

ANEXO I

INFORME FINAL DE INVESTIGACIÓN

1. Datos de identificación del proyecto

DENOMINACIÓN	Detección de anhídrido sulfuroso en mosto sulfitado para la obtención de mosto concentrado Evaluación del grado de dificultad que ofrecen distintos mostos sulfitados para su desulfitación.
APELLIDO y Nombre del Director	CALIGULI, Elena Ester
UNIDAD ACADÉMICA	Facultad Don Bosco de Enología y Ciencias de la Alimentación

2. Formación de recursos humanos

Incorporación de alumno:

APELLIDO Y NOMBRE	DNI	CARRERA
Suarez, Florencia Elisa	40597474	Licenciatura en Enología e Industrias Frutihortícolas

3. Acciones de difusión

4. Acciones de Transferencia

5. Informe de los integrantes del equipo de investigación

APELLIDO Y NOMBRE	Desempeño		
	Satisfactorio	Regular	Insatisfactorio
GOMEZ, DANIEL	x		
SUAREZ, FLORENCIA ELISA	x		

6. Bienes inventariables adquiridos con fondos del proyecto

7. Informe Final

7.1 Resumen

El mosto de uva desde un punto de vista bioquímico es un conjunto de sustancias orgánicas e inorgánicas en complejas combinaciones y estados de solución verdadera y coloidal. Se planteó la factibilidad de obtener una metodología que determine un índice de desulfitabilidad, que anticipe el comportamiento de un mosto determinado dentro de un desulfitador, mediante el desarrollo de un equipo a escala de laboratorio. Se observó que, en los tiempos de destilación basados en la aplicación de la técnica desarrollada, se demuestra la hipótesis planteada de modo que cuantitativamente permitió indicar que mostos son o no fáciles de desulfitar y, por ende, es posible obtener un índice que permita determinar dicho objetivo, estableciendo un parámetro capaz de proporcionar la dificultad o facilidad de desulfitación de un mosto. Resulta significativo desarrollar en una etapa posterior pruebas a campo del equipo y técnica desarrollada, con el fin de validar empíricamente y estadísticamente el método a campo.

Resolución N° 003/2023-CD-FDBECA

Ruta Provincial 50, N° 6722, Rodeo del Medio, CP 5529, Maipú, MendozaTel/Fax:
(0261)4951120/4951084 – e-mail: rtornello@donbosco.org.ar

7.2 Informe Completo

7.3 Introducción

El mosto de uva desde un punto de vista bioquímico es un conjunto de sustancias orgánicas e inorgánicas en complejas combinaciones y estados de solución verdadera y coloidal.

El mosto es el zumo de la uva resultante de una molienda, su estrujado o prensado, o cualquier otra operación que rompa los hollejos de las uvas procedentes de la *Vitis Vinifera* y deje libre el líquido en ellas contenido; es un líquido turbio, normalmente, por contener partículas en suspensión y, en general, aromático y con alta concentración en azúcar. El mosto es el zumo de la uva y su calidad depende directamente de la sanidad y las propiedades de las uvas que le originen, además de la influencia de las condiciones industriales de elaboración del mismo

El proceso de concentración, independientemente a la tecnología impartida, tendrá como fin disminuir el porcentaje de agua y por lo tanto, aumentar el tenor azucarino, y entre las tecnologías aplicables se destacan aquellas que trabajan con altas temperaturas y/o presión.

El mosto concentrado desulfitado (M.C.D.) proviene de un mosto apagado por medios químicos, que puede recuperar su fermentabilidad (De Rosa, 1988) y el Mosto Concentrado Virgen (M.C.V.) proviene de un mosto apagado por medios físicos sin conservantes químicos (mosto virgen) (Flanzy, 1987). El Mosto concentrado rectificado (M.C.R.) puede provenir de mostos apagados química o físicamente con azúcar de uva de aspecto incoloro, con bajo contenido en cationes, aniones y polifenoles.

El mosto de uva se utiliza no solo para la elaboración de vinos de diferentes tipicidades, sino que también es utilizado para la fabricación de infinidad de bebidas, como sidras comerciales o zumos de frutas; sin embargo, la industria tiene en cuenta que a dicho mosto se le deben aplicar ciertos métodos para la conservación de este, hasta que se decida su destino en la industria. Por ello, el método más utilizado para la conservación es la sulfitación.

La sulfitación de los mostos tiene por objeto impedir la fermentación de este, por la acción inhibidora del anhídrido sulfuroso sobre las levaduras vínicas presentes en el medio. Pero, para su posterior uso debe ponerse en práctica el proceso de desulfitado, siendo un proceso puramente experimental sin parámetros de control normalizados actualmente; consiste en la remoción casi total del anhídrido sulfuroso que se había añadido, a través de diferentes tecnologías. Debido a exigencias comerciales, la desulfitación aplicada sobre un mosto sulfitado debería garantizar el 99% de la remoción de dicho aditivo. Habitualmente se logra este objetivo, sin embargo, en ocasiones, no se logra por razones que se intuyen, pero son desconocidas. Empíricamente se sabe en la industria que los mostos que han sufrido fermentaciones mínimas no han pasado por resinas catiónicas, tienen más de un año de antigüedad o son de prensa, presentan dificultades a tener en cuenta a la hora de desulfitación.

La presente investigación nace a partir de la necesidad existente en la industria local de poder evaluar a priori el comportamiento de un mosto al momento de ser desulfitado a valores esperados o especificados en los procesos de concentración. De este modo, se propuso desarrollar un equipo a escala de laboratorio que permita establecer un índice cuantitativo indicador de la desulfitabilidad de un mosto sulfitado y estudiar aspectos técnicos y comerciales de dicho alimento con el objeto de la mejora continua de los procesos tecnológicos y la calidad del producto final.

7.4 Hipótesis

Como hipótesis se plantea la factibilidad de obtener una metodología que determine un índice de desulfitabilidad, que anticipe el comportamiento de un mosto determinado dentro de un desulfitador, evitando correcciones posteriores del mismo, mediante el desarrollo de un equipo a escala de laboratorio. Por consiguiente, evaluar el grado de dificultad que ofrecen distintos mostos sulfitados para su desulfitación.

Resolución N° 003/2023-CD-FDBECA

Ruta Provincial 50, N° 6722, Rodeo del Medio, CP 5529, Maipú, MendozaTel/Fax:
(0261)4951120/4951084 – e-mail: rtornello@donbosco.org.ar

7.5 **Objetivos**

7.5.1 **Objetivo General**

Desarrollar un equipo analítico que permita establecer un índice de desulfatibilidad previo al proceso de concentración de mostos sulfitados.

7.5.2 **Objetivos específicos**

Diseñar y construir un equipo a escala de laboratorio, correspondiente a un equipo desulfizador discontinuo que permita medir la desulfatibilidad de una alícuota específica de mosto sulfitado. Medir la cinética de la operación de desulfitación a través del prototipo diseñado.

Desarrollar un índice de desulfatibilidad, a partir del estudio y modelación matemática de los resultados obtenidos.

Realizar ensayos con el equipo e índice propuesto con el fin de definir la metodología analítica correcta y comprobar el estudio con casos reales de la industria.

Determinar las variables fisicoquímicas que influyen en la desulfitación de un mosto sulfitado.

Proponer recomendaciones prácticas con el fin de la mejora de los procesos tecnológicos y calidad del producto final.

7.6 **Materiales y Método**

7.6.1 **Metodología**

La idea fundamental de la presente investigación fue desarrollar un modelo matemático (índice de desulfatibilidad) a través de una serie de ensayos aplicado a muestras de mosto sulfitado y el desarrollo de un prototipo de equipo desulfizador a escala laboratorio.

La metodología aplicada es del tipo mixta, cuantitativa y descriptiva.

Esto conlleva el diseño y la evaluación de un prototipo del equipo a escala ensayo, establecer el funcionamiento de los destiladores por arrastre de vapor existentes en el mercado global, de modo que permita establecer un método viable para lograr una correspondiente desulfitación, procurando mantener las características organolépticas y químico-físicas del producto a tratar. En primer lugar, se planteó la adquisición del equipo "tipo prototipo", con el fin de realizar los correspondientes ensayos de desulfitación con una determinada muestra de mosto. Con tal fin, se planeó realizar las adaptaciones respectivas de este equipo, en cuanto a lo que respecta la puesta en punto y verificar la factibilidad de su funcionamiento.

Prototipo 1: En principio se propuso utilizar un equipo de acidez volátil del tipo Jaulmes, el cual no permitió medir correctamente los tiempos y volúmenes, ya que las condensaciones y reflujos producidos en el refrigerante no otorgaban datos reproducibles.

Prototipo 2: En una segunda instancia se construyó, utilizando utillaje habitual de laboratorio, un segundo equipo el cual permite solucionar los problemas del Jaulmes. Una vez puesto a punto el equipo permitió obtener resultados lógicos, consistentes y repetibles.

A partir de lo indicado anteriormente, utilizando el prototipo 2, se procede a la puesta en marcha de la metodología analítica propuesta, haciendo uso del equipo que permite una destilación de la muestra a utilizar por arrastre de vapor a la temperatura propia de este último, siendo 100°C. Ello, permitirá llevar a cabo los análisis y verificaciones de la metodología analítica para obtener la cinética investigada del comportamiento de los mostos.

Posteriormente, se procede a realizar curvas que demuestren la destilación, correspondientes a SO₂ Total destilado vs tiempo en que demora dicha destilación en los mostos; de diferente composición fisicoquímica, provenientes de industrias del medio. Con el objeto de tabular dichos datos que se obtenidos y establecer un índice cuantitativo que indique cuales mostos se desulfitan factiblemente, de manera que cumplan con la remoción del anhídrido sulfuroso al nivel requerido por el mercado.

Resolución Nº 003/2023-CD-FDBECA

Ruta Provincial 50, Nº 6722, Rodeo del Medio, CP 5529, Maipú, MendozaTel/Fax:
(0261)4951120/4951084 – e-mail: rtornello@donbosco.org.ar

Como primer paso, se proyectó la investigación a la adquisición del equipo “tipo prototipo”, con la finalidad de realizar los correspondientes ensayos de desulfitación con una determinada muestra de mosto.

Existe un equipo en particular que puede tomarse como ejemplo para el diseño de ese equipo prototipo que permitió evaluar el proceso de desulfitación de un determinado mosto. Por ello, se utilizó la eficacia del método de aireación-oxidación para determinar el SO₂ libre, combinado y total en mostos, ya que se lo ha determinado como un método que permite obtener precisión, velocidad y versatilidad en el proceso. El método de aireación-oxidación es preciso para la determinación del SO₂ libre que contenga un mosto.

Diseño del prototipo

- Muestras: se dispuso de una serie de muestras que se sometieron al método, siendo que fueron mostos de diferentes características, 2 (dos) mostos blancos, uno nuevo de primera calidad y otro de segunda calidad (prensa), totalmente sulfitados a niveles habituales. Se identificaron cada muestra estableciendo previamente un orden según determinación.

- Determinación de anhídrido sulfuroso: a cada muestra se realizó la determinación analítica de anhídrido sulfuroso libre y total según la técnica oficial de la OIV y se registró los resultados.

- Equipo: Se utilizó material de laboratorio para su estructura, por lo que se controla que cada parte del equipo estuviera bien conectada y en funcionamiento.

- Técnica: se procedió a utilizar la muestra de mosto en el equipo y observo como es el comportamiento del mismo, registrando los resultados y las variables que se obtuvieron.

- Método: se repitió el proceso en reiteradas determinaciones, constituyendo las prueba-error del mismo.

- Resultados: se registraron los resultados de la metodología y construyeron curvas de calibración para ajustar las variables.

Se realizaron las adaptaciones respectivas de este equipo, en cuanto a lo que respecta la puesta en punto, verificando la factibilidad de su funcionamiento.

La puesta en marcha de la metodología analítica descrita, se practica haciendo uso del equipo que permite una destilación de la muestra a utilizar por arrastre de vapor a la temperatura propia de éste último, siendo 100°C. Ello, permitió llevar a cabo los análisis y verificaciones de la metodología analítica para obtener la cinética investigada del comportamiento de los mostos.

En base a lo mencionado, se planteó un diagrama del equipo utilizado para las determinaciones analíticas, con sus respectivas partes y funciones en el mismo.

Figura 1. *Equipo desulfitador a escala laboratorio*

Los materiales de laboratorio utilizados en la construcción del equipo son los descritos a continuación:

- Soporte universal
- Ampolla de destilación: Es donde se coloca la muestra de mosto a analizar, siendo que según la técnica a desarrollar, corresponde a 10 ml.
- Ampolla de Lepez: Es la parte del equipo que se coloca sobre la ampolla de destilación, en unión a ésta, de manera que contenga el indicador (fenolftaleína) y el agua destilada fría, con la finalidad de generar volumen.
- Balón de destilación: Es el que contiene agua destilada, de manera que su función es ser la fuente de generación de vapor para arrastrar el anhídrido de la muestra.
- Trípode

Resolución N° 003/2023-CD-FDBECA

Ruta Provincial 50, N° 6722, Rodeo del Medio, CP 5529, Maipú, MendozaTel/Fax:
(0261)4951120/4951084 – e-mail: rtornello@donbosco.org.ar

- Mangueras: Son la conexión entre el balón de destilación con la ampolla de destilación y a su vez, la conexión con el agua corriente. También, se utiliza para retirar la muestra de mosto una vez analizada.

