

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CUYO
FACULTAD DON BOSCO DE ENOLOGÍA
Y CIENCIAS DE LA ALIMENTACIÓN

LICENCIATURA EN TECNOLOGÍA DE LOS
ALIMENTOS

**ANÁLISIS DE LA INFLUENCIA DEL
PARDEAMIENTO NO ENZIMÁTICO EN
MOSTO CONCENTRADO DE UVA, DESDE
UNA PERSPECTIVA DE PARÁMETRO DE
CALIDAD**

Barresi, Silvina Daiana

Profesora técnica asesora: Lic. Laura Arévalo

Profesora de aspectos formales: Mgter. Elena Caliguli


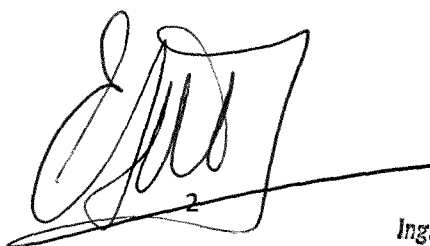
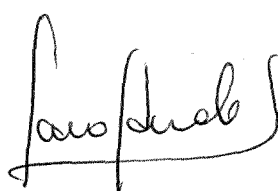
DEFENSA ORAL

FECHA: 14 / 12 / 2022

LIBRO N° _____ FOLIO N° _____

ACTA N° _____

CALIFICACIÓN Aprobado con mención



Ing. RAUL ROBERTO TORNELLO
ECANO
FACULTAD DON BOSCO DE ENOLOGÍA
Y CIENCIAS DE LA ALIMENTACIÓN
UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CUYO

***“Dicen que la suerte surge proporcionalmente a tu sudor. Cuanto más
sudes, más suerte tendrás”***

Ray Kroc

Resumen

Normalmente el uso del jugo de uva concentrado se utiliza para endulzar jugos, mermeladas y diferentes formulaciones; también, en países donde se permite, se puede vinificar dando un vino de calidad inferior y precio accesible.

La experiencia del presente estudio consiste en evaluar el contenido del compuesto químico 5-Hidroximetilfurfural (HMF) a conjunto de muestras de mosto concentrado de uva (MCU) y mosto concentrado y pasteurizado de uva (MCUP) obtenido desde la industria local, a su vez, analizar las variables fisicoquímicas básicas y determinar la significancia del HMF respecto al pardeamiento no enzimático, el proceso tecnológico impartido y la calidad del producto final.

El universo sobre el cual se trabajó estuvo conformado por lotes representativos (n=31) de diferentes procesos de la elaboración de mosto concentrado de uva. Las determinaciones fisicoquímicas se realizaron por triplicado bajo los métodos oficiales de análisis de la Association of Analytical Communities (AOAC) y Organización Internacional de la Viña y el Vino (OIV), llevadas a cabo en un mismo espacio de tiempo y los resultados estadísticamente contemplados; en este sentido el parámetro de HMF demostró ser indicador de pardeamiento no enzimático y posible determinación para control de proceso.

En base a esto, será necesario continuar con estudios tanto analíticos como legislativos, para delimitar los lineamientos tanto técnicos, legales y comerciales que fijen los valores normales o aceptables, de dicho compuesto.

Abstract

Normally the use of concentrated grape juice is used to sweeten juices, jams and different formulations. Also, in countries where it is allowed, it can be vinified giving a wine of inferior quality and affordable price. The experience of the present study consists of evaluating the HMF content of a set of samples of MCU and concentrated and pasteurized grape must (MCUP) obtained from the local industry, in turn, analyzing the basic physicochemical variables and determining the significance of the HMF with respect to non-enzymatic browning, the technological process imparted and the quality of the final product. The universe on which we worked was made up of representative batches (n=31) of different processes of the production of concentrated grape must. The physicochemical determinations were carried out in triplicate under the official methods of the AOAC and OIV, carried out in the same space of time and the results statistically contemplated. The HMF parameter proved to be an indicator of non-enzymatic browning and a possible determination for process control. Based on this, it will be necessary to continue with both analytical and legislative studies, to delimit the technical, legal and commercial guidelines that set the normal or acceptable values of said compound.

Agradecimientos

Agradezco a la Lic. Laura Arévalo por guiarme y acompañarme en éste trabajo final con todas sus energías puestas en que pueda concluir con esta carrera, y pasar de ser su alumna a una futura colega. A docentes de la Facultad Don Bosco- UCCuyo, al CIPFO y al Laboratorio de la Obra Don Bosco ya que fueron el vehículo del desarrollo de la experiencia práctica de mi tesina.

Lo mejor que me dio la carrera, mis compañeros Agostina y Damián que fueron los propulsores que me llevaron de la mano, acompañándome en lo académico y en lo personal, cuidando de mi hija Sofía, inclusive para poder lograr mis objetivos.

A mi mayor inspiración, Sofía, mi hija, que me acompañó a cursar y estudiar en equipo, que me aguantó mis malestares y mis faltas de tiempo hacia ella. Por ella logré vencer miedos y afrontar mi caminar con dedicación, más que nunca.

A mi familia, mi mamá Lilia, mis hermanos Paola, Mariela y Nicolás, que constantemente me acompañaron, brindando sus palabras de aliento para aprobar cada examen al que me presentara, cuidando de mi hija cuando era necesario, mi papá que desde arriba me acompaña, quien se quedaba con mi bebé recién nacida en la facultad mientras yo cursaba.

Y a mi tío y mi abuela que desde el cielo me motivaron cuando estuvieron y lo siguen haciendo.

Agradezco a cada uno que confío en mí en este largo camino,
compañeros, profesores, directivos, amigos, siempre acompañando,
alentando y cuidando de mi beba.

Glosario

A continuación, serán detalladas las siglas utilizadas durante dicho trabajo.

JCU: Jugo Concentrado de Uva.

MCU: Mosto Concentrado de Uva.

MCUP: Mosto Concentrado de Uva Pasteurizado.

HMF: 5-hidroximetilfurfural.

FOB: (Franco a bordo, puerto de carga convenido). Es el valor de la mercancía puesta a bordo de un transporte marítimo, el cual abarca tres conceptos; costo de la mercancía en el país de origen, transporte de los bienes y derechos de exportación. Como su nombre lo indica, este valor está relacionado con el uso del Incoterm FOB, que es una cláusula de Comercio Internacional.

MCV: Mosto Concentrado Virgen.

OIV: Organización Internacional de la Viña y el Vino.

AOAC: Association of Analytical Communities. Métodos oficiales de análisis.

Introducción

Normalmente el uso del jugo de uva concentrado (JCU) se utiliza para endulzar jugos, mermeladas y diferentes formulaciones. También, en países donde se permite, se puede vinificar dando un vino de calidad inferior y precio accesible.

La mayoría de los clientes son firmas globales, principalmente elaboradoras de bebidas, donde se denota la significancia de las certificaciones y ejecución de los más altos sistemas de gestión de la calidad.

A nivel local las industrias elaboradoras de mosto concentrado de uva imparten diversas tecnologías para su obtención. Dependiendo las características particulares de estas, los procesos enológicos utilizados y la composición específica de cada mosto, resultaran en la calidad final del mismo.

Para obtener un mosto concentrado de uva con las especificaciones normalmente solicitadas es necesario emplear equipos evaporadores que funcionan a altas temperaturas, filtros de baja porosidad, equipos pasteurizadores, entre otros; esto denota que dicho alimento estará expuesto a diversas condiciones y tratamientos; temperaturas altas, oxidaciones, cambios de pH, pardeamientos no enzimáticos, estabilizaciones proteicas y tartáricas, todo esto influyendo directamente en la calidad del producto final.

Se destaca la importancia del control del pardeamiento no enzimático principalmente durante los procesos de concentración y almacenamiento, a partir de esto, se plantea hipotéticamente que el compuesto obtenido 5-hidroximetilfurfural (HMF), principal producto químico del pardeamiento no enzimático en múltiples alimentos sea un indicador de calidad por controlar en dichos procesos.

Se presenta, esencialmente, como un indicador de evaluación que compromete la calidad no solo de las bebidas, sino también de los alimentos, ya que promueve cambios en la composición del mismo. (Ribeiro Moreira, 2018)

Este trabajo busca concertar los saberes básicos de la producción del MCU, construyendo cimientos en materia de calidad alimentaria, a través del estudio de los diversos parámetros de calidad básicos.

En este sentido, del presente estudio consiste por un lado en evaluar el contenido de HMF en el conjunto de muestras y el mosto concentrado de uva y mosto concentrado y pasteurizado de uva obtenido desde la industria local, y por otro lado en analizar las variables fisicoquímicas básicas y determinar la significancia del HMF respecto al pardeamiento no enzimático, el proceso tecnológico impartido y la calidad del producto final.

CAPÍTULO I

Antecedentes legislativos, productivos y comerciales del mosto concentrado de uva

Como antecedente legislativo más relevante en la Vitivinicultura Argentina se destaca la Ley General de Vinos N° 14.878 (INV, 1959) donde especifica que los productos analcohólicos de la uva son:

- a. Jugo de uva, el producto de la molienda o prensado de la uva fresca, filtrado y estabilizado con productos aprobados por el Instituto antes de iniciarse el proceso de fermentación alcohólica. Se tolerará alcohol proveniente de fermentaciones accidentales, con un límite máximo de uno por ciento (1%) en volumen;
- b. Mosto virgen de uva, el proveniente de la molienda o prensado de la uva fresca en tanto no haya empezado a fermentar;
- c. Mosto de uva en fermentación, aquél en proceso de fermentación, cuya riqueza alcohólica no exceda de cinco por ciento (5%) en volumen;
- d. Mosto sulfitado, el mosto estabilizado con el agregado de anhídrido sulfuroso en dosis que establezca la reglamentación;
- e. 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;
- f. Arrope de uva, el producto resultante de la concentración avanzada de mosto de uvas, a fuego directo o al vapor, sensiblemente caramelizado con un contenido mínimo de quinientos (500) gramos de azúcar por litro;
- g. Caramelo de uva, un arrope de uva con mayor grado de caramelización y un contenido de azúcar no mayor de doscientos (200) gramos por litro.

