.
- Azul de Bromotimol solución 0,4% VINIKIT, Código 624566.
- Sodio Hidróxido 0,1332 mol/L (0,1332N) VINIKIT, Código 624835.

Procedimiento

Si el vino o el mosto contiene cantidades importantes de dióxido de carbono y dióxido de azufre, se han de eliminar por agitación o haciendo el vacío. El pH-metro se ha de calibrar mediante las soluciones tampón de pH 7 y 4.

10 ml de muestra se colocan en un Erlenmeyer, se añade 10 ml de agua destilada y se valora lentamente con hidróxido de sodio 0,1332M, agitando constantemente hasta pH = 7 o color verdeazulado en el caso de haber añadido unas gotas de azul de bromotimol. (OIV-MA-AS313-01: R2009).

Calculo: La ATT en vino y mosto se expresa en g/L de ácido tartárico.

$$\text{Acidez total g/L} = \frac{v \times 0,1332 \times 75}{10} = v$$

v = ml de hidróxido de sodio 0,1332M consumidos en la valoración

Pm ácido tartárico = 150 g/mol

1 ml \equiv 1 g/L

Cuadro 20. Límites legales de acidez total, expresada en g/L de ácido tartárico.

Tipo de muestra	Acidez total g/L
zumo de uva ¹	3,5-10
sangría	3,6-10
refresco de vino (wine coolers) ²	4-8
vino tranquilo ³	$\geq 4,5$
vino base para espumoso ⁴	$\geq 5,5$
vino espumoso ⁴	$\geq 5,5$

Fuente: 1 Orden 20232 BOE núm. 207 del 29.08.87, 2 Orden 33109 BOE núm. 304 del 20.12.86, 3 Reglamento CEE 557/94 de 14.03.94, 4 Orden 28079 BOE núm. 278 del 20.11.91

➤ **Acidez volátil**

Materiales y reactivos

- Microdestilador o volatímetro (Fig. 8) compuesto por:
 - Matraz de destilación.
 - Puente de unión.
 - Refrigerante.
 - Mechero de alcohol.
- Probetas de 5,1 ml y 3,2 ml.
- Erlenmeyer de 50 ml.
- Pipeta de 11 ml.
- Bureta de 10 ml.
- Agua destilada
- Fenolftaleína solución 1% VINIKIT, Código 621327.
- Sodio Hidróxido 0,02 mol/L (0,02N) SV VINIKIT, Código 623397.

Procedimiento

En el matraz de destilación se colocan 11 ml de vino desprovisto de dióxido de carbono y se conecta al aparato de destilación. A la salida del refrigerante se coloca la probeta de 5,1 ml y se procede a la destilación. Cuando el destilado alcanza el trazo superior de la probeta se sustituye por la de 3,2 ml, dándose por terminada la destilación cuando se alcanza este volumen. El destilado recogido en la probeta de 3,2 ml se vierte en un Erlenmeyer y se valora con la solución de hidróxido de sodio 0,02M, en presencia de unas gotas de fenolftaleína, hasta obtener un color ligeramente rosado. Sea v el volumen de hidróxido de sodio consumido. (OIV-MA-AS313-02: R2009).

Calculo: La acidez volátil se expresa en g/L de ácido acético y con dos decimales.

$$\text{Acidez volátil g/L} = 0,366 \times v$$

v = ml de hidróxido de sodio 0,02M consumidos en la valoración

Pm ácido acético = 60 g/mol

La acidez volátil de los vinos puede variar entre 0,20 y 0,60

Cuadro 21. Límites legales de la acidez volátil, expresada en g/L de ácido acético

Tipo de muestra	Acidez volátil g/L
zum de uva	≤0,12
vino ecológico	≤0,7
vino blanco y rosado ¹	≤1,08
vino tinto ¹	≤1,2
vino base para espumoso ²	<0,60
vino espumoso ²	<0,65
vino gasificado	<0,9
refresco de vino (wine coolers) ³	≤0,3
vino aromatizado	≤1
bíter-soda	≤0,5
sangría	≤0,6

Fuente: 1 Reglamento CE 1493/99 de 17.05.99, 2 Orden 28079 BOE núm. 278 del 20.11.91, 3 Orden 33109 BOE núm. 304 del 20.12.86