- Mechero: Debe funcionar de manera consistente.

- Pipetas doble aforo de 10 ml

Los reactivos utilizados en la determinación analítica son los siguientes:

- Fenolftaleína: Es el indicador utilizado para denotar el viraje de medio alcalino a ácido en la determinación.

- Rojo de metilo: Es el indicador utilizado para la puesta en punto del equipo.

- Hidróxido de potasio N/10: Solución higroscópica que debe ser titulada con biftalato de potasio N/10, ya que es un reactivo utilizado en el análisis del mosto.

- Agua destilada

- Muestra de mosto: Se establece un patrón de la cantidad de muestra a utilizar por análisis, siendo de 10 ml.

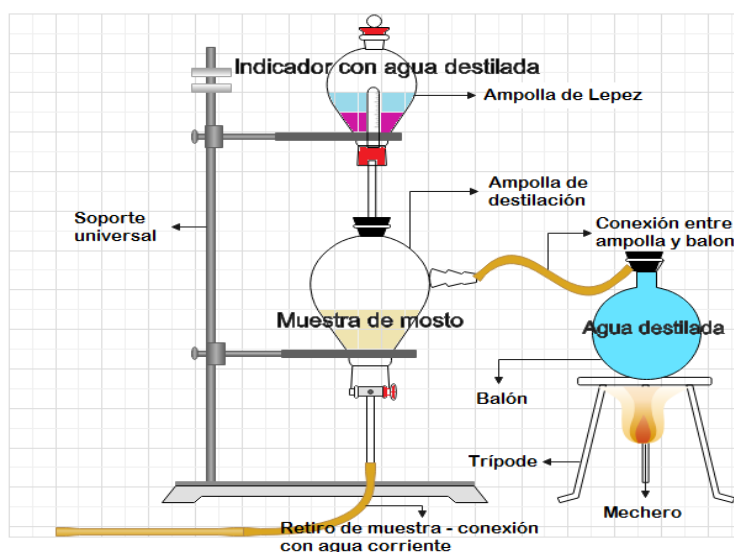
7.6.2 Métodos

Existen dos técnicas diferentes para determinar anhídrido sulfuroso en un mosto, pero en este caso, solo se hará mención a la siguiente, ya que fue la utilizada:

- Método Ripper (Ripper, 1892):

Anhídrido sulfuroso libre: Medir 50 mL de vino con pipeta de doble aforo y colocarlos en un erlenmeyer de 250 mL. El extremo de la pipeta debe encontrarse muy cerca del fondo, para evitar pérdidas de gas. Agregar 5 mL de $\text{SO}_4 \text{H}_2$ 1:3 y 3 mL de engrudo de almidón al 2%. Titular con iodo N/50. El punto final de la titulación se verifica cuando el líquido tiene color azul persistente. Registrar los mL utilizados de solución N/50 de iodo (V1).

Anhídrido Sulfuroso Total: Colocar en un erlenmeyer, 25 mL de solución de KOH aproximadamente normal, y a continuación 50 mL de vino, cuidando que el extremo de la pipeta esté pescando en la solución alcalina. Dejar actuar el KOH sobre el vino durante 15 minutos, tiempo en el cual el SO_2 combinado será liberado de sus combinaciones. Agregar 10 mL de $\text{SO}_4 \text{H}_2$ 1:3 y 3 mL de engrudo de almidón al 2%. Titular con iodo N/50. El punto final de la titulación se verifica cuando el líquido tiene color azul persistente. Registrar los mL utilizados de solución N/50 de iodo (V2). (Jorge J.B. Nazralla, 2009)



Resolución Nº 003/2023-CD-FDBECA

Ruta Provincial 50, Nº 6722, Rodeo del Medio, CP 5529, Maipú, MendozaTel/Fax:
(0261)4951120/4951084 – e-mail: rtornello@donbosco.org.ar

7.6.3 Técnica analítica

La técnica analítica que se propone inicialmente para la estructura del método de determinación de SO_2 en mostos es la determinación de la acidez volátil de los vinos, ya que la acidez volátil está constituida por la parte de ácidos grasos pertenecientes a la serie acética que se encuentra en los vinos, ya sea en estado libre o de sal. Se determina mediante la separación de los ácidos volátiles por arrastre con vapor de agua y rectificación de los vapores. La acidez del anhídrido sulfuroso libre y combinado arrastrado con el destilado no debe comprenderse en la acidez volátil. Para estas correcciones se sigue la norma Jaulmes, en la que se considera como completa la influencia de SO_2 libre y sólo la mitad de la del combinado.

Según el método de esta técnica, consiste en encender el balón generador de vapor. Medir 10 mL de vino con pipeta de doble aforo y colocarlos en la ampolla del dispositivo de destilación. Agregar 1 mL de ácido tartárico al 25%, con el objeto de desplazar al ácido acético de sus sales, para que pueda ser destilado. Abrir la llave de paso de vapor hacia la ampolla. Recoger 100 mL del destilado en erlenmeyer de 250 mL. Proceder a la titulación del destilado con NaOH N/10 previo agregado de fenoftaleína, hasta color rosado leve, pero persistente. Acidular con una sola gota de SO_4H_2 concentrado, agregar 3 mL de almidón y titular con iodo N/50 hasta color azul violáceo. Registrar los mL utilizados. Agregar 25 mL de bórax en solución saturada y volver a titular con iodo N/50 hasta color azul violáceo registrando los mL necesarios. (Jorge J.B. Nazrala, 2009)

Imagen 1. Equipo de laboratorio Jaulmes



Ensayos

Debido a que no se logró poder llevar a cabo con el equipo y técnica desarrollada en una industria, se procedió al menos de un modo semi representativo, llevar a campo la tecnología desarrollada.

- **Ensayo 1**
Se recepciona una muestra de mosto sulfitado y acidificado por columna catiónica, donada por industria local. Se procede a realizar la técnica propuesta y evaluar sus resultados.
- **Ensayo 2**
Se recepciona una muestra de mosto sulfitado con incipiente fermentación alcohólica, donada por industria local. Se procede a realizar la técnica propuesta y evaluar sus resultados.

7.7

Marco Teórico

1. Orígenes del mosto de uva

Resolución Nº 003/2023-CD-FDBECA

Ruta Provincial 50, Nº 6722, Rodeo del Medio, CP 5529, Maipú, MendozaTel/Fax:
(0261)4951120/4951084 – e-mail: rtornello@donbosco.org.ar

La edulcoración de mostos pobres en sustancias azucaradas se inició con miel y arrope, donde este último es el mosto concentrado de uva fabricado en caldera abierta a fuego directo. En 1790, el azúcar que se empezaba a tener industrialmente de la remolacha en Francia, compuesto de sacarosa principalmente y utilizado cuando el vino no tenía suficiente contenido de sustancias reductoras. Chaptal (1756 – 1832) fue el promotor de la adición de azúcar a la vendimia o al mosto. Esta operación de edulcorado con sacarosa se llama tradicionalmente chaptalización. Los distintos mostos concentrados de uva se pueden considerar como productos de adición para el enriquecimiento de los mostos o los vinos jóvenes. Desde el año 1953, el profesor Giovanni Garolio desarrolló técnicas que requerían del empleo del intercambio orgánico de iones, dirigido a obtener “Azúcar Integral de Uva” para utilizarlo en el campo enológico como sustitutivo de la sacarosa en la corrección de mostos y vinos de baja concentración en azúcares (glucosa y fructosa principalmente). Las investigaciones efectuadas en Italia y Francia a mitad de los años 70 por equipos multidisciplinares sobre la obtención del azúcar purificado de uva llevaron a una tecnología que permitió la construcción de las primeras instalaciones industriales a principios de 1980. (Ricagno, 2010)

2. Actualidad del mosto concentrado de uva

El mosto concentrado o jugo de uva es un insumo industrial, que ha ganado su propio espacio en el último tiempo. Gracias a sus múltiples aplicaciones en las diferentes industrias alimenticias este producto ha dejado de ser un sub-producto de la industria vitivinícola para pasar a ser el centro de un mercado creciente, que cuenta con una demanda cada vez más exigente.

Argentina se ha convertido en el principal exportador mundial de mosto. La industria local abastece a más de 50 países en todo el mundo, siendo sus principales destinos Estados Unidos, Sudáfrica, Japón y Canadá. (Córdoba, 2007)

2.1 Panorama de Argentina en la exportación de mosto concentrado

Las exportaciones de Jugo Concentrado de Uva argentino (mosto concentrado) tienen como principal destino Estados Unidos, con casi el 40% en valor (U\$S 57,06 millones). Su comportamiento ha mostrado un buen desempeño en los últimos años, con un crecimiento acumulado respecto de 2017 del 70%. Argentina vende este producto a los principales compradores a nivel mundial y es uno de los líderes del mercado. (Argentino, 2020)

La diversificación en las exportaciones de los principales países exportadores de productos vitivinícolas ha tenido una evolución claramente positiva, ganando participación en el mercado internacional. El caso del Jugo Concentrado de Uva no ha sido la excepción.

El mosto concentrado representa, a nivel de comercio mundial, un negocio de aproximadamente U\$S 560 millones. El precio promedio al cual se comerció durante el 2019 fue de poco más U\$S 1.500 por tonelada. (Argentino, 2020)

Argentina tiene en Estados Unidos el principal mercado de exportación de Jugo Concentrado de Uva con U\$S 57,06 millones (40% en valor), seguido con bastante diferencia por Sudáfrica y Japón con el 17% y 16%, respectivamente. Entre 2015 y 2019 las exportaciones de mosto concentrado de Argentina crecieron 27% en valor y 12% en volumen. (Argentino, 2020)

Tabla 1. Principales mercados de Argentina. 2017 - 2019¹

IMPORTADORES	2017	2018	2019	Part % 2019
--------------	------	------	------	-------------

¹ (Argentino, 2020)

Resolución N° 003/2023-CD-FDBECA

Ruta Provincial 50, N° 6722, Rodeo del Medio, CP 5529, Maipú, MendozaTel/Fax:
(0261)4951120/4951084 – e-mail: rtornello@donbosco.org.ar

Mundo	84.534	143.224	143.396	100%
Estados Unidos	33.763	51.084	57.066	40%
Sudáfrica	5.759	25.708	24.703	17%
Japón	22.699	29.038	23.331	16%
Canadá	7.142	13.213	11.181	8%
Rusia	1.927	2.958	2.713	2%
China	2.401	1.946	2.452	2%
Perú	665	455	2.216	2%
Turquía	423	2.896	2.042	1%

3. Aplicaciones del mosto de uva

El mosto de uva está siendo reconocido a nivel mundial y regional como un producto con variadas aplicaciones y beneficios para el cuerpo humano así como también como materia prima para la elaboración de otros productos derivados y para la elaboración del vino para en aquellas zonas donde el cultivo del vid se torna prácticamente imposible, o donde la calidad del vino procesado no llega a satisfacer a los consumidores.

Repetidos estudios internacionales han reconocido las ventajas que dicho producto, en su modalidad de mosto concentrado rectificado, tiene como sustituto del propio azúcar, de acuerdo con las características técnicas que esta última contiene, ya que, de acuerdo a lo mencionado anteriormente, el mosto concentrado contiene glucosa que es una sustancia necesaria para el cuerpo humano.

Los diferentes usos que se le han dado a este producto en estudio, haciendo hincapié en la variedad de mosto de uva concentrado. Por ello, el mosto de uva es el producto logrado en la producción del vino de mesa en la fase previa a la fermentación de la uva. Por tal motivo es que en aquellos países donde el cultivo de uvas es más complejo y donde las características de la propia uva no son las adecuadas para lograr un destacado vino de mesa, se utiliza el mosto de uva como materia prima para la elaboración de esta bebida alcohólica, partiendo de un producto que está en condiciones óptimas para ser fermentado dada su concentración de azúcar.

En otros lugares del mundo, como ser en Estados Unidos, principal productor y a la vez importador del producto vitivinícola en estudio, demanda este producto especialmente para preparar mix de jugos de frutas, golosinas, dulces, mermeladas, jaleas, galletitas, pan y como edulcorante natural para comidas y bebidas gaseosas.

Por otro lado, desde el punto de la medicina, variados estudios han revelado que el mosto de uva concentrado tiene aparte de las propiedades antioxidantes que destacan al vino tinto, la propiedad de hipolipemiante y antiinflamatorio. De acuerdo con un trabajo realizado en Madrid, por el Hospital Ramón y Cajal servicios de Bioquímica e Investigación y Nefrología, la incorporación de mosto en la dieta de los pacientes de vino tinto logro mejorar el perfil lipoproteico y redujo los valores de colesterol LDL en dos grupos de pacientes de dicha institución. (Rodriguez, 2004).