Por otro lado, se indican las prácticas lícitas en la elaboración de mostos de uva:

Para los mostos: La concentración; la adición del mosto concentrado; de alcohol vínico; de ácido tartárico, cítrico, málico, tánico y anhídrido sulfuroso o sus sales; el uso del calor o frío; el empleo de levaduras seleccionadas de clarificantes autorizados, y el corte con vinos.

Complementariamente en Código Alimentario Argentino en su Artículo 775 bis del Capítulo X (CAA, 1989) indica que:

Con la denominación de Mosto Concentrado de Uva o Jarabe de Uva se entiende el producto obtenido del mosto de uva sin fermentar por deshidratación parcial mediante procesos térmicos al vacío o a presión normal o cualquier otro proceso físico, sin haber sufrido una caramelización sensible.

Deberá responder a las siguientes características:

- a. Líquido espeso, limpio, libre de depósitos, de sabor dulce.
- b. Acidez total en ácido tartárico: Máx. 9 g/kg
- c. Acidez volátil en ácido acético: 0,0 g/kg
- d. Alcohol v/v: 0,0%
- e. Anhídrido sulfuroso total: Máx. 70 mg/kg
- f. Arsénico, como As: Máx. 1 mg/kg
- g. Azúcares reductores: Min., 800 g/kg
- h. Cobre, como Cu: Máx. 2 mg/kg
- i. Extracto seco a 100°C: Min., 900 g/kg
- j. Peso específico 15/15°C: Min., 1,30
- k. Plomo, como Pb: Máx. 1 mg/kg

- I. Relación P/Ó: Máx. -5
- m. Sales tartáricas 48 hs a 0°C: ausencia
- n. Sustancias conservadoras: 0,0 mg/kg

Este producto se rotulará en el cuerpo del envase: Mosto concentrado de Uva o Jarabe de Uva.

En Argentina se cuenta con una política compleja que mayormente perjudica directamente a las exportaciones. Además, al ser un producto genérico, compite con otros tipos de jugos que dependen de los años productivos y la economía regional puede desplazar la tendencia de compra a estos, dejando en retroceso al mosto concentrado de uva.

Actualmente hay una legislación muy exigente en cuanto metales, es uno de los puntos vitales en cuanto la elaboración de JCU. Tiene un precio FOB (valor de la mercancía puesta a bordo de un transporte marítimo) bastante interesante. El mercado del mosto se maneja como un commodity, es un producto que si se adquiere en cualquier lugar del mundo posee las mismas características, es un producto genérico, no significativa su procedencia. Las industrias que lo compran para edulcorar buscan que sea un producto estándar. Se rige con un precio internacional, que es lo que produce el mercado internación y lo que demanda éste, entonces es lo que marcará el precio general.

El Instituto Nacional de Vitivinicultura (INV) informó que para la Vendimia 2022, en la República Argentina indicó que la cosecha

alcanzó los 19.220.628 quintales de uva; 253.228 quintales se destinaron a otros usos (consumo en fresco y pasas) y 18.967.400 quintales se utilizaron para la elaboración de vinos y mostos (Uvas de Argentina, 2022).

La superficie cultivada tiene en la actualidad proporciones de mayor calidad y menor rendimiento. En el año 2002, el 65% de las hectáreas cultivadas correspondían a uvas de alta calidad enológica en tanto que para el 2019 se observó que ese valor evolucionó hasta representar el 74%. Por otra parte, las variedades de alta calidad enológica tuvieron también un cambio significativo, mostrando una especialización en las uvas tintas que representaban el 58% en el año 2002 contra un 72% en el año 2019 (Observatorio Vitivinícola Argentino, 2021)

En la actualidad la oferta de uvas tradicionales como la uva criolla y cereza, para la elaboración de mostos concentrado ha disminuido, debido a la especialización de los cultivos de *Vitis vinífera L* en la región y por lo tanto la disponibilidad de estas toma una gran relevancia al momento de planificar la elaboración del alimento.

El mosto concentrado mostró en los 9 meses del 2022 una caída de volumen y aumento de valor FOB (Franco a bordo, puerto de carga convenido) (INV, 2022)

Tabla 1 Exportación de mosto concentrado acumulado septiembre 2022

Tipo de producto	Volumen en toneladas		
	2021	2022	Variación % 21/23
Mosto Concentrado	9369	8196	-12,5

Nota. Información extraída de (INV, 2022)

La venta de mosto argentino se concentra hoy en cuatro países y representa más del 80% del total exportado. Estados Unidos continúa siendo el destino más importante, con el 38% de las exportaciones; 30% a Japón; 13% a Sudáfrica, y 8% a Canadá (Mendoza, 2019)

El mosto argentino se concentra en unas 15 empresas productoras, algunas con dedicación exclusiva y otras diversificadas con elaboración y fraccionamiento de vinos. El total comercializado se reparte entre Mendoza y San Juan prácticamente en partes similares (Mendoza, 2019)

CAPÍTULO II

Proceso productivo del mosto concentrado de uva

El MCU 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 obtenerlo, debe extraerse parte del agua contenida en el jugo de uva mediante procesos físicos. Por otro lado, no debe ser adulterado de ninguna forma, como, por ejemplo, mediante la adición de azúcares o ácidos y no se procesará de ninguna manera que altere sensorial o nutricionalmente las propiedades de la fruta original. Asimismo, debe ser procesado de forma tal que asegure su inocuidad. Finalmente, es necesario que sea elaborado, envasado, almacenado y distribuido bajo las condiciones sanitarias apropiadas establecidas para un producto alimenticio y cumplir con todos los requisitos nacionales y del país destino demandante. (Angelelli, 2021)

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. Donde se destacan los componentes como glucosa y fructosa, polifenoles, vitaminas como B₁, mineral como Ca y K, aminoácidos como la prolina, ácido tartárico y málico, y sus sales.

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 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. Ya que el mosto es el zumo de la uva, la calidad de este depende directamente de la sanidad y las propiedades de las uvas que le originen, además de la influencia de las condiciones industriales de elaboración de este.

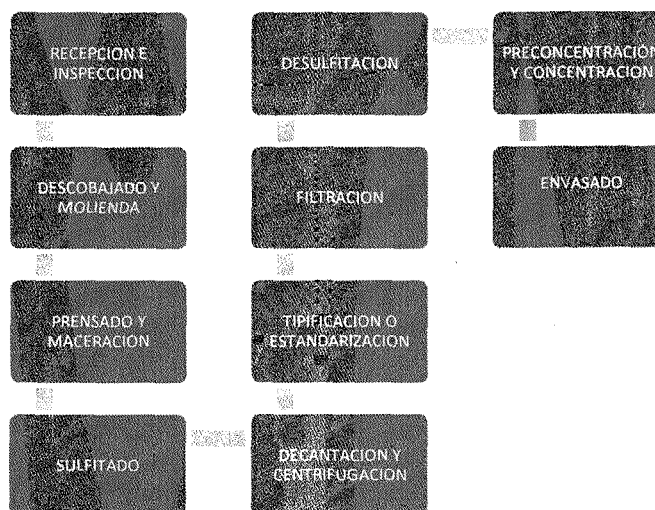
El proceso de concentración, independientemente a la tecnología impartida, tendrá como fin disminuir el porcentaje de agua y por lo tanto, aumentar el tenor azucarino. Dentro de las tecnologías aplicables se destacan aquellas que trabajan con altas temperaturas y/o presión. El mosto concentrado desulfitado proviene de un mosto apagado por medios químicos, que puede recuperar su fermentabilidad. El mosto concentrado virgen (MCV) proviene de un mosto apagado por medios físicos sin conservantes químicos.

1. Proceso productivo

Las técnicas y formas de obtener mosto concentrado de uva son diversas, estas dependerán de la tecnología disponible, conocimientos técnicos, calidad de uva y del producto final, entre otros.

A continuación, se orientará sobre el proceso productivo, tomando una de las posibilidades técnicas más recurrentes en la industria local.

Figura 1 Diagrama de flujo de la elaboración del mosto concentrado de uva



Nota. Elaboración propia de una empresa en particular

1.1. Recepción e inspección de la materia prima

En general para el mosto que se hace en Argentina se utilizan normalmente variedades genéricas, comunes y de baja calidad enológica, pero de alto rendimiento (criollas grandes y chicas, red globe, etc.).

A partir del 2018 y el 2019 hubo un cambio en el precio de esta variedad, venía con un costo muy bajo, hasta que aumentó la demanda y disminuyó la oferta, actualmente hay una alta competitividad, las mosteras hoy por hoy salen a competir directamente con las bodegas, ya que estas últimas la utilizan para la elaboración de blancos escurridos, por ejemplo, un vino blanco hecho a partir de una uva criolla.

Las uvas se deben procesar a medida que llegan a la fábrica. Se debe evitar el contacto de estas con materiales contaminantes (ejemplo:

metales) y a su vez, inspeccionar que no aporten segmentos extraños, sarmientos, y cualquier otro contaminante. (Bonnin, 2022)

1.2. *Descobajado y molienda*

En esta etapa se realiza la separación del escobajo del grano y luego se produce el estrujado de estos últimos. En esta etapa es opcional el agregado de enzimas pectolíticas con las siguientes ventajas: mejorar el escurrido, el prensado y acelerar los fenómenos de clarificación.

