Universidad Católica de Cuyo

Facultad Don Bosco de Enología y Ciencias de la Alimentación

Licenciatura en Enología

Análisis sensorial de un vino elaborado mediante bioprotección en procesos fermentativos con siembra de bacterias lácticas y levaduras sin adición de anhídrido sulfuroso

Alumno: Gonzalo Fabián Farina

Profesores:

Asesora: Licenciada Estela Jaime
Revisión formal: Mgter. Elena Caliguli

Tipo de trabajo: Tesina
Lugar y fecha: Mendoza, Rodeo del Medio, 10 de diciembre de 2021.

Defensa Oral

Libro:…… Folio:…… Acta N°:…….

Fecha:……

Calificación:……

Tribunal Examinador:

Agradecimientos

Agradezco a la profesora Lic. Estela Jaime, que además de ser mi tutora de tesina ha sido un ejemplo a lo largo de la carrera, compartiendo siempre sus conocimientos y entusiasmo.

Agradezco y reconozco también a todos los profesores que comparten y nos alientan a innovar y ser mejores profesionales.

Dedicatoria

A mis padres, Susana y Eugenio.

Introducción

En el presente trabajo final abordaré el tema de análisis sensorial de un vino que se ha hecho mediante una bioprotección, es decir, he utilizado una fermentación maloláctica con bacterias lácticas comerciales al mismo tiempo que la fermentación alcohólica, en una co-fermentación, con la finalidad de que son microorganismos los que crean un ambiente que se defienda de las posibles desviaciones.

El propósito de este proyecto es demostrar que es posible disminuir o eliminar completamente la utilización del anhídrido sulfuroso en procesos de producción

de vino dando como resultado una mejora en sus características organolépticas y un producto más apto para la salud del consumidor por no poseer valores elevados de sulfatos y sulfitos en el producto final. José Hidalgo Togores (2010) en su obra “Tratado de Enología” señala los efectos tóxicos del anhídrido sulfuroso en los seres vivos, de cómo las dosis habituales utilizadas en elaboraciones normales son ligeramente tóxicas sobre la fisiología de los mismos, dando así razones suficientes para prestar atención a la tendencia de reemplazar su utilización o buscar la aplicación de determinadas técnicas enológicas que impliquen su eliminación o disminución; y, también, Carlos Catania y Silvia Avagnina (2010) en su obra “La interpretación sensorial del vino” hablan de cómo afecta, los niveles de anhídrido sulfuroso, la calidad organoléptica de los mismos llevando incluso a ser eliminados de concursos de degustación. Viendo todo esto confirmamos la importancia de la evaluación sensorial del vino resultante y el intento por llegar a una conclusión que permita su aplicación.

La variedad elegida para hacer este vino fue Bonarda, procedente de una finca ubicada en Fray Luis Beltrán, Maipú; y se elaboró en Bodega La Memé, ubicada en Gutiérrez, Maipú. Se desarrolló el estudio comparando durante toda la elaboración, tanto sensorial como analíticamente los vinos resultantes. Por un lado, el ensayo con las bacterias lácticas comerciales sembradas desde el inicio y, por otro lado, la elaboración de la misma uva en

otra pileta siguiendo una elaboración tradicional. Al final se llamó a un panel de degustación para hacer posible la evaluación y conclusiones finales.

PARTE I: Marco Teórico

Capítulo 1: Bacterias Lácticas

Estos microorganismos que están presentes en las vendimias y en los vinos, tienen una gran influencia en la elaboración de estos, pudiendo generar en gran parte un buen número de alteraciones, pero también

ocupándose de su desarrollo, pueden ser favorables para determinados vinos. Este es el caso de la degradación del ácido málico mediante la "fermentación maloláctica".

Las mismas especies de bacterias lácticas según las condiciones del medio pueden producir unas u otras alteraciones.

Las bacterias lácticas enológicas pertenecen exclusivamente a cuatro géneros: *Lactobacillus, Leuconostoc, Oenococcus y Pediococcus*.

Pudiendo clasificarse de diferentes formas, tanto por su forma: cocos o bacilos, como por su carácter homofermentativo o hetero fermentativo.

Las bacterias lácticas homofermentativas producen un 85% de ácido láctico a partir de glucosa y por vía de la glicolisis, mientras que la hetero fermentativa, además de ácido láctico producen otros compuestos como ácido acético y etanol, a partir de la glucosa y por vía metabólica de las pentosas.

1.1. **Metabolismos de las bacterias**

1.1.1. Metabolismo de los azúcares**:** Los azúcares son el principal sustrato donde las bacterias toman la energía que precisan, pudiendo ser metabolizado de distintas formas en función de su género. Así los Pediococcus utilizan el metabolismo homofermentativo de los azúcares, mientras que los Leuconostoc y Oenococcus emplean el hetero fermentativo, y por fin los Lactobacillus pueden hacerlo por las dos vías. Los azúcares fermentados son

generalmente hexosas, aunque también pentosas pueden ser metabolizadas generalmente por hetero fermentación.

1.1.1.1. *Metabolismo homofermentativo de las hexosas*: producen mayoritariamente ácido láctico, formándose los isómeros L (+) o D (-) según las especies de bacterias. Por vía glicólisis.

1.1.1.2. *Metabolismo hetero fermentativo de las hexosas*: producen ácido láctico, pero además también anhídrido carbónico, ácido acético y alcohol etílico. La mayoría de las bacterias utilizan esta ruta, dependiendo también de las condiciones del medio, y de esto también lo que pueden formar.

1.1.1.3. *Metabolismo de las pentosas*: azúcares de 5 átomos de carbono, que, al no ser fermentadas por las levaduras, conforman lo que son los azúcares residuales. Sin embargo, las bacterias lácticas son capaces de metabolizarlo, produciendo principalmente ácido láctico, alcohol etílico y ácido acético, formándose sobre todo los dos primeros cuando las condiciones son de anaerobiosis.

1.1.2. Metabolismo de los ácidos orgánicos. Las bacterias lácticas son capaces de metabolizar algunos ácidos orgánicos del vino, destacando entre ellos el ácido málico, ácido cítrico y ácido tartárico. El desarrollo de estos metabolismos supone la formación de sustancias indeseables, produciendo las correspondientes enfermedades o alteraciones. Salvo en la fermentación

maloláctica, donde se busca mejorar las características sensoriales de los vinos.

1.1.2.1. *Transformaciones del ácido cítrico:* el metabolismo es bastante complejo, formándose una gran cantidad de sustancias, entre las que destacan el ácido acético y los compuestos acetoínicos. En condiciones desfavorables para las bacterias se desvía hacia la formación de compuestos acetoínicos (desintoxicación por acumulación de ácido pirúvico) y en condiciones favorables se desvía hacia formación de ácido acético y ácidos grasos. El desarrollo del metabolismo del ácido cítrico es mucho más lento que el del ácido málico, por lo cual es conveniente dar por finalizada la eliminación de ácido málico, evitando que se transforme el ácido cítrico restante, mayor responsable de la subida de la acidez volátil en los vinos.