Se destaca las propiedades antioxidantes presentadas en el mosto, debido a sus componentes polifenólicos principalmente. La uva en su esencia contiene los llamados flavonoides, que son pigmentos naturales presentes en los vegetales y que protegen al organismo del daño producido por agentes oxidantes, como los rayos ultravioletas, la polución ambiental, sustancias químicas presentes en los alimentos, etc. El organismo humano no puede producir estas sustancias por lo que es necesario ingerirlas en la alimentación o como suplementos. La acción que ejerce esta sustancia química sobre la limpieza de los radicales libres en el cuerpo, permite que estos últimos no ocupen el oxígeno que requieren las células para crear su propia energía. A través de

Resolución Nº 003/2023-CD-FDBECA

Ruta Provincial 50, Nº 6722, Rodeo del Medio, CP 5529, Maipú, MendozaTel/Fax:
(0261)4951120/4951084 – e-mail: rtornello@donbosco.org.ar

este mecanismo, quienes se ven sustancialmente ayudados son el corazón por el efecto antioxidante de la sangre, así como también el cerebro que es el principal y más grande usuario metabólico de oxígeno, que requiere un flujo constante de sangre. Los flavonoides del mosto de uva ayudan a mantener las arterias limpias, disminuyendo la producción de agentes coagulantes lo que permite aumentar la producción de óxido nítrico, una sustancia que mantiene las arterias sanas. En forma secundaria, la sustancia tratada puede hacer aumentar el colesterol “bueno” (HDL) y disminuir el riesgo de arterias tapadas por el colesterol “malo” (LDL). (Gutiérrez & Ricagno, 2010)

En otro orden, estudios realizados en Estados Unidos y presentados en la reunión de la Federación para Sociedades Americanas de Biología Experimental, concluyeron que el consumo regular de mosto de uva reduce los niveles de presión arterial en poblaciones hipertensas. (Gutiérrez & Ricagno, 2010)

4. Legislación del mosto de uva

4.1 *Legislación del mosto según la Organización Internacional del Vino*

Según la OIV en ficha código 1.2.1, capítulo 2, define al MOSTO DE UVA como el producto líquido obtenido a partir de uva fresca, ya sea espontáneamente o mediante procesos físicos tales como: estrujado (*), despalillado o desgranado (*), escurrido (*), prensado (*).²

En tal caso, se debe centrar precisamente a que se define como MOSTO CONCENTRADO, encontrándose tal definición en la ficha código 1.2.3, capítulo 2 mostos, como al producto no fermentado ni caramelizado, obtenido por la deshidratación parcial del mosto de uva o de mosto de uva conservado según procedimientos admitidos por la OIV, de manera que su masa volúmica a 20º C no sea inferior a 1,24 g/ml.³

4.2 *Legislación del mosto según el Instituto Nacional de Vitivinicultura en Argentina.*

Según la ley 14878 dictaminada por el Instituto Nacional de Vitivinicultura, en su artículo n°17, inciso f de productos analcohólicos de la uva, determina en los siguientes puntos la definición de mosto y sus variantes:

- a. Mosto virgen de uva, el proveniente de la molienda o prensado de la uva fresca en tanto no haya empezado a fermentar;
- b. Mosto de uva en fermentación, aquél en proceso de fermentación, cuya riqueza alcohólica no exceda de cinco por ciento (5 %) en volumen.
- c. Mosto sulfitado, el mosto estabilizado con el agregado de anhídrido sulfuroso en dosis que establezca la reglamentación;
- d. Mosto concentrado, el obtenido del mosto de la uva en sus diversos grados de concentración mediante procesos térmicos al vacío o al aire libre, sin haber sufrido caramelización sensible.⁴

5. Composición

5.1 *Composición de la uva*

Los mostos contienen los constituyentes, tales como agua, glúcidos, prótidos, lípidos, elementos minerales y compuestos fenólicos. Principalmente, en los mostos, dichos constituyentes

² Ficha Código OIV - Edición 01/2016 I.2.1-1 - Código Internacional de Prácticas Enológicas

³ Ficha Código OIV - Edición 01/2016 I.2.3-1 - Código Internacional de Prácticas Enológicas

⁴ ARTÍCULO N°17 de Ley N° 14.878 - LEY GENERAL DE VINOS. Sancionada el octubre 23 de 1959 - Instituto Nacional de Vitivinicultura.

Resolución N° 003/2023-CD-FDBECA

Ruta Provincial 50, N° 6722, Rodeo del Medio, CP 5529, Maipú, MendozaTel/Fax:
(0261)4951120/4951084 – e-mail: rtornello@donbosco.org.ar

proceden de la uva, de la pulpa de la baya, que representan en función de las cepas del 83% al 91% del conjunto de la baya. (Flanzy, 2003)

Tabla 2. Composición del racimo de uva en % sobre peso fresco⁵

	agua	78-80
	osas	0,5-1,5
	ácidos orgánicos	0,5-1,6
RASPONES	pH	4-4,5
3 al 6%	taninos	2-7
	minerales	2-2,5
	compuestos nitrogenados	1-1,5
	agua	78-80
	ácidos orgánicos	0,8-1,6
	taninos	0,4-3
PIEL	antocianos	0-0,5
7 al 12%	compuestos nitrogenados	1,5-2
media	minerales	1,5-2
9,6%	ceras	1-2
	sustancias aromáticas	
BAYA	Agua	25-45
94% al 97%	compuestos glucídicos	34-36
PEPITAS	taninos	4-10
0 al 6%	compuestos nitrogenados	4-6,5
media	minerales	2-4
4,4%	lípidos	13-20
	PULPA	
	83 al 91%	

5.2

Composición del mosto de uva

Para comprender lo que es el mosto desde el punto de vista de sus componentes, hay que distinguir la composición de los compuestos y las sustancias cuando es una uva y, al ser mosto. El mosto antes de la fermentación se compone principalmente de agua y azúcares, así como ácidos (málico y tartárico, principalmente), además otros componentes químicos en menor cantidad son responsables de su composición final.

Tabla 3. Composición del mosto⁶

⁵ (Flanzy, 2003)

⁶ (Flanzy, 2003)

Resolución N° 003/2023-CD-FDBECA

Ruta Provincial 50, N° 6722, Rodeo del Medio, CP 5529, Maipú, MendozaTel/Fax:
(0261)4951120/4951084 – e-mail: rtornello@donbosco.org.ar

Agua	700 a 850
osas	140 a 250
polisacáridos	3 a 5
alcoholes	-
polioles	-
ácidos orgánicos	9 a 27
polifenoles	0,5
compuestos nitrogenados	4 a 7
minerales	0,8 a 2,8
vitaminas	0,25 a 0,8

(gramos por litro)

5.2.1 Azúcares

Los principales azúcares presentes en el mosto son la glucosa y la fructosa, otros azúcares se encuentran en la uva pero en proporciones insignificantes. La concentración de azúcar en la uva o en el mosto se suele medir en EEUU en grados Brix, mientras que en Europa se hace en grados Baumé, por lo que en Argentina se toma como válidas ambas mediciones. La concentración de azúcares es crítica para obtener un mosto concentrado de calidad que cumpla con las exigencias del mercado.

Por otro lado, debido a las propiedades químicas de ambos azúcares, siendo aldehído y cetona respectivamente, se tiene en consideración que a partir de los trabajos de Blouin (1996) con respecto a las combinaciones del anhídrido sulfuroso en los mostos, se admitió que la glucosa se combina poco con este conservante. Un gramo de glucosa se combina con 8 mg de SO₂ cuando la concentración de dióxido de azufre es cercana a los 100 mg/l. En cambio, la combinación de este último con la fructosa es casi nula, a diferencia de su producto de oxidación, la ceto-5 fructosa tiene un poder de combinación elevado, debido a que tiene una constante de disociación menor. (Flanzy, 2003)

5.2.2 Componentes nitrogenados y polifenólicos

Los mostos de uva tienen una veintena de aminoácidos, los cuales representan del 20 al 30% del nitrógeno total. Los dos aminoácidos más importantes son la prolina y la arginina, sin tener en consideración la cepa de origen del mosto. Estos dos aminoácidos tienen como precursor común al ácido glutámico, que junto a la alfa-alanina, es el más abundante.

Los compuestos polifenólicos influyen en la calidad de los mostos. Además, que, según su naturaleza, tienen un interés nutricional. La uva contiene esencialmente compuestos no flavonoides en la pulpa y flavonoides en el hollejo, semillas y escobajo.

5.3 Composición del mosto concentrado

El mosto concentrado, desde el punto de vista de sus componentes, se compone principalmente de agua y azúcares, así como ácidos, málico y tartárico, además de otros componentes químicos en menor cantidad que son responsables de su composición final.

6. Anhídrido sulfuroso

6.1 El anhídrido sulfuroso como método de conservación de un mosto previo a concentrar

El anhídrido sulfuroso se obtiene por oxidación del azufre donde por una combustión del azufre con el oxígeno genera el dióxido de azufre. Es considerado como el primer aditivo de uso enológico, el cual desde los comienzos del tiempo de la enología fue muy útil ya que, a partir de

Resolución Nº 003/2023-CD-FDBECA

Ruta Provincial 50, Nº 6722, Rodeo del Medio, CP 5529, Maipú, MendozaTel/Fax:
(0261)4951120/4951084 – e-mail: rtornello@donbosco.org.ar

su uso, se determinaron menos alteraciones durante las etapas de conservación. Esto se explica gracias a la fuerte acción bactericida que tiene, actualmente se lo sigue considerando como algo indispensable en la enología de nuestros días. Según sus propiedades físicas:

- Es un gas irritante más pesado que el aire
- Es líquido a 15 grados centígrados y 2,72 atmósferas de presión.
- Tiene un punto de ebullición de -10°C .
- Tiene un punto de fusión de -76°C .
- Su densidad es de 1.396. Y como cualquier gas, su expansión absorbe calor.

También como propiedad física podemos mencionar que es muy soluble en agua lo que es muy importante desde el punto de vista enológico. El anhídrido sulfuroso tiene la posibilidad de producir ionización o reacciones de ionización. Cuando se encuentra disuelto en agua vamos a tener que él, anhídrido sulfuroso más agua en un proceso reversible, va a originar en una primera etapa, ácido sulfuroso. Ese mismo ácido sulfuroso en una solución acuosa, se puede ionizar como anión sulfito ácido y catión hidronio. Y ese sulfito ácido que ha sido originado en la reacción anterior en la misma solución acuosa, puede originar anión sulfito y catión hidronio. Todas estas reacciones de ionización están íntimamente relacionadas con el pH. Entonces en los valores de pH del mosto vamos a tener prácticamente, anhídrido sulfuroso en su forma molecular, es decir como ácido sulfuroso y anión sulfito ácido. También tendremos la presencia de anión sulfito; y como habíamos dicho, estas tres reacciones están muy relacionadas con el pH. A menor pH tendremos más concentración de ácido sulfuroso. A mayor pH tendremos menor concentración de anión sulfito ácido. Pero debemos tener en cuenta que el que siempre predomina a cualquier pH del mosto, es el anión sulfito ácido.

También desde el punto de vista de la ionización, vamos a tener una gran influencia en lo que se refiere a la faz organoléptica, ya que el anhídrido sulfuroso más o menos se percibe de acuerdo a la forma en que esté ionizado. Por ejemplo: la sensación de anhídrido sulfuroso se puede percibir desde el punto de vista del aroma, cuando está bajo la forma de ácido sulfuroso. Por lo tanto, a pH más bajo tendremos que hay una mayor sensibilidad o mayor percepción del anhídrido sulfuroso en su forma de ácido molecular.

Éste influye en características de sabor y de color. En el mosto/vino, estará presente bajo tres formas: - anhídrido sulfuroso libre, - anhídrido sulfuroso combinado, - anhídrido sulfuroso total (que es la suma de los dos anteriores). Como consecuencia de su naturaleza, el anhídrido sulfuroso es un ácido muy enérgico, aunque éste no ha sido aislado en forma individual. En los pH del mosto y del vino prácticamente no hay anión sulfito, lo único que ocurre al pH del mosto y del vino, son las reacciones donde el anhídrido sulfuroso más agua nos da ácido sulfuroso, el ácido sulfuroso en el mismo medio acuoso nos da anión sulfito ácido más catión hidronio, y en mucha menor medida ese sulfito ácido más agua nos va a dar anión sulfito más protón hidronio. Si bien, el anhídrido sulfuroso es fundamental para la técnica enológica, también se debe recalcar que es algo que se debe manejar casi a la perfección, ya que un exceso provoca un defecto que puede afectar sabor, aroma, y color. Entonces, se debe determinar cuáles son las dosis óptimas de anhídrido sulfuroso, agregando lo verdaderamente necesario y lo menos posible; lo cual es muy difícil cuando se trabaja con mostos que tienen remanentes importantes de azúcar.

6.2 *Diferencia entre anhídrido sulfuroso real, anhídrido sulfuroso libre, combinado y activo*

El anhídrido sulfuroso total está constituido por la suma del anhídrido sulfuroso libre y el anhídrido sulfuroso combinado.

