

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE BAJA CALIFORNIA

Facultad de Enología y Gastronomía



**ESTABLECIMIENTO DE BUENAS PRÁCTICAS DE HIGIENE (BPH) PARA EL
CONTROL DE LA ACIDEZ VOLÁTIL EN LA ELABORACIÓN DE VINO TINTO**

**PARA OBTENER EL GRADO ACADÉMICO
DE ESPECIALIDAD EN VITICULTURA Y ENOLOGÍA POR**

ANA LILIA CHÁVEZ SÁNCHEZ

MPA. GRICELDA LÓPEZ GONZÁLEZ

DIRECTORA

29 MAYO DE 2025, ENSENADA, BAJA CALIFORNIA, MÉXICO



"2025, año del Turismo Sostenible como impulsor del Bienestar Social y Progreso"
Facultad de Enología y Gastronomía



PROPUESTA DE VOTOS APROBATORIOS DEL TRABAJO DESARROLLADO EMITIDO POR EL
COMITÉ DE TRABAJO TERMINAL Y FIRMADA POR SUS MIEMBROS.

**"Establecimiento de Buenas Prácticas de Higiene (BPM) para el control de
acidez volátil en la elaboración de vino tinto"**

TRABAJO TERMINAL

Para cubrir los requisitos necesarios para obtener el título de la

ESPECIALIDAD EN VITICULTURA Y ENOLOGÍA

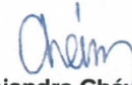
Presentada

Ana Lilia Chávez Sánchez

No. 374877

A quien el Comité de Trabajo Terminal autoriza el trabajo terminal, después de haber efectuado una revisión minuciosa del mismo y de acuerdo con el Art. 19 del R.G.E.P.E.P. las y los señores profesores emiten los siguientes votos aprobatorios mediante rúbrica:


M.P.A. Gricelda López González
DIRECTOR


MC. Alejandra Chávez Márquez
SINODAL


CODIRECTOR
Dr. Alejandro Cabello Pasini
SINODAL

Ensenada, Baja California, 26 de mayo de 2025
"POR LA REALIZACIÓN PLENA DEL SER"

C.c.p.- Archivo

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA
DE BAJA CALIFORNIA



FACULTAD DE ENOLOGÍA
Y GASTRONOMÍA

Resumen

En México, el ámbito enológico que se constituye en la parte técnica de los procesos y estilos de vinificación, le ha dado poca importancia al control microbiológico de la elaboración de vinos, porque los microorganismos que intervienen en cada una de las etapas no son un riesgo a la salud humana. Además, no existe un órgano específico que regule la calidad del producto desde el proceso de vinificación ni mucho menos existen normas exclusivas para el control de los procesos y buenas prácticas de higiene en la elaboración de vino. No obstante, el vino es susceptible a sufrir alteraciones organolépticas si las condiciones son óptimas para la propagación de los agentes contaminantes. El picado acético o acetificación del vino es uno de los defectos que evita el enólogo como resultado. Este deterioro del vino está estrechamente vinculado a la actividad de las Bacterias Acéticas, que transforman el etanol a ácido acético, los géneros de interés enológico son *Acetobacter* y *Gluconobacter*. Se ha determinado que éstas dos especies inciden en todas las etapas de vinificación, por ello la importancia del monitoreo de los procedimientos a través del establecimiento de un manual de buenas prácticas de higiene en la bodega de elaboración de vinos para evitar riesgos de acidez volátil.

Palabras clave: vino tinto, bacteria acética, calidad, proceso.

Abstract

In Mexico, the winemaking sector has given little importance to the microbiological control of bottled red wines, because the microorganisms involved in each of the stages do not pose a risk to human health and there is no specific body that regulates the quality of the product from the winemaking process. Besides, there are not quality standards to control winemaking processes neither good hygienic practices established. Nevertheless, wine is susceptible to organoleptic alterations if conditions are optimal for the propagation of contaminating agents. The acetic acid or acetification of wine is one of the defects that winemakers avoids as a result. Wine deterioration is closely linked to the activity of Acetic Acid Bacteria, transforming ethanol to acetic acid, which genera of enological interest are *Acetobacter* and *Gluconobacter*. These species affect all stages of winemaking, hence the importance of monitoring procedures through the establishment of a manual of good hygienic practices in the winemaking cellar to avoid risks of volatile acidity.

Key words: wine, acetic acid bacteria, quality, process.

Dedicatoria

A **Dios** por iluminarme en todo momento y permitir que saliera de lugares que no eran para mí, por destinarme a Ensenada. A su Espíritu Santo por darme sabiduría y entendimiento para realizar este trabajo terminal.

A mi mamá, **Ma. del Carmen Sánchez Angeles**, por creer en mí cuando yo dejé de hacerlo, por su inmenso amor, por ser ejemplo de fortaleza inquebrantable y resiliencia, por darme su apoyo incondicional en cada etapa de mi vida, pero sobretodo, por enseñarme a ser una mujer responsable, independiente y segura de mi misma.

A mi hermana mayor, **Cecilia Sharay Chávez Sánchez**, por ser fuente de inspiración y ejemplo de perseverancia, por hacerme creer que todo es posible, por estar conmigo a la distancia apoyándome en mi crisis de los veintisiete y recordarme en todo momento mi valor como persona y profesional.

A mis hermanos menores, **Cristina, David y Marbella Chávez Sánchez**, con todo mi amor, por ser personas tan auténticas y únicas, que me motivan día a día para ser su ejemplo de esfuerzo y constancia.

A mi tía **Agueda Sánchez Angeles**, por apoyarme en cada paso que doy, por ser mi segunda madre.

A mi primer amor por enseñarme de la dignidad profesional y valoración del trabajo, por hablarme del precio del sacrificio y la recompensa.

A la persona que me aconsejó que no me fuera de Ensenada ni abandonara la especialidad, por hacerme ver la oportunidad que tenía en las manos y ubicarme hacia donde quiero ir...

Agradecimientos

A la Maestra **Gricelda López González** por ser parte importante de mi formación académica en Baja California, por confiar en mí e instruir la docencia en mi vida profesional. Por su completo apoyo a mi trabajo terminal.

A la Maestra **Alejandra Chávez Márquez** y al **Dr. Alejandro Cabello Pasini**, sinodales de este trabajo terminal, por su valioso tiempo de revisión y asesoría.

Índice

Resumen	I
Abstract	II
Introducción	1
• Calidad microbiológica del vino	1
• Vinificación de vino tinto	2
• Actividad de las bacterias acéticas.....	3
• Acidez volátil en vinos tintos.....	5
• Buenas Prácticas de Higiene (BPH) en la producción de vino en México	6
Justificación	8
Objetivos.....	8
Materiales y métodos.....	9
Resultados.....	9
Discusión	16
Conclusiones	21
Referencias.....	21
Anexos.....	26
1. Preparación de soluciones desinfectantes.....	26
2. Limpieza y desinfección de superficies: tanques y otros	30
3. Limpieza y sanitización de línea de embotellado.....	32
4. Higiene personal	34
5. Control de plagas	38
6. Determinación de acidez volátil	42
7. Limpieza y desinfección de barricas	48
8. Sulfitado de mostos y vinos	51
9. Inertización de áreas y superficies de contacto con el vino	53
10. Control de fermentación alcohólica.....	55
11. Filtrado estéril del vino en placa	59

Introducción

- **Calidad microbiológica del vino**

La higiene en la industria alimentaria se caracteriza como un conjunto de condiciones y medidas que se deben adoptar en todas las etapas de producción del alimento. Esto, con el fin de garantizar la calidad alimentaria del producto, a través de la conservación de sus cualidades organolépticas y el aseguramiento de su inocuidad (o salubridad), para evitar con su consumo riesgos a la salud humana (OMS, 2024). El vino es una de las bebidas más antiguas en el mundo, considerado un patrimonio inmaterial de la humanidad, con beneficios a la salud (Yoo, Salibar & Prenzler, 2010; Wurz, 2019), por lo que es catalogado un alimento funcional dentro de la dieta mediterránea en la Ley de la Viña y el Vino en España (2003). Esta visión no está establecida en los países que conforman el continente americano.

Dentro de la industria vitivinícola en México, el sector enológico por años le ha dado poca importancia al control microbiológico de los vinos embotellados, se dice que los microorganismos que intervienen no suponen un riesgo a la salud humana. Por otra parte, no existe un órgano específico que regule la calidad del producto en el proceso de vinificación (Polo, Ferrer & Pardo, 2008). Durante su elaboración, el vino es susceptible a sufrir alteraciones organolépticas si las condiciones son óptimas para el desarrollo y propagación de los agentes contaminantes que poseen un metabolismo microbiano de acción negativa en determinadas etapas. Actualmente, las concentraciones aceptables o parámetros que determinan la calidad, son sólo recomendaciones o referencia de los límites establecidos por los países importadores u organismos, dónde destaca la Organización Internacional de la Viña y el Vino (OIV) (Trioli & Hofmann, 2009; Fernández, 2015). El deterioro del vino es un estado indeseable a lo largo del proceso de producción, el cual, es evitado por el enólogo con el fin de preservar la calidad analítica y sensorial del producto final.

Se ha descrito que la acidez volátil condiciona la calidad del vino al conferir características de deterioro. En vinos tintos, es común que prevalezca la presencia de las bacterias acéticas (BA), causantes de la acidez volátil, mientras que su proliferación descontrolada se traduce en un riesgo y caracteriza negativamente al vino con un sabor acre y aroma desagradable a vinagre (Valera et al., 2017; Jingfeng et al., 2020).

El deterioro del vino por acción de las BA es denominado acetificación o picado acético, el perfil sensorial de estos vinos se caracteriza por presentar una volatilidad alta, diferenciada por una acidez similar al vinagre en el paladar y una gama de aromas acéticos o notas balsámicas, a nueces, a jerez, a solventes o barniz, o a manzana podrida, lo que da lugar a una reducción de los caracteres afrutados (Bartowsky & Henschke, 2008; Bartowsky et al., 2009).

- **Vinificación de vino tinto**

De acuerdo con la NOM-199-SCFI-2017, se define como vino tinto el resultado de la vinificación de los mostos de uvas tintas de *Vitis vinifera*, con maceración de sus orujos. Partiendo de la definición, la elaboración de vino tinto comprende diversas etapas para la transformación del mosto de la uva tinta a vino, llamado vinificación. En este proceso, las características organolépticas de color, aromas y sabor, dependen de la variedad de uva tinta y en mayor medida a la maceración (donde influye el tiempo y la temperatura optado por el enólogo), un paso importante dentro de la técnica de vinificación. En la maceración, el mosto que es el jugo o zumo de la uva, se mantiene en contacto con las partes sólidas de la uva (hollejos, pulpa y semillas), dando lugar a la extracción de los compuestos fenólicos, principalmente antocianos y taninos (Romero, 2008; Lasanta, 2023; Tindal, Jeffery & Munlack, 2025). El tiempo de maceración está en función al tipo de vino tinto a elaborar, puesto que si se desea obtener vinos jóvenes el tiempo de maceración será corto (5 días), por el contrario, vinos de envejecimiento, para obtener la estructura y estabilidad de color, requieren un largo tiempo (> 10 días) (Gil et al., 1999; Vila, 2002; Casassa & Harbertson, 2014). La maceración es una etapa que debe ser monitoreada porque existe actividad de los microorganismos presentes en la uva, ya que el mosto es rico en azúcares y estos son atractivos para el metabolismo de levaduras, hongos y bacterias. En este sentido, si no existe control de temperatura, puede impactar negativamente en el perfil del vino, por ello, el mosto debe mantenerse a una temperatura inferior de 20°C, (Ribéreau-Gayon et al., 2006). Por lo anterior, el tiempo de maceración y los parámetros a controlar del medio, es lo que diferencia este tipo de vino de la vinificación de vino blanco y rosado.

Los vinos tintos se caracterizan por tener un periodo de envejecimiento o maduración

tanto en barrica como en botella. El proceso de crianza permite que el vino adquiera componentes más “maduros”, gracias a la extracción de sustancias volátiles y no volátiles; resultado de las interacciones complejas entre los compuestos extraídos de la madera y los componentes existentes en el vino que reaccionan entre sí y con el oxígeno de manera controlada (Mercanti et al., 2022; Yang et al., 2022). Este paso por madera contribuye directamente en el perfil descriptivo del aroma, sabor y en menor medida de color del vino. El aporte en aroma va a la fracción volátil que se engloba con los aromas del varietal clasificados como primarios, también los producidos en reacciones fermentativas de orden secundario y por último los obtenidos por el tipo de madera, que corresponden a los aromas terciarios, asimismo repercuten las condiciones ambientales en el que desarrolla este proceso dentro de la barrica, si no son adecuadas pueden producirse defectos de oxidación (Escalona et al., 2002). La fracción volátil se considera uno de los factores más importantes para la calidad del producto y su aceptación por parte del consumidor (Grützmann et al., 2017).