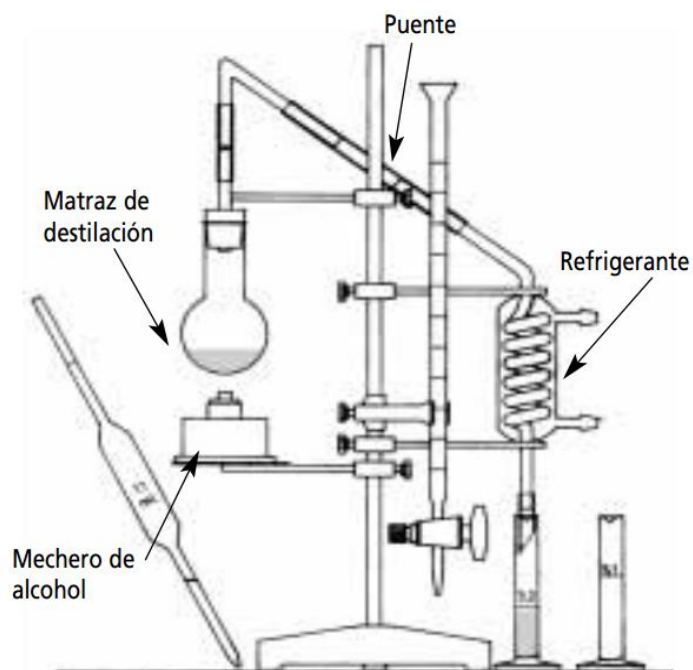


Figura 8. Aparato de destilación para la determinación de la acidez volátil (volatímetro).

➤ **Sulfuroso libre y total.**

Materiales y reactivos

- Matraz Erlenmeyer de 250 ml.
- Pipetas de 2, 5, 10, 0 y 50 ml.
- Bureta de 30 ml
- Hidróxido de potasio 1mol/L (1N), Código 621517.
- Ácido sulfúrico 1/3 p/v VINIKIT, Código 621062.
- Almidón solución 2% VINIKIT, Código 624567.
- Yodo 0,01 mol/L (0,02N), Código 621969.

Procedimiento

En un matraz se introducen 50 ml de mosto o vino, añadiendo con una pipeta seca o lavada con el propio vino, 1 ml de ácido sulfúrico y 2 ml de solución de almidón. Se valora con la solución de yodo 0,01M hasta coloración azul que persista durante 15 s. El vire a azul o violeta indicó el fin de la titulación y los mililitros gastados x 10, la cantidad de sulfuroso libre expresándolo en mg/l (ppm)

A la misma solución de color azul o violeta se le añadió 10 ml de Hidróxido de potasio, virando a color amarillo, se dejó reposar 6 minutos para realizar la hidrólisis alcalina de los complejos entre el SO₂ y algunos componentes del vino como el acetaldehído.

Pasado este tiempo, se añaden 10 ml de ácido sulfúrico, 1 ml de la solución de almidón y se valora rápidamente con la solución de yodo hasta la aparición de la coloración azul persistente (15 s). El fin de la titulación se dio por el vire a azul o violeta nuevamente y los mililitros gastados x 10, es el resultado del sulfuroso combinado

El sulfuroso total es la suma del sulfuroso libre y el combinado. (OIV-MA-AS323-04B: R2009)

Cuadro 22. Límites máximos de dióxido de azufre total permitidos por la legislación

Tipo de muestra		SO2 total mg/L
vino blanco y rosado ¹	≤5 g/L azúcares reductores	≤210
	>5 g/L azúcares reductores	≤260
vino tinto ¹	≤5 g/L azúcares reductores	≤160
	>5 g/L azúcares reductores	≤210

Fuente. 1 Reglamento CE 1493/99 de 17.05.99. Panreac.

➤ pH

Materiales y reactivos

- pH metro
- Termómetro contrastado de 0-35°C, con apreciación 0,5°C.
- Vaso de precipitados de 100 ml.
- Tampón solución pH 7,00 ± 0,02 (20°C) ST, Código 272170.
- Tampón solución pH 4,00 ± 0,02 (20°C) ST, Código 272168.