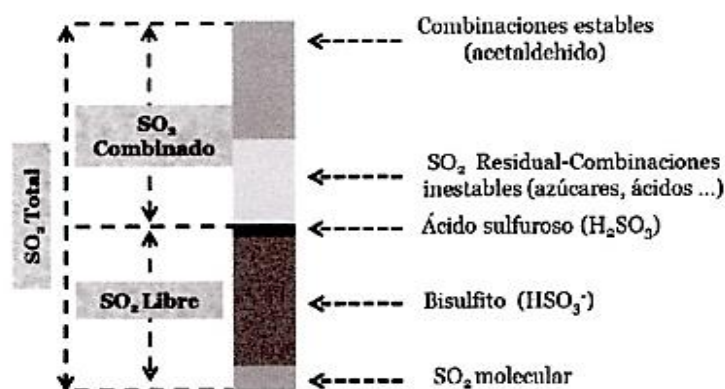
Resolución Nº 003/2023-CD-FDBECA

Ruta Provincial 50, Nº 6722, Rodeo del Medio, CP 5529, Maipú, MendozaTel/Fax:
(0261)4951120/4951084 – e-mail: rtornello@donbosco.org.ar

El anhídrido sulfuroso libre tiene distintas formas, una de ellas es la forma gaseosa, como dióxido de azufre que es soluble en el agua del vino; el ácido sulfuroso; el anión sulfito ácido que proviene de la disociación del ácido sulfuroso; y también en anión sulfito. Como anhídrido sulfuroso combinado vamos a tener el ácido acetaldehído sulfuroso, el anhídrido gluco - sulfuroso, y el anhídrido sulfuroso residual. Del sulfuroso combinado vamos a tener que del 70% al 80% está como ácido acetaldehído sulfuroso. El 1% se encuentra fijado a la glucosa, y entre el 10% y el 20% va a ser 'anhídrido sulfuroso residual' que depende del estado sanitario de la uva. Éste resulta de la combinación del anhídrido sulfuroso con ácido pirúvico y ácido cetoglutárico principalmente. Este enlace es menos estable que el del acetaldehído sulfuroso y puede servir como reserva cuando se rompe el equilibrio entre el sulfuroso libre con el sulfuroso combinado. (Oreglia, 1978)

Como habíamos mencionado, el anhídrido sulfuroso libre está constituido por: dióxido de azufre disuelto, ácido sulfuroso, anión sulfito ácido que se encuentra en un 96,3% aproximadamente y se combina con el acetaldehído y anión sulfito que tiene acción antioxidante. Para que se cumpla acción antioxidante, el anión sulfito debe estar en presencia de hierro al estado ferroso que actúa como catalizador.

Figura 2. Diferentes formas del SO₂ al pH del vino (Tomada Krieger, 2008).



6.2.1 Influencia del pH

El pH hace que varíe el equilibrio entre las tres formas: el ácido sulfuroso, el anión sulfito ácido, y el anión sulfito. Al bajar el pH aumenta la forma del ácido sulfuroso y disminuye la fracción de anión sulfito; entonces el mosto estará mejor protegido microbiológicamente, pero menos protegido en cuanto a las oxidaciones. En cuanto a las oxidaciones, si tenemos por ejemplo algún vino de pH 3,6 tendremos que el 1,95% del anhídrido sulfuroso libre, estará como anión sulfito. Y si el vino es muy ácido podremos tener solamente un 0,22% de anhídrido sulfuroso libre como anión sulfito.

6.2.2 Influencia de la temperatura

Al aumentar la temperatura, aumenta el anhídrido sulfuroso libre. Esto se debe tener muy en cuenta cuando se llena se calienta el mosto al pasar por un desulfitor y luego, concentrador, ya que esto produce que un aumento de la temperatura, cambia la condición de equilibrio entre anhídrido sulfuroso libre y el sulfuroso combinado.

Se debe remarcar que el anhídrido sulfuroso total permanece siempre constante, respecto del anhídrido sulfuroso activo, para inhibir el desarrollo de bacterias se necesita una dosis mínima 0,6 miligramos por litro, mientras que para levaduras vamos a necesitar entre 1,2 y 1,5

Resolución Nº 003/2023-CD-FDBECA

Ruta Provincial 50, Nº 6722, Rodeo del Medio, CP 5529, Maipú, MendozaTel/Fax:
(0261)4951120/4951084 – e-mail: rtornello@donbosco.org.ar

miligramos por litro de anhídrido sulfuroso activo, debido a una relación de superficie/volumen del microorganismo en sí.⁷

6.3

Acciones del anhídrido sulfuroso

Acción antiséptica o efecto biológico: En dosis pequeñas actúa como un bacteriostático, y en dosis altas mata los microorganismos. Si los microorganismos son eliminados o inhibidos, esto depende de la naturaleza de estos. En general se conoce que son más sensibles las bacterias que las levaduras. Esta acción antiséptica permite una pureza y regularidad de la fermentación, y favorece la conservación del mosto hasta que se concentre. De la acción antiséptica se desprende una acción selectiva, ya que a igualdad de condiciones (es decir, a las mismas dosis de anhídrido sulfuroso) los microorganismos responden en forma diferente. Por ejemplo: para dosis normales de anhídrido sulfuroso las bacterias resultan inhibidas, mientras que las levaduras pueden trabajar normalmente. Los microorganismos en distintos estadios también tienen distinta susceptibilidad. Son menos susceptibles cuando han alcanzado su desarrollo completo que cuando recién comienzan su actividad vegetativa.

La resistencia también varía con el número de microorganismos. Mientras haya un mayor número de microorganismos, habrá también una mayor resistencia. La acción antiséptica está dada por el sulfuroso activo que es el ácido sulfuroso sin disociar, por ello, en el caso de mosto sulfitado se mencionan dosis aproximadas de 25 miligramos por litro de anhídrido sulfuroso.

Efecto reductor o antioxidante: el efecto anti oxígeno del anhídrido sulfuroso está basado en la capacidad de oxidarse de anión sulfito a anión sulfato. En general se creía que al anhídrido sulfuroso tenía un fuerte poder antioxidante, pero se ha comprobado que esto no es tan así; ya que, si bien tiene un efecto reductor y antioxidante, éste no se encuentra tan acentuado, ya que esta capacidad está dada por la concentración de anión sulfito que tiene la capacidad oxidarse a sulfato. Y este se encuentra en pequeñas cantidades en el vino y en el mosto. Para que se produzca esta reacción debe haber hierro que actúa como catalizador, es decir, como transportador de oxígeno. Al depender el efecto antioxidante de la concentración anión sulfito, decimos que en los vinos menos ácidos, el sulfuroso tiene mejor acción antioxidante que en aquellos que - 6 - poseen menos pH. Esto es así porque a mayor pH hay mayor concentración de anión sulfito, como ya habíamos dicho. El efecto reductor del anhídrido sulfuroso también se atribuye a que el anión sulfito ácido combina todo el acetaldehído, que organolépticamente, lo podemos definir como de características oxidativas, formando el anhídrido acetaldehído sulfuroso. Recordemos que el acetaldehído tiene un tono desagradable y que es muy tóxico para el ser humano. El efecto reductor del anhídrido sulfuroso se acentúa con el uso de ácido ascórbico el cual ante una eventual entrada de oxígeno va a formar ácido dehidroascórbico más agua oxigenada. El anhídrido sulfuroso no es compatible con el agua oxigenada, entonces se combinan inmediatamente. A eso se debe la acción antioxidante indirecta que va a tener el anhídrido sulfuroso o la acción antioxidante indirecta que va a tener en presencia de ácido ascórbico, y por eso se recomienda que siempre que haya uso de ácido ascórbico, se debe trabajar con una dosis muy adecuada de anhídrido sulfuroso para que por la reacción de oxidación del ascórbico y la formación del agua oxigenada, no se produzca la oxidación de las sustancias del vino.

Acción anti enzimática: el anhídrido sulfuroso es un gran inhibidor de enzimas, lo cual se torna muy importante cuando se trata de inhibir enzimas oxidásicas como la tirosinasa y la lacasa. Esta inhibición se debe a que el anhídrido sulfuroso aparentemente coagula las proteínas de las

⁷ Lic. Norberto Richardi fue un gran investigador y a su vez, profesor de la Facultad Don Bosco de Enología y Ciencias de la Alimentación, cuyos aportes sobre sus investigaciones de mosto sulfitado, pertenecientes a la antigua cátedra Enología IV de dicha facultad, son esenciales para esta investigación.

Resolución Nº 003/2023-CD-FDBECA

Ruta Provincial 50, Nº 6722, Rodeo del Medio, CP 5529, Maipú, MendozaTel/Fax:
(0261)4951120/4951084 – e-mail: rtornello@donbosco.org.ar

enzimas. Es muy aplicable a uvas enfermas donde las dosis necesarias van a ser no menores a 70 miligramos por litro.

6.3.1 *Determinación de anhídrido sulfuroso activo en mostos sulfitados*

La producción y exportación de mosto concentrado ha aumentado considerablemente en nuestro país los últimos años.

El uso racional del anhídrido sulfuroso surge como uno de los temas necesarios para reducir sus dosis y con ello, lograr una desulfitación eficiente para su posterior utilización.

Por tal motivo, como primer paso de la investigación y que da un parámetro para evaluar cómo evoluciona un proceso de desulfitado, se debe establecer una dosis de anhídrido sulfuroso activo más exacto para impedir el desarrollo de levadura indígenas en el mosto a concentrar y que, en consecuencia, resulte más fácil la desulfitación.

Teniendo en cuenta lo mencionado, el Lic. Norberto Richard planteó lo siguiente: “Según la situación tecnológica, para bodegas donde se elaboran mostos sulfitados con bajos niveles de borras, una dosis de 19 mg/l de anhídrido sulfuroso activo es suficiente; en mostos con pH menor a 2,9 y parcialmente descationizados, se requieren 16 mg/l y para aquellas que elaboran mostos y vinos, por riesgo de contaminación, requiere de 47 mg/l de SO₂ activo”.⁸

Por lo tanto, sabiendo que la sulfitación de los mostos tiene por objeto impedir la fermentación del mismo, esto se debe a la acción esterilizante del gas sulfuroso sobre las levaduras vínicas presentes en el medio de dicho mosto. Pero, para su posterior uso debe ponerse en práctica el proceso de desulfitado.

El desulfitado de mostos es un proceso que consiste en la eliminación del anhídrido sulfuroso que se había añadido, resultado de un proceso puramente experimental sin parámetros de control establecidos actualmente. En la práctica, la desulfitación para ser efectiva debe garantizar una eliminación del 99% del anhídrido sulfuroso de un mosto, esto es debido a las exigencias de los mercados internacionales, teniendo en consideración que no siempre se alcanza ese rendimiento por diversos factores que aún se desconocen.

De tal manera, no existe una metodología que se le pueda otorgar a la industria vitivinícola elaboración de mosto concentrado, conociendo previamente sus características de desulfitación, y por ende su relación con los aspectos técnicos-comerciales del mismo; con el objeto de aportar mejoras en el proceso de desulfitado y la obtención de calidad final del mosto. Así, se debe proceder a investigar de qué manera y con qué herramientas es posible evaluar con anticipación el comportamiento de un mosto determinado dentro de un desulfitador para evitar correcciones posteriores que no siempre son sencillas y van en contra de la calidad del producto.

6.4 *Técnicas analíticas para la determinación de anhídrido sulfuroso*

Actualmente, existen varios métodos que permiten determinar anhídrido sulfuroso en mostos y vinos, tanto el libre como el total. Por ello, las técnicas analíticas son de suma importancia para la investigación, debido que el parámetro más importante a evaluar es el anhídrido sulfuroso contenido en un mosto, y a partir de allí, que tiempo y temperatura se debe aplicar para desulfitar dicho mosto, en base a la concentración del gas.

6.4.1 *ANHIDRIDO SULFUROSO, LIBRE, TOTAL Y MOLECULAR (SO₂)*

El anhídrido sulfuroso (SO₂) se ha usado en enología desde hace mucho tiempo, por su poder antiséptico y antioxidante. Adicionado a los mostos y vinos, una fracción se combina

⁸ Lic. Norberto Richardi fue un gran investigador y a su vez, profesor de la facultad Don Bosco de Enología y Ciencias de la Alimentación, cuyos aportes sobre sus investigaciones de mosto sulfitado, pertenecientes a la antigua cátedra Enología IV de dicha facultad, son esenciales para esta investigación.

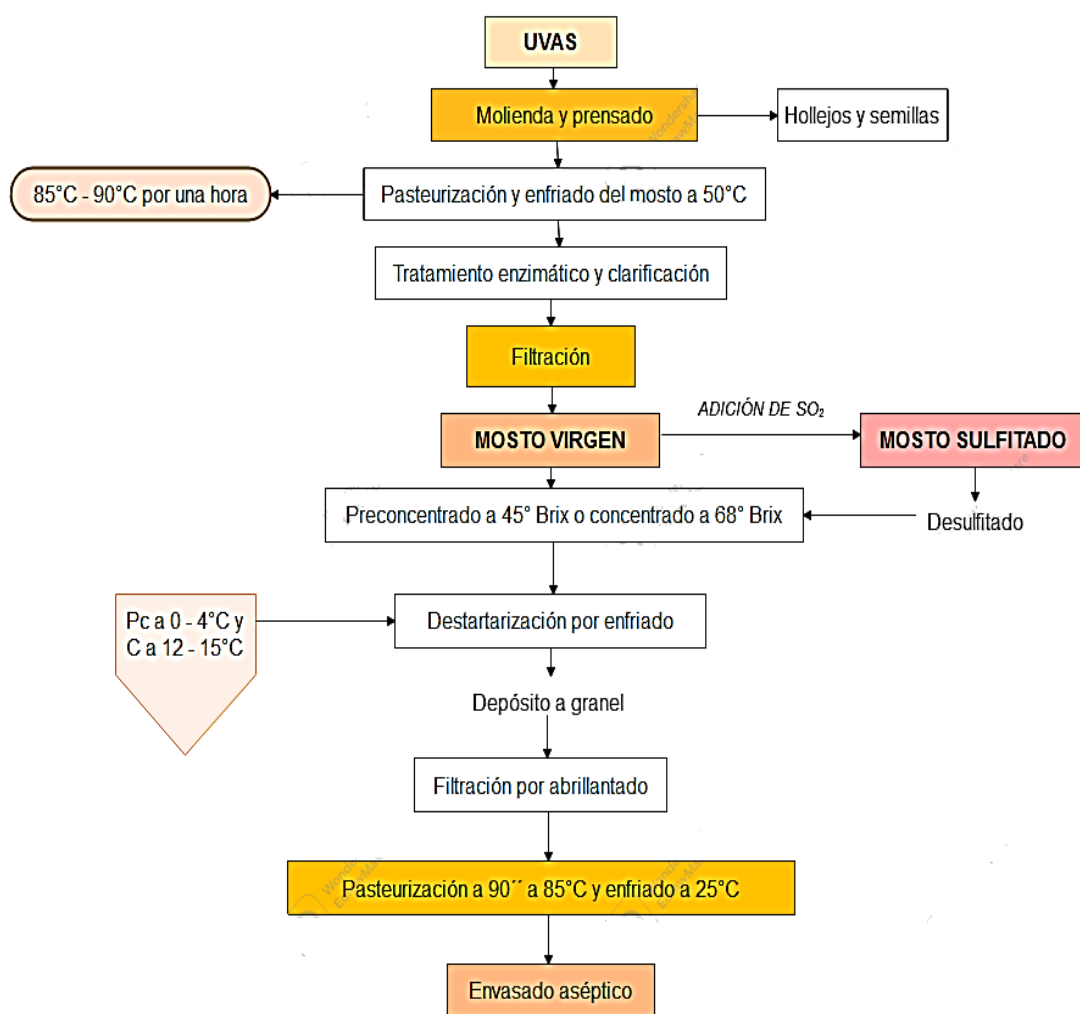
Resolución N° 003/2023-CD-FDBECA

Ruta Provincial 50, N° 6722, Rodeo del Medio, CP 5529, Maipú, MendozaTel/Fax:
(0261)4951120/4951084 – e-mail: rtornello@donbosco.org.ar