- **Actividad de las bacterias acéticas**

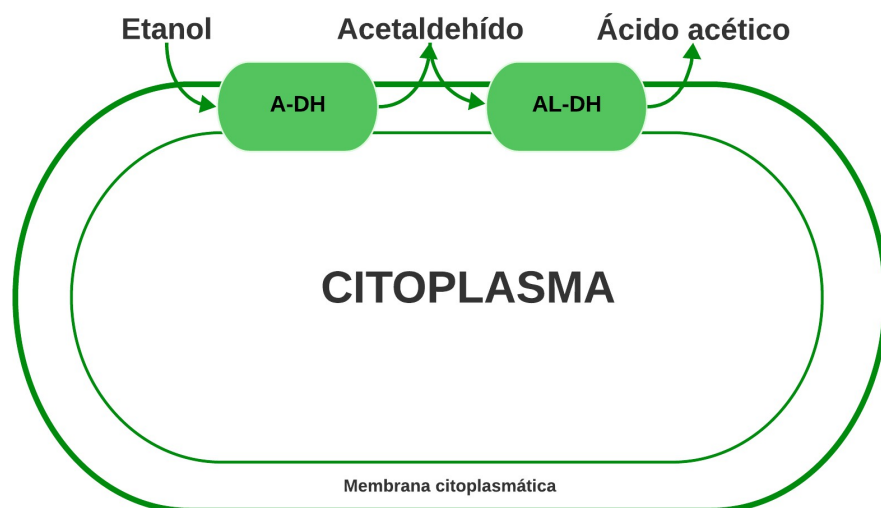
Las bacterias acéticas son Gram negativas, presentan una forma elipsoidal también llamada de bastón, que debido a la presencia de flagelos peritricos o polares pueden ser móviles, con la posibilidad de agruparse en pequeños grupos, en pares o encontrarse solas (Mamlouk & Gullo, 2013). A nivel celular, cuenta con un citoplasma que contiene el material genético en un cromosoma y plásmidos, ribosomas, membrana plasmática, capa fina de peptidoglicano y pared celular delgada, las dimensiones varían según la especie, estas pueden medir de 0,6 - 0,8 μm por 1 - 4 μm (Ribéreau-Gayon et al., 2006). Además, su metabolismo es aerobio obligado, siendo oxígeno el aceptor terminal de electrones (Raspor & Goranovič, 2008; Qiu et al., 2021). Respecto a las condiciones óptimas de desarrollo, se ha observado que el pH del medio debe encontrarse entre 5 - 6,5, aunque pueden crecer a valores inferiores (pH 3 - 4). Su temperatura óptima varía entre 28 y 30 °C, aunque algunas especies son reconocidas como termotolerantes (Mamlouk & Gullo, 2013).

Las BA pertenecen a la clase *Alphaproteobacteria*, orden *Rhodospirillales* y a la familia *Acetobacteraceae* (Kerstens et al., 2006). Desde el año 2021, se han reportado más

de 19 géneros y 92 especies, pero los principales géneros de interés enológico son *Acetobacter* y *Gluconobacter*. Se ha determinado que las especies que inciden en todas las etapas de vinificación son *Acetobacter aceti* y *Acetobacter pasteurianus*. La primera etapa se caracteriza por una alta diversidad, donde la especie *Gluconobacter oxydans* domina inicialmente en la uva y en el mosto, sin embargo, su presencia disminuye conforme avanza la fermentación por su baja tolerancia al etanol (Du Toit & Lambrechts, 2002; Mitina, et al., 2025). Durante las últimas etapas de la vinificación, la diversidad de BA disminuye y *A. aceti* y *A. pasteurianus* dominan en los vinos envejecidos (González et al., 2004).

De acuerdo con el Manual de Bacteriología Sistemática de Bergey (De Ley et al., 1984) las características que distinguen a estos dos géneros radican en la capacidad de oxidar los ácidos láctico y acético en dióxido de carbono (CO₂) y agua, a través del ciclo de los ácidos tricarbónicos. *Gluconobacter*, al contrario que *Acetobacter*, no puede realizar dicho ciclo completamente y por lo tanto, no metaboliza la mayoría de los ácidos orgánicos (Parra, 2024). También, interviene el tipo de coenzima de la cadena respiratoria que utiliza, puesto que *Acetobacter* tiene dos enzimas unidas a la membrana, la primera es la enzima alcohol deshidrogenasa (ADH) y la segunda acetaldehído deshidrogenasa (ALDH), con la función de oxidar el etanol a ácido acético bajo la dirección de la coenzima Q9 de la cadena respiratoria (CoQ) (Kerstens et al., 2006; Qiu et al., 2021). La oxidación de etanol a ácido acético se produce en dos reacciones catalíticas (Figura 1), primero es la transformación del etanol en acetaldehído por acción de la ADH, posteriormente este intermedio pasa a convertirse en ácido acético con ayuda de la ALDH. Ésta ruta metabólica que ocurre a nivel citoplasmático, la siguen los géneros *Acetobacter* y *Gluconobacter*, no obstante, este último no puede utilizar la lactosa como fuente de carbono (Aizawa, 2014; Mamlouk & Gullo, 2013; Parra, 2024).

Figura 1. Ciclo del metabolismo del etanol (Fuente: Parra, 2024).



Los complejos A-DH y AL-DH unidos a la membrana están estrechamente vinculados a la cadena respiratoria; la **ADH** oxida el **etanol** a **acetaldehído**, mientras que **AL-DH** oxida el **acetaldehído** producido de la reacción anterior a **ácido acético** (Mamlouk & Gullo, 2013).

- **Acidez volátil en vinos tintos**

La acidez volátil (AV) es el análisis de los ácidos grasos de cadena corta de la serie acética, conformada por el ácido acético, ácido fórmico, ácido propiónico y ácido butírico, ya sea en su estado libre o en sales. En gran parte se forman como productos secundarios o subproductos de las fermentaciones, tanto en la fermentación alcohólica como en la fermentación maloláctica, en esta última destaca la presencia de bacterias lácticas, sin embargo, al finalizar es recomendable la cuantificación de AV que sirve como un diagnóstico sanitario del vino (Tenorio et al., 2014).

El ácido acético es el componente principal de la acidez volátil en los mostos y vinos. En vinos sanos, la concentración puede oscilar entre 0,2 y 0,6 g/L, pero también puede ser superior en determinadas condiciones de manejo y estilos de elaboración (Bely et al., 2003); este ácido puede formarse en cualquier momento, su incidencia va desde la etapa inicial en recepción de las uvas, hasta la etapa final del embotellado del vino si no se elabora bajo buenas prácticas de higiene (Vilela et al., 2011). La concentración de AV de los vinos debe ser siempre baja, ya que, en cantidades excesivas, se consideran una característica de deterioro y defecto (Boulton et al., 1996). En el año 2016, la OIV presentó en el documento “Código Internacional de Prácticas Enológicas”,

donde se establece que el límite máximo aceptable de acidez volátil en la mayoría de los vinos, es 1.2 g/L de ácido acético. Sin embargo, se requiere una concentración de ácido acético de 0.90 g/L para producir un retrogusto amargo perceptible en el vino sin producir un olor fuerte (Ribéreau-Gayon et al., 2006).

- **Buenas Prácticas de Higiene en la producción de vino en México**

Las Buenas Prácticas de Higiene (BPH) aplicadas a los procesos de producción, engloban una estructurada metodología de cómo realizar correctamente e higiénicamente cada etapa. Estas, constituyen la base de todos los sistemas de higiene de los alimentos en los que se basa la producción de alimentos inocuos y aptos para el consumo (FAO, 2023). La higiene en bodegas de producción de vino debe ser primordial con rigurosa exigencia, con el objetivo de eliminar fuentes de contaminación y controlar la proliferación de microorganismos que comprometan la calidad del vino (Duarte et al., 2011). La higienización consta de dos operaciones básicas y fundamentales: limpieza y desinfección. La limpieza es la actividad que consiste en eliminar los materiales orgánicos e inorgánicos o la suciedad que se encuentra en las superficies y equipos, que pueden contener microorganismos o favorecer su crecimiento, es la acción mecánica y uso de agentes químicos como jabones o detergentes con diferentes niveles de pH que ayudan a la eliminación de la suciedad (OMS, 2022). Mientras que, la desinfección es la reducción de gran parte de los microorganismos patógenos a un número aceptablemente bajo mediante actividades químicas y físicas, dependiendo de la naturaleza del equipo y del desinfectante utilizado hasta que no signifiquen un riesgo a la salud. A pesar de que la limpieza puede eliminar el 90% o más de los microorganismos, la desinfección es esencial para destruirlos y evitar que se depositen en otros lugares (Holah, 2014). En las bodegas de producción de vino el uso de desinfectantes o agentes químicos es limitado, puesto que los productos que habitualmente se usan en los establecimientos de alimentos pueden afectar las características organolépticas del vino. En este sentido, el hipoclorito de sodio (NaClO), es el desinfectante a base de cloro más utilizados a nivel mundial (Muñoz et al., 2021), no es recomendado en la industria vitivinícola. El cloro reacciona con los clorofenoles del corcho natural, lo que propicia la formación de 2, 4, 6-tricloroanisol (TCA), impactando negativamente la calidad del vino al conferirle un

olor a corcho o bien a mohó (Hidalgo-Togores, 2003; UC Davis, 2025).

En México no existen normas exclusivas para el control de los procesos y buenas prácticas de higiene en la elaboración de vino, pero sí una serie de regulaciones generales de los alimentos y bebidas, en las cuales los productores de vino se basan. La Norma Oficial Mexicana NOM-251-SSA1-2009, emitida por Secretaría de Salud (2009), establece los requisitos mínimos de buenas prácticas de higiene que deben de cumplirse en el proceso de producción de alimentos, bebidas y suplementos alimenticios, así como en su almacenamiento, transporte y comercialización, con la finalidad de garantizar la inocuidad y evitar su contaminación a lo largo del proceso y su vez, se proteja la salud del consumidor. Asimismo, la Norma Oficial Mexicana NOM-120-SSA1-1994, emitida por la misma dependencia pública en 1994, describe la aplicación de prácticas adecuadas de higiene y sanidad, en el proceso de alimentos, bebidas no alcohólicas y alcohólicas. Por su parte, la Norma Oficial Mexicana NOM-199-SCFI-2017, emitida por la Secretaría de Economía (2017), contiene la denominación de las bebidas alcohólicas y las especificaciones fisicoquímicas, así como la información comercial y los métodos de prueba que deben aplicarse para determinar su cumplimiento. Ésta última, nos da la información de las especificaciones del vino, que referente a la acidez volátil señala que el límite máximo permitido en el embotellado es de 1,5 g/L. Mientras que, la Norma Oficial Mexicana NOM-142-SSA1/SCFI-2014, emitida por Secretaría de Salud (2014), establece las especificaciones sanitarias y disposiciones referentes al etiquetado y comercialización de las bebidas alcohólicas en el territorio nacional.

Justificación

En todas las operaciones de sanidad e inocuidad empleadas en la industria vitivinícola, existe la posibilidad de contar con vinos con acidez volátil y presencia de BA. Se ha demostrado que las BA representan más del 68% del total de bacterias presentes en las uvas en el momento de la vendimia. Además, se han encontrado niveles de 3×10^3 CFU/ml en uvas sanas y de hasta 5×10^6 CFU/ml en uvas afectadas por enfermedades criptogámicas (Hernández & Barbero, 2008). En la bodega, la evidencia más conocida de la actividad no controlada de las BA es el picado acético o acetificación del vino, lo que trae consigo pérdidas sensoriales y repercuten en lo económico a nivel mundial.

A escala industrial, resulta prácticamente imposible eliminar las BA, pero podemos limitar su proliferación, disminuyendo los niveles de riesgo y sus consecuencias negativas en la calidad sensorial del producto final (Vilela et al., 2008). Es por esto, que las condiciones de inocuidad y sanidad bajo las que se elabora o maneja el vino, deben ser adecuadas y de carácter preventivo. Para asegurar dicha calidad, la implementación de buenas prácticas de higiene en la vinificación es una eficaz herramienta para evitar dichas alteraciones sensoriales y de calidad en el proceso de elaboración de vinos, además para su cumplimiento, debe sustentarse con la normatividad que rige al país.