1.1.2.2. *Transformación del ácido tartárico:* generalmente el ácido tartárico no es atacado por bacterias lácticas, aunque en ocasiones después de ser degradado los ácidos málico y cítrico, puede ser atacado generando la enfermedad conocida como “vuelta” o “rebote”, donde la acidez fija del vino baja sensiblemente, mientras que se eleva la acidez volátil, y aparece un olor a col cocida típico de los compuestos acetoínicos que también se forman.

1.1.2.3. *Transformación del ácido málico:* el ácido málico pasa directamente a ácido láctico más anhídrido carbónico, siendo una reacción ligeramente exotérmica, y con la intervención de la *enzima maloláctica*, esta

enzima es producida por las bacterias lácticas. No todas las bacterias lácticas son adecuadas para producir la degradación del ácido málico, porque producen mucho ácido acético, así como la formación de aromas no muy agradables (*Lactobacillus*), siendo preferible imponer el desarrollo de *Oenococcus* o *Pediococcus.*

1.1.3. Otras transformaciones bacterianas

1.1.3.1. *Transformación del ácido sórbico:* complemento de SO2 para evitar Re fermentaciones. "*Enfermedad del geraniol*", olor a hojas del geranio

1.1.3.2. *Degradación del glicerol: "enfermedad del amargo*", formación de acroleína

1.1.3.3. *Transformación de los ácidos fenoles:* formación de vinilfenoles y etilfenoles, olor a farmacia o establo. Principal causa brettanomyces, y en segundo lugar y menor medida las bacterias lácticas.

1.1.3.4. *Degradación de aminoácidos:* formación de aminas biógenas, en ciertos niveles, pueden tener niveles de toxicidad para humanos.

1.2. Factores fisicoquímicos

1.2.1. Temperatura: en cuanto a temperaturas límites, no se desarrollan por debajo de 10° a 15° C y por encima de 30° a 35° C.

Temperatura óptima, 20° a 23° C. A pesar de esto se ha encontrado actividad bacteriana con temperaturas cercanas a 5°C (crio bacterias)

1.2.2. Aireación: Las mejores condiciones para el desarrollo de una fermentación maloláctica se consigue con una anaerobiosis no estricta, es decir ligera presencia de oxígeno en el vino

1.2.3. Acidez – pH: La mayoría tiene niveles óptimos de actividad a valores cercanos a la neutralidad, por lo que en los vinos nunca se llega a ese nivel de acidez, el óptimo se encuentra cuanto más alto sea la cifra del pH.

Por el contrario, el valor más bajo de pH, por debajo del cual la actividad bacteriana es imposible, se encuentra entre 2.9 a 3.0, donde raramente los vinos llegan a esos niveles.

El valor de pH límite inferior para la degradación del ácido málico se sitúa en 3.2 mientras que para el ataque de los azúcares es de 3.5, por lo que las condiciones ideales de una fermentación maloláctica se sitúan entre esos dos valores, únicamente se metaboliza ácido málico y no azúcares, logrando niveles más reducidos de acidez volátil.

1.2.4. Alcohol etílico: El efecto de inhibición del etanol comienza a manifestarse a partir de los 8% a 10% vol., siendo los 13% o 14% vol. el límite máximo por encima del cual la actividad bacteriana es imposible. Entre estos límites las bacterias lácticas se adaptan a las condiciones adversas del medio con anhídrido sulfuroso: Todas las formas de anhídrido sulfuroso en los vinos,

poseen actividades antibacterianas, incluso las fracciones de SO2 combinado más estables y menos disociables como el acetaldehído y el ácido pirúvico.

El anhídrido sulfuroso combinado posee unas propiedades antibacterianas del orden de 5 a 10 veces más débiles que las del SO2 libre, siendo dentro de este último la fracción molecular, la que presenta una mayor actividad antimicrobiana, y por lo tanto dependiente del nivel de pH del vino.

Frente a las bacterias lácticas, los niveles de anhídrido sulfuroso necesarios para frenar su actividad, oscilan entre los 10 a 20 mg/litro de SO2 libre para vinos de pH bajo o de 20 a 40 mg/litro de SO2 libre para los vinos de pH elevado, ambos equivalentes a 0.5 a 0.8 mg/litro de SO2 molecular, y de 50 a 100 mg/litro de SO2 combinado, dependiendo de la acción de otros factores donde destacan la temperatura y el pH.

El efecto inhibidor del anhídrido sulfuroso combinado se debe a que las bacterias lácticas son capaces de metabolizar la fracción aldehídica de los compuestos combinados, y así liberar cantidades notables de SO2 molecular.

Del mismo modo, el anhídrido sulfuroso actúa contra las bacterias acéticas, pero estas son más resistentes a su acción.

1.3. **Necesidades nutricionales**

Por una parte, la *energía* necesaria la obtienen fundamentalmente de la degradación de los azúcares, así como también del metabolismo de algunos ácidos y aminoácidos. Esta energía es necesaria para permitir el ingreso de sustancias, mantener el nivel de acidez y la salida de compuestos.

Por otra parte, las bacterias lácticas necesitan *sustancias nitrogenadas,* para la síntesis de proteínas que aseguren el crecimiento de la población celular. El mantenimiento sobre lías del vino al finalizar la fermentación alcohólica, supone un importante aporte, producido por la autolisis de levaduras.

La presencia de vitaminas también genera un gran aporte, especialmente la tiamina, ácido pantoténico, ácido fólico, ácido nicotínico.

Por último, los elementos minerales también son importantes, especialmente el manganeso, magnesio, potasio, sodio.

1.4. **Interacciones microbianas**

Siempre se impone el desarrollo de levaduras frente a las bacterias, motivado por las carencias nutricionales, y sobre todo por los efectos tóxicos de los metabolitos segregados por las levaduras al medio, como el alcohol etílico, y determinados ácidos grasos.

Finalizada la fermentación alcohólica, cuando las levaduras dejan de estar activas y mueren, su presencia es positiva para el crecimiento bacteriano, debido a la autolisis y liberación al medio de vitaminas, aminoácidos, péptidos, etc. Del mismo modo la cesión de polisacáridos de las paredes celulares de las

levaduras (manoproteínas), son capaces de absorber los ácidos grasos inhibidores, de un modo similar a la corteza de levadura y detoxificar el medio fermentativo.

En el caso de las paradas de fermentación alcohólica, cuando las bacterias lácticas se multiplican produciendo un "*picado láctico",* las dificultades aparecen entonces para las levaduras, siendo preciso inactivar las bacterias para luego imponer el desarrollo de levaduras. También se puede producir interacción entre bacterias lácticas, por cesión al medio de sustancias tóxicas como peróxido de hidrógeno y ácidos grasos. La presencia de hongos y bacterias acéticas pueden dificultar el crecimiento de bacterias lácticas. Por último, la presencia de virus bacteriófagos puede ser capaz de destruir de una manera importante las bacterias lácticas.