1.3. *Prensado y maceración*

El jugo que se obtiene en la primera fase es el que se usa para después concentrar normalmente, ya que posee niveles más bajos de potasio y el efecto buffer no es tan elevado, se pueden corregir con facilidad, en cambio las últimas fracciones que se obtienen del prensado, son prácticamente borras, estas pueden derivarse a un filtro (prensa o vacío) haciéndole un tratamiento en paralelo, pasan por columnas de intercambio iónico para estandarizarlo, si la calidad queda como la de la primer fase se pueden mezclar, sino no.

- a. Mostos blancos escurridos: pueden ser obtenidos a partir de prensas neumáticas o hidráulicas; las variedades con fuertes cantidades de pectinas, que sería el factor importante en este paso del proceso, ya que dificultan notablemente el prensado y extracción de jugos (disminuye los rendimientos). Se pueden hacer diferentes prácticas, muchas bodegas la encuban a esa uva molida, se la despectiniza, con enzimas pectolíticas, en una vasija, éstas enzimas tienen un tiempo de acción. Por ejemplo, en el prensado directo y sobre todo en las prensas hidráulicas continuas,

tipo prensa tornillo no se le da el tiempo necesario a la enzima y no obstante a esto, la enzima es un líquido, disgrega, pero también se escurre junto con el mosto que se está extrayendo, quedando un bajo porcentaje de las enzimas actuando sobre el resto de la masa. Por esto mismo es recomendable, encubar, lo cual es beneficioso porque se controla mejor las diversas variantes, como la temperatura, adición de anhídrido sulfuroso leve, para evitar oxidaciones ni desarrollo microbiológico. La temperatura óptima de despectinización es de 20°C, las enzimas disponibles comercialmente son del tipo mesófilas, son las tolerantes a temperaturas de hasta 37°C, por lo que hay que tener especial control respecto a temperaturas ya que dichos mostos, poseen una importante carga microbiana y podrían generarse fermentaciones no deseadas, si ocurren aumentos de temperaturas.

Ventaja principal de una prensa hidráulica: son continuas, cuando la prensa entra en régimen es un tornillo dentro de una malla cribada, la cual cuenta con un brazo hidráulico que comprime la masa logrando la formación de una torta hacia el final de la prensa, en donde la salida está cerrada, se le aplica presión con el pistón hidráulico, 3, 4 kilos de presión normalmente. Esa fuerza de compresión genera un drenaje de mosto en donde la masa se va endureciendo, cumpliendo la función de tapón para el resto y se sigue manteniendo la presión, aunque, el tiempo necesario para a la despectinización no es suficiente en estas prensas. Otra desventaja es que al trabajar con muchos kilos de presión, se obtienen mayores extracciones de color, si es una uva

rosada, porque "lacera mucho", por lo que también hay extracción de potasio que está ubicado en la baya en las zonas aledañas a la piel, los primeros mostos escurridos son los que poseen menos contenido de potasio, si se genera más presión habrá mayor contenido, también genera rotura de semillas, obteniendo taninos verdes.

Las prensas neumáticas son las ideales, cuenta con una mitad con una carpa, la otra mitad es una malla cribada con canales de drenajes, hay otras donde son abiertas en la totalidad de su perímetro y drena permanentemente, la carpa es central y un tercer tipo de prensa neumática es aquella que cuenta con una carpa, la malla cribada y una serie de espárragos que son los responsables de desarmar cualquier formación de torta de la masa, no son las elegidas para hacer maceraciones, por el escurrimiento permanente. El funcionamiento de estas prensas comienza con el llenado de la misma, luego se infla la carpa contenida en el interior del cilindro de malla cribada, se le adiciona presión. Estas prensas al tener varios ciclos, la presión va creciendo secuencialmente, empieza con una presión de 50-100gr/cm², descomprime y es ahí donde finaliza un ciclo, entonces rota el cilindro para evitar la formación de aglutinamientos similares a ladrillos compactos de uva que no drenarían lo suficiente, caen esas tortas formadas, se abren los canales de drenaje y ahí comienza otro ciclo, con el respectivo incremento en la presión, determinada en los programas preestablecidos, alcanzando hasta 2 kilos en algunas prensas, respetando dichas capacidades. Las ventajas de estas

máquinas son: se pueden llenar, agregar las enzimas pectolíticas y macerar. La permanencia de las enzimas con la masa dura más tiempo en contacto, ya que los canales de drenajes pueden ser cerrados y el mosto queda contenido dentro de la prensa. Estos colectores son manipulados mediante llaves, por lo general y el líquido es dirigido por toberas, quedando totalmente cerrado, convirtiéndose en un tanque básicamente, a la vez se la puede hacer rotar para homogeneizar correctamente la masa con las enzimas, para mejorar la actuación y uniformidad. Otra ventaja es que si el orujo quedó mal prensado puede reprogramarse, comenzando el prensado con más kilos de presión al iniciar el programa (1.8-2 kg/cm²) y obtener más rendimiento del prensado, que son más cortos de tiempo, agilizando los prensados siguientes. El tiempo de permanencia en contacto con las enzimas pectolíticas depende de la cantidad de azúcar que la uva posea, es decir, de su maduración, por lo general los productores la envían con 220gr/kg, normalmente se exige que tenga más de 21°Brix.

- b. Termo maceración: Se utiliza en mostos provenientes de uvas tintas, lo que hace es directamente el calentamiento de la vendimia a temperaturas que oscilan entre 65°-85°C y una maceración, los procesos de lixiviación, es decir proceso en donde toda la materia colorante se transfiere rápidamente al líquido, después de eso consecuentemente hay que separar ambas fases mediante prensas hidráulicas o decanters. En general las bodegas utilizan después de una termo maceración un

decanter o una prensa continua, las prensas neumáticas en Argentina no se utilizan para esto.

- c. Termo flash: el proceso de calentamiento y funcionamiento es en general como una termomaceración, que tiene una fase adicional, una "flash expansión", entra la uva a la cámara con vacío a la temperatura de maceración entre 65° y 85°C y la cámara tiene una presión de vacío, el punto de evaporación siempre va a ser igual que la presión de vapor ambiental, como hay vacío a 75°C va a evaporar, entonces las células de la uva se disgregan generando una mejor calidad de extracción, porque hay más obtención de aromas. No hay diferencias notables en cuanto a la extracción de color. El tiempo de duración de este proceso es aproximadamente de 30 minutos, dependiendo la capacidad del pulmón de los equipos, si se utilizan prensas continuas pueden almacenarse durante 2 horas porque poseen varios pulmones para ser llenados normalmente, pero se empiezan a formar otros componentes, como las cetonas que se combinan más fácilmente con el anhídrido sulfuroso, lo que provoca una dificultad para desulfitar en el paso siguiente y lograr los valores de 70ppm (expresado en anhídrido sulfuroso total). Los prótidos son coagulados a altas temperaturas y la cinética oxidativa aumenta, se corrige en el lagar con anhídrido sulfuroso para evitarla.

Se realizan estas últimas opciones cuando no hay tiempos disponibles, por ejemplo, los tiempos acortados y caóticos de vendimia, en donde sólo se realiza el prensado directo, estandarización, filtración,

sulfitado, y almacenamiento, al finalizar la vendimia se procede a la concentración del mosto.

1.4. Sulfitado

Se realiza para conservar el mosto obtenido durante la vendimia hasta su procesamiento final. Para evitar la fermentación del mismo, se le incorpora anhídrido sulfuroso (SO₂), el cual tiene efecto antiséptico, defecante, solubilizante, acidificante y antioxidante respecto a las sustancias polifenólicas presentes, condiciones relevantes para la calidad del futuro mosto concentrado (Angelelli, 2021), se puede indicar las siguientes funciones:

Acción antiséptica: usando SO₂ en dosis convenientes, según la composición y el estado de salud de la uva, y las condiciones de temperatura exterior, ayuda a preservar los mostos de las alteraciones enzimáticas y microbianas.

Acción defecante: el agregado de SO₂ favorece la clarificación espontánea de los mostos por un doble efecto. Por un lado, al retardar el inicio de la fermentación, los cuerpos en suspensión se depositan o suben a la superficie y, por otro lado, las sustancias en dispersión coloidal coagulan en parte y se separan de la masa del líquido.

Acción solubilizante: parte del SO₂ agregado al mosto se convierte en ácido sulfuroso, que es un ácido bastante disociado, por lo cual favorece la disolución de ciertas sustancias contenidas en las partes sólidas de la uva. Entre sus acciones más importantes, está la de aumentar la permeabilidad celular y facilitar la difusión de la materia colorante. El ácido sulfuroso, además, se salifica a expensas de los tartratos y de los malatos, dejando en libertad los ácidos respectivos.

Con la materia colorante, el SO₂ forma un leucocompuesto que al principio hace aparecer menos color, pero el compuesto es poco estable y se destruye por la acción del aire o del calor, y entonces aparece el mejor color.

Acción acidificante: esta acción queda explicada en parte en el punto anterior se convierte en ácido y al salificarse, libera otros ácidos menos disociados que él como el málico y tartárico.

Acción antioxidante: el SO₂ por su poder antioxiógeno, protege los compuestos fácilmente oxidables del mosto, como son los ácidos fenólicos y los polifenoles, de la oxidación enzimática, inhibiendo por su acción a las enzimas oxidantes, sobre todo las polifenolasas, resguardando el caldo de la quebradura oxidácica, "poniendo una barrera entre el aire y el mosto.