Objetivos

Establecer las buenas prácticas de higiene en la elaboración de vinos tintos para control de acidez volátil.

1. Diseñar un diagrama de flujo del proceso de elaboración de vino tinto para identificar las áreas que tienen peligro de presencia de acidez volátil.
2. Desarrollar un plan de buenas prácticas de higiene en la elaboración de vino tinto para prevenir la acidez volátil, basado en la normatividad mexicana que rige a la industria de los alimentos.

Materiales y métodos

Se realizó una revisión bibliográfica de las etapas de elaboración de vino tinto frente a la actividad de las BA, con la finalidad de identificar la etapa en la que se da mayor prevalencia de AV por su efecto metabólico. Se diseñó un diagrama de flujo para determinar los puntos donde se puede presentar el riesgo de la presencia de BA.

El manual de buenas prácticas de higiene en la elaboración de vinos, se basó en la implementación de la normatividad mexicana siguiente:

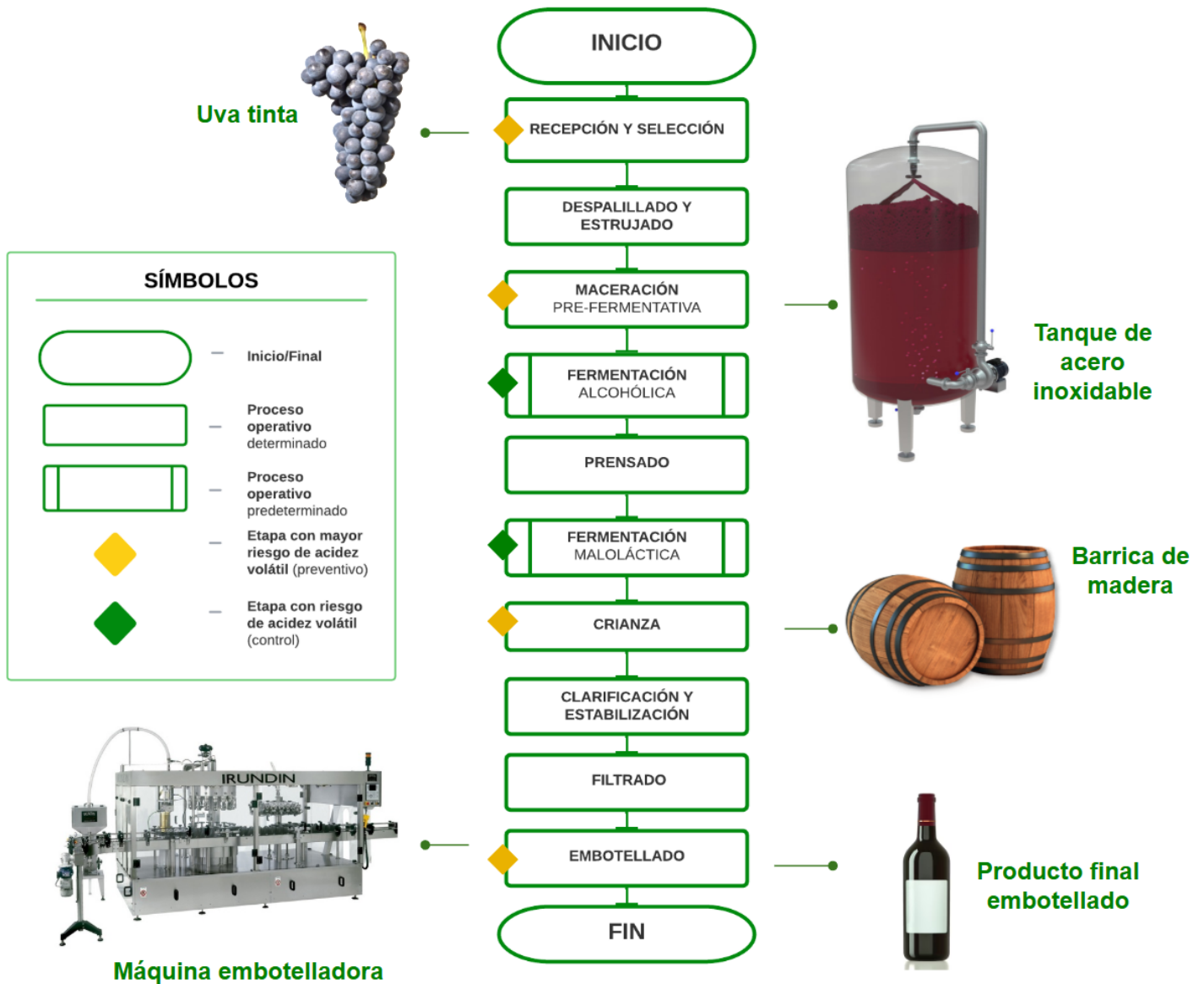
- a. Prácticas de higiene para el proceso de alimentos, bebidas o suplementos alimenticios (NOM-251-SSA1-2009),
- b. Prácticas de higiene y sanidad para el proceso de alimentos, bebidas no alcohólicas y alcohólicas (NOM-120-SSA1-1994)
- c. Bebidas alcohólicas-Denominación, especificaciones fisicoquímicas, información comercial y métodos de prueba (NOM-199-SCFI-2017).

Resultados

Diagrama de flujo del proceso de elaboración de vino tinto identificando los puntos donde existe el peligro del incremento de Acidez volátil

En la esquematización del diagrama flujo (Figura 2), se establecieron diez etapas de la elaboración de vino tinto con la identificación de seis puntos de peligro de AV. Las acciones en las etapas que representan un mayor riesgo de presencia de acidez volátil son de carácter preventivo por el nivel de afectación, estas se marcaron con un rombo de color amarillo. El rombo de color verde señala las etapas donde el control de AV depende de la información proporcionada por el proveedor respecto a las condiciones óptimas de los microorganismos involucrados en la fermentación alcohólica y maloláctica.

Figura 2. Diagrama de flujo de la elaboración de vino tinto que muestra las áreas donde existe el peligro de presencia de acidez volátil (Basado en: Ribéreau-Gayon et al., 2006).



La **recepción y selección de uva** consiste inicialmente con la entrada de los racimos de uva tinta a la bodega como materia prima de transformación. Se inicia pesando el tamaño del lote (hectárea), se verifica el grado de aceptación en cuanto a su madurez y estado fitosanitario, para posteriormente continuar con la selección del racimo y retirar los granos verdes, pasificados o con pudrición. Desde esta etapa podemos tener presencia de las BA provenientes de la microbiota del viñedo, mayormente estará condicionada la calidad si hay un estado fitosanitario desfavorable.

En el **despalillado y estrujado** se utiliza máquina despalilladora y estrujadora, la primera con el objetivo de separar las bayas del palillo o raspón, seguido del estrujado que ejerce una presión en la baya hasta generar una rotura para facilitar el acceso al mosto, que es el jugo o zumo de uva a macerar. En esta etapa se requiere un tratamiento antimicrobiano para evitar fermentaciones no deseadas.

La **maceración** es una etapa de contacto de las partes sólidas de la baya (hollejo y semilla) y el mosto obtenido del estrujado; con un tiempo de duración determinado por el perfil organoléptico del vino. Para su control se requiere del sulfitado previo para evitar la proliferación de BA a un nivel de riesgo (ver Anexo 8).

La **Fermentación Alcohólica (FA)** comienza con la selección e inoculación de levaduras comerciales enológicas (*Saccharomyces cerevisiae*) al mosto, con el fin de controlar la fermentación de los azúcares, glucosa y fructosa, que están contenidos en la baya, y lograr su transformación en etanol y CO₂. El monitoreo de la temperatura en la que ocurre la reacción es necesaria para el control cinético de la FA.

El **prensado** es una operación mecánica que requiere del uso de una máquina de prensado, con la finalidad de extraer la parte líquida de los hollejos una vez terminado el periodo de maceración.

La **Fermentación Maloláctica (FML)** es una etapa opcional optada para modificar la acidez málica con la transformación de ácido málico en ácido láctico, por acción de bacterias lácticas. El incremento de la acidez volátil puede aumentarse si no hay control de temperatura de reacción.

La **crianza** es la etapa opcional de evolución del vino en barricas de madera por un periodo de tiempo determinado, este paso aporta características organolépticas terciarias al vino, en olfato y gusto gracias al proceso de microoxigenación del poro de la madera y los compuestos que contiene el vino. Se requiere mucha atención a esta etapa, puesto que el suministro de oxígeno en grandes cantidades y no controlado, puede provocar la oxidación del vino y a su vez, el incremento de AV por acción de BA.

La **clarificación y estabilización del vino**, es la serie de operaciones en las que se agrega un agente clarificante y estabilizador, con la finalidad de facilitar la eliminación de las partículas en disolución o suspensión presentes, para evitar precipitaciones

posteriores por el contenido de tartratos en el vino.

En la **filtración** se eliminan los sólidos insolubles en el vino mediante un filtro estéril, a través de una maquinaria específica. Esta etapa puede asegurar la disminución de la incidencia de BA en botella, si se hace a un nivel estéril.

El **embotellado** es determinado como el llenado, taponado y encapsulado del vino terminado, es fundamental realizar la determinación cuantitativa de AV del vino a embotellar, con el objetivo de evitar su deterioro al interior.

Las BPH se deben implementar en todas las etapas de la producción vinícola, garantizando se cumplan los requisitos en las instalaciones y servicios, maquinaria y equipo, higiene personal, control de plagas y procesamiento. Enseguida se describen los apartados y los requerimientos de la normatividad mexicana que se adapta el proceso de elaboración de vino:

Instalaciones y servicios

Las disposiciones generales de la NOM-251-SSA1-2009, que se ajustan a las instalaciones y servicios de una bodega de producción de vinos, se citan a continuación:

- Los establecimientos deben contar con un diseño de instalación que evite la contaminación de las materias primas, alimentos, bebidas o suplementos alimenticios.
- Deben de ser de fácil limpieza, sin grietas o roturas tanto pisos, paredes y techos del área de producción o elaboración.
- Deben ser provistas de protecciones las puertas y ventanas del área de producción o elaboración, para evitar la entrada de lluvia, fauna nociva o plagas.
- Debe evitarse que las tuberías, conductos, rieles, vigas, cables, entre otros, pasen por encima de tanques y áreas de producción o elaboración donde el producto sin envasar esté expuesto. En caso que existan, deben mantenerse en buenas condiciones de mantenimiento y limpieza.
- Las instalaciones deben ser apropiadas para disponer de agua potable, almacenarla y distribuirla.
- Para evitar plagas provenientes del drenaje, se debe estar provisto de trampas,

las coladeras deben de tener una rejilla desmontable y debe mantenerse siempre ajustada, libres de basura y sin estancamiento, para evitar la proliferación de fauna nociva y olores desagradables.

- Debe de contar con ventilación para evitar el calor y condensación de vapor excesivos, así como la acumulación de humo y polvo.
- Se debe contar con iluminación que permita la realización de las operaciones de manera higiénica; principalmente en el trabajo manual repetitivo, como la selección de la uva, con la finalidad de descartar el fruto con características indeseables, como pasificación o pudrición noble, la eliminación de hojas o partes vegetativas de la planta, así también la presencia de insectos o restos, entre otros.
- Debe existir una separación entre el área de producción o elaboración y el acceso al público.

Maquinaria y equipo

La NOM-251-SSA1-2009 se ajusta a la maquinaria y equipos que se utilizan en la bodega de producción de vino, con los siguientes puntos:

- La maquinaria y equipos debe de ser instalados de tal forma, que el espacio entre ellos mismos, la pared, el techo y piso, permita su limpieza y desinfección.
- Los agentes de limpieza y desinfección para los equipos y utensilios deben utilizarse de acuerdo a las instrucciones del fabricante o de los procedimientos internos para garantizar su efectividad (ver Anexo 1).
- Los equipos y utensilios donde se manipulen directamente alimentos, bebidas, suplementos alimenticios o sus materias primas, deben ser lisos sin roturas para poder ser lavables (ver Anexo 2).
- Los materiales que estén en contacto directo deben poder lavar y desinfectar adecuadamente antes y al final de su uso (ver Anexo 3).
- Los equipos de refrigeración y congelación deben contar con un termómetro o con un dispositivo de registro de temperatura en buenas condiciones de funcionamiento y colocado en un lugar accesible para su monitoreo.