Procedimiento

Primero se ha de calibrar el pH metro con las soluciones tampón de pH 7 y 4 según el manual del instrumento. Una vez calibrado se puede realizar la medida del pH sumergiendo el electrodo en el vino durante unos 15 s a una temperatura lo más cercana a 20°C porque el pH está muy influenciado por la temperatura. Entre lectura y lectura se lava el electrodo con agua destilada y se seca con papel de filtro con cuidado para no dañar la membrana del electrodo.

Calculo

La lectura de pH es directa y se expresa con dos decimales. El pH usual de un vino puede variar entre 2,7 y 3,8 dependiendo si es blanco o tinto (OIV, 2014).

➤ **Grado alcohólico.**

Materiales y reactivos

- Aparato de destilación (Fig. 9) compuesto por:
 - Manta calefactora.
 - Matraz de destilación de fondo redondo y 1 L de capacidad.
 - Columna rectificadora.
 - Refrigerante terminado en un tubo afilado para conducir el destilado al fondo del matraz aforado, receptor que deberá contener algunos ml de agua.
 - Matraz aforado de 200 ml.
- Termómetro contrastado de 0-35°C, con apreciación 0,5°C.
- Probetas de 10 y 250 ml.
- Areómetro (alcohómetro) contrastado de clase II, graduado entre 5 y 15% vol.

Procedimiento.

Se llena un matraz aforado de 200 ml con el vino. Se pasa el contenido al matraz de destilación, evitando toda pérdida, y se lava 2 o 3 veces el matraz aforado con unos 10 ml de agua destilada que se agregan al matraz de destilación. Se añaden 10 ml de la suspensión de hidróxido de calcio para alcalinizar el vino y algunas gotas de silicona para evitar la espuma.

Se enlaza el matraz de destilación al refrigerante y se conecta la manta calefactora. Se destilan aproximadamente 3/4 del volumen primitivo, recogiendo el destilado en el mismo matraz usado para medir el vino. Se completa con agua destilada hasta el enrase y se agita para conseguir una buena homogeneización. Se vierte el destilado en una probeta de 250 ml. Se introduce el termómetro y se lee la temperatura al cabo de 1 min. Se retira el termómetro y se introduce el

alcohómetro. Se ha de realizar por lo menos 2 lecturas del grado alcohólico aparente por la parte inferior del menisco después del minuto de reposo del alcohómetro utilizando o no una lupa para facilitar la lectura (Fig. 10).

El grado alcohólico volumétrico se expresa en % vol. a 20°C con 2 cifras decimales debiendo aproximarse la 2ª a 0 o 5. (OIV-MA-AS312-01A: R2009).

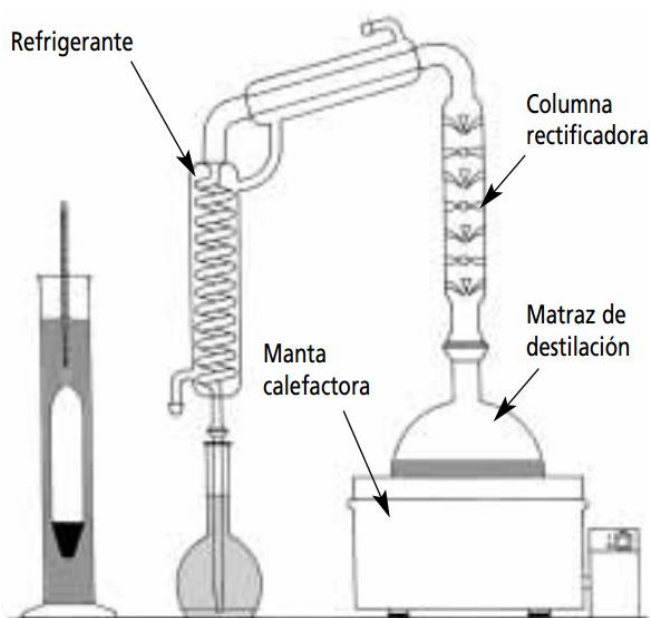


Figura 9. Aparato de destilación: manta calefactora, matraz de destilación, columna rectificadora y refrigerante.