Acidula el medio y estabiliza: evita la fermentación del mosto, no es muy común que se provoquen fermentaciones espontáneas si está presente, las sulfitaciones son bastante altas alrededor de 2000-2500 ppm, dependiendo del pH debería quedar el anhídrido sulfuroso libre en 1200ppm.

Antioxidante y clarificante: precipitan las proteínas rápidamente si se mantiene sin movimiento, entre las 2 y 3 semanas desde su elaboración es necesario trasegar el mosto, para aprovechar esa clarificación que se produce, por el mismo peso que poseen las partículas (Angelelli, 2021).

1.5. *Decantación o centrifugación*

La centrifugación actúa exactamente igual que una decantación, pero se acelera por la fuerza centrífuga (Ley de Stokes), influenciada la decantación por la densidad de las partículas y la viscosidad del medio. Su principal función es lograr la limpidez del mosto, eliminando partículas y en gran medida, microorganismos.

Posteriormente se corrige pH (normalmente a pH 2 a 2,3), acidulando el medio, mediante columnas con resinas de intercambio catiónico, es el medio más barato y seguro, que se utiliza en esta industria. La función de estas columnas es captar cationes, y entregar protones hidrógeno. Las resinas generalmente son de plástico, y actúan por contacto de superficie, son porosas, y al ingresar la materia orgánica, se incrusta en la resina y estas van perdiendo flexibilidad y superficie al pasar el tiempo, entonces el mosto debe tener una turbidez máxima de 20 NTU, lo ideal es menos de 5 NTU.

Primeramente, es captado el catión potasio, después otros, dependiendo de los ciclos a los que exponga al mosto, rompiendo el efecto Buffer. En estas variedades de uvas, no se usa ácido tartárico para corregir acidez porque es muy costoso, ya que se necesitan dosis muy altas y porque se combinaría con el potasio, entonces subiría la acidez, pero no bajaría el pH.

1.6. *Tipificación o estandarización*

Los metales pueden ser extraídos por columna de intercambio iónico, extrayendo calcio, hierro, potasio y cobre principalmente; ya que son los que mayormente se controlan.

Sino queda estable con la columna de intercambio iónico, el mosto se puede someter a un reprocesado o se pre concentra y se enfría, el fin de éste paso es concentrar todos los componentes químicos, ácido tartárico, potasio, calcio, etc.; entonces la precipitación va a ser mucho mejor, porque los reactivos de la ecuación van a estar en mayor concentración, facilitando la precipitación.

La estabilización tartárica se produce a los 4-5°C, porque baja la solubilidad de la sal, pero en el mosto no puede hacerse a menos de ese rango de temperatura porque a 2°C precipita la glucosa, sino para acelerar la reacción se hace un sembrado, es decir, se le agregan núcleos de bitartrato de potasio (cremor tártaro).

El color es otro factor a tener en cuenta, la mayoría del mosto concentrado de uva es de uva blanca pero también proviene de uva rosada, entonces, la industria normalmente agrega carbón activado para decolorarlo, es barato y poco específico, siendo este último una desventaja porque también arrastra aromas. Hay diferentes tipos de carbones, todos son activados con zinc y un proceso exotérmico, formándose una partícula porosa, éstos difieren en el grado de porosidad, mientras más grande el poro, más grande será las moléculas que arrastrará, los carbones decolorantes que tiene los poros más pequeños absorben moléculas de antocianos; también están los carbones desodorizantes que son mucho más pequeños los poros, que arrastran moléculas más pequeñas, como por ejemplo a los

multifenoles. El carbón al ser poco específico, entre tantas cosas que arrastra, también se lleva vitaminas, azúcares y proteínas.

El PVPP (polivinilpirrolidona) absorbe polifenoles oxidados, básicamente quinonas, ácidos cinámicos que se oxidan a quinonas, es costoso y muy específico, por ejemplo, no extrae antocianos.

Para lograr la estabilidad proteica se clarifica con bentonita, fácil de operar y bajo costo. Las proteínas se quitan del mosto porque influyen en la limpidez, concentración y en la formación de HMF.

La bentonita hace que precipiten las proteínas de peso molecular mayor, es decir, que no elimina todas las proteínas presentes en el medio, aunque algunas más pequeñas son arrastradas, por las de mayor tamaño.

Las opciones nombradas anteriormente pueden usarse en conjunto o no, según las necesidades y el estado físico del mosto. (Bonnin, 2022)

1.7. 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. (Bonnin, 2022)

1.8. 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. Debemos de trabajar con temperaturas bajas para hacer que las cinéticas de oxidación sean más lentas. (Bonnin, 2022)

1.9. *Concentración*

La disolución del oxígeno a altas temperaturas va a ser baja, entonces los procesos de oxidación no serían posibles, pero si tenemos glúcidos, proteínas, pH, que pueden o no ser favorables, y demás componentes que favorecen al pardeamiento no enzimático.

Hay que tener en cuenta que aumenta la viscosidad, los tiempos de residencia, procesos de caramelización, podemos tener incrustaciones si eso pasara, complicaría el procesamiento.

Se realiza en varios efectos (calandrias), se pueden hacer operaciones adicionales, como por ejemplo se pre concentra, que se pasa solo por un efecto, se realiza el proceso con normalidad y luego se puede pasar por más efectos, hasta cinco efectos en algunos casos.

Las calandrias pueden ser descendentes: tubos en los que el paso del mosto es por gravedad, a través de sus paredes por superficie de contacto, favoreciendo la salida del vapor de agua, si fuese por superficie de la masa la única que eliminaría el agua es justamente la de arriba, todo lo del fondo no estaría expuesta a la evaporación, pero sí a las altas temperaturas beneficiando al pardeamiento no enzimático, entonces por eso se utilizan evaporadores por superficie de contacto. Hay que tratar de trabajar con las mayores presiones de vacío que se pueda, para bajar el punto de ebullición y no someter al mosto a los 100°C en los cuales evapora el agua. (Bonnin, 2022)

Según lo indicado en un trabajo de grado recientemente publicado (Angelelli, 2021) y desarrollado en la industria local, indica las siguientes consignas respecto a métodos, equipamientos y criterios de concentración y pasteurización de mostos de uva:

El mosto sulfitado obtenido en la etapa anterior es sometido a un proceso de desulfitación con vapor vivo libre de contaminantes y llevado en sucesiva concentración a 45-48° Brix. El mosto preconcentrado y de bajo nivel de SO₂ así obtenido, se encuentra sobresaturado de bitartratos de potasio. El enfriamiento a 3 °C y posterior conservación del mosto en vasija térmicamente aislada durante 96 horas, produce la total precipitación de estas sales, asegurando así que las mismas no lo harán en el producto final. Por último, una filtración fina a alta presión con tierra de diatomeas deja un producto libre de bitartratos y materias en suspensión que está listo para ser enviado a la siguiente etapa.

Existen hasta el momento en el mercado varios tipos de evaporadores tanto para realizar mosto preconcentrado como mosto concentrado, los cuales explicaré a continuación, teniendo en cuenta que en dicho trabajo se utilizó un evaporador del tipo que mencionaremos en primer lugar:

Evaporador de película descendente: Los evaporadores de película descendente o "falling film" son del tipo carcasa y tubos, en los que el producto circula por el interior de los tubos y el vapor, por la carcasa, calentando las paredes externas de los mismos.

El líquido entra por la parte superior y cae de manera uniforme por los tubos por acción de la gravedad, formando una delgada capa que es calentada por contacto con la pared interior de los mismos. En los evaporadores "falling film" el producto pasa por los tubos de un efecto y luego es transportado al siguiente efecto hasta que es extraído del equipo.

Los líquidos generalmente disminuyen su viscosidad por aumento de la temperatura, lo cual permite aumentar la velocidad de caída y esto da como resultado un equipo que trabaja con bajos tiempos de residencia, factor de importancia al concentrar líquidos extremadamente termosensibles. Esta propiedad es utilizada para determinar el correcto flujo del producto entre los cuerpos evaporadores, ya que en muchas ocasiones conviene evaporar el producto concentrado en el primer cuerpo para facilitar el flujo y generar un mejor coeficiente de transferencia debido a la menor viscosidad a altas temperaturas.

La alta velocidad de circulación del producto en los evaporadores "falling film" permite responder rápidamente a los cambios en las condiciones de operación y reducir los tiempos de arranque y parada del equipo.

En los concentradores de película descendente, la capa de producto debe ser lo suficientemente delgada para permitir un alto coeficiente de transferencia térmica, pero se debe evitar la incrustación del producto en los tubos debido a una capa de poco espesor.

En algunas configuraciones, dependiendo del producto y la aplicación, el líquido puede ser recirculado al mismo efecto mediante bombas de alto caudal para optimizar aún más la transferencia térmica por la alta turbulencia del producto dentro de los tubos y mejorar el cubrimiento de los tubos evitando el quemado de producto o la formación de incrustaciones. Para evitar esto, el diseño de la olla de distribución del producto, ubicada a la cabeza de cada cuerpo evaporador, es un punto crítico y esencial para el correcto funcionamiento del equipo y la obtención de un producto final de primera calidad. Esto se combina con la utilización de tubos largos de hasta 13 metros de longitud, aumentando el caudal de líquido por tubo, ya que así se puede conseguir la misma superficie de intercambio con una menor cantidad de tubos gracias a su mayor longitud.

Es aplicado a la producción de jugos concentrados, sueros y líquidos farmacéuticos sensibles al calor de alta calidad. Trabaja en condiciones de vacío y bajas temperaturas por eso preserva las propiedades organolépticas del producto. Permite mayor ahorro de energía y disminuye costos de producción.

Evaporador de película ascendente: Este tipo de evaporador es frecuentemente usado con recirculación de producto donde parte del concentrado producido es reintroducido a la entrada de la alimentación para producir una carga suficiente de líquido dentro de los tubos de calentamiento.