Higiene Personal

Sin excepción alguna, el personal que trabaje en la manipulación directa del vino deberá cumplir con las BPH personal, asistiendo aseado, portando ropa y calzado de trabajo de uso exclusivo, así como portar equipo de personal según se requiera. De acuerdo a las NOM-251-SSA1-2009 y NOM-120-SSA1-1994, el personal que entre en contacto con materias primas, ingredientes, envase primario, producción, material de empaque, producto en proceso y terminado, según corresponda a las actividades propias de su función y en razón al riesgo sanitario que represente, deberá cumplir con siguientes las indicaciones:

- Lavarse las manos y desinfectarlas antes de iniciar la jornada de trabajo, así como después de cada ausencia del mismo y en cualquier momento cuando las manos puedan estar sucias o contaminadas (ver Anexo 4: Procedimiento 4.1).
- Se debe de contar con estaciones de lavado o de desinfección para el personal, con acceso al área de producción.
- El uso de guantes no exime del lavado de manos, si se emplean deben mantenerse limpios e íntegros.
- Portar uniforme o vestimenta y calzado limpios.
- Usar el cabello corto o recogido, además de portar una protección que cubra totalmente cabello, barba, bigote y patilla recortada (redes, cofias, cubrebocas y otros aditamentos simples y sin adornos).
- Usar cubrebocas cuando exista un riesgo de contaminación en las diversas operaciones del proceso de elaboración.
- Uñas recortadas, limpias y sin esmalte.
- No portar joyería o alhajas; pinzas, aretes, anillos, pulseras y relojes, collares u otros que puedan contaminar el producto.
- Todo el personal que opere en el área de producción debe capacitarse en BPH, por lo menos una vez al año.

Control de plagas

La NOM-251-SSA1-2009, es aplicable al control de plagas en una bodega de producción de vinos en los siguientes puntos:

- No se debe permitir la presencia de animales domésticos, ni mascotas dentro de las áreas de producción.
- Se deben tomar medidas preventivas para reducir la probabilidad de infestación y limitar el uso de plaguicidas.
- Los drenajes deben tener cobertura apropiada para evitar la entrada de plagas provenientes de alcantarillas.
- No debe encontrarse evidencia de presencia de plagas o fauna nociva.
- Se debe tener un plan para el control de plagas y erradicación de la fauna nociva (ver Anexo 5).

Procesamiento

La NOM-251-SSA1-2009 se ajusta para el área de vinificación en los siguientes puntos:

- Se debe evitar la contaminación cruzada entre cada área del proceso de elaboración.
- Debe realizarse la limpieza y desinfección de las superficies de manipulación, equipos y utensilios al término de las actividades diarias o en los cambios de turno, debe cumplirse al menos una vez al inicio y al final de la jornada (ver Anexo 2 y 3).
- Las condiciones de almacenamiento deben ser adecuadas, separando la materia prima, del producto en elaboración y producto terminado.
- Asegurar que los envases de la etapa de embotellado se encuentren limpios e inocuos para proteger al producto de cualquier contaminación o daño.
- Todos los productos terminados deben ostentar etiquetas que identifiquen al producto.
- El almacenamiento de detergentes y agentes de limpieza o agentes químicos y sustancias tóxicas, se debe hacer en un lugar separado y delimitado de

cualquier área de manipulación o almacenado de materias primas, deben estar cerrados e identificados.

- Los recipientes, frascos, botes, bolsas de detergentes y agentes de limpieza o agentes químicos y sustancias tóxicas, deben estar cerrados e identificados.
- Las materias primas, deben colocarse en mesas, estibas, tarimas, anaqueles, entrepaños, estructura o cualquier superficie limpia que evite su contaminación y contacto con el piso.

Discusión

El proceso de elaboración de vino tinto se encuentra identificado en la normatividad con el procesamiento de alimentos y el de bebidas alcohólicas; estos lineamientos involucran desde la recepción de la materia prima hasta el embotellado del producto terminado. Un nivel insuficiente de higiene y desinfección en los alimentos puede afectar seriamente la salud de los consumidores, el vino, dada sus características químicas los microorganismos no se desarrollan, pero no así los microorganismos que afectan la calidad del vino. La falta de higiene permite una alteración de la calidad del producto como lo es el incremento de ácido acético que genera la acetificación del vino. La acetificación es un proceso que se caracteriza por la oxidación del etanol en ácido acético, lo que puede elevar la acidez volátil del vino hasta valores mayores de 0,8 g acético/L. La velocidad de este proceso está determinada por la especie, la cantidad de BA presentes en el vino y por las características del vino (Hernández & Barbero, 2008) motivo por lo cual la higiene y desinfección son la herramienta que evita estas contaminaciones.

El control de acidez volátil se basa en la limpieza de las instalaciones y superficies, en el manejo apropiado del mosto, en la vinificación correcta y en el embotellado adecuado con las medidas previsoras necesarias. Por ello, establecer un manual de buenas prácticas de higiene en el proceso de vinificación, como herramienta para el control microbiano y la mínima presencia de AV, garantiza la calidad sensorial en el vino (Mitina et al., 2025). El implementar BPH en todo el proceso, refuerza las acciones de carácter preventivo y control, no sólo centrandolo en las etapas donde hay mayor riesgo como recepción y selección de racimos, maceración, fermentación maloláctica, crianza y embotellado (Tabla 1).

Tabla 1. Identificación de los puntos de peligro de acidez volátil

Posibles peligros de AV en la elaboración de vino tinto		
Etapa	Peligros	Medidas preventivas
1. Recepción y selección de racimos	Uva en mal estado fitosanitario	<ul style="list-style-type: none"> - Aplicación de Buenas Prácticas Vitícolas. - Capacitación en la identificación de síntomas de enfermedades fúngicas en racimo y selección manual. - Determinación de AV en mosto (Ver Anexo 6)
2. Despalillado y estrujado	Contaminación cruzada de BA en equipos y maquinaria	<ul style="list-style-type: none"> - Aplicación del plan de limpieza y desinfección de superficies de contacto con mosto y vino. - Adición de sulfitos (ver Anexo 8).
3. Maceración	Activación de BA e incidencia de mosquita de la fruta / <i>Drosophila melanogaster</i>	<ul style="list-style-type: none"> - Control de temperatura. - Eliminación de fuentes que propician la proliferación de la mosquita de la fruta (ver Anexo 5).
4. Fermentación alcohólica (FA)	<p>Fermentación espontánea no controlada.</p> <p>Adición de levadura caduca.</p> <p>Adición deficiente de levadura.</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Uso de levaduras comerciales seleccionadas, correcta inoculación de acuerdo a la ficha técnica del proveedor. - Monitoreo de los parámetros de la FA: °Brix y temperatura al menos 1 vez al día (ver Anexo 10).
5. Prensado	<p>Contaminación cruzada de BA en equipos y maquinaria.</p> <p>Suministro de cantidades</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Aplicación del plan de limpieza y desinfección de superficies de contacto con vino (ver Anexo 1 y 2).

	elevadas de oxígeno.	
6. Fermentación maloláctica (FML)	Inoculación ineficiente y falta de control de temperaturas. No inoculación.	<ul style="list-style-type: none"> - Uso de bacterias lácticas comerciales seleccionadas, correcta inoculación de acuerdo a la ficha técnica del proveedor. - Monitoreo de los parámetros de la FML: acidez total y pH; al menos 1 vez a la semana.
7. Crianza	Barricas usadas que tienen BA y no se desinfectaron correctamente. Barricas con incidencia de BA por vino contaminado con > 0.9 g/L de ácido acético. Manejo incompleto en el llenado de barricas.	<ul style="list-style-type: none"> - Aplicación del plan de limpieza y desinfección de barricas (ver Anexo 7). - Llenado y monitoreo de barricas semanal. - Determinación de AV en vino de manera mensual (ver Anexo 6).
8. Clarificación y estabilización	Contaminación cruzada de BA en equipos y maquinaria. Suministro de cantidades elevadas de oxígeno.	<ul style="list-style-type: none"> - Aplicación del plan de limpieza y desinfección de superficies de contacto con vino (ver Anexo 2).
9. Filtrado	Resultado del análisis de AV en vino terminado >0.9 g/L.	<ul style="list-style-type: none"> - Monitoreo de acidez volátil. Filtración a través de membrana estéril (ver Anexo 11).
10. Embotellado	Contaminación cruzada de BA en línea de embotellado, equipo y maquinaria.	<ul style="list-style-type: none"> - Aplicación del plan de limpieza y desinfección de superficies de contacto con vino (ver Anexo 3). - Inertización de línea de embotellado y taponado al vacío

		(ver Anexo 9).
--	--	----------------

En la etapa de recepción y selección de uva, el control fitosanitario es la clave para mantener la calidad del mosto y a su vez, de los vinos. Una vez que se decide la fecha de vendimia de acuerdo a los índices de maduración. Es deber del enólogo capacitar al personal en la etapa de selección de los racimos, para una correcta identificación de la sintomatología que correspondan a alguna enfermedad fúngica que comprometa la calidad de la uva (Romero, 2008). En uvas infectadas por *Botrytis cinerea*, una infección fúngica que provoca la rotura de la piel de la baya, condiciona la calidad del proceso de vinificación al permitir a las bacterias acéticas el acceso al interior y comenzar el deterioro la baya desde el viñedo (Du Toit y Lambrechts 2002).

Otra etapa de mayor riesgo es la maceración, para la prevención del riesgo de AV se necesita realizar correctamente el sulfitado del lote (mosto y bayas), controlar el suministro de oxígeno y monitorear la temperatura, puesto que el aumento en la temperatura acelera los procesos enzimáticos (Ribéreau-Gayon et al., 2006). Los ambientes con oxígeno y temperaturas entre 20 y 30 °C son ideales para el crecimiento de BA; desencadena un aumento de la acidez volátil y el deterioro del vino (Mitina et al., 2025). Durante la maceración se pueden inocular a las levaduras seleccionadas para la FA y seguir con las especificaciones de uso; al iniciar la fermentación alcohólica la población de bacterias de ácido acético en el mosto disminuye (Parra, 2024).

En el despalillado y estrujado, así como en el prensado, se requiere de la aplicación del plan de limpieza y desinfección de superficies de contacto con mosto y vino entre cada lote, con el objetivo de reducir la población de las bacterias acéticas y evitar contaminaciones cruzadas entre lotes (Kelly, 2022).

Al igual que en la FA, la fermentación maloláctica, requiere de monitoreo constante de temperatura, así mismo, al final de la crianza. En la etapa final, el embotellado, se implementa la práctica del inertizado de superficies para reducir el oxígeno presente, la cual, es una buena forma de minimizar el crecimiento de las BA debido a su dependencia del oxígeno. Así mismo, en vinos terminado con AV arriba de 0.5 g/L se

recomienda la filtración estéril para prolongar la vida de anaquel y evitar una evolución negativa en botella (Kelly, 2022). De igual manera, es recomendable el uso de dióxido de azufre (SO₂) para prevenir el deterioro del vino debido a su actividad antimicrobiana (Tedesco et al., 2022).

Conclusión

La higiene es una exigencia primordial en la industria vinícola y su principal objetivo es controlar las fuentes de contaminación, con esto, minimizar el desarrollo de los microorganismos que amenazan la calidad del vino, en especial los que originan la acidez volátil, por lo tanto, establecer buenas prácticas de higiene son la herramienta de control y garantía de calidad en el proceso de elaboración de vino. La capacitación en BPH es fundamental al igual la documentación de las etapas de elaboración de vino, ya que nos permiten definir los controles que aseguren un producto final de calidad.