Capítulo 2: Bacterias Acéticas

Son microorganismos aerobios, que pueden producir en las vendimias y en los vinos importantes alteraciones, sobre todo en los últimos cuando las condiciones de su desarrollo se ven favorecidas por una falta de prevención en las medidas de conservación.

Las bacterias acéticas pertenecen a la familia de los Acetobacteraceae:

- *Acetobacter:* se caracterizan por la oxidación del etanol a ácido acético. También pueden metabolizar el ácido láctico y el glicerol para formar ácido acético, hasta degradarla en anhídrido carbónico y agua. Entre otras se encuentran: Acetobacter aceti, Acetobacter diazotrophicus, etc.

- *Gluconobacter:* estas oxidan azúcares en diversos compuestos cetónicos, comprenden las especies: Gluconobacter asaii, Gluconobacter cerinus, etc.

2.1. Bioquímica de las bacterias acéticas

2.1.1. Metabolismo de las azúcares*:* en las vendimias atacadas por Botrytis cinérea, las bacterias acéticas pueden oxidar los azúcares de la vendimia, formándose este grupo de sustancias cetónicas, especialmente ácido glucónico, que caracterizan la acción del citado hongo y que se combina fuertemente con el anhídrido sulfuroso, razón que explica el elevado consumo de este aditivo en los mostos procedentes de vendimias podridas.

2.1.2. Metabolismo del alcohol etílico*:* éstas pueden oxidar el alcohol del vino transformándolo primero en etanal por intervención de la enzima alcohol deshidrogenasa; y luego en ácido acético por la enzima aldehído deshidrogenasa. Las bacterias acéticas gracias a las enzimas estearasas forman el éster correspondiente entre etanol y ácido acético: acetato de etilo, que presenta un fuerte olor a pegamento o disolvente y principal responsable del olor a “picado” de los vinos.

2.1.3. Metabolismo de otras sustancias: también pueden oxidar el D y L ácido láctico hasta formar anhídrido carbónico y agua. La glicerina puede ser metabolizada formando como compuesto final la dihidroxiacetona.

2.2. Factores de crecimiento de las bacterias acéticas

2.2.1. Presencia de oxígeno: Siendo necesario del orden de 2 litros de aire para formar un gramo de ácido acético, por lo que normalmente esta alteración se desarrolló en la superficie del vino.

2.2.2. Temperatura: es un factor importante, acelerándose su multiplicación y actividad a temperaturas elevadas, con un máximo de 27° a 28°C.

2.2.3. PH: es otro factor esencial, presentando un máximo entre los valores de 5 a 6, mientras que por debajo de 3 a 3,2, es muy difícil que se desarrollen.

2.2.4. Alcohol etílico: las altas concentraciones inhiben el desarrollo de las bacterias acéticas.

2.2.5. SO2: la presencia de anhídrido sulfuroso en los niveles normales de protección de los vinos (20 a 40 mg/l de SO2 libre), pueden ser insuficientes para impedir el desarrollo de las bacterias acéticas si las condiciones son favorables, siendo necesario dosis más elevadas para frenarlas (100 mg/l).

Capítulo 3: Levaduras

3.1 Principales levaduras vínicas

Según las descripciones realizadas por J. Ribéreau –Gayon, Tarantola, F. Oreglia y Kurtzman y Fell, las levaduras vínicas más importantes son:

3.1.1 Genero Brettanomyces*:* las características enológicas de estas levaduras son negativas, causantes de alteraciones. Se produce en vinos mal conservados, especialmente en la crianza en barrica. La transformación de los ácidos cinámicos en etil y vinilfenoles se percibe como olor a “sudor de caballo” o “establo”.

3.1.2 Género Cándida*:* estas levaduras son las responsables de la enfermedad llamada “la flor del vino”, desarrollándose un velo en la superficie en contacto con el aire, produciendo una degradación de ácidos fijos del vino, formándose ácido acético y acetaldehído de característico olor almendrado.

3.1.3 Género Hanseniaspora*:* conocidas como levaduras salvajes. Poseen un débil poder fermentativo, iniciando por lo tanto el proceso de fermentación alcohólica hasta 4 a 6 % vol., de alcohol, además de producir cantidades importantes de acidez volátil y acetato de etilo. Fácilmente eliminadas por un sulfitado moderado o por la misma cantidad de alcohol que producen.

3.1.4 Género Hansénula: se diferencian del género Pichia, por la posibilidad de asimilar nitratos, pudiendo ambas formar un velo en la superficie del vino, produciendo cantidades importantes de acetato de etilo y algo de ácido acético, son levaduras indeseables.

3.1.5 Género Saccharomyces: son las principales levaduras de la fermentación alcohólica de los mostos, incluyendo especies como S. Cerevisiae, con elevado poder fermentativo, vigorosas y resistentes al alcohol y al anhídrido sulfuroso, pero a pesar de su competitividad no tienen una gran difusión ambiental, no fermentan pentosas.

3.1.5.1 *Saccharomyces bayanus: son* similares a las saccharomyces oviformis, se diferencian por desarrollar fermentaciones más lentas, precisar más nutrientes, resistir más el alcohol y de alto poder alcohogeno. Indicada para fermentaciones difíciles, muy ricas en azúcares, para fermentaciones paradas o para segunda toma de espuma.

3.1.5.2 *S. Cerevisiae:* es la especie de levadura que desarrolla la mayor parte de la fermentación alcohólica dominando rápidamente el medio fermentativo.

3.1.6 Género Schizosaccharomyces*:* su principal característica, es el metabolismo de ácido málico transformándolo en alcohol etílico y anhídrido carbónico, logrando una importante desadificación del mosto y reduciendo niveles de ácido málico muy inestable desde el punto de vista biológico.

3.1.7 Género Toruláspora: interviene en etapas intermedias de la fermentación, presenta buenas características enológicas, es un género poco tolerante al alcohol.

3.2 **Bioquímica de las levaduras**

A partir de un mosto de uva, donde el principal sustrato es el azúcar, que es transformada en alcohol etílico y anhídrido carbónico, produciendo también un desprendimiento de calor, por un exceso de energía.

Durante la fermentación alcohólica también se producen otros fenómenos bioquímicos colaterales, que tiene gran importancia en el desarrollo de la misma, tales como fermentación gliceropirúvica, fermentación homoláctica, degradación del ácido málico, catabolismo y anabolismo de los aminoácidos y metabolismos de los compuestos azufrados.

3.3 Factores de crecimiento y desarrollo de las levaduras

3.3.1 Temperatura de fermentación

Las temperaturas demasiado elevadas en la fase de multiplicación de las levaduras, del orden de 25° a 30° C, aceleran la velocidad de fermentación, pudiendo producir paradas de fermentación hacia el final. También esto puede suceder por los cambios bruscos de temperatura.