Evaporador de placas: El líquido se bombea por el espacio comprendido entre dos placas con el medio de calefacción circulando por las placas adyacentes. El producto se evapora aumentando sensiblemente su velocidad con la formación de vapor. Este aumento de volumen origina una película de alta viscosidad sobre la superficie de contacto, mejorando la eficacia de la transmisión de calor. Tienen excelente respuesta en aplicaciones especiales para la industria láctea, además de ser óptimo para la concentración de jaleas.

El mosto concentrado pasteurizado, es aquel que antes de ser envasado para su venta, recibe un tratamiento tecnológico y térmico mediante el cual se logra su estándar de inocuidad y aptitud para el consumo humano.

Se denomina pasteurización al tratamiento térmico relativamente suave en el que el alimento se calienta.

Este método provoca leves cambios en el valor nutritivo y las características organolépticas del alimento. La intensidad del tratamiento térmico y el grado de prolongación de su vida útil se hallan determinados principalmente por el pH del alimento. En el caso de alimentos poco ácidos ($\text{pH} > 4.5$), se utiliza para minimizar posibles riesgos para la salud por microorganismos patógenos y para prolongar la vida útil de los alimentos durante varios días. Por su parte, en alimentos ácidos ($\text{pH} < 4.5$), se utiliza para prolongar la vida útil de los alimentos durante meses por destrucción de microorganismos responsables del deterioro y por inactivación de enzimas.

1.10. Envasado

Con el alto contenido de azúcar, la baja actividad de agua, los pH apropiados y las estabilizaciones que se le realizaron al mosto previamente, es difícil que se desarrollen microorganismos, pero no imposible. Al envasarlo hay que tener muy presente la higiene de las boquillas por las cuales es introducido a las bolsas asépticas típicas, o en tambores, para su fraccionamiento.

Hay levaduras que pueden llegar a afectar este mosto, como las *Zygosaccharomyces bailii*, caracterizada en ataques de mostos concentrados o sulfitados. Por esto mismo, es tan importante la limpieza de los picos de llenado, porque es arrastrado hacia la bolsa aséptica y después de un tiempo se desarrollan, hay que conservar el mosto a temperaturas menores a 25 °C. (Bonnin, 2022)

CAPÍTULO III

Pardeamiento no enzimático

1. Introducción al pardeamiento no enzimático

Durante la fabricación, el almacenamiento y otros procedimientos en que intervienen, muchos alimentos desarrollan una coloración que, en ciertos casos, mejora sus propiedades sensoriales, mientras que en otros las deteriora; la complejidad química de los alimentos hace que se propicien diversas transformaciones responsables de estos cambios. (Badui Dergal, 2006)

Las altas temperaturas aceleran considerablemente todos los cambios que sufren los monosacáridos en condiciones tanto ácidas como alcalinas, pero a pH neutro catalizan las reacciones de caramelización y de oscurecimiento no enzimático. Las reacciones de los monosacáridos ante la presencia de álcalis y ácidos se dan normalmente a pHs extremos, debido a que son relativamente estables entre pHs de 3 y 7. (Badui Dergal, 2006)

Se trata de un conjunto de reacciones muy complejas que llevan finalmente a la polimerización de los productos resultantes formándose las melanoidinas. (Díaz Neira, 2010)

Figura 2 Aspectos generales de las reacciones de oscurecimiento

<i>Mecanismo</i>	<i>O₂ necesario</i>	<i>Grupos amino necesarios</i>	<i>Temp. elevada</i>	<i>pH óptimo</i>	<i>Azúcares reductores</i>
Caramelización	no	no	sí	alcalino/ácido	sí
Maillard	no	sí	no	alcalino	sí
Oxidación ácido ascórbico	sí	no	no	ligeramente ácido	no
Polifenol oxidasa	sí	no	no	ligeramente ácido	no

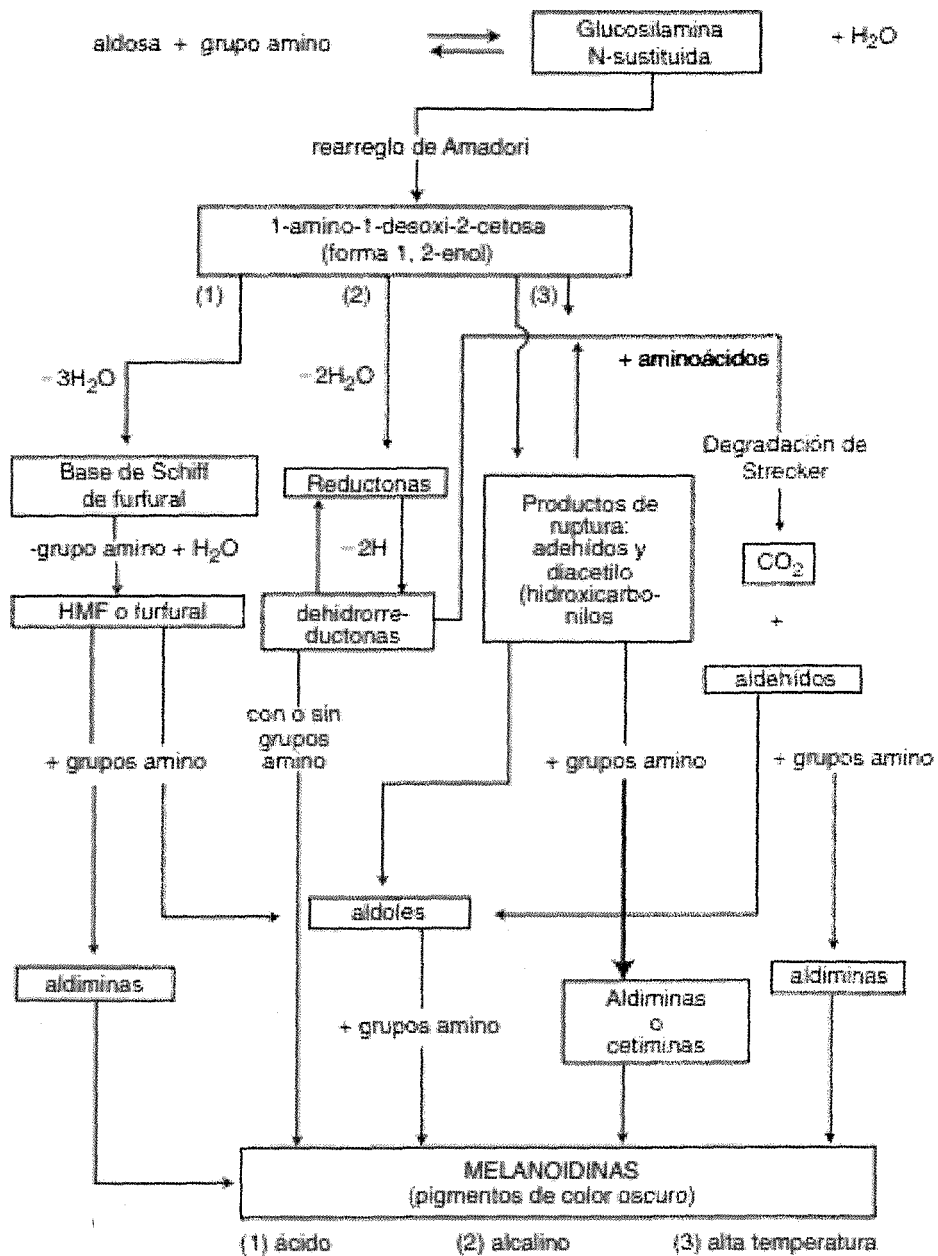
Nota. Extraído de (Badui Dergal, 2006)

El pardeamiento no enzimático supone un conjunto de reacciones de complejas combinaciones y múltiples productos.

Dicho pardeamiento depende de ciertas características o propiedades que presente el alimento, no hay necesidad de altas temperaturas ya que tiene una energía de activación baja (E_a), es estimulada a pH alcalinos y con una actividad acuosa (a_w) $> 0,6$ y $< 0,9$, necesita grupos carbonilos libres y aminoácidos, presenta una reactividad mayor ante la siguiente estructura: $>$ pentosas $>$ aldosas $>$ cetosas. Catalizadores (Fe, Cu, O₂ y radiaciones electromagnéticas) facilitan los procesos de reacción (Hodge, 1953)

A continuación, se presenta un esquema general de reacción (Fig.3).

Figura 3 Esquema general de reacción del pardeamiento no enzimático



Nota. Extraído de (Badui Dergal, 2006)

1.1 Teoría del aldehído activo

Existen otros fenómenos de pardeamiento químico en que no hay reacción de Maillard. Es el caso de azúcares como hexosas, pentosas y ácidos

urónicos que se deshidratan con facilidad cuando se calientan en ambiente ácido. Los monómeros de los polisacáridos que han sido hidrolizados (almidón, pectina) pueden sufrir pardeamiento como es el caso de la fabricación de la cerveza o en la elaboración del dulce de membrillo. Este pardeamiento producido sin la presencia de aminoácidos se explica por la “Teoría del aldehído activo”, en la que se produce la formación de un aldehído muy reactivo como son el furfural o el hidroximetilfurfural por la deshidratación de los monosacáridos antes señalados. Tanto el furfural como el HMF polimerizan con gran facilidad, para dar melanoidinas (Díaz Neira, 2010).