Referencias bibliográficas

- Bely, M., Rinaldi, A. & Dubourdieu, D. (2003) Influence of assimilable nitrogen on volatile acidity production by *Saccharomyces cerevisiae* during high sugar fermentation. *J Biosci Bioeng* 96:507–512
- Boulton, R., Singleton, V., Bisson, L. & Kunkel, R. (1996). Principles and practices of winemaking, 1st edn. Chapman & Hall, New York
- Casassa, L. & Harbertson, J.(2014). Extraction, Evolution, and Sensory Impact of Phenolic Compounds During Red Wine Maceration. *Annual review of Food Science and Technology* 5: 83-109. <https://doi.org/10.1146/annurev-food-030713-092438>
- De Ley, J., & Frateur, J. (1984). Manual de bacteriología sistemática de Bergey: Familia *Acetobacter*. 8.ª ed. Williams y Wilkins Baltimore, 251–253
- Du Toit, W. J., & Lambrechts, M. G. (2002). The enumeration and identification of acetic acid bacteria from South African red wine fermentations. *International journal of food microbiology*, 74(1-2): 57–64. [https://doi.org/10.1016/s0168-1605\(01\)00715-2](https://doi.org/10.1016/s0168-1605(01)00715-2)
- Duarte, F. L., López, A., Alemão, F., Santos, R. & Canas, S. (2011). COMMERCIAL SANITIZERS EFFICACY – A WINERY TRIAL. *Ciência Téc. Vitiv.* 26 (1) 45-52.
- España. (2003). Ley 24/2003, de 10 de julio, de la Viña y del Vino. Boletín Oficial del Estado, 165:27148-27165. <https://www.boe.es/eli/es/l/2003/07/10/24>
- Fernández, R. (2015). Identificación taxonómica y clonal de bacterias acéticas, y estudio del efecto de la nisina frente a biofilms de bacterias enológicas. Tesis de Doctorado en Enología. Universidad de La Rioja, España. Disponible en: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/tesis?codigo=45994>
- Gil, R., Gómez, E., Martínez, A. & López, J. (1999). Evolution of Phenolic Compounds during Wine Fermentation and Post-fermentation: Influence of Grape Temperature. *Journal of Food Composition and Analysis*, 12(4). <https://doi.org/10.1006/jfca.1999.0834>
- González, A., Hierro, N., Poblet, M., Rozès, N., Mas, A., & Guillamón, J. M. (2004). Application of molecular methods for the differentiation of acetic acid bacteria in a red wine fermentation. *Journal of applied microbiology*, 96(4): 853–860. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2672.2004.02220.x>

- Hernández, I. & Barbero, F. (2008). Bacterias Acéticas: técnicas de detección y eliminación. Viticultura. Departamento Técnico Guserbiot, S.L. Disponible en: https://www.academia.edu/37317930/Guserbiot_Viticultura_Bacterias_Aceticas_
- Holah, J. T. (2014). 9 - Cleaning and disinfection practices in food processing. Technology and Nutrition, Hygiene in Food Processing (Second Edition), 259-304.
- Jingfeng, Z., Wang, L., Shi, L., Chen, X., Liang, M. & Zhao, L. (2020). Development and application of a real-time loop-mediated isothermal amplification method for quantification of *Acetobacter aceti* in red wine, FEMS Microbiology Letters, 367(19), <https://doi.org/10.1093/femsle/fnaa152>
- Kelly, M. (2022). Volatile Acidity in Wine. PennState Extension Associate in Enology. <https://extension.psu.edu/volatile-acidity-inwine#:~:text=What%20Is%20Volatile%20Acidity%3F,smell%20and%20taste%20of%20vinegar>
- Kersters, K., Lisdiyanti, P., Komagata, K., Swings, J. (2006). The Family *Acetobacteraceae*: The Genera *Acetobacter*, *Acidomonas*, *Asaia*, *Gluconacetobacter*, *Gluconobacter*, and *Kozakia*. The Prokaryotes 5: 163–200. https://doi.org/10.1007/0-387-30745-1_9
- Lasanta, C., Cejudo, C., Gómez, J., & Caro, I. (2023). Influence of Prefermentative Cold Maceration on the Chemical and Sensory Properties of Red Wines Produced in Warm Climates. Processes, 11(2): 374. <https://doi.org/10.3390/pr11020374>
- Mamlouk, D., & Gullo, M. (2013). Acetic Acid bacteria: physiology and carbon sources oxidation. Indian journal of microbiology, 53(4): 377–384. <https://doi.org/10.1007/s12088-013-0414-z>
- Mercanti, N., Macaluso, M., Pieracci, Y., Brazzarola, F., Palla, F., Giorgio, P., & Zinnai, A. (2024). Enhancing wine shelf-life: Insights into factors influencing oxidation and preservation. Heliyon, 10(15). <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2024.e35688>.
- Mitina, I., Grajdieru, C., Sturza, R., Mitin, V., Rubtov, S., Balanuta, A., Behta, E., Deaghileva, A., Inci, F., Haciosmanoğlu, N., & Zgardan, D. (2025). Molecular Detection of *Acetobacter aceti* and *Acetobacter pasteurianus* at Different Stages of Wine Production. Foods, 14(1). <https://doi.org/10.3390/foods14010132>
- Muñoz, L., Borrego, A., Villalba, C., González, R., Orduño, N., Villezcas, G., Rodríguez, M., Avila, G., & Vargas, I. (2021). El cloro y su importancia en la inactivación de

- bacterias, ¿Puede inactivar virus?. *Revista mexicana de fitopatología*, 39 (spe): 198-206. <https://doi.org/10.18781/r.mex.fit.2021-4>
- OIV. Compendio de Métodos Internacionales de Análisis de Vinos y Mostos. Método OIV-MA-AS313-02:R2015.
 - Organización Internacional de la Viña y el Vino (OIV). (2015). Código Internacional de Prácticas Enológicas. Edición 2016, Francia. Disponible en: <https://www.oiv.int/public/medias/4902/code-2016-es.pdf>
 - Organización Mundial de la Salud (2009). Hand Hygiene Technical Reference Manual. Disponible en: <https://www.who.int/es/publications/i/item/9789241598606>
 - Organización Mundial de la Salud (OMS). (2024). Inocuidad de los alimentos. Disponible en: <https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/food-safety>. (Último acceso 24/11/2024).
 - Organización Mundial de la Salud. (2022). Cuidado, limpieza, desinfección y esterilización del entorno [Archivo PDF]. Disponible en: <https://www.who.int/docs/default-source/coronaviruse/care-cleaning-disinfection-and-sterilization-es.pdf>
 - Parra, M., A. (2024). La detección de bacterias acéticas en vinos: problemática y desarrollo de un test rápido de predicción. Tesis de Doctorado en Enología, Viticultura y Sostenibilidad. Universidad de La Rioja, España. Disponible en: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/tesis?codigo=324493>
 - Polo, L., Ferrer, S., & Pardo, I. (2008). Eficacia de la microfiltración en la elaboración de vinos embotellados. *ACE: Revista de Enología* 98. Disponible en: <https://www.acenologia.com/ciencia98/>
 - Qiu, X., Zhang, Y. & Hong, H. (2021). Classification of acetic acid bacteria and their acid resistant mechanism. *AMB Expr* 11(29). <https://doi.org/10.1186/s13568-021-01189-6>
 - Raspor, P. y Goranovič, D. (2008). Aplicaciones biotecnológicas de las bacterias del ácido acético. *Critical Reviews in Biotechnology*, 28 (2): 101–124. <https://doi.org/10.1080/07388550802046749>
 - Ribéreau, P., Dubourdieu, D., Donèche, B. & Lonvaudet, A. (2006). *Handbook of Enology: The Microbiology of Wine and Vinifications*, Volumen 1, 2a edición.

- Romero, M. I. (2008). Extracción de compuestos fenólicos de la uva al vino. Papel de los enzimas de maceración. Tesis de Doctorado de Tecnología de Alimentos, Nutrición y Bromatología. Universidad de Murcia, España. Disponible en: <http://hdl.handle.net/10201/2117>
- Secretaría de Economía. (2017). Bebidas alcohólicas-Denominación, especificaciones fisicoquímicas, información comercial y métodos de prueba (NOM-199-SCFI-2017).
- Secretaría de Salud. (1994). Bienes y servicios. Prácticas de higiene y sanidad para el proceso de alimentos, bebidas no alcohólicas y alcohólicas (NOM-120-SSA1-1994).
- Secretaría de Salud. (2009). Prácticas de higiene para el proceso de alimentos, bebidas o suplementos alimenticios (NOM-251-SSA1-2009). Disponible en: <https://www.dof.gob.mx/normasOficiales/3980/salud/salud.htm>
- Secretaría de Salud. (2014). Bebidas alcohólicas. Especificaciones sanitarias. Etiquetado sanitario y comercial (NOM-142-SSA1/SCFI-2014). Disponible en: https://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5386313&fecha=23/03/2015#gsc.tab=0
- Tedesco, F., Siesto, G., Pietrafesa, R., Romano, P., Salvia, R., Scieuzo, C., Falabella, P., & Capece, A. (2022). Chemical Methods for Microbiological Control of Winemaking: An Overview of Current and Future Applications. *Beverages*, 8(3): 58. <https://doi.org/10.3390/beverages8030058>
- Tenorio, M., Mateos, I., De Prádema, J., García, M., Pérez, M., Redondo, A., Villanueva, M. & Zapata, M. (2014). Herramientas online de aprendizaje y autoevaluación en el ámbito del control de calidad de los alimentos: El vino y su análisis. Universidad Complutense de Madrid – Departamento de Nutrición y Bromatología. Disponible en: <https://eprints.ucm.es/id/eprint/29446>
- Trioli, G. & Hofmann, U. (2009) ORWINE: Code of Good Organic Viticulture and Wine-Making, Oppenheim, Germany. Disponible en: <https://www.uwe-hofmann.org/Orw%20GB+.pdf>
- UC Davis. (2025). Common Chemical Reagents: Chlorine Dioxide. [Página Web]. Disponible en: <https://wineserver.ucdavis.edu/industry-info/enology/methods-and-techniques/common-chemical-reagents/chlorine-dioxide> (Último acceso 24/05/2025)

- Valera, M. J., Sainz, F., Mas, A., & Torija, M. J. (2017). Effect of chirosan and SO₂ on viability of *Acetobacter* strains in wine. *International Journal of Food Microbiology* 1(4): 246. <https://doi.org/10.1016/j.ijfoodmicro.2017.01.022>
- Vila, H. (2002). Efecto del tiempo de maceración sobre el color, la composición tánica y la astringencia de vinos Cabernet Sauvignon y Malbec. Tesis de Maestría de Viticultura y Enología, Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Nacional de
- Vilela, A., Schuller, D., Mendes, A. & Côrte, M. (2008). Reduction of volatile acidity of wines by selected yeast strains. *Appl Microbiol Biotechnol* 80: 881–890.
- Vilela, A., Schuller, D., Mendes, A., Silva, R., Chaves, S., João, M. & Côrte, M. (2011). The impact of acetate metabolism on yeast fermentative performance and wine quality: reduction of volatile acidity of grape musts and wines. *Appl Microbiol Biotechnol* 89: 271–280.
- Wurz, D. A. (2019). Wine and health: A review of its benefits to human health. *BIO Web of Conferences* 12. <https://doi.org/10.1051/bioconf/20191204001>
- Yoo, Y., Saliba, A. & Prenzler, P. (2010), Should Red Wine Be Considered a Functional Food?. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, 9: 530-551. <https://doi.org/10.1111/j.1541-4337.2010.00125.x>

Anexos

Anexo 1: Preparación de soluciones desinfectantes

PREPARACIÓN DE SOLUCIONES DESINFECTANTES

Alcance:	Tanques, tuberías, mangueras, tinas, bombas y cualquier otro equipo que se utilice durante la producción, crianza, transporte y almacenamiento de vino.
Referencia:	NA

Principio:

Toda superficie inerte que permanece en contacto con mosto, vino en proceso o terminado, debe cumplir con los parámetros de calidad microbiológica de la bodega. El procedimiento de desinfección se encarga de reducir al mínimo la carga microbiológica de dichas superficies, utilizando agentes químicos (Holah, 2014).

Reactivos

Peroxihidrato de carbonato de sodio
Ácido cítrico
Metabisulfito de potasio
Alcohol etílico
Agua destilada

Material

Balanza granataria
Espátula
Platillo de pesaje
Probeta de 1L

Procedimiento 1: Preparación de solución de peroxihidrato de carbonato de sodio al 5%

- 1) Verificar que la balanza granataria se encuentre limpia sin residuos sólidos sobre el platillo.
- 2) Identificar que el índice de fiel éste fijo en la línea roja cuando se coloque la pesas en 0 gramos.
- 3) Manipular las pesas de acuerdo al peso a medir; para preparar 1L de solución debe pesar 50 g de peroxihidrato de carbonato de sodio.
- 4) Colocar los 50 g de peroxihidrato de carbonato de sodio en un recipiente con capacidad de 1.5 L con tapadera.
- 5) Medir con una probeta graduada 1000 mL de agua pura y agréguese al recipiente que contiene el reactivo.
- 6) Mezclar suavemente hasta disolver completamente y obtener un líquido de aspecto blanquecino homogéneo.
- 7) Etiquetar el recipiente con nombre de la solución, concentración, fecha y nombre de quien la preparó.