Las temperaturas óptimas dependiendo también del criterio del técnico según el estilo de vino a realizar varían en blancos desde 15° a 20° C y en tintos desde 22° a 30° C.

A temperaturas más bajas la cinética de fermentación es más lenta y a medida que aumenta la temperatura la fermentación se produce más rápido.

Trayendo con ellos también los inconvenientes de paradas de fermentación, multiplicación de cepas no saccharomyces por bajas temperaturas, modificación del contenido de esteroles, etc.

3.3.2 Régimen de aireación

La presencia de oxígeno es necesaria para la multiplicación de las levaduras, así como también para ciertas funciones del metabolismo de las levaduras, que pueden afectar al buen funcionamiento de las células, como la síntesis de esteroles y ácidos grasos insaturados que aumentan la permeabilidad de las membranas celulares, y que en su ausencia es frecuentemente una causa de paradas de fermentación.

Por otra parte, la aireación de un mosto o una vendimia en fermentación, implica un aumento de consumo de compuestos nitrogenados asimilables por las levaduras, siendo necesario tener en cuenta este aspecto, aun cuando se proceda a aireaciones sucesivas, o bien cuando se añaden compuestos nitrogenados exógenos.

La verdadera utilidad del oxígeno para las levaduras se produce durante la fase de multiplicación, y nunca cuando la fermentación está avanzada; recomendándose al menos una aireación al segundo día de comenzar la fermentación alcohólica, cuando las levaduras están al final de su crecimiento, permitiendo reforzar la resistencia de la membrana celular a la acción impermeabilizante del etanol y de los ácidos grasos de cadena corta.

3.3.3 Acidez – pH: los pH óptimos para el desarrollo de las levaduras se sitúan en un valor de pH de 4 a 6 con un valor mínimo de 2.6 a 2.8 por debajo de los cuales la fermentación alcohólica es imposible.

Teniendo en cuenta que el mosto tiene un pH que oscila entre 3 y 3.8 la fermentación alcohólica se desarrolla sin dificultad, conviniendo los valores de pH más bajos posibles, para evitar el desarrollo de bacterias indeseables.

3.3.4 Necesidades nutricionales

3.3.4.1 Compuestos carbonados: Los azúcares fermentables por las levaduras son la principal fuente de alimentación carbonada, especialmente la glucosa y la fructosa como azúcares mayoritarios, sirviendo de base para la síntesis de compuestos que necesitan, así como también de fuente de energía para atender sus funciones vitales.

3.3.4.2 Compuestos nitrogenados: el mosto es un medio fermentativo bastante rico en compuestos nitrogenados, repartiéndose en un 5 a 10% para la fracción mineral o amoniacal, otro 20 a 30% para el nitrógeno aminado, un 30 a 40% de polipéptidos y por fin de un 5 a 10% de proteínas.

Las levaduras necesitan disponer de compuestos nitrogenados para sintetizar las proteínas que precisan para su crecimiento y desarrollo, tomándolo de las sustancias más fácilmente asimilables, como el ion amonio,

los aminoácidos. Generalmente la vendimia contiene la cantidad necesaria de compuestos nitrogenados para desarrollar una fermentación, pero en ocasiones es necesario añadir estas sustancias en forma de sales amoniacales. También se debe tener en cuenta para una fermentación de mejor calidad y asegurar su final, los momentos de adiciones de las sales.

3.3.4.3 Compuestos minerales: del mismo modo las vendimias contienen cantidades suficientes de minerales para asegurar el buen desarrollo de las fermentaciones alcohólicas. Estos compuestos son importantes para asegurar las funciones vitales de las levaduras.

CAPÍTULO 4: Fermentaciones

4.1 Glicólisis. Fermentación alcohólica

La glicólisis, es el conjunto de reacciones bioquímicas que permite a las células vivas, la transformación de los azúcares de 6 carbono, como la glucosa y la fructosa, en ácido pirúvico. Estas reacciones se producen tanto en aerobiosis en la respiración, como también en anaerobiosis en las fermentaciones alcohólicas o lácticas.

En la fermentación alcohólica, no todas las moléculas de azúcar se transforman en ácido pirúvico, sino que algunas pueden convertirse en glicerina, en un proceso conocido como fermentación gliceropirúvica.

Además de alcohol etílico, en la fermentación alcohólica se producen a partir de ácido pirúvico otros compuestos, donde destacan ácido acético, ácido butírico, acetona, ácido láctico, etc. Debiendo tenerse en cuenta el mejor seguimiento de desarrollo y control de fermentación para evitar una mayor cantidad de estos compuestos no deseados.

Durante la fermentación alcohólica es necesaria la adición de compuestos nitrogenados asimilables, para aumentar la actividad de transporte de los azúcares. Por otra parte, la aireación provoca un aumento de la biomasa. Al tener una concentración de azúcar tan elevada aun en presencia de oxígeno, las levaduras metabolizan exclusivamente por vía de fermentación alcohólica. También al oxigenarse en primera instancia de fermentación, las levaduras

generan un crecimiento de ergosteroles por lo tanto una membrana más resistente y permeable.

4.2 **Fermentación gliceropirúvica**

La fermentación gliceropirúvica es una consecuencia de la fermentación alcohólica donde es posible que el NAD se re oxide en la formación previa del ácido fosfo-3-glicérico. El compuesto final formado por esta vía es la glicerina que se encuentra en los vinos en cantidades de 5 a 11 gramos por litro, se estima que un 92% de los azúcares realizan la fermentación alcohólica, mientras que el 8% restante hacen la fermentación gliceropirúvica.

Cada vez que se forma una molécula de glicerol, otra de ácido pirúvico formada en la glicólisis no puede transformarse en etanol, por lo que se desvía hacia la formación de otros compuestos, siendo por lo tanto la fermentación gliceropirúvica responsable de la aparición de sustancias en el medio fermentativo, alguna de ellas no deseables.

4.3 **Fermentación maloláctica**

El ácido málico que contiene la vendimia puede ser parcialmente degradado por las levaduras durante la fermentación alcohólica, formando alcohol etílico. Las levaduras del género *Schizosaccharomyces* pueden llegar a metabolizar en ocasiones hasta el 90% de ácido málico, con un rendimiento de

2.33 gramos de este ácido por 0.80 gramos de alcohol etílico, produciendo poca acidez volátil y sin embargo altos niveles de glicerina. El problema es que tiene un rendimiento alto de azúcar/alcohol, y son sensibles al alcohol y al SO2.

CAPÍTULO 5: Fermentación Maloláctica

La fermentación maloláctica es la transformación del ácido málico contenido en el vino hacia ácido láctico como producto final, siendo realizada por la intervención de las bacterias lácticas.

Los agentes de la fermentación maloláctica son las bacterias lácticas naturales existentes en el vino las cuales pueden proceder de la vendimia o bien de las contaminaciones en la maquinaria e instalaciones de la bodega, o por el contrario pueden ser exógenos o añadidos mediante un cultivo.