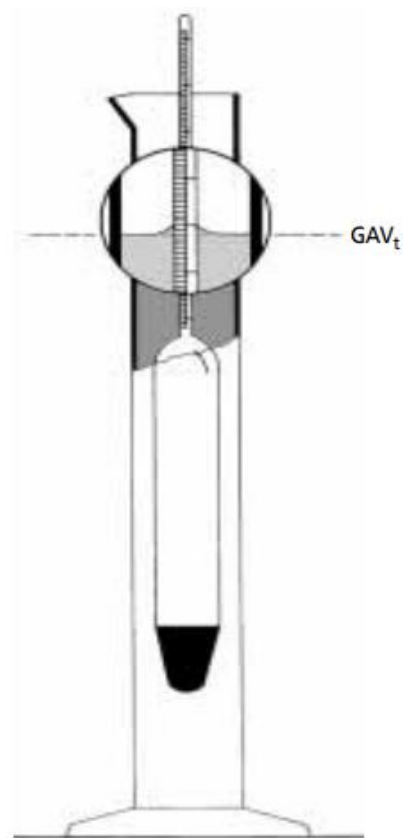


Figura 10. Lectura del grado alcohólico volumétrico (GAV) del destilado por aerometría.

➤ Densidad

Materiales y reactivos

- Probeta graduada de 250 o 500 ml.
- Termómetro contrastado de 0-35°C, con apreciación de 0,5°C.
- Areómetros contrastados de clase II, en milésimas y medias milésimas:
 - 0,983-1,003 g/ml (vino).
 - 0,990-1,020 g/ml (control de la fermentación alcohólica -y tiraje).
 - 1,000-1,100 y 1,100-1,200 g/ml (mosto natural).

Procedimiento

Si el vino o el mosto contienen cantidades importantes de dióxido de carbono, se ha de eliminar por agitación. Se colocan en una probeta limpia y seca 200 ml de la muestra a analizar convenientemente homogeneizada.

Se introduce el termómetro, se agita con el mismo la muestra y se hace la lectura al cabo de 1 min. Se retira el termómetro y se introduce el densímetro en la probeta (si flota por debajo del tallo introducir uno de mayor graduación y si se sumerge totalmente introducir uno de menor). Cuando el densímetro se mantenga inmóvil, efectuar la lectura de la masa volúmica aparente (ρ_t) por la parte superior del menisco (figura 11). (OIV-MA-AS2-01B: R2009).

Los valores habituales de la masa volúmica a 20°C para cada tipo de muestra son:

- Vino blanco seco: 0,9880-0,9930 g/ml
- Mosto: 1,0590-1,1150 g/ml.

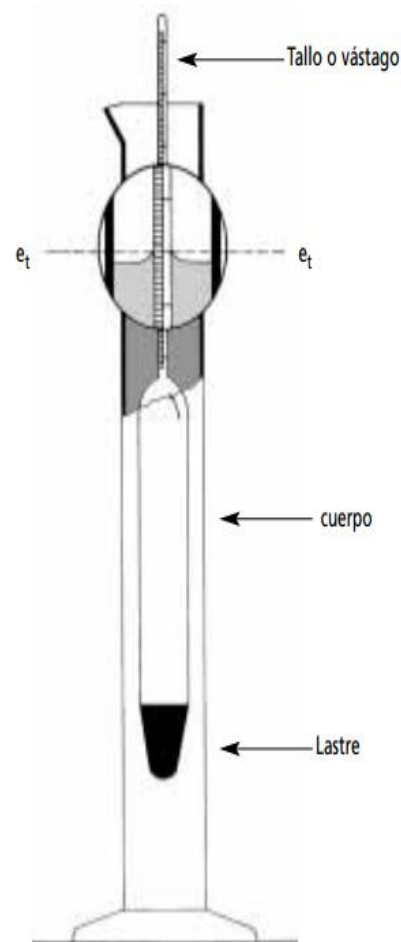


Fig. 11. Lectura de la masa volúmica aparente (ρ_t).

AGRADECIMIENTO

Primeramente a esta prestigiosa institución formadora de jóvenes de bien

Al personal de Control de Calidad de la empresa Cavas Freixenet de México por darme la oportunidad de aplicar los conocimientos adquiridos durante mi formación y desarrollar habilidades en el ámbito industrial.

A mi asesora la Ingeniero Margarita por su dedicación y a mis revisores, la Q.B.P. Aura, Dra. Paty e Ing. Santiz por el apoyo en la realización de este trabajo.

A Dios, a mi familia y amigos por motivarme y creer en mí.

A Juan Carlos por su apoyo incondicional