Procedimiento 1.1: Preparación de solución de ácido cítrico al 5%

- 1) Verificar que la balanza granataria se encuentre limpia sin residuos sólidos sobre el platillo.
- 2) Identificar que el índice de fiel éste fijo en la línea roja cuando se coloque la pesas en 0 gramos.
- 3) Manipular las pesas de acuerdo al peso a medir; para preparar 1L de solución debe pesar 50 g de ácido cítrico.
- 4) Colocar los 50 g de ácido cítrico en un recipiente con capacidad de 1.5 L con tapadera.
- 5) Medir con una probeta graduada 1000 mL de agua pura y agréguese al recipiente que contiene el reactivo.
- 6) Mezclar suavemente hasta disolver completamente y obtener un líquido de aspecto transparente - cristalino.
- 7) Etiquetar el recipiente con nombre de la solución, concentración, fecha y nombre de quien la preparó.

Procedimiento 1.2: Preparación de solución de metabisulfito de potasio al 10%

- 1) Verificar que la balanza granataria se encuentre limpia sin residuos sólidos sobre el platillo.
- 2) Identificar que el índice de fiel éste fijo en la línea roja cuando se coloque la pesas en 0 gramos.

- 3) Manipular las pesas de acuerdo al peso a medir; para preparar 1L de solución debe pesar 100 g de metabisulfito de potasio.
- 4) Colocar los 100 g de metabisulfito de potasio en un recipiente con capacidad de 1.5 L con tapadera.
- 5) Medir con una probeta graduada 1000 mL de agua pura y agregarlos al recipiente que contiene el reactivo.
- 6) Mezclar suavemente hasta disolver completamente y obtener un líquido de aspecto transparente - cristalino.
- 7) Etiquetar el recipiente con nombre de la solución, concentración, fecha y nombre de quien la preparó.

Procedimiento 1.3: Uso de alcohol etílico al 70%

- 1) Medir con la probeta la cantidad de alcohol etílico al 70% equivalente al 50% del volumen final de una solución de 1 L; por ejemplo, al 50% v/v serán 500 ml de etanol al 70%.
- 2) Completar hasta la cantidad de 1 litro con agua destilada; siendo 500 ml para el ejemplo anterior.

Anexo 2: Limpieza y desinfección de superficies: tanques y otros.

LIMPIEZA Y DESINFECCIÓN DE SUPERFICIES: TANQUES Y OTROS

Alcance:	Tanques, tuberías, mangueras, tinas, bombas y cualquier otro equipo que se utilice durante la producción, crianza, transporte y almacenamiento de vino. Así como la maquinaria para despalillado y estrujado, prensado y filtración.
Referencia:	NA

Principio:

Mantener la limpieza y desinfección de las superficies de contacto con el vino, es crucial para la conservación de la calidad del vino. La presencia de bacterias u otros microorganismos patógenos en la superficie de contacto entre equipos, maquinaria y el vino, podrían provocar contaminación cruzada entre lotes y convertirse en un riesgo enológico que debe prevenirse (Holah, 2014).

Reactivos

Solución de peroxihidrato de carbonato de sodio al 5%
Solución de ácido cítrico al 5%
Solución de metabisulfito de potasio al 10%
Agua potable

Material

Esponjas de fibra blanca
Porta esponjas
Cubetas de 10 L
Atomizador
Manguera con adaptador a llave de agua potable.

Procedimiento 2: Limpieza y desinfección de superficies: tanques y maquinaria para despalillado, estrujado, prensado y filtración

- 1) Iniciar la limpieza de la superficie con agua potable, hasta que no se observen manchas del vino.
- 2) Preparar soluciones desinfectantes (ver Anexo 1)
- 3) Tomar una esponja y aplicar la solución de peroxihidrato de carbonato de sodio al 5% y dejarlo actuar por 15 minutos
- 4) Enjuagar con agua potable
- 5) Tomar otra esponja y aplicar la solución de ácido cítrico al 5% y dejarlo actuar por 15 minutos
- 6) Enjuagar con agua potable
- 7) Posterior a la Limpieza y desinfección de superficies, aplicar con atomizador la solución de metabisulfito de potasio al 10%
- 8) No enjuagar.

Procedimiento 2.1: Limpieza y desinfección de tuberías, mangueras y bombas

- 1) La limpieza de estas superficies consiste en la recirculación de agua potable para eliminar el vino en sus paredes.
- 2) Posteriormente para su desinfección, se recircula una solución de metabisulfito de potasio al 10%.
- 3) No enjuagar.
- 4) Drenar el agua que contenga al interior, dejar secar y colocar tapas en cada extremo.

Procedimiento 2.2: Lavado a presión de tanques

- 1) Se somete a una limpieza a presión a las superficies que contengan residuos sólidos en sus paredes, con la finalidad de eliminar las partículas adheridas.
- 2) Se utiliza una máquina hidrolavadora con suministro de agua potable.
- 3) Se continua con el Procedimiento 2.

Anexo 3: Limpieza y desinfección de línea de embotellado

LIMPIEZA Y DESINFECCIÓN DE LÍNEA DE EMBOTELLADO MANUAL

Alcance:	Máquina y equipo de embotellado.
Referencia:	NA

Principio:

El equipo de llenado en el proceso de embotellado, juegan un papel importante en la producción y, sobre todo, en el almacenamiento del vino. Su intervención corresponde a la etapa final, con el objetivo de asegurar que cada botella sea llenada adecuadamente con un volumen preciso y a su vez, este sea inocuo. Sin embargo, con el uso se puede acumular residuos macroscópicos y ser sede de microorganismos que afecten directamente en la calidad sensorial y fisicoquímica del vino (Hernández & Barbero, 2008).

Reactivos

Solución de peroxihidrato de carbonato de sodio al 5%
Solución de ácido cítrico al 5%
Alcohol etílico al 70%

Material

Esponjas de fibra blanca
Porta esponjas
Cubetas de 5 L
Atomizador
Manguera con adaptador a llave de agua potable.

Procedimiento 3: Limpieza y desinfección de máquina embotelladora

- 1) Iniciar con la eliminación de residuos sólidos y continuar con la limpieza de la superficie con agua potable, hasta que no se observen partículas de polvo o suciedad.
- 2) Preparar soluciones desinfectantes (ver Anexo 1)

- 3) Tomar una esponja y aplicar la solución de peróxido de hidrógeno de carbonato de sodio al 5% y dejarlo actuar por 15 minutos
- 4) Enjuagar con agua potable
- 5) Tomar otra esponja y aplicar la solución de ácido cítrico al 5% y dejarlo actuar por 15 minutos
- 6) Enjuagar con agua potable.

Procedimiento 3.1: Desinfección de línea de embotellado

- 1) Realizar la limpieza superficial para eliminar residuos sólidos.
- 2) Drenar completamente el agua de la máquina y secar con paño limpio.
- 3) Aplicar con atomizador la solución de alcohol etílico al 70% sobre todas las superficies de contacto de la llenadora, siendo las siguientes partes:
 - Entrada y salida del depósito
 - Depósito
 - Cada boquilla y línea de boquilla
 - Nivel del depósito
- 4) No enjuagar después del procedimiento de sanitización.

Anexo 4: Supervisión de Higiene Personal

HIGIENE PERSONAL

Alcance:	Toda persona que se encuentre trabajando dentro de la bodega de vinificación.
Referencia:	NOM-251-SSA1-2009: Prácticas de higiene para el proceso de alimentos, bebidas o suplementos alimenticios.

Principio:

De acuerdo con la NOM-251-SSA1-200, el personal que entre en contacto directo con materias primas, envase primario, producto en producción o fabricación y terminado sin envasar, equipos y utensilios, debe realizar correctamente el lavado y desinfectado de manos, cumplir con buenas prácticas de higiene respecta a su persona, así como utilizar el equipo de protección adecuado para cada etapa (Secretaría de Salud, 2009).

Reactivos

Jabón líquido neutro para manos (sin aroma)
Gel desinfectante para manos a base de alcohol

Material: Equipo de protección personal

Cubre bocas
Guantes
Red de malla
Bata blanca de laboratorio
Calzado de trabajo

Procedimiento 4: Supervisión de higiene personal

- 1) Selección del personal a inspeccionar, basado en el horario de actividades.
- 2) Llenar el Formato 1, o en su efecto, el reporte de desviación.

Procedimiento 4.1: Lavado y desinfección de manos basado en la Infografía de la técnica de higiene de manos por la Organización Mundial de la Salud (2009)

- 1) Mojar las manos con agua y aplicar una cantidad suficiente de jabón líquido neutro en las palmas de las manos.
- 2) Frotar las palmas de las manos entre sí, una mano contra el dorso de la otra mano, entrelazando los dedos y viceversa.
- 3) Continuar frotando el dorso de los dedos de una mano con la palma de la mano opuesta, agarrándose los dedos y terminar con el dedo pulgar con un movimiento de rotación.
- 4) También frotar la punta de los dedos de una mano contra la palma de la otra mano, haciendo un movimiento de rotación y viceversa.
- 5) Enjuagar las manos con agua.
- 6) Secar las manos con toalla de papel desechable.
- 7) Aplicar gel desinfectante para manos a base de alcohol y repetir los movimientos del lavado de manos (pasos del 2 al 4).
- 8) No retirar el gel al finalizar la sanitización.

Procedimiento 4.2: Equipo de protección personal

- 1) Ubicar la etapa de elaboración en la que se encuentra el proceso; en todas sin excepción el trabajador deberá portar ropa de trabajo o uniforme, así como el calzado de trabajo.
- 2) Para las etapas en las que esté involucrado el contacto directo con la materia prima o producto terminado, se utilizará red de malla y cubrebocas.

Formato 1: Verificación del cumplimiento de Buenas Prácticas de Higiene

HIGIENE PERSONAL		FECHA:
INSPECTOR:		

Instrucciones: Marcar cada inciso con el valor “X” en la casilla que corresponda, de acuerdo al cumplimiento o no de los requerimientos. En OBSERVACIONES, al marcar con “X” la casilla de NO CUMPLE, se deberá especificar la razón.

REQUERIMIENTOS	CUMPLE	NO CUMPLE	OBSERVACIONES
a) Presentarse aseado al área de trabajo, con ropa y calzado limpios.			
b) Cabello corto o recogido.			
c) Uñas recortadas y sin esmalte.			
d) No se permite el uso de joyería, ni adornos en manos, cara incluyendo boca y lengua, orejas, cuello o cabeza;			
e) Prescindir de plumas, lapiceros, termómetros, sujetadores u otros objetos desprendibles en los bolsillos superiores de la vestimenta en las áreas de producción.			
f) El personal y los visitantes deben utilizar protección que cubra totalmente cabello, barba y bigote, así como ropa protectora.			
g) El personal realiza correctamente el lavado de manos antes de iniciar la jornada de trabajo, así como después de cada ausencia del mismo.			

ACCIONES CORRECTIVAS:

FIRMA:

INSPECTOR

ENCARGADO DEL ÁREA

Formato 2: Desviación y acciones correctivas de higiene

Documento Controlado, Vigente para su Uso por Control de Calidad de la Bodega

REPORTE DE DESVIACIÓN DE HIGIENE PERSONAL

FECHA: _____

JEFE A CARGO: _____

HORA: _____

DESVIACIÓN ENCONTRADA

SE CORRIGIÓ LA DESVIACIÓN:

SI	NO
-----------	-----------

FIRMA:

INSPECTOR

PERSONA INCUMPLIDA

ENCARGADO DEL ÁREA

Anexo 5: Control de plagas

C

CONTROL DE PLAGAS

Alcance:	Personal de intendencia o limpieza, personal administrativo, y trabajadores que se encuentren laborando dentro de la bodega de vinificación.
Referencia:	NOM-251-SSA1-2009: Prácticas de higiene para el proceso de alimentos, bebidas o suplementos alimenticios.

Principio:

Las plagas en la industria vitivinícola pueden surgir cuando se presentan condiciones que favorecen su entrada, disponibilidad de refugio, reproducción y acceso a recursos como alimento, agua, temperatura y humedad. Es fundamental mantener las bodegas de producción de vino libres de plagas, mediante la implementación de medidas preventivas para reducir las probabilidades de infestación que comprometan la calidad del vino e incumpla con los requerimientos de la normatividad de buenas prácticas de higiene en los procesos de alimentos y bebidas (Secretaría de Salud, 2009).

Reactivos

No aplica.