parcialmente con el acetaldehído, los azúcares, los polifenoles y otras sustancias. Esta fracción se considera como combinada o fijada, la cual no tiene efecto inhibitor sobre la mayoría de las levaduras y bacterias del ácido acético. La relación de equilibrio entre el anhídrido sulfuroso combinado y el libre, es de carácter dinámico, siendo afectada por la acidez y la temperatura. A menor pH (mayor acidez), hay mayor contenido de SO₂ libre, debido a que la adición con otros compuestos es menor. Lo mismo ocurre con la temperatura que afecta al equilibrio de manera similar. Dentro de la fracción que queda libre, la forma molecular no disociada (SO₃H₂) es el agente microbiano más importante.

El anhídrido sulfuroso denominado molecular o libre activo, es la fracción del SO₂ libre que presenta acción antiséptica. El contenido de SO₂ molecular varía considerablemente con el pH del mosto vino. Proceso productivo

Figura 3. Esquema de proceso productivo del mosto de uva concentrado y sulfitado.



7.1

Obtención del mosto de uva

El mosto concentrado de uva debe prepararse a partir del jugo obtenido de uva (*Vitis vinifera L.*) sana y apropiadamente madura, sin la adición de otras especies de frutas u organismos genéticamente modificados. Para obtener mosto concentrado de uva, debe extraerse parte del agua contenida en el jugo de uva mediante procesos físicos. El mosto concentrado de uva no

Resolución N° 003/2023-CD-FDBECA

Ruta Provincial 50, N° 6722, Rodeo del Medio, CP 5529, Maipú, MendozaTel/Fax:
(0261)4951120/4951084 – e-mail: rtornello@donbosco.org.ar

debe ser adulterado de ninguna forma, como por ejemplo mediante la adición de azúcares o ácidos y no se procesa de ninguna manera que altere sensorial o nutricionalmente las propiedades de la fruta original. El mosto concentrado de uva debe ser procesado de forma tal que asegure la inocuidad y salud pública. El mosto concentrado de uva debe ser elaborado, envasado, almacenado y distribuido bajo las condiciones sanitarias apropiadas para un producto alimenticio y cumplir con todos los requisitos Nacionales y del país destino. (Argentinos, 2018) En la producción del mosto concentrado de uva, los procesos por efectuarse pueden ser variados, pero normalmente siguen una misma cronología, donde puede compartir algunas etapas iniciales con la elaboración de vinos; cosecha, acarreo, despalillado, molienda y prensado. Luego las etapas por seguir serán puntuales para cada tipo de elaboración.

La elaboración del mosto de uva concentrado presenta tres etapas:

Partiendo del mosto virgen obtenido luego de la molienda y prensado de los orujos, se puede incurrir en dos caminos; por un lado, conservar bajo refrigeración dicho mosto con el fin de la no dosificación de SO₂ y cuidado, refrigerado para que no fermente. Esto requerirá durante su conservación un estricto cuidado de su higiene como también continuas filtraciones para eliminar potenciales riesgos de fermentaciones, ayudadas por los depósitos turbios que se generan durante dicha conservación y que normalmente contienen microorganismos activos. Este tipo de mosto es frecuentemente utilizado para edulcorar vinos del tipo dulce.

Por otro lado, una vez obtenido el mosto virgen normalmente se procede a sulfitar con el fin de conservarlo químicamente apagado y así, utilizarlo cuando sea necesario en base a los requerimientos productivos de la industria. Normalmente los valores de SO₂ en dichos mostos rondan las 2000 ppm de SO₂T, esto dependerá, exclusivamente de los índices de combinación e higiene del mosto por tratarse. Es importante destacar, que, a menores pH, el SO₂ molecular será mayor y por lo tanto será menor el SO₂ por agregar. Esto sucede debido a que al bajar el pH del mosto, aumenta la forma del ácido sulfuroso y disminuye la fracción de anión sulfito; entonces el mosto estará protegido microbiológicamente, pero no estará protegido en cuanto a las oxidaciones.

7.2. Métodos de conservación

En cuanto a lo que se refiere de conservación de mosto, define al mismo como la operación por la cual se impide la fermentación de los mostos por procedimientos físicos o químicos, con el objetivo de proceder a una estabilización biológica de los mostos.

Esto puede llevarse a cabo por procedimientos:

- a) Físicos: - Tratamiento por frío - Tratamiento por calor - Tratamiento por atmósfera inerte (anhídrido carbónico o nitrógeno) - Ultrafiltración
- b) Químicos: - Adición de anhídrido sulfuroso o su sal de potasio.

7.2.1 Sulfitación

A medida que se va obteniendo el mosto (salida escurridor / prensa) es conveniente comenzar a dosificar anhídrido sulfuroso (SO₂) en forma continua. El SO₂ se agrega directamente del sulfitómetro. Este dispositivo está graduado directamente en peso, de esta manera se puede agregar fácilmente la cantidad deseada. El agregado de SO₂ puede hacerse de diversas formas: mediante difusores o directamente hundiendo la manguera del dosificador en el mosto, el objetivo es distribuirlo uniformemente. (Argentinos, 2018)

7.3 Procesos de concentración

El mosto concentrado se obtiene mediante la deshidratación parcial del mosto de uva. La conservación del mismo debe ser al que le permita su autoconservación. La eliminación de una cantidad suficiente de agua mediante la concentración, provoca un enriquecimiento de azúcar tal, que por su elevada presión osmótica inhibe la actividad de los microorganismos, y garantiza su estabilidad biológica.

Resolución Nº 003/2023-CD-FDBECA

Ruta Provincial 50, Nº 6722, Rodeo del Medio, CP 5529, Maipú, MendozaTel/Fax:
(0261)4951120/4951084 – e-mail: rtornello@donbosco.org.ar

En base a lo expuesto, se distinguen tres tipos de procesos de concentración.

7.3.1 Por frío

También llamado crioconcentración, consiste en enfriar el mosto a varios grados bajo cero –la temperatura adecuada depende del extracto del mosto–, hasta obtener la cristalización del agua de constitución. Este tipo de concentración de los mostos no ha tenido una verdadera aplicación en la práctica, ya que una vez adquirido cierto grado de concentración, el mosto se vuelve denso y viscoso, resultando imposible la separación de los cristales de hielo que se forman como resultado del proceso. (Oreglia, 1978).

7.3.2 Por ósmosis

Este tipo de concentración requiere del uso de dos membranas de porosidad diferente, de manera que al pasar el mosto a través de las mismas, se logra reducir la presión osmótica entre los lados de la membrana y obtener de esta forma la concentración del mosto deseada. Sin embargo, solo alcanza concentraciones de 40 – 45°C, lo cual no resulta suficiente para su conservación. (Oreglia, 1978)

Se debe tener en consideración que el grado de concentración del mosto logrado por osmosis inversa y por crioconcentración, no los hace biológicamente estables.

7.3.3 Por calor

Tratamiento por calor: Elaboración del mosto concentrado

Partiendo de un mosto sulfitado, el proceso de desulfitación y posterior concentración se basará en general del siguiente modo.

En un principio se debe operar a un nivel térmico bastante elevado (80-90°C) durante un periodo de tiempo reducido. De este modo, se favorece la liberación del anhídrido sulfuroso produciendo poco color por el impacto térmico. A continuación, se produce la concentración propiamente dicha a un nivel térmico bajo (60-70°C) para evitar la desnaturalización rápida del color de vida a las formas coloreadas más o menos condensadas.

Posteriormente, se ha de proceder al enfriamiento rápido a la salida del concentrador por debajo de los 40°C.

En la etapa final del proceso, se realiza una conservación del concentrado a nivel de temperatura compatible con la calidad buscada en el producto. Un almacenamiento a 20°C acentúa la tendencia a amarillear y facilita la polimerización, factor de inestabilidad del color.

Durante el calentamiento los mostos se concentran en todos sus elementos minerales y orgánicos; la acidez es casi concentrada en las mismas proporciones que los azúcares, pero debido a la escasa solubilidad del tartrato ácido de potasio se da una reducción de la acidez por precipitación. Como la solubilidad de los malatos es grande, los concentrados se enriquecen en ácido málico respecto del tartárico. El enriquecimiento excesivo de málico se evita utilizando mostos de uvas maduras ricas en azúcares.

La evolución del color considerado bajo su aspecto cuantitativo (intensidad colorante) y cualitativo (matiz, grado de polimerización) permite valorar el impacto térmico en la desulfitación, concentración y el efecto de la temperatura en el almacenamiento y conservación sobre la calidad de los concentrados.

7.3.3.1 Desulfitación

La concentración del mosto sulfitado debe ir precedida de una desulfitación, pues de otro modo el producto final no obtiene una calidad suficiente para ser consumido.

La desulfitación consiste en una evaporación parcial del agua contenida en el mosto, con la consiguiente concentración de éste y una desaparición, casi total, por evaporación de las fracciones aromáticas subsiguientes. Según el desulfitador, el mosto puede quedar con un contenido residual de menos de 5 ppm. (Cuyo)

Estudio de las variables del proceso de desulfitación

Resolución N° 003/2023-CD-FDBECA

Ruta Provincial 50, N° 6722, Rodeo del Medio, CP 5529, Maipú, MendozaTel/Fax:
(0261)4951120/4951084 – e-mail: rtornello@donbosco.org.ar

- A. Temperatura: es una de las variables de mayor influencia ya que actúa directamente en la velocidad de reacción de desulfitación. Cuanto mayor sea la temperatura a un mismo pH, la desulfitación será mayor.
- B. Concentración de los compuestos intervinientes: el SO₂ se combina con las moléculas de glucosa (60%), materia colorante y demás compuestos. Si bien la concentración de azúcar no influye en las velocidades aparentes de reacción, se ha verificado una menor eliminación de SO₂ a mayores concentraciones de azúcar debido a que ésta “atrapa” las moléculas de SO₂, tal como ocurre con los aromas.
- C. pH: a pH menores se incrementan los valores de SO₂ al estado libre.
- D. Presión: la aplicación de presiones negativas (vacío) favorece las reacciones de desulfitación.

7.3.3.2 Concentración

El proceso de elaboración del mosto, se puede asimilar a la elaboración de jugos y en este sentido se presentan algunas prácticas comunes a éstos, como por ejemplo; en el lavado de los recipientes con el uso de agua, son perfectamente válidas para el mosto. Las mosteras más experimentadas en el rubro denominan al producto obtenido de dos formas distintas según el proceso incurrido. El mosto de uva concentrado virgen es aquel producido a partir de la primera molienda de la propia uva sin utilizar el prensado de borras y orujos ni de anhídrido sulfuroso. Por el contrario, el mosto concentrado estándar es aquel que se obtiene a partir del mosto sulfitado, que se diferencia del primero ya que este último es elaborado también con el prensado de las borras y orujos. Esta diferenciación repercute directamente en el valor del producto y también en el nivel de demandas del mismo, ya que a nivel internacional es mejor visto el jugo de uva concentrado (como sinónimo de mosto concentrado) virgen que el estándar hasta el punto en que ciertos clientes muestran interés únicamente en el producto virgen.

La elaboración del mosto concentrado requiere no solo de altas tecnologías sino de prácticas sumamente cuidadosas, una materia prima en muy buenas condiciones sanitarias e higiénicas, incluyendo un estricto control de residuo de pesticidas; debiéndose tener en cuenta que es un producto sometido a altas exigencias de calidad para hacer posible su exportación. Sin embargo, el mosto concentrado es una materia prima intermedia, ya que debe ser reconstituida para su posterior procesamiento, en virtud de lo expresado anteriormente, la comercialización se realiza en recipientes de mayor tamaño, tales como tambores, bins y flexitanks.