5.1 Mecanismo

El mecanismo bioquímico de transformación del ácido málico por las bacterias lácticas es muy simple, gracias a la enzima maloláctica formada por estos microorganismos, se produce una descarboxilación del ácido málico de cuatro átomos de carbono, desprendiéndose una molécula de anhídrido carbónico y otra de ácido L (+) láctico. Este ácido cuando procede de la fermentación alcohólica de los azúcares por las levaduras es principalmente ácido D (-) láctico, y cuando procede de un picado láctico de los azúcares por las bacterias lácticas puede ser ácido D (-) o L (+) láctico según especies.

La consecuencia de esta transformación es una importante caída de la acidez total del vino, estimada en unos 0.6 gramos/litro en ácido tartárico, por

cada 1 gramo/litro de ácido málico metabolizado. La razón de esa bajada de acidez se explica:

●Transformación de un ácido más fuerte con dos funciones ácidas, en otro más débil con una sola función ácida.

El ácido málico se encuentra en el vino en equilibrio con sus sales o malatos, bajo forma perfectamente solubles. La fermentación maloláctica elimina total o parcialmente el ácido málico “libre”, lo que por la ley de acción de masas hace desplazar el equilibrio antes citado en el sentido del ácido málico “combinado” hacia el ácido málico “libre”; cediendo al medio cationes que se encontraban formando las sales, y haciendo precipitar el ácido tartárico en forma de tartrato neutro de calcio y bitartrato potásico, que hace bajar todavía más la acidez del vino

1° ácido málico ↔ malatos

2° ácido málico ← malatos + cationes

↓ ↓

Ácido láctico cationes + ácido tartárico → tartratos ↓

●La presencia de ácido málico en el vino aumenta la solubilidad del bitartrato potásico, al desaparecer total o parcialmente el primero por la

fermentación maloláctica, se insolubiliza el segundo, y como esta sal presenta una función ácida, la acidez total del vino disminuye.

5.2 Factores que influyen en la fermentación maloláctica

5.2 Temperatura: es uno de los factores de mayor importancia, encontrándose dos extremos de 10° Y 30° C, sobrepasados sobre los cuales la actividad de las bacterias lácticas es prácticamente nula, encontrándose la temperatura óptima de desarrollo entre 20° a 23° C. Estas condiciones se refieren a vinos con una graduación alcohólica entre 12% vol. a 14% vol.

5.2.2 Aireación: las condiciones ideales para el desarrollo de una fermentación maloláctica, son la anaerobiosis no estricta, esto quiere decir que se precisa contar con unas pequeñas cantidades de aire difíciles de precisar. Según E. Peynaud, en caso de una anaerobiosis estricta se produce una dificultad en la multiplicación. Las condiciones de aerobiosis dificultan y pueden llegar a impedir el desarrollo de una fermentación maloláctica, razón por la cual en la práctica se recomienda no airear los vinos, dejándolos sin trasegar en los mismos depósitos de fermentación o descube en el caso de los tintos.

5.2.3 Acidez-pH

En la práctica se establecen los siguientes límites ideales de pH para la fermentación maloláctica

- Vinos con azúcares residuales. 3.2 a 3.5
- Vinos sin azúcares residuales: ≥ 3.2

En el caso de realizar una fermentación maloláctica en presencia de azúcares residuales y con valores de pH mayores de 3.5 se produce entonces en paralelo la degradación del ácido málico y también la de los azúcares, haciendo subir de una manera importante la acidez volátil del vino.

Los valores bajos de pH pueden producir un retraso de la fermentación maloláctica, aunque luego el desarrollo de la misma es muy bueno, de carácter homoláctico, produciendo casi exclusivamente ácido láctico y a la vez poca acidez volátil.

5.2.4 Anhídrido sulfuroso

Todas las formas del anhídrido sulfuroso en los vinos poseen actividades antibacterianas.

Frente a bacterias lácticas, los niveles de anhídrido sulfuroso necesarios para frenar su actividad, oscilan entre los 0.5 a 0.8 mg/litro de SO2 molecular, que equivale a 10 a 20 mg/litro de SO2 libre o a 50 a 100 mg/litro de SO2 combinado, dependiendo de otros factores donde destacan la temperatura, pH y alcohol, los cuales presentan efectos sinérgicos.

5.3 Efectos de la fermentación maloláctica en los vinos

5.3.1 Importante disminución de la acidez total*:* que en ocasiones supera más del 50% de la acidez inicial, con una desaparición total o parcial del ácido málico, de sensaciones gustativas ásperas y astringentes, y con la aparición del ácido láctico de gusto más vinoso y suave.

5.3.2 Incremento de la acidez volátil*:* del orden de 0.1 a 0.2 gramos/litro en condiciones normales, debido a la degradación de los azúcares residuales, a la intervención de las bacterias hetero-lácticas y sobre todo a la metabolización de ácido cítrico que se produce en la etapa final de la fermentación maloláctica.

5.3.3 Disminución de la intensidad de color*:* en tintos, explicada por una modificación del pH del vino que puede implicar una modificación de los antocianos.

5.3.4 Modificación de aroma*:* debido en parte a una disminución de los aromas varietales por una degradación o hidrólisis de los compuestos aromáticos de la uva, por otra parte, a una atenuación o desaparición de los compuestos aromáticos formados durante la fermentación alcohólica y por fin formándose ésteres como el acetato de etilo de olor a pegamento o el lactato de etilo olor lácteo o diacetilo olor a manteca.

5.3.5 Acumulación de manoproteínas*:* procedentes de las paredes celulares de las levaduras en autolisis y las propias bacterias lácticas, comunican al vino en la boca una agradable sensación de grasa y de volumen.

5.3.6 Mayor estabilidad biológica*:* debido a su empobrecimiento en nutrientes o factores de crecimiento, así como a una mayor presencia en el medio de inhibidores microbianos formados por las bacterias lácticas, que transmiten al vino una cierta inmunidad frente a otras alteraciones.

5.3.7 Degradación de aminoácidos*:* por su descarboxilación, produciendo diversas sustancias llamadas aminas biógenas.

5.3.8 Eventual formación de polisacáridos exocelulares*:* producida por determinadas bacterias lácticas, pudiendo producir en los vinos la “enfermedad de la grasa”

CAPÍTULO 6: Anhídrido Sulfuroso

El anhídrido sulfuroso (SO2) es un gas producido por la combinación del azufre en el aire, siendo conocido desde muy antiguamente como desinfectante.

Las múltiples propiedades que presenta este compuesto es la conservación de los vinos, ha supuesto que todavía en la actualidad no exista ninguna otra sustancia o tratamiento alguno capaz de sustituirlo, aunque con la pretensión de limitar su contenido en los vinos, se dispone de algunas técnicas y productos complementarios.

Por sus propiedades para la elaboración, hacen que hoy sea un instrumento indispensable en la tecnología de elaboración y conservación de los vinos.