Material

Cubre bocas
Guantes
Trampas mecánicas con cebo
Trampas cromáticas

Procedimiento 5: Identificación y monitoreo de plagas

- 1) Identificar las plagas más comunes: insectos (la mosca común y la mosca del vinagre –*Drosophila melanogaster*–, polillas, cucarachas), roedores (ratas y ratones) y aves (palomas, gorriones). Los indicios de la presencia de insectos incluyen: mudas, huevos, heces y daños en materiales, para roedores son: huellas, excrementos, pelos, madrigueras y marcas de roeduras, mientras que para aves son: nidos, excrementos y plumas.
- 2) Para la prevención, asegurar que los accesos a las instalaciones estén bien sellados, con mallas en ventanas y puertas automáticas cerradas, así mismo, mantener los drenajes con cubierta propia.
- 3) Para el control, colocar trampas de monitoreo en puntos estratégicos (esquinas, áreas oscuras) y realizar inspecciones semanales con registros detallados.
- 4) Aplicar un plan de limpieza periódico para todas las áreas y reportar cualquier indicio de la presencia de plagas. Por ejemplo, para el control de la plaga de roedores se instalan trampas mecánicas con cebo en lugares estratégicos, con el fin de lograr su captura y eliminación; se da un seguimiento a través del monitoreo de trampas (ver Formato 3).

Formato 3. Monitoreo de trampas de roedores

MONITOREO DE ROEDORES		FECHA:
REALIZA:		

Fecha	No. Trampa	Estado de la trampa (limpia, dañada, ocupada)	Presencia detectada		Acción realizada	Observaciones
			SÍ	NO		

FIRMA: _____

Formato 4: Verificación del cumplimiento de BPH en el control de plagas

CONTROL DE PLAGAS	FECHA:
INSPECTOR:	

Instrucciones: Marcar cada inciso con el valor “X” en la casilla que corresponda, de acuerdo al cumplimiento o no de los requerimientos. En OBSERVACIONES, al marcar con “X” la casilla de NO CUMPLE, se deberá especificar la razón.

5.10 CONTROL DE PLAGAS			
5.10.1 El control de plagas es aplicable a todas las áreas del establecimiento incluyendo el transporte de alimentos, bebidas o suplementos alimenticios.			
REQUERIMIENTOS	CUMPLE	NO CUMPLE	OBSERVACIONES
a) No se debe permitir la presencia de animales domésticos, ni mascotas dentro de las áreas de producción o elaboración de los productos.			
b) Tomar medidas preventivas para reducir las probabilidades de infestación y limitar el uso de plaguicidas.			
c) Evitar que en los patios del establecimiento existan condiciones que puedan ocasionar contaminación del producto y proliferación de plagas, tales como: equipo en desuso, desperdicios y chatarra, maleza o hierbas, encharcamiento por drenaje insuficiente o inadecuado.			
d) Los drenajes deben tener cubierta apropiada para evitar la entrada de plagas provenientes del alcantarillado o áreas externas.			
e) En las áreas de proceso no debe encontrarse evidencia de la presencia de plagas o fauna nociva			
f) En caso de que alguna plaga invada el establecimiento, deben adoptarse medidas de control para su eliminación por contratación de servicios de control de plagas o autoaplicación con licencia sanitaria.			

ACCIONES CORRECTIVAS:

APLICA:

FIRMA: _____

INSPECTOR

Anexo 6. Determinación de Acidez Volátil mediante arrastre por vapor.

DETERMINACIÓN DE ACIDEZ VOLÁTIL

Alcance:	Mosto de uva, Vino Tinto, Vino Blanco y Vino Rosado.
Referencia:	OIV-OENO 662C-2022; OIV-OENO 549-2015

Principio:

La acidez volátil involucra todos los ácidos pertenecientes a la serie acética, principalmente el ácido acético que está presente en el mosto y vino, libres o en forma de sales. No obstante, otros compuestos pueden ser cuantificados durante la titulación de acidez volátil por la metodología de arrastre de vapor, entre estos el dióxido de carbono, el sulfuroso libre y combinado. De ahí la importancia de remover de forma eficiente el CO₂ mediante agitación, antes de introducir la muestra en el destilador y en cuanto al sulfuroso, mediante una corrección con dos titulaciones con Yodo (OIV, 2022).

La cuantificación de acidez volátil nos da un indicio de si un vino está en riesgo de contaminación de bacterias acéticas que condicionan en niveles elevados, la calidad organoléptica del vino.

Reactivos

Ácido tartárico al 99,5 %
Ácido clorhídrico al 25%
Fenolftaleína al 1%
Hidróxido de sodio 0.1 N
Yoduro de potasio en cristales
Almidón 5 g/L
Yodo 0.01 N
Ácido acético 0.6 g/L
Ácido acético 0.1 M
Ácido láctico 1 M

Material

Matraces aforados volumétricos (100 mL, 250 mL y 1L)

Pipetas volumétricas (1 mL, 5 mL y 10 mL)

Vasos de precipitado

Frascos de vidrio estériles con tapa de 100 mL

Plato caliente

Frascos con tapadera (100 mL, 250 mL y 1L)

Procedimiento 6: Preparación de soluciones

- 1) Ácido clorhídrico diluido $\frac{1}{4}$ 1/4
 - Cuidadosamente verter 25 mL del ácido en un matraz de aforación de 100 mL con un poco de agua destilada, esperar a que se enfríe y aforar a 100 ml con agua destilada.
- 2) Fenolftaleína 1 % (m/v) en alcohol 96%
 - Disolver 1 g de fenolftaleína y llevar a 100 mL con alcohol absoluto
- 3) Hidróxido de sodio 0.1 N (NaOH)
 - Pesar 4 g de NaOH, disolver y aforar a 1 L con agua destilada.
 - Verificar diariamente titulado 10 mL de una solución de biftalato de potasio que se prepara pesando 5.1055 g, estos se disuelven y aforan a 250 mL con agua destilada.
 - El volumen gastado debe ser de 10 ± 0.2 mL
- 4) Yoduro de potasio en cristales
- 5) Almidón 5 g/L
 - Calentar 500 mL de agua destilada hasta ebullición. En el vaso de precipitados donde pesamos el almidón, añadir agua destilada fría y verterlo en el agua en calentamiento. Mezclar y mantener la ebullición durante 10 minutos. Dejar enfriar y aforar a 1 L con agua destilada.
- 6) Yodo 0.01 N
 - Tomar 25 mL de la solución de Yodo 0.1 N y aforarlos a 250 mL con agua destilada.
- 7) Solución saturada de Tetraborato de Sodio (Bórax) 55 g/L
 - Pesar y disolver 55 g de Tetraborato de Sodio. Aforar a 1 L con agua destilada
- 8) Ácido Acético 0.6 g/L
 - Pesar 0.6 g de ácido acético glacial y aforar a 1000 mL con agua destilada
- 9) Ácido Acético 0.1 M
 - Pesar 0.6 g de ácido acético glacial y aforar a 100 mL con agua destilada
- 10) Ácido Láctico 1 M

- o Diluir 100 mL de ácido láctico con 400 mL de agua destilada
- o Colocar en un baño de agua hirviendo por cuatro horas rellenando el recipiente ocasionalmente con agua destilada
- o Dejar enfriar y aforar a 1 L con agua destilada
- o Titular con NaOH 1 N valorado y ajustar a 1 M (90 g/L)

Procedimiento 6.1: Verificación del método

- 1) Depositar una pequeña cantidad de ácido tartárico en el cono del destilador.
- 2) Colocar 20 mL de la solución de ácido acético 0.6 g/L en el cono del destilador.
- 3) Abrir la llave del cono para dejar pasar el ácido acético, posteriormente enjuagar el cono con agua destilada.
- 4) Sellar la salida del vapor del destilador.
- 5) Colectar 250 mL destilado, añadir dos gotas de fenolftaleína y titular con NaOH 0.1N.
- 6) El resultado debe estar en el rango de 0.56-0.64 g/L
- 7) Llenar el registro de verificación.

Procedimiento 6.2: Verificación del destilador

- 1) Introducir 20 mL de agua destilada sin CO₂ en el recipiente del destilador. Recoger 250 mL de destilado, añadir 0,1 mL de la solución de hidróxido de sodio 0.1 N y dos gotas de la solución de fenolftaleína. La coloración rosa debe persistir durante un mínimo de 10 segundos (vapor de agua sin dióxido de carbono).
- 2) Introducir 20 mL de la solución de ácido acético en el recipiente del destilador. Recoger 250 mL de destilado. Valorar con la solución de hidróxido de sodio 0.1 N y dos gotas de la solución de fenolftaleína. El volumen vertido debe ser, como mínimo, de 19,9 mL (ácido acético arrastrado 99,5 %).
- 3) Introducir 20 mL de la solución de ácido láctico en el recipiente del destilador. Recoger 250 mL de destilado y valorar la acidez con la solución de hidróxido de sodio 0.1 N y dos gotas de la solución de fenolftaleína. El volumen vertido debe ser igual o inferior a 1,0 mL (ácido láctico destilado 0,5 %).

Procedimiento 6.3: Preparación de la muestra

Eliminación del dióxido de carbono por agitación. Verter aproximadamente 50 mL de vino en un matraz de succión y succionar con la bomba de agua de uno a dos minutos sin dejar de agitar.

Procedimiento 6.4: Destilación de la muestra

- 1) Depositar una pequeña cantidad de ácido tartárico en el cono del destilador.
- 2) Colocar 20 mL de vino desgasificado en el cono del destilador.
- 3) Abrir la llave del cono para dejar pasar la muestra, posteriormente enjuagar el cono con agua destilada.
- 4) Sellar la salida del vapor del destilador.
- 5) Recolectar entre 250 a 290 mL de destilado.
- 6) Añadir dos gotas de fenolftaleína y titular con la solución de hidróxido de sodio 0.1 N.
- 7) Añadir cuatro gotas del ácido clorhídrico diluido, 2 mL de la solución de almidón y algunos cristales de yoduro de potasio.
- 8) Titular el sulfuroso libre con la solución de yodo 0.01 N hasta una coloración morado-azulada tenue.
- 9) Añadir la solución saturada de tetraborato de sodio hasta que reaparezca la coloración rosada y titular el sulfuroso combinado con la solución de yodo 0.01 N hasta lograr un viraje color morado.
- 10) Llenar el formato de Cálculo de Acidez Volátil.

Cálculos:

$$\text{Ac. Volátil (Ñ)} = 0.3 (N - 0.1n - 0.05n')$$

(Ñ) Acidez volátil expresada en g de ácido acético/Litro

(N) Mililitros de NaOH 0.1 N gastados.

(n) Mililitros de yodo utilizado para titular el SO₂ libre

(n') Mililitros de yodo utilizados para titular el SO₂ combinado.

Formato 5: Registro de verificación del método de AV

FECHA	GASTO 1	AV	DENTRO DEL RANGO*		ANALISTA	OBSERVACIONES
			SÍ	NO		

GASTO 1: corresponde al volumen gastado (mL) en la titulación de la muestra con NaOH 0.1N.
 AV: corresponde al cálculo de la acidez volátil, para ser aceptada la verificación el resultado debe estar en el rango de 0.56-0.64 g/L

Anexo 7. Limpieza y desinfección de barricas

LIMPIEZA Y DESINFECCIÓN DE BARRICAS

Alcance:	Barricas de duelas de madera.
Referencia:	NA

Principio:

La crianza en barrica de un vino, significa su envejecimiento controlado en recipientes de madera, comúnmente de algún tipo de roble. Este proceso implica un moderado aporte de oxígeno que posibilita la evolución, por ello, es también llamada crianza micro-oxidativa o microoxigenación, esto es, porque el oxígeno entra en contacto con el vino penetrando a través de los poros de la madera. En esta etapa, es de suma importancia mantener en condiciones higiénicas las barricas, una vez vaciadas se deben someter a tratamientos que les permitan un segundo uso, primero deben limpiarse y desinfectarse para rellenarse en pocos días o, si esto no es posible, almacenarse en un lugar seco o húmedo, para su mantenimiento (Solis, 2018; Stadler & Fisher, 2020).

Reactivos

Agua potable (libre de cloro)

Material

Cabezal rociador giratorio
Lámpara portátil de luz blanca
Hidrolavadora
Máquina generadora de vapor
Máquina generadora de ozono

Procedimiento 7: Limpieza y desinfección de barricas usadas

- 1) Asegurar que la barrica esté completamente vacía antes de comenzar la limpieza.