1. *Reacción de Maillard*

Esta reacción, conocida también como reacción de oscurecimiento de Maillard, designa un grupo muy complejo de transformaciones que traen consigo la producción de múltiples compuestos. Entre ellos pueden citarse las melanoidinas coloreadas, que van desde amarillo claro hasta café oscuro e incluso negro, y afectan también el sabor, el aroma y el valor nutritivo de los productos involucrados; además, dan lugar a la formación de compuestos mutagénicos o potencialmente carcinogénicos, como la acrilamida. Para que tales reacciones se lleven a cabo se requiere un azúcar reductor (cetosa o aldosa) y un grupo amino libre, proveniente de un aminoácido o de una proteína (Badui Dergal, 2006).

Según Badui (2006) la reacción de Maillard, se caracteriza por desarrollarse en tres etapas (fig.3) bien definidas.

1ª Etapa. En esta etapa se distinguen dos reacciones:

- a) Condensación amino-azúcar.
- b) Transposición de Amadori o producto de Amadori.

2ª Etapa. Se distinguen tres tipos de reacciones:

a) Enolización del compuesto de Amadori y formación de compuestos di carbonilos y de reductonas.

b) Rompimiento de las moléculas de di carbonilo y reductonas formadas, originando derivados cetónicos, aldehídos y ácidos.

c) Degradación de Strecker.

3ª Etapa. Se distinguen dos tipos de reacciones:

a) Reacciones de condensación.

- Reacción de carbonilo (aldehído) y amino y forman aldiminas.
- Reacción de grupo carbonilo (cetona) y amino y forman citiminas.
- Reacción de condensación de dos aldehídos distintos.
- Reacción de condensación de dos cetonas distintas.
- Reacción de condensación de una cetona y un aldehído.

b) Reacciones de polimerización.

- Reacciones de polimerización entre aldehídos.
- Reacciones de polimerización entre quinonas.

2. *Caramelización*

Caramelización de los azúcares. Cuando la deshidratación la sufre un azúcar monosacárido o un derivado de este, el fenómeno se conoce como caramelización de los azúcares y se produce a temperatura relativamente alta y pH ácido y sin la presencia de catalizadores. No obstante, la presencia de fosfato y ácidos carboxílicos (ácido málico) la reacción de caramelización se acelera notablemente (Díaz Neira, 2010).

3. *Hidroximetilfurfural*

En los últimos tiempos con los avances tecnológicos y sobre todo en conciencia alimentaria, es fundamental conocer el estado y composición de los alimentos. El HMF forma parte de un conjunto de compuestos originados por el procesamiento de alimentos y por esto mismo es un parámetro por evaluar.

El HMF o 5-hidroxi-metilfurfuraldehído es un aldehído que contiene un anillo furano, un grupo carbonilo y un grupo hidroximetilo, producto de la transformación de un glúcido, la fructosa principalmente ya que es menos resistente que la glucosa. Su formación es debido a una deshidratación de la fructosa en medio ácido, expuesta a temperaturas mayores a las ambientales o no. También es posible su formación como compuesto intermedio en la reacción de Maillard, que ocurre en una gran variedad de alimentos, responsable en la mayoría de los casos de los colores pardos en los mismos.

Tal compuesto es responsable de reacciones de pardeamiento por reacción con aminoácidos y azúcares y posterior polimerización y reagrupamiento, ambos en presencia o ausencia de oxígeno (Jeuring, 1980)

La fragmentación de la cadena carbonada de estos productos primarios de deshidratación da lugar a la formación de otros compuestos como: ácido fórmico, diacetilo y también, ácidos láctico, pirúvico y acético. Determinados productos de las degradaciones antes citadas afectan al olor, sabor y color, con lo que estos atributos se ven alterados en algunos alimentos. Las altas temperaturas promueven tales reacciones; así, el furfural y el HMF se producen en jugos de frutas procesados térmicamente. Asimismo, el furfural y el HMF poseen cierta toxicidad. La toxicidad de ambos productos ha sido estudiada en ratas demostrándose que el furfural es más tóxico que el HMF. Este último no posee efectos tóxicos a niveles < 450 mg/Kg de peso corporal (Díaz Neira, 2010)

Figura 4 Fórmula química del HMF

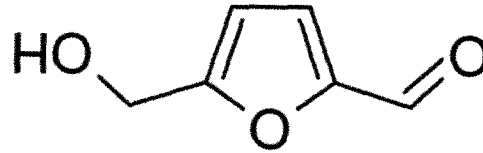
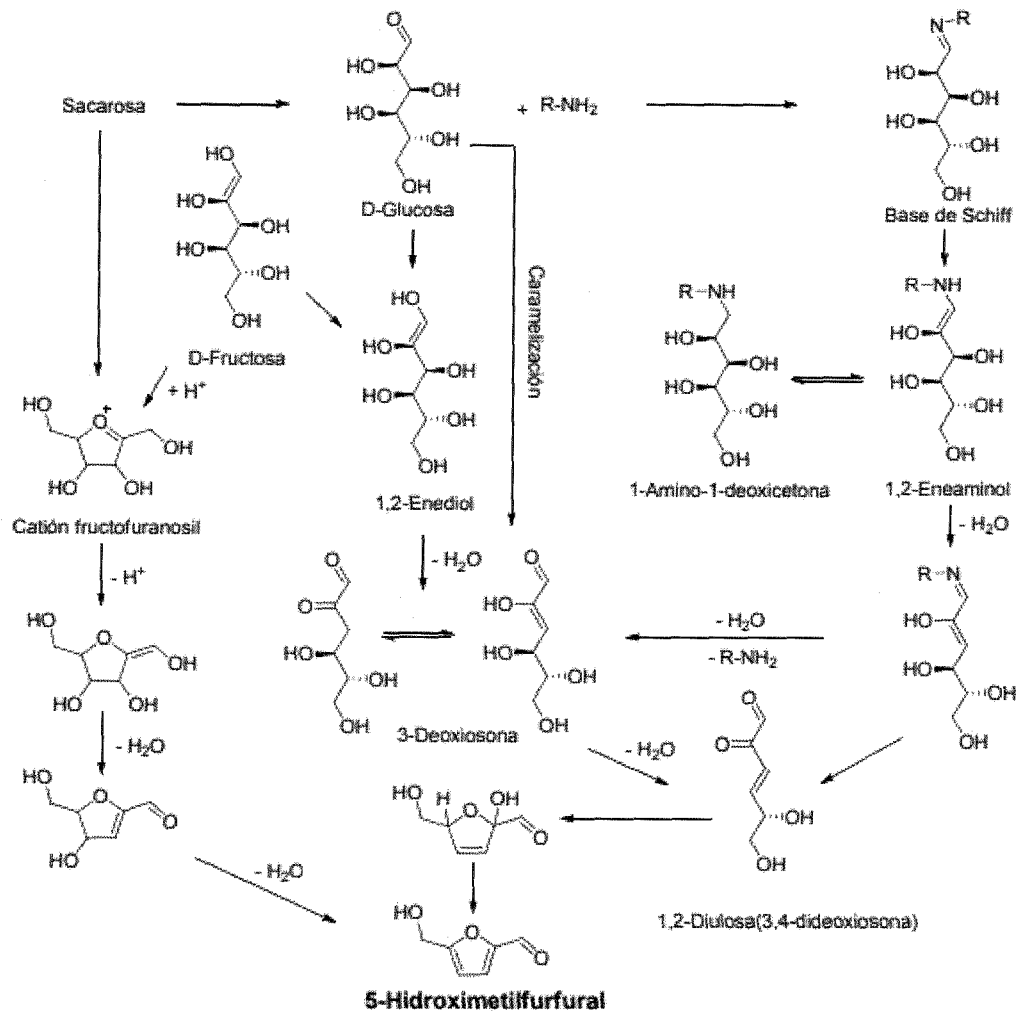


Figura 5 Principales rutas de formación del 5-hidroximetilfurfural

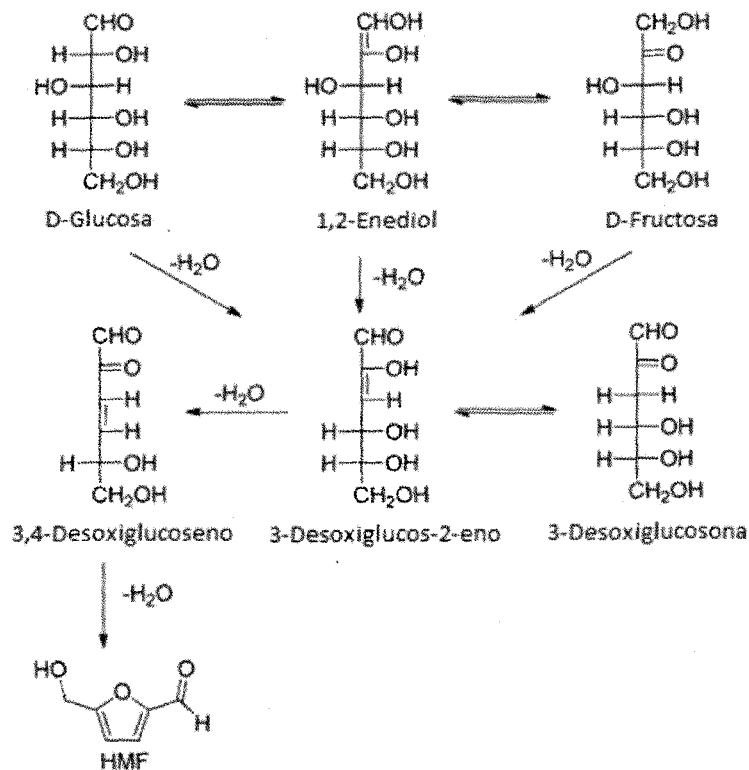


Nota. Representación gráfica de las principales rutas de obtención del 5

- HMF (Perez-Locas, 2008b) citado por (Gema-Arribas, 2013)