Dentro de las primeras se destaca los efectos antioxidante y antioxidásico, sus propiedades antimicrobianas selectivas especialmente frente a las bacterias lácticas, etc. Por otro parte las propiedades negativas se presentan con las dosis elevadas en las vendimias o en los vinos, pudiendo aparecer olores defectuosos del propio gas sulfuroso, o por reducción del mismo hacia sulfhídrico o mercaptanos, e incluso cuestionándose un riesgo para la salud humana por ingestión de este compuesto que acompaña los vinos.

6.1 Límites legales en los vinos

SO2 Total (mg/L):

-vino tinto seco: 130 mg/L

-vino blanco y rosado seco: 180 mg/L

-vino tinto abocado y dulce: 180 mg/L

-vino blanco y rosado abocado y dulce: 210 mg/L

Tolerancia: 35 mg/L en más o en menos.

6.2 Efectos tóxicos en los seres vivos: el anhídrido sulfuroso está considerado desde el punto de vista de sus efectos sobre la fisiología de los seres humanos y a las dosis habituales contenidas en los vinos, como una sustancia ligeramente tóxica. Razón por la cual la tendencia que se sigue en

los últimos años, está en reducir progresivamente los niveles máximos autorizados en los mostos o vinos, suplementando sus propiedades enológicas, mediante la utilización de otros aditivos o conservantes inocuos para la salud, o con la aplicación de determinadas técnicas que la enología actual dispone.

Existen numerosos estudios realizados sobre animales e incluso algunos con humanos, donde se definen algunos parámetros de toxicidad, que pueden suministrar una idea sobre la posible peligrosidad de esta sustancia.

En el hombre, los síntomas de intoxicación cuando las dosis de sulfuroso son altas, es más de 4 gramos de metabisulfito de sodio en una sola dosis, se manifiestan con náuseas, irritación gástrica y vómitos; aunque pueden aparecer con cantidades más pequeñas, algunas reacciones alérgicas especialmente en individuos asmáticos. Parece que la toxicidad producida por el sulfuroso en el hombre, se debe a la destrucción de la tiamina o vitamina B1, estando atenuada esta reacción a los valores de pH 2 propios de la digestión estomacal.

Partiendo de la DDA de 0.7 mg/día y kg de peso vivo, la dosis aceptada para los seres humanos puede oscilar entre 42 y 56 mg por día, en función de un peso entre 60 a 80 kg, que en función de los límites máximos de sulfuroso admitidos en los vinos, equivalen a un consumo de algo más de media botella de vino diaria.

El concepto de vino ecológico, donde en teoría debería ser un producto totalmente exento de aditivos o conservantes, entre ellos el anhídrido sulfuroso, es un concepto totalmente utópico; por una parte, sin un contenido mínimo de este compuesto sería imposible la conservación del vino, y por otra parte las mismas levaduras de fermentación, son capaces de formar anhídrido sulfuroso a partir del azufre o de los sulfatos que contiene la vendimia

6.3 Química del anhídrido sulfuroso en los vinos

El anhídrido sulfuroso se produce por la combinación del azufre en el aire, siendo un gas más pesado que el aire y de característico olor irritante y sofocante. Se licúa a una temperatura de 15° C a una presión de 2.72 atm, es un líquido incoloro de gran movilidad, que bulle a –10° C y se solidifica a -76° C siendo su peso específico de 1.435 a 0° C de temperatura y de 1.396 a 15° C. al pasar de estado líquido a gaseoso, se produce una importante absorción de calor debida al calor latente de evaporación, produciéndose por cada litro de sulfuroso licuado un volumen de 500 litros de gas a 0° C de temperatura.

SO_2 libre + SO_2 combinado = SO_2 total

6.3.1 Anhídrido sulfuroso libre

A los valores de pH de los vinos, no existe bajo forma de sulfito neutro ($SO_3^=$), encontrándose como anhídrido sulfuroso gas (SO_2), ácido sulfuroso

(SO_3H_2) y bisulfito (HSO_3^-). Las dos primeras formas constituyen dentro de la fracción del anhídrido sulfuroso libre, la llamada forma "*activa"* que posee la mayor parte de las propiedades enológicas de este compuesto y son causa del típico olor punzante a azufre quemado.

El anhídrido sulfuroso activo o molecular, depende del pH del mosto, oscilando desde valores de algo menos de 1% hasta casi el 10%.

6.3.2 Anhídrido sulfuroso combinado

La mayor parte del anhídrido sulfuroso añadido al mosto o al vino, se combina con diversos compuestos orgánicos, sobre todo aquellos que poseen una función carbonilo: aldehídica o cetónicas. Esta fracción es más abundante que la del anhídrido sulfuroso libre, pero no posee de manera tan acusada sus propiedades antisépticas y antioxidantes.

Cuando la constante de disociación tiene un valor bajo: $K < 0.003 \times 10^{-3}$, la combinación del compuesto carbonilado con el anhídrido sulfuroso es muy estable, existiendo una gran cantidad de la forma combinada respecto de la libre y que supere 99% de este. Por el contrario, cuando la constante de disociación es elevada: $K > 30 \times 10^{-3}$, sucede lo contrario, la combinación es poco estable y por lo tanto reversible, y existe una proporción mayor de la forma libre que la combinada, siendo esta última menor del 1%.

En los vinos la fracción más abundante del anhídrido sulfuroso combinado, corresponde a su unión con el etanal, formando un compuesto muy estable y por lo tanto irreversible; sin embargo, con el resto de los compuestos del vino con los que se combina, lo hacen en menor cantidades, y son reversibles en función del nivel de anhídrido sulfuroso libre, con quienes está en equilibrio, dependiendo también de la temperatura.

6.4 Propiedades enológicas del anhídrido sulfuroso

6.4.1 Actividad antilevaduriana o fungicida: la acción antiséptica del anhídrido sulfuroso se debe exclusivamente a la fracción libre, y dentro de ella en su mayor parte a la llamada parte “activa”, que comprende el SO2 molecular y bajo la forma no disociada del ácido sulfuroso (H3SO4) que apenas existe.

La acción antimicrobiana del dióxido de azufre, se explica por un doble efecto, por una parte, este compuesto al combinarse con determinadas sustancias y al bloquear el oxígeno, limita las posibilidades de nutrición de los microorganismos. Por otra parte, el anhídrido sulfuroso puede penetrar en las células por difusión, y dependiendo de su concentración, puede provocar la muerte celular o inhibir temporalmente su actividad para luego reemprender su actividad cuando las condiciones del medio lo permitan.

6.4.2 Actividad bactericida

Todas las formas del anhídrido sulfuroso en los vinos, poseen actividades antibacterianas, incluso las fracciones de SO2 combinado más estable y menos disociables como el acetaldehído y el ácido pirúvico. Este depende de su fracción activa por lo tanto depende del pH, esto explica la estabilidad biológica de los vinos más ácidos.

El efecto inhibidor del anhídrido sulfuroso combinado se debe a que las bacterias lácticas, son capaces de metabolizar la fracción aldehídica de los compuestos de combinación, y así liberar cantidades notables de SO2 molecular.