En base a las etapas generales para la producción de mosto concentrado de uva (figura 2), las siguientes que se describen a continuación corresponden a las operaciones comunes destinadas a la producción de mosto concentrado de uva:⁹

- A. Flotación: Esta etapa se puede utilizar en la producción de jugos de uvas blancas sulfitados. Para realizar el procedimiento de flotación en el mosto de uva, la condición indispensable es que las partículas de la turbidez puedan adherirse a un correspondiente número de burbujas de gas (aire). El éxito de la flotación aplicada a mostos de uvas, consiste en recubrir las partes insolubles provenientes de las partes sólidas del grano, con un adecuado revestimiento con el objeto de hacerlas flotables. Para ello es indispensable que a la masa líquida se le agregue reactivos de flotación, tales como coadyuvantes de coagulación y bentonita. Por la parte inferior, central de la cuba del flotador se inyecta la mezcla de jugo, clarificantes y aire filtrado o gas inerte. Conviene tener presente que para que la operación de flotación tenga buen rendimiento la cantidad de aire a inyectar debe ser la apropiada. En la cuba se produce la separación de:

⁹ (Argentinos, 2018)

- Las borras, por la parte central del flotador, que son enviadas al tanque de almacenamiento de borras.

- El jugo claro, que se acumula en la parte externa de la cuba, es retirado y enviado a tanques de almacenamiento.

B. Almacenamiento: A los jugos obtenidos de los escurridores y/o prensas se les corrige anhídrido sulfuroso hasta la concentración establecida.

C. Trasiegos (Separación de borras): En los tanques de decantación se produce la separación estática del jugo de las borras por efecto del tratamiento enzimático. En el tanque, los sólidos en suspensión, respondiendo a la ley de gravedad, se van estratificando sobre el fondo, de esta manera el líquido se va aclarando. Este proceso es favorecido por las enzimas pectolíticas naturales y comerciales, la acción coagulante y defecante del SO₂. Los sólidos heterogéneos depositados sobre el fondo de la vasija se llaman borras, éstas, están constituidas por sales de calcio y de potasio del ácido tartárico, sustancias orgánicas, prótidos coagulados con las sustancias tánicas, sustancias pécticas, fragmentos de tejidos vegetales, bacterias y levaduras. Estas borras, si se dejan en contacto con el mosto influyen sobre su composición química y sobre sus características organolépticas; de allí la necesidad de separarlas del mosto por medio de un "trasiego". El desborre es una prevención contra el posible peligro de fermentación en los mostos, y las borras eliminadas dejan de ser soporte de multiplicación de las levaduras. El jugo claro es enviado a otro tanque o a clarificación y las borras a un tanque de almacenamiento de borras.

D. Corrección de acidez: En esta etapa alternativa, se utilizan columnas de intercambio catiónico con la finalidad de disminuir el pH y aumentar la acidez del jugo para lograr la estabilidad de las sales de bitartrato que se encuentran disueltas en el jugo y también para alcanzar los parámetros fijados por los clientes.

E. Clarificación y estabilización: esta etapa se realiza sobre los jugos que no fueron flotados. A los jugos almacenados con sus borras es conveniente realizar dos desborres; uno a los DIEZ (10) días y un segundo a los TREINTA (30) días, luego de este segundo desborre es conveniente realizar una buena clarificación. El jugo es clarificado en los tanques de decantación utilizando dosis definidas de coadyuvantes de coagulación y bentonita. En el caso del jugo de uvas blancas, también se puede agregar carbón activado.

F. Tratamiento de borras: A las borras almacenadas se les agrega SO₂ hasta la concentración determinada. Las borras acumuladas son filtradas habitualmente en filtros prensas, o en otros equipos de separación de sólidos, el jugo es enviado a tanques de almacenamiento para su posterior clarificación y las borras resultantes a destilería.

G. Filtración: Una vez efectuada la clarificación del jugo, se lo deja sedimentar naturalmente durante unos días. Luego se trasiega al tanque pulmón del filtro a presión, utilizando como coadyuvante tierras de diatomeas, celulosas y/o perlitas. Al finalizar la filtración, el jugo es enviado a tanques de almacenamiento hasta su utilización.

H. Desulfitación: El objetivo de esta etapa es extraer el SO₂ libre hasta una concentración apropiada para que el producto terminado sea apto para su comercialización.

I. Preconcentración: El mosto es concentrado por evaporación a baja temperatura siendo de 55-60°C, en condiciones de vacío para dañar lo menos posible la calidad del producto. Según la tecnología disponible, puede concentrarse el jugo hasta CUARENTA A CUARENTA Y CINCO GRADOS BRIX (40- 45°Brix) seguida de un almacenamiento en frío.

Resolución Nº 003/2023-CD-FDBECA

Ruta Provincial 50, Nº 6722, Rodeo del Medio, CP 5529, Maipú, MendozaTel/Fax:
(0261)4951120/4951084 – e-mail: rtornello@donbosco.org.ar

J. Almacenamiento: En el caso del mosto concentrado, al salir del concentrador, pasa por un equipo de frío y se almacena en tanques a temperatura ambiente para su destartarización y hasta su uso.

K. Clarificación: El jugo preconcentrado es bombeado a un tanque donde se realizará la clarificación, primero debe diluirse con agua hasta una concentración aproximada de TREINTA GRADOS BRIX (30° Brix) y se calienta a una temperatura de CINCUENTA Y CINCO GRADOS CELSIUS (55°C). El objetivo de esta etapa es lograr un jugo claro, mejorar el color y estabilidad física. Se utiliza carbón activado que es un agente adsorbente no específico que elimina efectivamente compuestos fenólicos y reduce el color. Previo al agregado del carbón al jugo, este debe disolverse y agregarse en dosis acordes al pedido de color del cliente, se revuelve y se deja reposar durante 40 minutos. Luego para lograr la clarificación debe agregarse coadyuvantes de coagulación y bentonita enológica ambas preparadas previamente con agua, se agita y se deja en reposo.

L. Filtración: Una vez finalizada la clarificación el jugo claro que se encuentra en la parte superior del tanque, se pasa por el filtro vertical a presión. A este filtro previamente se le formó una precapa utilizando tierras de diatomeas de distinta granulometría.

M. Concentración final: El jugo se concentra hasta 68° Brix y se envía a tanques de producto terminado.

N. Pasteurización: Una vez que el jugo cumple con la especificación del cliente, se encuentra listo para envasar. Para ello primero debe pasteurizarse a la temperatura determinada para evitar la supervivencia de cualquier microorganismo que pueda alterar la calidad del producto terminado o que pueda dañar la salud del consumidor.

O. Filtración: Se puede realizar una última filtración para eliminar cualquier peligro físico presente en el jugo.

7.3.3.3 Enfriamiento

Al mosto concentrado, se le aplica un enfriamiento rápido en intercambiador de calor tubular. Una vez enfriado y almacenado, se le aplica nitrógeno para crear atmósfera inerte. La conservación se puede realizar de tres maneras diferentes: por pasteurización, por frío o por agregado de conservantes.

7.4 Almacenaje y envasado.

A la hora de envasar y distribuir el mosto de vino concentrado, los productores utilizan generalmente tres tipos de envases.

En primer lugar se utilizan los bins de madera, que son similares a grandes cajas de madera, dentro del cual se colocan las bolsas plásticas de polietileno gruesas muy resistentes al estiramiento, que permiten almacenar y transportar hasta 300 galones (1.515 kg) de mosto de vino concentrado pronto para ser comercializado al exterior vía marítima o terrestre.

En segundo lugar, tenemos los llamados Drums o tambores metálicos, que no son otra cosa que tanques metálicos donde se ingresan las bolsas plásticas gruesas y herméticas que almacenan el mosto de vino concentrado. El aire contenido en estas grandes bolsas es sustituido por algún gas inerte como ser el nitrógeno para lograr evitar la oxidación. Este tipo de tanque permite transportar hasta 60 galones (303 kilogramos) del producto líquido en forma óptima para el caso de exportaciones de dimensiones pequeñas.

Por último, y siendo el sistema que permite almacenar la mayor cantidad de mosto de uva posible, tenemos los flexitank, que son contenedores de gran tamaño que permiten almacenar en su interior hasta 4.259 galones (21.500 kilogramos) del producto envasado en una gran bolsa o tanque flexible, que permite asegurar un flete seguro de la mercadería dada la seguridad que otorgan los contenedores que la almacenan. Están fabricados con tubos mono capa de

Resolución Nº 003/2023-CD-FDBECA

Ruta Provincial 50, Nº 6722, Rodeo del Medio, CP 5529, Maipú, MendozaTel/Fax:
(0261)4951120/4951084 – e-mail: rtornello@donbosco.org.ar

polietileno lineal de baja densidad y extruido, que asegura la máxima flexibilidad y tolerancia a presión interna, externa así como a punzamientos y rozaduras.

En cuanto al almacenaje del producto en fábrica, es necesario definir el tiempo que el producto deberá permanecer en stock para poder determinar el tipo de refrigeración necesario para conservar el mosto de vino en óptimas condiciones.

Para el caso que se deba mantener el jugo de uva por largos periodos, la práctica más común indica que el mismo debe ser refrigerado a aproximadamente 0°C llegando al extremo de poder almacenarlo en forma congelada sin tener inconvenientes.

Para períodos de tiempo sensiblemente más cortos que el caso anterior, el criterio más utilizado indica que para mantener las características de color y sabor del mismo, es necesario conservarlo a temperatura ambiente de 20°C y por un lapso no superior a los 30 días, según información de Jucosol SA.¹⁰

Por tal motivo, es que la refrigeración no es una opción viable para la conservación de un mosto concentrado, ya que demanda grandes costos tanto de instalación como de mantenimiento y es por ello, que se recurre a otros métodos menos costosos, como el agregado de anhídrido sulfuroso, siendo un método que más adelante se estudiará.

8. Resultados y discusión

En base a la investigación realizada, como resultado se estableció una técnica analítica a partir de los ensayos realizados con las muestras de mostos sulfitados.

8.1 Técnica analítica

Prueba de verificación

1) Como primer paso a la determinación, se realiza una prueba de circulación de agua por el equipo, conectándolo a una fuente continua de gas y agua. Esta prueba se realiza para verificar el funcionamiento básico del equipo.

Preparación y titulación de reactivos

2) Se procedió a preparar una solución de KOH N/10. El mismo al no ser una droga patrón primario, se debe titular con una droga patrón primario, como, por ejemplo, BIFTALATO DE POTASIO. Se prepararon 5000 ml en total.

3) Se valoró el KOH preparado anteriormente con biftalato de potasio en presencia de fenolftaleína como indicador, con el fin de obtener el título exacto del mismo.

Análisis de las muestras de mosto

4) Se procedió a realizar determinación de anhídrido sulfuroso tanto libre como total por método de RIPPER a los mostos sulfitados a utilizar.

5) Se realizó análisis de los mostos de muestra, siendo que se debe conocer las características fisicoquímicas de los mismos. En este caso, se analiza grados Brix, anhídrido libre y total, alcohol e índice de Folin Ciocalteu, siendo que determina la cantidad de polifenoles oxidables en caso de ser mostos sulfitados blancos.

Prueba del tiempo cero

6) Se realizó una prueba de viraje para identificar cual es el tiempo cero en el que se produce la entrada en régimen del equipo. Esto consistió en colocar agua destilada en un vaso de precipitado con indicador rojo de metilo (medio ácido=amarillo y medio alcalino=rojo) y estimar el tiempo de destilación, tomando como referencia el cambio de color de amarillo a rojo, en el condensado que se produce. El rojo de metilo es un indicador que permite detectar en base al viraje la presencia de SO₂ en el medio. Por lo tanto, se colocó mosto

¹⁰ Exportadora de Mostos y Vinos Jucosol S.A. Dirección: Avenida Tocornal 4676. Ciudad: Los Andes, V Región, Chile

Resolución N° 003/2023-CD-FDBECA

Ruta Provincial 50, N° 6722, Rodeo del Medio, CP 5529, Maipú, MendozaTel/Fax:
(0261)4951120/4951084 – e-mail: rtornello@donbosco.org.ar

sulfitado en la ampolla de destilación unido a la volatímetro de Lepez, donde este último tiene contenido unas gotas de rojo de metilo con solo un poco unas gotas de agua destilada.

7) Al conectar la ampolla con el balón de agua destilada en ebullición para la generación de vapor que permita evaporar el SO₂ contenido en dicho mosto y de tal modo, tomando con un cronometro el tiempo 0 desde que se produce la conexión hasta que aparece el primer viraje del indicador de amarillo (medio básico) a rojo persistente (medio ácido).

De tal modo, partiendo de ese punto, se procedió a determinar el tiempo 0 del equipo, que posteriormente en la media de los cálculos se le restara al tiempo 1 y tiempo 2 de destilación.

Análisis de la muestra

8) La ampolla de destilación que se conecta directamente al balón que genera vapor para el proceso de destilación, se le agrega en su parte superior, una ampolla de Lepez, con la finalidad de que actúe de trampa para retener el SO₂ desprendido. En la ampolla de Lepez se coloca un volumen conocido de KOH N/10, el cual corresponde estequiométricamente al 40% del anhídrido total (ya que en promedio en los mostos argentinos corresponde al anhídrido libre) para la determinación del tiempo 1 y para la determinación del tiempo 2, el volumen de hidróxido de potasio N/10 corresponde al 80% del anhídrido total. Luego, se agrega fenolftaleína como indicador. De este modo, se reduce la cantidad de material de vidrio utilizado y las conexiones entre los mismos con mangueras de goma.