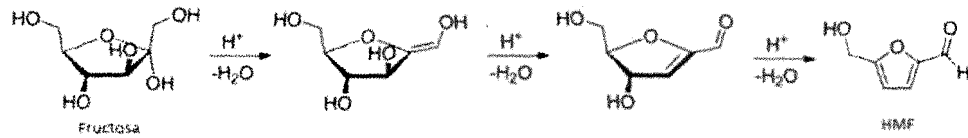
Se conoce que largos períodos de almacenamiento o altas temperaturas producen derivados de furano, HMF que es un aldehído formado a partir de hexosas por la acción de la acidez normal sobre los azúcares de los alimentos en general. La fructosa es más sensible que la glucosa a la reacción que forma HMF (Jeuring, 1980)

Figura 6 Mecanismo de deshidratación de hexosas a HMF sin intermediarios cíclicos



Nota. Mecanismo propuesto por (Anet, 1964), citado por (Villanueva-Martinez, 2017)

Figura 7 Mecanismo de la reacción de deshidratación de fructosa, vía cíclica



Nota. Mecanismo de reacción elaborado por (Van Putten, y otros, 2013) citado por (Villanueva-Martinez, 2017)

Para que pueda formarse HMF es necesario que coexistan tres variables al mismo tiempo. La primera es la materia prima para que ocurra la transformación, uno de los glúcidos componente de la miel es justamente la fructosa, la cual hace de materia base en la formación del aldehído. Segundo la temperatura, es necesario la exposición a temperaturas más altas que las del medio ambiente, alrededor de los 40°C ya hay predisposición a que comience un proceso de deshidratación del azúcar o a desarrollarse la reacción de Maillard de manera más marcada, aunque esto no quita de que pueda desarrollarse a temperaturas ambientales y más aún si la miel en algún momento fue expuesta a temperaturas mayores inicialmente. Tercero el tiempo, es necesario que durante un periodo de tiempo la materia prima esté expuesta a tales temperaturas, por lo que es directamente proporcional la cantidad de HMF formado según el tiempo de coexistencia entre éstos (Sanchez Mantica, 2021)

Cabe destacar, que se puede observar una correlación de un criterio similar entre la miel y el mosto concentrado, ya que el componente mayoritario del mismo es la fructosa, que es fundamental para la obtención de HMF, en segunda instancia, también es sometido a procesos que requieren de altas temperaturas a través de los concentradores y desulfatadores, y finalmente los tiempos de exposición a estos factores desencadenantes a dicha reacción. Lo ideal es que residan durante el proceso de concentración el menor tiempo posible, evitar aumentos de presión con el fin de llegar a menores temperaturas de evaporación del agua a concentrar, para evitar la exposición de la

fructosa y glucosa y consecuentemente, la obtención de valores elevados de HMF. En el caso del mosto concentrado obtenido lo ideal es enfriar rápidamente con el fin de eludir el desarrollo de dicha reacción, ya que el proceso mismo de concentración estimula y aumenta la cinética de reacción, al refrigerar se retardan dicha estimulación y disminuye la cinética de reacción.

El por qué determinar el HMF como parámetro indicador de calidad, es debido a que su presencia es justamente causada por una transformación de un componente propio natural a otro en cantidades anormales y ajenas, causado por una incorrecta manipulación del alimento o exposición inadecuada.

En un estudio basado en la elaboración de aceto balsámico y la influencia del proceso térmico sobre el mosto utilizado, indica que el producto sufre, en las peores condiciones de operación, notable degradación, que conduce a niveles extremadamente altos de furfurales (HMF y furfural), correspondientes a un contenido de agua inferior al 40% y, por lo tanto, es fundamental el control de las temperaturas y condiciones industriales (Cocchi, y otros, 2008)

Es favorable medir el HMF en el mosto antes de procesarlo, si partimos de un mosto virgen o de un mosto sulfitado, para conocer y estudiar la matriz inicial. Sabemos que será cero, en ambos casos, porque el hidroximetilfurfural, al ser un aldehído estará combinado con el anhídrido sulfuroso, pero al ir sometiéndolo a los diferentes efectos de la

concentración y va aumentando, siempre y cuando los valores sean los normales, los catalizadores de la reacción son los metales hierro y cobre, si hay altas concentraciones de estos el HMF se verá en aumento probablemente, se pueden manipular algunas variables como por ejemplo; eliminar los metales previamente, clarificaciones más intensas, el carbón activado puede remover en un 80% el contenido de HMF, PVP 8-15%, bentonita 4 (Ribeiro Moreira, 2018). Las diferentes variables para tener en cuenta se van a ir manejando durante el proceso, porque lo que se va obteniendo no siempre es igual, es decir, se parte de una matriz diferente siempre, por eso lo ideal es ir controlando y analizando al mosto en las diferentes etapas del proceso si el objetivo es obtener mostos de alta calidad.

CAPÍTULO IV

Métodos y materiales

La metodología de la investigación optada para el desarrollo del presente trabajo fue del tipo mixta y descriptiva.

El universo sobre el cual se trabajó estuvo conformado por lotes representativos (n=31) de diferentes procesos de la elaboración de mosto concentrado de uva.

Las mismas fueron representativas de los lotes a que pertenecían y conformadas por 1000 g de contenido neto cada una, en recipientes plástico (PET) con cierre hermético al abrigo de la luz y refrigeradas a 4°C.

Las muestras fueron proporcionadas por mosteras de la provincia de Mendoza. Para esto se le solicitó indicar la trazabilidad productiva correspondiente a cada muestra; indicando tecnologías implementadas (equipos desulfitor, concentrador, enfriadores, entre otros.) y toda aquella información anexa al proceso mismo.

Las determinaciones fisicoquímicas se realizaron por triplicado bajo los métodos oficiales de la AOAC y OIV, llevadas a cabo en un mismo espacio de tiempo y los resultados estadísticamente contemplados.

A cada industria donadora de muestras de mosto concentrado y mosto concentrado pasteurizado se le solicitó información de trazabilidad y datos analíticos de proceso (forma y tipo de procesos de concentración, equipamientos y tratamiento; alcohol, anhídrido sulfuroso, acidez total y pH), con el fin de aportar al estudio presente.

1.1 Materiales, Reactivos y Equipos Para Análisis Físico Químicos

Tabla 2 *Materiales, reactivos y equipos empleados para análisis fisicoquímicos*

Materiales	Reactivos	Equipos
Bureta automática	Agua destilada.	pHmetro.
Pipetas doble aforo 0,5; 1; 5; 10 ml.	NaOH N/10.	Equipo de filtración.
Matraces aforados de 50 y 100 ml.	NaHSO ₃ .	Refractómetro tipo abbe digital.
Erlenmeyers de 250 ml.	(Zn (Aco) ₂ . 2 H ₂ O.	Balanza analítica (precisión. 0,0001g).
Vasos de precipitado 50 y 100 ml.	K ₄ Fe(CN) ₆ . 3 H ₂ O.	Espectrofotómetro UV V.
Tubos de ensayo con tapón.		
Probetas de 100 ml.		
Pinzas de madera.		
Cuchara saca muestra.		
Varillas de vidrio.		
Embudos.		
Papel de filtro nominal.		
Membrana de 0,45 micrones.		
Mecheros fisher y trípodes.		
Cubeta de cuarzo de 1 cm paso óptico.		
Papel tissue.		
Termómetro.		
Pisetas.		

2.1 Métodos Analíticos

Tabla 3 *Métodos analíticos empleados*

Determinación	Método
pH	Compendium of Internacional Methods of Analysis, OIV, Vol1, 2007 MA-EAS313-15-pH.
Acidez total	Compendium of Internacional Methods of Wine and Must Analysis OIV, Vol1, 2007. MA-E-AS313-01-ACITOT.
Sólidos solubles	International Federation of Fruit Juice Producers Analys, IFFJP, Suiza, method N°11,1991.
Azúcares reductores	Compendium of Internacional Methods of Wine and Must Analysis OIV, Vol1, 2007. MA-E-AS312-01-TALVOL.
Hidroximetilfurfural	AOAC Official Meth. 980.23 (1995)

Nota. Técnicas analíticas en Anexo I.

3.1 Análisis Estadístico

Todas las determinaciones de cada muestra se realizan por triplicado. Dichos datos fueron procesados y puestos bajo análisis estadístico con el fin de tener la mayor confiabilidad analítica.

Se aplicó determinación de la media (\bar{X}), desviación estándar (s) mínimos (min) y máximos (max).

CAPÍTULO V

Resultados y discusión

1. Tecnologías y tratamientos aplicados en los mostos concentrados

A cada industria donadora de muestras de mosto concentrado y mosto concentrado pasteurizado se le solicitó aportar información de la trazabilidad del proceso. Indicando datos y tipo de concentradores, desulfitadores y equipamiento en general implementados como también tratamiento durante todo el tiraje productivo.

A continuación, se indican las tecnologías y tratamiento aplicados por las industrias participantes.