6.4.3 Selección entre levaduras y bacterias

Esta es una de las propiedades más importantes del anhídrido sulfuroso, aplicado en dosis normales de vinificación sobre mostos, es capaz de ejercer un efecto selectivo, impidiendo el desarrollo de bacterias lácticas, sin embargo, permitiendo el desarrollo de levaduras y su actividad fermentativa

6.4.4 Activación y selección entre levaduras

La presencia de anhídrido sulfuroso en una vendimia, produce una selección entre levaduras, siendo las levaduras de primera fase las más afectadas. Por otra parte, con la utilización de anhídrido sulfuroso en dosis normales de vinificación, se produce un ligero retraso en el inicio de la

fermentación, pero una vez iniciada esta, se consigue un “efecto de activación”, desarrollándose con una mayor rapidez, una total transformación de los azúcares en alcohol, y un mejor rendimiento azúcar/alcohol.

6.4.5 Efecto antioxidante: el consumo químico por el anhídrido sulfuroso es una reacción lenta, que necesita la presencia de catalizadores, siendo preciso varios días para consumir oxígeno saturado en el mosto o vino debido a un trasiego. Por lo tanto, este tipo de oxidación no tiene importancia en la fase pre fermentativa de las vendimias, pero si puede ser notable en la conservación de vinos, donde el oxígeno puede actuar durante un periodo de tiempo mayor.

6.4.6 Efecto antioxidásico: estas pueden actuar en un tiempo mucho más corto, catalizadas por enzimas oxidásicas. La adición de anhídrido sulfuroso es un sistema muy eficaz para frenar este tipo de oxidaciones, inhibiendo y destruyendo dichas enzimas oxidantes, especialmente tirosinasa y menor cantidad lacasa.

6.4.7 Efecto disolvente: actúa como efecto macerador de las partes sólidas de la uva con el mosto en contacto con ellas.

6.4.8 Efecto clarificante: puede producir un efecto inhibidor de inicio de la fermentación, creando un lapso de tiempo en el que se puede macerar, sobre todo en blancos pudiendo producir un desfangado.

Dosis pre fermentativas SO2 gramos/hl

Vinificación en tinto:

●Vendimias optimas: < 5 g/hl

●Vendimias alteradas: 5 a 10 g/hl

Vinificación en blanco:

●Vendimias optimas: < 5 g/hl

●Vendimias alteradas: 5 a 10 g/hl

Dosis de conservación y transporte SO2 libre mg/litro

Conservación:

●Vinos tintos: 20 a 30 mg/litro

●Vinos blancos: 30 a 40 mg/litro

Transporte:

●Vinos tintos: 25 a 35 mg/litro

●Vinos blancos: 35 a 45 mg/litro

Dosis de embotellado SO2 libre mg/litro

●vinos tintos: 20 a 30 mg/litro

●vinos blancos: 30 a 40 mg/litro

MARCO PRÁCTICO

CAPÍTULO 7: El ensayo

7.1 Datos del viñedo

Como se dijo en la introducción, Finca las margaritas está situada en Maipú. La variedad elegida para el ensayo es bonarda, la cual se adapta muy bien a la zona vitivinícola elegida.

La uva bonarda obtuvo un rendimiento en finca de 80 qq/he.

El transporte se realizó en camión, aproximadamente 10000 kg por cada uno.

7.2 Procesado en la bodega

En este momento es en donde diferenciamos el ensayo.

Realizando una recepción de la uva en vasijas de 140 Hl, aproximadamente 10000 kg por pileta. Diferenciando el tipo de elaboración tradicional y una elaboración realizando una co-fermentación alcohólica y maloláctica por inoculación de bacterias lácticas seleccionadas y levaduras seleccionadas.

La uva ingresó con 22,2°Bx.

7.2.1. Elaboración tradicional

Se realiza la recepción del camión, la descarga de la uva sobre el lagar, pasando por máquina despalilladora y bomba de vendimia, donde se realizó la

adición de insumos con dosificador: meta-bisulfito de potasio (6 g/hl), enzima pectolítica (evitando el contacto con el meta-bisulfito de potasio, 2 g/qq), tanino comercial (10 g/hl)

La uva pasó por intercambiador de calor, haciendo un ingreso a la vasija con una temperatura de 16,5 °C, donde se incorporan los demás insumos:

- acido tartárico (1 g/L)
- roble para fermentación. (1 g/L)

Se realizó un remontaje de homogeneización con bomba pistón.

Procedimiento de rehidratación de levadura seleccionada y aclimatación con mosto para su incorporación a la pileta. Una vez terminado esto se realizó el agregado de las levaduras seleccionadas vertiéndolas en la boca del tanque.

Al siguiente día, se realizó el primer remontaje donde la biomasa de levaduras se encontraba aumentada para ganar el medio fermentativo, después de esto se realizó el respectivo control de temperatura y Baumé.

Se hicieron durante el transcurso de toda la fermentación hasta llegar a 0 ° Baumé, 3 controles diarios de temperatura y Baumé. Una vez obtenido este valor se continuó hasta rastros de azúcar por análisis de azúcar reductor.

Se realizó un remontaje cerrado diario hasta el comienzo de la fermentación (aparición de CO2 en el medio), donde se empezó protocolo de 3 remontajes

abiertos diarios y una vez apagada la fermentación 1 remontaje cerrado de poca duración hasta rastros de azúcar y su posterior desvine.

Durante la fermentación se hicieron los siguientes agregados de nutrientes para levaduras:

- pasado el 1/3 de la fermentación: Complejo (orgánico, levaduras inactivas + Inorgánico + tiamina)
- pasado 2/3 de la fermentación DAP (difosfato de amonio).

Terminada la fermentación, se realizó el desvine y prensado con sus respectivos análisis completo: alcohol, pH, acidez total y volátil, azúcar, anhídrido libre y total.

Durante su periodo en pileta de conservación, se produjo una fermentación maloláctica espontánea con bacterias lácticas indígenas. El control se llevó a cabo por cromatografía, una vez transformado el ácido málico en ácido láctico, se realizó la adición de anhídrido sulfuroso para conservación.

Realizando los controles analíticos de conservación anhídrido sulfuroso libre, acidez volátil y pH, hasta su despacho.

7.2.2 Elaboración con bacterias lácticas seleccionadas

En este caso, como se citó anteriormente, la diferencia en el procesamiento comenzó después del pesado, la descarga y procesamiento mecánico. Lo que se varió fue el agregado de insumos, en el cual no se le realizó agregado de:

Metabisulfito de potasio en el ingreso, y se agregaron, además, en bomba de vendimia:

- tanino comercial (15 g/hl)
- enzima pectolitica (2 g/qq)

En boca de pileta se adicionó:

- acido tartárico (1 g/l)
- roble. (1 g/l)

Segundo punto en el que difiere la elaboración, es que se hizo el agregado de levaduras seleccionadas y bacterias lácticas seleccionadas, luego del ingreso. Se siguió el mismo protocolo de elaboración que en el punto anterior.