9) En la ampolla de destilación se colocó 10 ml del mosto (muestra) que tiene una concentración en ppm de SO₂ libre conocida y determinada anteriormente y se lo conecta a la ampolla de Lepez.

10) Como el volumen del KOH mas fenolftaleína es demasiado pequeño como para reaccionar con el SO₂, pues se producen pérdidas por escape, se agrega 90 ml de agua destilada fría hasta la altura del menisco del volatímetro de Lepez, de manera que se produzca la reacción.

Una vez verificados los pasos anteriores, se conecta la manguera entre el balón de destilación con la ampolla de destilación, de manera que por la generación de vapor del agua destilada en ebullición, volatilice el anhídrido contenido en la muestra y por arrastre quede retenido en el volumen de KOH con fenolftaleína de la ampolla de Lepez, por lo que al producirse el viraje del indicador de coloración fucsia a transparente, indica que el anhídrido reaccionó, midiendo el tiempo requerido para ello.

Para poder obtener el tiempo 1 y el tiempo 2 de la determinación, se utilizan dos volúmenes de KOH N/10, calculados en base a la concentración de gas de las muestras. Para ello, se adjunta la siguiente tabla para dichos cálculos estimativos.

Tabla 4 Cálculos auxiliares para determinar SO₂ contenido

Cálculo del SO ₂ Libre contenido	
Volumen de muestra a utilizar	10 ml
SO ₂ Libre	mg/l
SO₂ Libre en la muestra	mg/l

Tabla 5 Cálculos auxiliares para determinar KOH necesario para neutralizar SO₂

Cantidad de OHK para neutralizar ese SO ₂	
Mol del OHK	56,105 g
Mol del SO ₂	64,065 g
SO₂ Libre en la muestra	mg/l

Tabla 6 Cálculos auxiliares para determinar el volumen requerido de KOH

Resolución N° 003/2023-CD-FDBECA

Ruta Provincial 50, N° 6722, Rodeo del Medio, CP 5529, Maipú, MendozaTel/Fax:
(0261)4951120/4951084 – e-mail: rtornello@donbosco.org.ar

Volumen de OHK requerido	
Normalidad del OHK	0,1 N
Volumen de OHK a utilizar en A	ml
Volumen de OHK a utilizar en B	ml

En base a la técnica descripta, se utilizaron de prueba dos mostos blancos sulfitados, uno siendo mosto gota y el otro siendo mosto prensa, con los siguientes análisis fisicoquímicos:

Tabla 7 Resultado de los análisis fisicoquímicos realizados en dos muestras de mosto blanco sulfitado

MOSTO PRENSA 1	MOSTO GOTA 2
BRIX°= 23,4	BRIX°= 22
SO ₂ L=633 ppm	SO ₂ L= 787 ppm
SO ₂ T=1708 ppm	SO ₂ T= 1984 ppm
ALCOHOL= 0,5 °GL	ALCOHOL= 0,2 °GL
IFC= 32160	IFC=24280

Teniendo en cuenta ambas muestras y su análisis, se calcula el KOH N/10 a utilizar por cada una, resultando (tabla 8).

Tabla 8 Cálculo aplicado a las muestras de mosto blanco sulfitado

Cálculo del SO ₂ Libre contenido	
Volumen de muestra a utilizar	10 ml
SO ₂ Libre	747 mg/l
SO₂ Libre en la muestra	7,47 mg/l
Cantidad de OHK para neutralizar ese SO ₂	
Mol del OHK	56,105 g
Mol del SO ₂	64,065 g
SO₂ Libre en la muestra	13,08 mg/l
Volumen de OHK requerido	
Normalidad del OHK	0,1 N
Volumen de OHK a utilizar en A	2,3 ml
Volumen de OHK a utilizar en B	4,7 ml

Una vez realizadas las determinaciones en base a la técnica establecida, se procede a la confección de una serie de cálculos para determinar el tiempo 1 y 2 de cada muestra, de tal forma que permita establecer un índice de desulfitabilidad de carácter cuantitativo.

En este caso, las tablas a continuación contienen datos tabulados de los tiempos ceros correspondientes a cada muestra, siendo que se repitió 10 veces el tiempo cero con cada una de ellas para evaluar el nivel de dispersión de los datos obtenidos en la destilación.

Tabla 9 Tiempo de destilación 1

Muestra Nº 1	Tiempo Destilación 1 (seg)	$\epsilon_a = X - X_i$	$\epsilon_r = \epsilon_a / X \cdot 100 \%$	Valor más probable

Resolución Nº 003/2023-CD-FDBECA

Ruta Provincial 50, Nº 6722, Rodeo del Medio, CP 5529, Maipú, MendozaTel/Fax:
(0261)4951120/4951084 – e-mail: rtornello@donbosco.org.ar

1	123,00	0,50	0,882%	122,50 ± 1,08
2	121,00	-1,50		
3	124,00	1,50		
4	125,00	2,50		
5	118,00	-4,50		
6	115,00	-7,50		
7	127,00	4,50		
8	123,00	0,50		
9	125,00	2,50		
10	124,00	1,50		
PROMEDIO	122,50	1,08		

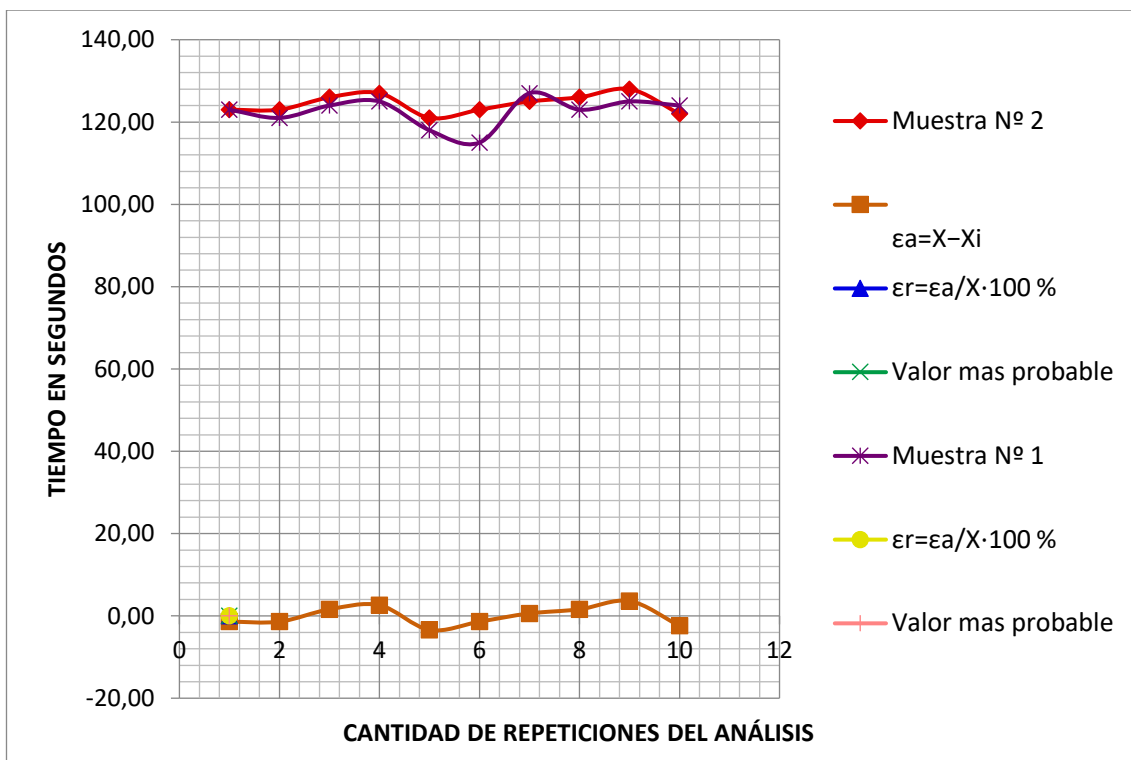
Tabla 10 *Tiempo de destilación 2*

Muestra Nº 2	Tiempo Destilación 2 (seg)	$\epsilon_a = X - X_i$	$\epsilon_r = \epsilon_a / X \cdot 100 \%$	Valor más probable
1	123,00	-1,40	0,643%	124,40 ± 0,80
2	123,00	-1,40		
3	126,00	1,60		
4	127,00	2,60		
5	121,00	-3,40		
6	123,00	-1,40		
7	125,00	0,60		
8	126,00	1,60		
9	128,00	3,60		
10	122,00	-2,40		
PROMEDIO	124,40	0,80		

Figura 4. *Gráfico comparativo de dispersión entre muestra n°1 y muestra n°2*

Resolución Nº 003/2023-CD-FDBECA

Ruta Provincial 50, Nº 6722, Rodeo del Medio, CP 5529, Maipú, MendozaTel/Fax:
(0261)4951120/4951084 – e-mail: rtornello@donbosco.org.ar



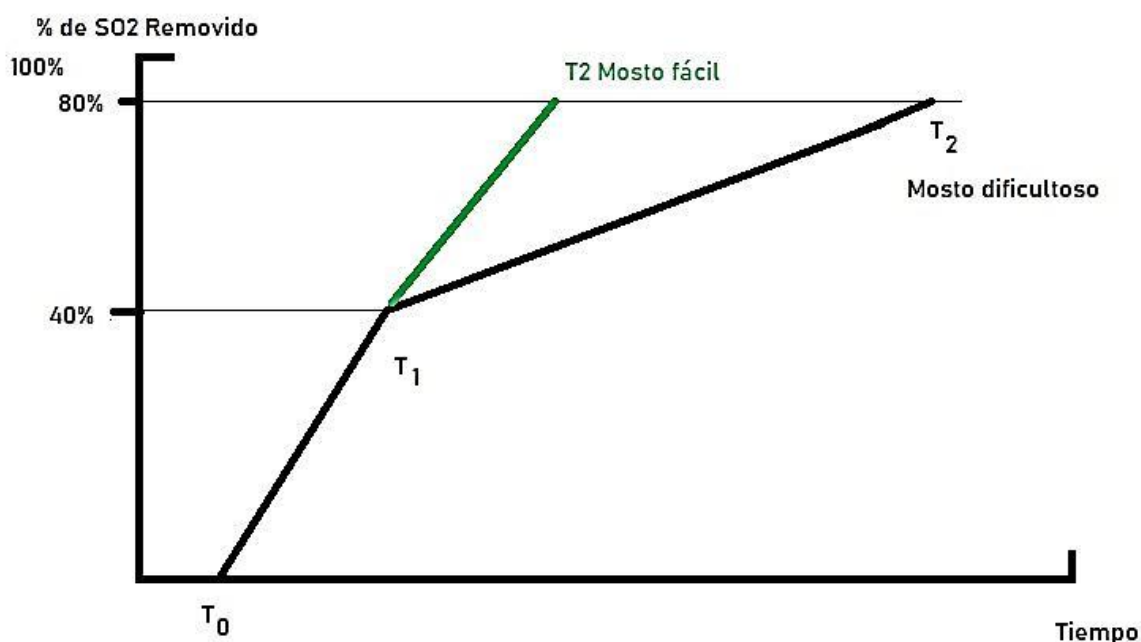
En base al promedio obtenido en ambas determinaciones, se calcula el valor más probable, utilizando ambos promedios en la ecuación.

Tabla 11 Cálculo del valor más probable

Cálculo de valor más probable	ID	6,33
-------------------------------	----	------

En base a lo anteriormente expuesto, hipotéticamente en la figura 5 se muestra el comportamiento de un mosto fácil o difícil de desulfitar analizado por la técnica propuesta.

Figura 5. Gráfico ilustrativo del comportamiento de un mosto fácil o difícil de desulfitar según la técnica planteada



Según la figura 5 se puede interpretar las siguientes observaciones:

Tiempo Cero: Corresponde a la puesta a punto del equipo para efectuar el método, cada vez que se analice una nueva muestra. Este paso no implica una medición cuantitativa del SO₂.

Tiempo 1: En esta etapa se cuantifica en tiempo (segundos) la remoción del 40% del SO₂ total, correspondiente a la fracción del SO₂ libre.

Tiempo 2: En esta etapa se cuantifica en tiempo (segundo) la remoción del doble del SO₂ libre presente.

Cabe aclarar que una proporción del SO₂ combinado en el mosto no es posible de remover debido a que está unido a componentes que presentan una muy baja constante de disociación. Esto mismo se replica en las tecnologías presentes de la industria local.

Por consiguiente, en base a la técnica desarrollada y teniendo en consideración la figura 5, permite fundamentar el método, de manera que es posible medir la velocidad de desulfitación en una primera proporción correspondiente al 40% del anhídrido total y en una segunda proporción, correspondiente al 80% del anhídrido total.

Resultados de actividades realizadas

Los resultados obtenidos a partir de las actividades realizadas fueron los siguientes:

El equipo tarda mucho en iniciar el calentamiento para llegar a la ebullición.

Es importante que el mechero funcione de manera repetible. Se debe controlar la llama del mechero que funciona como la fuente de calentamiento del balón con agua destilada, ya que se requiere de una ebullición constante, además de mantener el mismo nivel de agua en todas las oportunidades que lo requiera el mismo. En sucesivos ensayos, se sugiere el uso de mantos calefactores eléctricos, debido a que existe la posibilidad de regular de manera consistente la calefacción y por ende la producción de vapor del aparato.