- 2) Enjuagar con agua fría a alta presión (100-3000 psi) durante tres minutos utilizando un lavador de barriles con cabezal rociador giratorio.
- 3) Si es necesario enjuagar con agua caliente a 60-82 °C durante tres a cinco minutos para eliminar el color persistente o las capas de tartrato en la superficie interna del barril.
- 4) Realizar una inspección visual de los resultados de limpieza a través del orificio del barril con la ayuda de una luz.
- 5) Permitir que la barrica se seque completamente al aire en un ambiente limpio y seco para prevenir la acumulación de humedad y la formación de moho en su almacenamiento.

Procedimiento 7.1: Sanitización de barricas: Aplicación de vapor

- 1) Posterior a la limpieza y desinfección inicial, asegurar que los residuos dentro de la barrica se hayan removido totalmente.
- 2) Ajustar la máquina de vapor a una presión de alrededor de 10 bares.
- 3) Introducir el vapor en la barrica durante unos 10 minutos, asegurándose de cubrir todas las superficies internas.
- 4) Después de la aplicación de vapor, enjuagar la barrica con agua potable para remover cualquier residuo desprendido.
- 5) Si es necesario, repetir la aplicación de vapor para barricas con alguna incidencia de microorganismos contaminantes.
- 6) Permitir que la barrica se seque completamente al aire en un ambiente limpio y seco para su almacenamiento.

Procedimiento 7.2: Sanitización de barricas: Aplicación de ozono

- 1) Posterior a la limpieza y desinfección inicial, asegurar que los residuos dentro de la barrica se hayan removido totalmente.
- 2) Encender la máquina de ozono conectada a la llave de agua potable.
- 3) Introducir el cabezal rociador giratorio en la barrica durante unos 15 minutos.
- 4) Después de la aplicación de ozono, enjuagar la barrica con agua potable para remover cualquier residuo desprendido.
- 5) Si es necesario, repetir la aplicación de ozono para barricas con alguna incidencia de microorganismos contaminantes.
- 6) Permitir que la barrica se seque completamente al aire en un ambiente limpio y seco para su almacenamiento.

Anexo 8. Sulfitado de mostos y vinos

SULFITADO DE MOSTOS Y VINOS

Alcance:	Mosto de uva, Vino Tinto , Vino Blanco y Vino Rosado en proceso post-fermentativo o terminado.
Referencia:	RESOLUCION OENO 7/2003

Principio:

Para obtener la estabilización microbiológica de mostos y vinos, el proceso de sulfitado es una herramienta que limita e impide la proliferación de microorganismos indeseables. Consiste en adicionar al mosto o al vino dióxido de azufre gaseoso, soluciones sulfurosas o de metabisulfito de potasio para utilizar sus propiedades reductoras y antioxidantes. Su aplicación es en dos momentos, en la vendimia al mosto, para inactivar poblaciones microbiológicas y evitar oxidaciones no deseadas, así como cuando los vinos están terminados, para su conservación. En la primera, el sulfitado se realiza de acuerdo a la calidad de la uva y tonelaje, mientras que en la segunda, es en función del pH del vino (OIV, 2022).

Reactivos

Metabisulfito de potasio
Agua potable

Material

Matraz aforado de 1L
Balanza granataria

Procedimiento 8: Sulfitado de mosto tinto o uva despalillada

- 1) En el proceso de selección, inspeccionar la calidad del racimo.
- 2) En el proceso de despalillado y estrujado, calcular el peso del lote en toneladas (1000 kg).

- 3) Si la uva tinta está sana con 12,5 grados de alcohol probable, la dosis de metabisulfito de potasio por cada 1000 kg de uva despalillada y estrujada será entre 60 - 75 g.
- 4) Si la uva tinta está sana con 14 grados de alcohol probable, la dosis de metabisulfito de potasio por cada 1000 kg de uva despalillada y estrujada será de 90 g.
- 5) Si la uva tinta presenta pudrición, la dosis de metabisulfito de potasio por cada 1000 kg de uva despalillada y estrujada será entre 120 - 130 g.
- 6) Pesar la cantidad de metabisulfito de potasio según la calidad y cantidad de uva despalillada y estrujada.
- 7) Disolver la cantidad de metabisulfito de potasio en 100 ml de agua potable.
- 8) Agregar la solución de metabisulfito de potasio al tanque en maceración.

Procedimiento 8.1: Sulfitado de vino

- 1) Analizar una muestra de vino, para obtener el pH y concentración de sulfuroso libre.
- 2) En vinos tintos terminados, la concentración de sulfuroso molecular debe mantenerse a 0,5 g/L para vinos tintos secos para una buena conservación del vino.
- 3) Para lograr ese nivel, el vino debe contener una cierta concentración de sulfuroso libre, que varía según el pH del vino, ya que para un vino tinto con pH igual a 3.3, la concentración de sulfuroso libre debe ser 16 mg/L; para un vino tinto con pH igual a 3.5, la concentración de sulfuroso libre debe ser 24 mg/L; para un vino tinto con pH igual a 3.7, la concentración de sulfuroso libre debe ser 39 mg/L; y para un vino tinto con pH igual a 3.9, la concentración de sulfuroso libre debe ser 62 mg/L:
- 4) De acuerdo a lo anterior, calcular la diferencia entre la concentración ideal y la observada.
- 5) Aumentar la cantidad requerida en un 30% ya que parte del sulfuroso aplicado se combinará y no quedará libremente disponible.
- 6) Transformar a gramos necesarios por litro de vino dividiendo por 1.
- 7) Si se utiliza sulfuroso como metabisulfito de potasio (50% de sulfuroso), entonces divida la cantidad por 0.50
- 8) Para estimar el total de sulfuroso que se requiere, multiplicar por la cantidad de litros de vino a corregir.

Cálculos:

- 1) Diferencia entre la concentración ideal y la observada en g/L:

$$\text{Sulfuroso} = \frac{\text{Concentración ideal (mg/L)} - \text{Concentración observada (mg/L)}}{\frac{1000 \text{ mg}}{1 \text{ g}}}$$

2) Aumento de la concentración requerida en un 30%:

$$\text{Sulfuroso} = (\text{Concentración ideal} - \text{Concentración observada } \frac{\text{g}}{\text{L}}) \times 1.3$$

3) Ajuste de sulfuroso de acuerdo con el reactivo o solución con la que se va a sulfitar, para el metabisulfito de potasio al 50 % de sulfuroso, dividir entre 0.5:

$$\text{Sulfuroso} = \frac{\text{Concentración ideal} - \text{Concentración observada } (\frac{\text{g}}{\text{L}}) \times 1.3}{\frac{0.5 \text{ g}}{\text{L}}}$$

4) Estimación total de sulfuroso que se requiere para la cantidad de vino a corregir:

$$\text{Sulfuroso} = \left(\frac{(\text{Concentración ideal} - \text{Concentración observada } (\frac{\text{g}}{\text{L}})) \times 1.3}{\frac{0.5 \text{ g}}{\text{L}}} \right) \times \text{Volumen de vino a corregir (L)}$$

Anexo 9. Inertización de áreas de contacto con el vino

INERTIZACIÓN DE SUPERFICIES DE CONTACTO CON VINO

Alcance:	Vino Tinto, Vino Blanco y Vino Rosado en proceso post-fermentativo o terminado.
Referencia:	NA

Principio:

Finalizadas las fermentaciones: alcohólica y maloláctica, la cobertura del CO₂ se termina y el oxígeno en grandes cantidades se convierte en un enemigo potencial del vino durante su crianza y evolución. La inertización de vino es un proceso que se aplica para reemplazar el aire que contiene oxígeno, con gases nobles: nitrógeno y argón molecular, es un método totalmente seguro para mantener constantemente una capa protectora de gas encima del vino evitando su oxidación y con ello, efectos perjudiciales en la calidad del vino (Parra, 2024).

El objetivo de este proceso es crear una atmósfera libre de oxígeno, sobre todo durante las etapas post-fermentativas, puesto que el vino se transfiere de un tanque a otro durante los procesos de estabilización, filtración o clarificación. La superficie del vino expuesta durante estos movimientos, y la imposibilidad de mantener una cobertura eficaz de gas inerte, provocan un gran intercambio de gases, lo que resulta en una mayor disolución de oxígeno en el vino terminado.

Reactivos

Gas inerte: argón, nitrógeno y dióxido de carbono.

Material

Cilindro de gas (argón, nitrógeno o dióxido de carbono)
Válvula
Manguera

Cronómetro
Detector de oxígeno

Procedimiento 9: Inertización de tanques

- 1) Calibrar el sensor portátil del detector de oxígeno.
- 2) Medir el oxígeno del espacio superior del tanque.
- 3) Si el valor se encuentra arriba de 1 mg/L aplicar gas inerte mínimo por 30 segundos, el tiempo dependerá del tamaño del espacio superior del tanque.

Procedimiento 9.1: Aplicación de gas inerte en línea de embotellado

- 1) Calibrar el sensor portátil del detector de oxígeno.
- 2) Medir el oxígeno del espacio de cabeza de la 1a botella.
- 3) Verificar el suministro de gas inerte para lograr un valor menor de 0.5 mg/L en cada botella.

Anexo 10. Control de temperatura de vinificación

CONTROL DE FERMENTACIÓN ALCOHÓLICA

Alcance:	Mosto de uva en proceso de maceración y fermentación.
Referencia:	NA

Principio:

El control de la temperatura durante el proceso de fermentación condiciona la calidad final del vino, puesto que la actividad metabólica de los microorganismos fermentadores, como el de la levadura *Saccharomyces cerevisiae*, dependen de los parámetros óptimos del medio, por ejemplo: la temperatura del mosto para su desarrollo. De acuerdo con varios autores, el intervalo favorable de temperaturas para el buen desarrollo de la fermentación alcohólica está entre 20 - 25 ° C. No obstante, arriba de esta temperatura se puede correr el riesgo de que la fermentación se lleve a cabo más rápido y dé lugar a la generación de compuestos aromáticos no deseados; ya que el aumento en la temperatura acelera los procesos enzimáticos de los microorganismos. En general, la fermentación alcohólica se debe realizar dentro del intervalo de temperatura favorable con el fin de conseguir completar satisfactoriamente la fermentación. Es por ello, la importancia de implementar un sistema de enfriamiento y verificar la temperatura 3 veces por día durante el proceso de vinificación ((Ribéreau-Gayon et al., 2006)).

Reactivos

Material

Termómetro
Formato de monitoreo de temperaturas

Procedimiento 10: Monitoreo de temperatura de tanques

- 1) Dirigirse al tanque e identificar el control del sistema de enfriamiento.
- 2) Tomar una muestra de mosto e introducir el termómetro.
- 3) Esperar a que el valor dado por el termómetro se mantenga estable por 5 segundos o si es digital marque "Listo".
- 4) Anotar el valor en Formato 7.

Anexo 11. Filtrado estéril para el embotellado del vino

FILTRADO ESTÉRIL DEL VINO EN PLACAS

Alcance:	Vino Tinto , Vino Blanco y Vino Rosado terminado.
Referencia:	NA

Principio:

Finalizada la etapa de crianza en barrica, continúa el monitoreo de la acidez volátil durante su proceso de clarificación y estabilización del vino, puesto que, si previo al embotellado se presentar un nivel de riesgo (mayor a 0.8 g/L), se procede a tomar decisiones en cuanto al control microbiológico y se inicia el proceso de filtración. El proceso de filtración estéril o microfiltración, se lleva a cabo utilizando membranas con porosidad definida en el rango de 0,2 – 0,45 μm , que permiten la separación física de microorganismos contaminantes como levaduras, bacterias lácticas y acéticas; éstas últimas son responsables del aumento de la acidez volátil. Si bien la filtración por membrana estéril no elimina directamente los compuestos responsables de la acidez volátil presentes, su aplicación si resulta eficaz para detener su proliferación y reducir la población bacteriana (Ribéreau-Gayon et al., 2006).

Reactivos

Gas inerte

Material

Máquina filtradora placas

Procedimiento 11: Filtración mediante membrana estéril

- 1) Comprobar la integridad de la membrana del filtro para confirmar que no haya agujeros ni fugas dentro ni alrededor del filtro.
- 2) Humedecer uniformemente el filtro con solución de ácido cítrico 5% (ver Anexo 1) de manera que el agua llene todos los huecos dentro del medio filtrante; utilizar agua potable.
- 3) Hacer pasar el vino por el filtro y observar que el poro no sea obstruido, de lo contrario proceder a detener el proceso.
- 4) Embotellar.

Elaboración propia