Finalizada la fermentación alcohólica hasta rastros de azúcar, se siguió por cromatografía la desaparición del málico. El comienzo de la fermentación maloláctica, sucede en simultáneo con el final de la fermentación alcohólica.

Cuando ésta finalizó continuamos con el desvine, siguiendo los mismos pasos que realizamos en la elaboración tradicional, se hizo el agregado de anhídrido sulfuro para conservación, realizando los análisis adecuados de conservación hasta su despacho.

CAPÍTULO 8: Resultados

Finalmente, en los vinos obtenidos se obtuvieron los siguientes resultados analíticos:

FE									
6-abr	30	BONARDA		3,72	217				22,2 Bx°
7-abr	30	BONARDA		3,79					
8-abr	30	BONARDA		3,83					
9-abr	30	BONARDA		3,83					
10-abr	30	BONARDA		3,88					0,5G/L H2T
11-abr	30	BONARDA		3,78					
15-abr	30	BONARDA		3,78					
16-abr	30	BONARDA		3,8	3		0,22		
20-abr	30	BONARDA		3,8	< 1,8	18	0,25		0,5G/L H2T
21-abr	30	BONARDA		3,65					
24-abr	68	BONARDA	12,9	3,7					
10-ago	68	BONARDA		3,75			0,45		AC MALICO: 0,47 G/L
									AC LACTICO: 1,50 G/L
									AGREGADO DE SO2
15-sep				3,75		48	0,46		

AGREGADO DE BACTERIAS LACTICAS SELECIONAS

FECHA	VASIJA	MUESTRA	OL	PH	AZ RED (G/L)	SO2L	AC VOL	AC T	OBS
6-abr	29	BONARDA		3,72	217				22,2 Bx°+BLS+S/SO2
7-abr	29	BONARDA		3,79					
8-abr	29	BONARDA		3,82					
9-abr	29	BONARDA		3,82					0,5g/l H2T
10-abr	29	BONARDA		3,71					
13-abr	29	BONARDA		3,75					
15-abr	29	BONARDA		3,74	2,3				
16-abr	29	BONARDA		3,75	< 1,8	7	0,25		
20-abr	67	BONARDA		3,75			0,25		
24-abr	67	BONARDA	12,7	3,78			0,31		agregado de SO2
27-abr	67	BONARDA							AC MALICO: 0,15 G/L
									AC LACTICO: 1,82 G/L
30-abr	67	BONARDA		3,76		46	0,31		

CONCLUSIÓN

La comparación entre la elaboración tradicional y la elaboración planteada reflejó claramente las diferencias en todos los campos, tanto analíticos como sensoriales y también podría hablarse de otros beneficios técnicos, como tener un vino terminado antes del invierno y con una mayor seguridad biológica. Como contraparte estará la parte económica, donde el uso de bacterias lácticas seleccionadas aumenta el costo por litro, entonces habrá que tener en cuenta el tipo de mercado de la bodega.

En cuanto al aspecto analítico los resultados del ensayo en comparación de la elaboración tradicional dieron resultados de acidez volátil y anhídrido sulfuroso total significativamente menores.

Donde se obtiene como beneficio la menor utilización de anhídrido sulfuroso en el vino, disminuyendo el tenor de sulfitos y sulfatos en un vino

terminado. Y por lo tanto un beneficio extra de nuestro producto, que adquiere una mayor calidad por un mejor tratamiento, refiriéndose al aspecto sensorial donde son revelados con mayor intensidad los aromas del vino y no atrapados o disfrazados por el anhídrido sulfuroso.

En resumen, se obtuvo un vino con menores dificultades técnicas al momento de producirlo y una mayor seguridad al manejar más aspectos de la elaboración, un vino con una parte analítica más correcta que se ve reflejado en el aspecto sensorial del vino siendo este más atractivo.

Por lo que se recomienda la utilización de estas prácticas, tanto en vinos de calidad y uvas de primera zona como en vinos de granel y uvas de zonas productivas, dando un avance a la enología para eliminar o disminuir la utilización de anhídrido sulfuro, algo que resulta ser tendencia en el mundo.

BIBLIOGRAFÍA

TOGORES, José Hidalgo. Tratado de Enología, 2º Ed. TI y II (España, Ediciones Mundi Prensa, 2010). Págs. 1813

OREGLIA, Francisco. Enología Teórica-Práctica, 2º Ed. TI (Argentina, Ediciones Instituto Salesiano de artes gráficas, 1978). Págs. 731

FLANZY, Claude. Fundamentos científicos y tecnológicos, 2º Ed. TI (Francia, Ediciones Mundi Prensa, 2002). Págs. 797

CATANIA, Carlos y AVAGNINA, Silvia. La Interpretación Sensorial del Vino. (Argentina, Ediciones Caviar Blue, Editora Andina Sur, 2010). Págs. 319.

ÍNDICE DE TABLAS

TABLA N°1: DATOS ANALITICOS ELABORACION TRADICIONA……49

TABLA N°2: ELABORACIÓN CON AGREGADO DE BACTERIAS LÁCTICAS SELECCIONADAS……...
…50

Índice General

Agradecimientos……3

Dedicatoria……4

Introducción……5

PARTE I: Marco teórico

Capítulo 1: Bacterias Lácticas……8

1.1 Metabolismos de las bacterias……9

1.2 Factores fisicoquímicos……12

1.3 Necesidades nutricionales……14

1.4 Interacciones microbianas……14

Capítulo 2: Bacterias Acéticas……16

2.1 Bioquímica de las Bacterias Acéticas……...17

2.2 Factores de crecimiento Bacterias Acéticas……18

Capítulo 3: Levaduras ……...19

3.1 Principales levaduras vínicas……19

3.2 Bioquímica de las levaduras……...21

3.3 Factores de crecimiento y desarrollo de las levaduras……21

Capítulo 4: Fermentaciones……...25

4.1 Glicolisis. Fermentación Alcohólica……...25

4.2 Fermentación gliceropirúvica……26

4.3 Fermentación maloláctica……...27

Capítulo 5: Fermentación maloláctica……28

5.1 Mecanismo……28

5.2 Factores que influyen en la fermentación……30

5.3 Efectos de la fermentación maloláctica en los vinos……31

Capítulo 6: Anhídrido Sulfuroso……...34

6.1 Límites legales en los mostos o vinos……35

6.2 Efectos tóxicos en los seres vivos……35

6.3 Química de Anhídrido sulfuroso en los vinos…….....37

6.4 Propiedades enológicas del anhídrido sulfuroso……39

PARTE II: Marco Práctico

Capítulo 7: El ensayo……...44

7.1 Datos del viñedo……...44

7.2 Procesado en la bodega……44

Capítulo 8: Resultados……49

Conclusión…….. 51

Bibliografía……53