Resolución Nº 003/2023-CD-FDBECA

Ruta Provincial 50, Nº 6722, Rodeo del Medio, CP 5529, Maipú, MendozaTel/Fax:
(0261)4951120/4951084 – e-mail: rtornello@donbosco.org.ar

Figura 6. Manto calefactor eléctrico



El primer tiempo de la destilación del equipo se descarta, ya que es parte de la puesta en funcionamiento.

Se realizaron ensayos en blanco, donde solo se utiliza agua destilada para verificar funcionamiento e identificar el tiempo en segundos que tarda en destilar la posible muestra.

El tiempo se toma en cuenta desde que se conecta la ampolla de destilación con el contenido de la muestra al balón que produce el vapor requerido para volatilizar y luego condensar la muestra, hasta que caiga la primera gota de la misma. En este caso, debería representar el viraje del indicador contenido en el volumen KOH que utilizara.

El tiempo cero del equipo depende de la velocidad con la que se genere el vapor y del volumen de muestra a utilizar.

Verificar el uso del agua para la generación de vapor en el correspondiente balón, por lo que no se recomienda utilizar agua desionizada, ya que no es destilada y contiene cloruros, lo que hace que la ebullición no sea constante y se vaya concentrando a medida que se mantiene en ebullición. El agua a utilizar debe ser destilada, ya que el agua de otra naturaleza contiene sales que al ir concentrándose, cambian su punto de ebullición y otorga resultados poco confiables.

El rojo de metilo es el indicador ideal que permite visualizar mejor el encapsulado del SO₂ cuando empieza a evaporarse.

El volumen de muestra ideal a utilizar es de 10 ml de mosto.

Hay un promedio de segundos en el cual el equipo presenta como un tiempo muerto, lo cual le permite entrar en régimen. El mismo depende de cada muestra a utilizar, por lo que se identifica que el tiempo cero debe realizarse en cada cambio de una nueva muestra. Por lo tanto, el tiempo 0, es una prueba de calibración del equipo, por lo que se sostiene la teoría de que deberá determinarse en cada ensayo de mosto a destilar.

La dispersión de los datos debe ser mínima, caso contrario, se debe ajustar y corregir.

Es importante que entre una repetición y otra se lave ambas ampollas con el fin de que trabajen en frío, ya que si está caliente el equipo produce evaporaciones de SO₂ que dan resultados erróneos. Se debe destilar con el material del equipo frío (solo lavando con agua fría entre repeticiones) o a temperatura ambiente para evitar esas fugas de SO₂ que son determinantes en los resultados.

Se deben controlar las mangueras de conexión, que no estén dobladas, quemadas o dañadas, ya que además de producir fugas de SO₂, no permite un correcto funcionamiento del equipo.

Ajustando todas las variables mencionadas por el momento, la dispersión de los datos mejora notablemente.

Se tiene en cuenta que lo ideal en la destilación para el tiempo 1 y el tiempo 2, el KOH más fenoltaleína, lleva 90 ml de agua destilada fría a 4°C en la bola de Lepez, con el fin de que permita encapsular el SO₂ que se va evaporando.

Resolución N° 003/2023-CD-FDBECA

Ruta Provincial 50, N° 6722, Rodeo del Medio, CP 5529, Maipú, MendozaTel/Fax:
(0261)4951120/4951084 – e-mail: rtornello@donbosco.org.ar

Es importante que se analicen las muestras de mosto a utilizar, con la finalidad de conocer el estado fisicoquímico de las mismas. Esto se debe a que pueden existir ciertos parámetros que actúan de variables a considerar en la desulfitación, tales como la presencia de ciertos componentes, ya sea acetaldehído, azúcares reductores, glicerina, entre otros; las cuales no son objeto de análisis en este ensayo.

Resultados de Ensayo 1 y 2

Se procedió a analizar dos muestras de mostos, teniendo en cuenta sus correspondientes análisis fisicoquímicos, identificadas como muestra n°3 (ensayo 1) y muestra n°4 (ensayo 2) respectivamente, los cuales son los siguientes:

Muestra n°3: Dicha muestra corresponde a un mosto sulfitado blanco, el cual ha sufrido un proceso de paso por resinas de intercambio iónico, en donde cada columna de resinas de intercambio iónico utilizada contiene una carga específica de resinas intercambiadoras de iones, de tipo catiónico y de tipo aniónico.

Tabla 12 Valores analíticos de muestra N°3

Fecha análisis	Tipo vino o mosto	Alcohol (V%V)	pH	SO ₂ Libre (mg/l)	SO ₂ Total (mg/l)	Grado Brix (mg/l) a 20 °C
03/10/2022	Muestra n°3: mosto sulfitado Blanco	0	3,2	812	1498	20,3

Muestra n°4: Corresponde a un mosto blanco sulfitado, el cual según sus datos fisicoquímicos adjuntos a continuación, indica la presencia de alcohol en una ínfima cantidad, el cual probablemente se asocie a que en dicho mosto haya tenido lugar la presencia de microorganismos.

Tabla 13 Valores analíticos de muestra N°4

Fecha análisis	Tipo vino o mosto	Alcohol (V%V)	Extracto Densimétrico (g/l)	Densidad (g/l)	Gluc + Fruc (g/l)	Azúcar reductor (g/l)	Ac total pH7 (g/l)	pH	SO ₂ Libre (mg/l)	SO ₂ Total (mg/l)	Grado Brix (mg/l) a 20 °C
01/11/2022	Muestra n°4: mosto sulfitado Blanco	1,65	263,9	1	200,41	236	4,98	4	986	2112	23,4

En base a la disponibilidad de ambas muestras descriptas anteriormente y teniendo en consideración sus análisis fisicoquímicos, se aplica la técnica analítica correspondiente a la determinación de anhídrido sulfuroso en ambos mostos.

Por consiguiente, a continuación, se adjuntan los tiempos de destilación de dos muestras analizadas; identificadas como muestra n° 3 y muestra n° 4:

Tabla 14 Resultados de los tiempos de destilación de muestra N°3

MUESTRA N°	TIEMPO 0 (seg)	TIEMPO 1 (seg)	TIEMPO 2 (seg)	DIFERENCIA ENTRE TIEMPO 1 Y 2 (seg)

Resolución N° 003/2023-CD-FDBECA

Ruta Provincial 50, N° 6722, Rodeo del Medio, CP 5529, Maipú, MendozaTel/Fax: (0261)4951120/4951084 – e-mail: rtornello@donbosco.org.ar

3.a	14	46	57	11
3.b	22	38	49	11

En base a los tiempos de destilación, se describen las características del proceso sufrido por la muestra en cuestión.

En este caso, no se utiliza desulfatador y el tipo de concentrador utilizado es un equipo concentrador de 3 efectos de película descendente.

Temperatura, tiempo y características del proceso (preconcentración, concentración, pasteurización, etc.): Preconcentración: 85- 90°C/enfriado a 40°C a través de intercambiador de calor/ Concentración: 85- 90 C con una presión máxima de 1,5 kg y mínima de 0,2 kg/enfriado a 40°C a través de intercambiador de calor. Caudal promedio de 7500 a 8500 L/h.

Procesos comunes (clarificación, filtración, decoloración, etc.): Clarificación de próticos con bentonita y acidificación por columna. Al preconcentrado se decolora con carbón activado y posteriormente se filtra por tierra diatomeas. Una vez concentrado se pasa por intercambiados de calor y queda a una temperatura cercana de 40 °C, demora alrededor de 2 días en quedar a temperatura ambiente.

Tabla 15 Resultados de los tiempos de destilación de muestra N°4

MUESTRA N°	TIEMPO 0 (seg)	TIEMPO 1 (seg)	TIEMPO 2 (seg)	DIFERENCIA ENTRE TIEMPO 1 Y 2 (seg)
4	19	23	58	35

En base a los tiempos de destilación de la muestra n°4, se describen las características del proceso sufrido por la muestra en cuestión.

En la producción de este mosto donde se extrajo la muestra, no se utiliza desulfatador y el tipo de concentrador utilizado es un equipo concentrador de 3 efectos de película descendente.

Temperatura, tiempo y características del proceso (preconcentración, concentración, pasteurización, etc.): Preconcentración: 85- 90°C /enfriado a 40°C a través de intercambiador de calor/ Concentración: 85- 90 C con una presión máxima de 1,5 kg y mínima de 0,2 kg/enfriado a 40°C a través de intercambiador de calor. Caudal promedio de 7500 a 8500 L/h

Procesos comunes (clarificación, filtración, decoloración, etc.): Clarificación de próticos con bentonita y acidificación por columna. Al preconcentrado se decolora con carbón activado y posteriormente se filtra por tierra diatomeas. Una vez concentrado se pasa por intercambiados de calor y queda a una temperatura cercana de 40 C, demora alrededor de 2 días en quedar a temperatura ambiente.

Por consiguiente, en cuanto a las dos muestras analizadas, se puede indicar lo siguiente:

Con respecto a la muestra n°3, se logra visualizar que los mostos que sufren el proceso de paso por resinas de intercambio iónico se comportan como mostos fáciles de desulfitar, ya que, por la composición del mosto posterior al tratamiento, se estima no contiene compuestos que dificulten el arrastre de anhídrido sulfuroso en la destilación como, por ejemplo; acetaldehído, glicerina, hexosas, pentosas, entre otros.

Resulta importante destacar la significancia de continuar con estudios específicos que permitan determinar que compuestos son removidos a través de los intercambiadores iónicos y como esto influye en la combinación del SO₂ y su posterior remoción.

Resolución N° 003/2023-CD-FDBECA

Ruta Provincial 50, N° 6722, Rodeo del Medio, CP 5529, Maipú, MendozaTel/Fax:
(0261)4951120/4951084 – e-mail: rtornello@donbosco.org.ar

Con respecto a la muestra n°4, se logra visualizar que los mostos que presentan la presencia de alcohol en su composición, como consecuencia de un posible inicio de fermentación por parte de levaduras autóctonas, resultan difíciles de desulfitar. Esto es debido fundamentalmente a que se originan múltiples compuestos que se combinan con el SO₂ (por ejemplo: ácido pirúvico, ácido glicérico, entre otros) y dificultan su remoción posterior.

9. Conclusiones

En base a los resultados obtenidos en los tiempos de destilación basados en la aplicación de la técnica establecida, se demuestra la hipótesis planteada de modo que cuantitativamente permite indicar el grado de dificultad que presentan distintos mostos sulfitados para su desulfitación, por ende, es posible establecer un índice que permita determinar el mismo objetivo, estableciendo un parámetro capaz de proporcionar la capacidad de desulfitación de un mosto.

Resulta significativo desarrollar en una etapa posterior pruebas a campo del equipo y técnica desarrollada, con el fin de validar empíricamente y estadísticamente el método.

10. Comentarios

Queremos resaltar que el presente trabajo no se hubiera podido llevar a cabo sin la suma de buenas voluntades y de profesionales comprometidos. A pesar de haber atravesado las conocidas dificultades que ocasionó la pandemia, se trató de llevar a cabo el presente proyecto con los elementos y recursos disponibles.

Debido al difícil contexto de la industria del mosto ocasionado por la paralización de la exportación de dicho producto, impidió que muchas industrias elaboren mosto concentrado y, por lo tanto, aquellos acuerdos que se había previsto para poder llevar a campo la tecnología desarrollada no se pudieron lograr a pleno como inicialmente se había planteado.

Al no contar con un rango muestral representativo, no se logró poder validar la robustez del método desde un punto de vista estadístico y analítico.

11. Referencias Bibliográficas

- Argentino, O. V. (2020). *Jugo Concentrado de Uva, un negocio en el que Argentina pisa fuerte*. Observatorio Vitivinícola Argentino.
- Argentinos, A. (2018). *PROTOCOLO DE CALIDAD PARA MOSTO CONCENTRADO DE UVA*. Cuyo, F. d.-U. (s.f.). *PRODUCCIÓN Y CONSERVACIÓN DE MOSTOS*. D . C . E . A . – C á t e d r a d e E n o l o g í a l l e l n d . A f i n e s .
- Flanzy, C. (2003). *Enología: Fundamentos científicos y tecnológicos*. Madrid: AMV EDICIONES - MUNDI PRENSA.
- Gutiérrez, S., & Ricagno, N. (2010). *Comercialización de Mosto de Uva*. Universidad de la República.
- Jorge J.B. Nazralla, S. C. (2009). *MANUAL DE TÉCNICAS ANALÍTICAS PARA MOSTOS Y VINOS*. Argentina: Inca Editorial.
- OIV - Paul, F. M. (2018). *DIÓXIDO DE AZUFRE TOTAL. DIÓXIDO DE AZUFRE TOTAL: ACTUALIZACIÓN DEL MÉTODO OIV-MA-AS323-04A*.
- Oreglia, F. (1978). *Enología Teórico- Práctica*. Buenos Aires.
- Ricagno, S. G. (2010). *Comercialización de Mosto de Uva*.
- Rodríguez, D. G. (5 y 6 de marzo de 2004). *XXXI REUNIÓN DE LA SOCIEDAD. XVI CURSO INTERNACIONAL DE AVANCES*. Madrid, España: Acreditado por la Comisión de Formación Continuada del Sistema Nacional de Salud. Vino, O. I. (2018). *OIV-MA-AS323-04A*.

Resolución N° 003/2023-CD-FDBECA

Ruta Provincial 50, N° 6722, Rodeo del Medio, CP 5529, Maipú, MendozaTel/Fax:
(0261)4951120/4951084 – e-mail: rtornello@donbosco.org.ar