Tabla 4 *Información brindada por las mosteras donadoras de muestras*

Mostera	Tipo de proceso	Tipo de Mosto	Tipo de desulfizador	Tipo de concentrador	Características del proceso	Tratamientos Comunes	Observaciones
A	Solo Concentrado	Blanco	De lluvia con vapor indirecto (Temp. Óptimas de trabajo: 105-120°C)	Equipo concentrador de 3 efectos, película descendente, con desulfizador	<p>1° Recepción del mosto sulfitado</p> <p>2° Acidificación del mosto sulfitado</p> <p>3° Preconcentración con desulfitación del mosto sulfitado de 21°Brix a 44 °Brix (temperatura de desulfidadora 104°C, temperatura de salida del mosto preconcentrado: 18°C)</p> <p>4° Concentración con desulfitación de 44°Brix a 69°br°Brix. (Temp. de desulfidadora: 105°C, Temperatura de salida del mosto concentrado 19-20°C)</p> <p>5° Estabilización tartárica del mosto concentrado acopiado</p>	<p>1° Mosto sulfitado: Clarificación + decoloración +filtración</p> <p>2° Peconcentración y concentración a 68°Brix (acopio clarificado)</p>	<p>La materia prima de la cual proviene la muestra de mosto concentrado A1 (513) proviene de un mosto sulfitado previamente clarificado (claros de borra), luego filtrado, acidificado a pH: 2,6 con columna de intercambio catiónico.</p>
A	Concentrado y Pasteurizado	Blanco	De lluvia con vapor indirecto (Temperatura Óptimas de trabajo: 105 a 120°C)	Equipo concentrador de 3 efectos, película descendente, con desulfizador	<p>1° Clarificación en frío (carbón + gelatina + bentonita) del mosto concentrado acopio (C2 491)</p> <p>2° Filtración por filtro placa y de tierras</p> <p>3°Concentración final con desulfitación a 68°Brix</p>	<p>2° Clarificación en frío (agregado de carbón + gelatina + bentonita)</p> <p>3° Filtración por filtro de placas y filtros de tierras</p> <p>Pasteurización y Envasado: Tiempo de llenado del lote: 3 horas. Temperatura de entrada al holding 91°C. Temperatura de envasado: 17-20 °C en tambores.</p> <p>4° Concentración final con desulfitación</p>	<p>Materia prima de Inicio: Mosto concentrado de acopio.</p>

B Solo Concentrado Rosado

Desulfatador con temperatura de trabajo de (100°C a 120°C)

Equipo concentrador de 4 efectos de película descendente

Preconcentración y concentración.
 Primer efecto Temperatura 100°C a 110°C y Presión máx. 0,5 Kg/cm2.
 Segundo Efecto Temperatura 90°C a 80°C y Presión mínima-1 Kg/cm2.
 Tercer Efecto Temperatura hasta 70°C y Presión mínima -200 mmHg.
 Cuarto Efecto Temperatura hasta 50°C y Presión mínima -500 mmHg. Temperatura de salida del preconcentrado (0 a 5°C) y del concentrado (15 a 20 °C).

Clarificación, filtración, acidulación

Mosto sulfitado propio, molienda 2022.
 Destino exportación. mosto concentrado rosado (70,0°Brix)

B Concentrado y Pasteurizado Blanco

Desulfatador con temperatura de trabajo de (100°C a 120°C)

Equipo concentrador de 4 efectos de película descendente

Preconcentración y concentración.
 Pasteurización.
 Primer efecto Temperatura 100°C a 110°C y Presión máx. 0,5 Kg/cm2.
 Segundo Efecto Temperatura 90°C a 80°C y Presión mínima-1 Kg/cm2.
 Tercer Efecto Temperatura hasta 70°C y Presión mínima -200 mmHg.
 Cuarto Efecto Temperatura hasta 50°C y Presión mínima -500 mmHg. Temperatura de salida del preconcentrado (0 a 5°C) y del concentrado (15 a 20 °C).

Decoloración (con carbón y con columna), clarificación, filtración, acidulación

Mosto sulfitado propio, molienda 2022.
 Destino exportación. mosto concentrado blanco (68,0°Brix)

C Concentrado y Pasteurizado Blanco Sin desulfatador Evaporador de vacío, de película descendente

Preconcentración: 85- 110°C /enfriado a 20°C a través de intercambiador de calor/ estabilización 72hs 5°C

Concentración: 85- 110°C /enfriado a 20°C a través de intercambiador de calor Pasteurización: 85-90°C 4-6seg

Decoloración: con carbón activado Clarificación: con bentonita Filtración: con tierra diatomea. Se realiza previo a preconcentrar y a concentrar

Luego del envasado se guarda en cámara frigorífica a -10°C para evitar oscurecimiento

D Concentrado Blanco Sin desulfatador Equipo concentrador de 3 efectos de película descendente

Preconcentración: 85- 90°C /enfriado a 40°C a través de intercambiador de calor/ Concentración: 85- 90 C /enfriado a 40°C a través de intercambiador de calor

Clarificación de prótidos 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.

Mosto sulfitado propio, molienda 2022. Destino edulcoración de vinos propios

En la tabla 4 se presenta la información brindada por las diversas industrias donadoras. En este sentido, se pudo observar las tecnologías presentes en la industria local y visualizar los procesos comunes aplicados.

Particularmente las muestras donadas por las mosteras C y D, presentaron valores de HMF más altos que las otras industrias. En principio, los procesos de concentración son semejantes entre todas las explotaciones, trabajando de 3 a 4 efectos y temperaturas en un rango de 85 °C a 110 °C y con valores semejantes de sólidos solubles en la determinación de los distintos concentrados. Se postula que en ambas mosteras al no contar con desulfitados incorporado como primer eslabón del sistema de concentración, los tiempos de retención o mecanismos de remoción del anhídrido sulfuroso, implican un proceso más intensivo, provocando un incremento del valor de HMF en dicho alimento.

2. Resultados de pH

El pH presentado por el rango muestral estudiado está sujeto a los propios procesos de acidulación del proceso tecnológico impartido, absolutamente todas las muestras fueron aciduladas previo al paso de concentración, a través de columnas de intercambio catiónico. Este proceso tiene diversas finalidades, fundamentalmente es partícipe de la estabilización tartárica (extrae cationes) de los mostos y también como medio para cumplir con especificaciones de acidez.

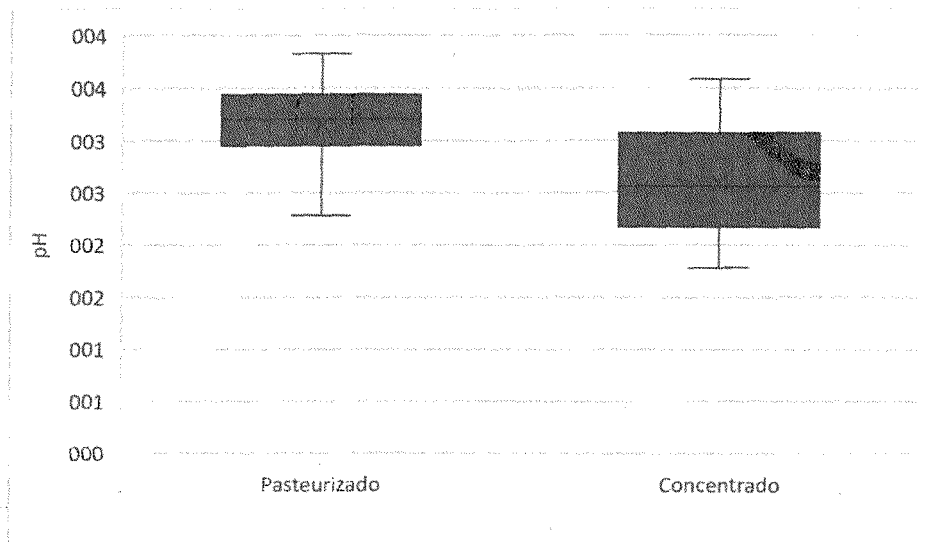
Tabla 5 Resultados de pH en muestras de MCU

Muestra	Descripción	Estadísticos por cada análisis			
		X	s	Min	Max
1	Concentrado	2,29	0,02	2,27	2,31
2	Concentrado	3,21	0,01	3,20	3,22
3	Concentrado	2,76	0,01	2,75	2,76
4	Concentrado	3,58	0,02	3,56	3,59
5	Concentrado	3,31	0,01	3,31	3,32
6	Concentrado	2,59	0,02	2,58	2,61
7	Concentrado	2,52	0,02	2,51	2,54
8	Concentrado	2,62	0,02	2,59	2,63
9	Concentrado	2,34	0,01	2,34	2,35
10	Concentrado	1,94	0,01	1,93	1,95
11	Concentrado	2,19	0,01	2,18	2,20
12	Concentrado	1,78	0,01	1,78	1,79
13	Concentrado	3,02	0,01	3,02	3,03
14	Concentrado	2,12	0,00	2,12	2,12

Tabla 6 Resultados de pH en muestras de MCUP

Muestra	Descripción	Estadísticos por cada análisis			
		X	s	Min	Max
1	Pasteurizado	2,96	0,01	2,95	2,97
2	Pasteurizado	2,28	0,02	2,27	2,30
3	Pasteurizado	2,94	0,02	2,93	2,96
4	Pasteurizado	3,33	0,03	3,30	3,36
5	Pasteurizado	2,70	0,01	2,70	2,71
6	Pasteurizado	3,21	0,02	3,19	3,22
7	Pasteurizado	3,54	0,02	3,51	3,55
8	Pasteurizado	2,38	0,00	2,38	2,38
9	Pasteurizado	3,17	0,01	3,16	3,17
10	Pasteurizado	3,63	0,02	3,61	3,64
11	Pasteurizado	3,25	0,04	3,21	3,29
12	Pasteurizado	3,82	0,02	3,81	3,84
13	Pasteurizado	3,04	0,03	3,01	3,07
14	Pasteurizado	3,03	0,01	3,02	3,04
15	Pasteurizado	3,69	0,01	3,68	3,70
16	Pasteurizado	3,31	0,01	3,31	3,32
17	Pasteurizado	3,31	0,01	3,30	3,32

Figura 8 Comparativa de valores para pH entre MCU y MCUP



Se observó que los mostos pasteurizados presentaron un mayor pH en comparación a los mostos solo concentrado. Esto pudo estar sujeto a las características de acidulación previo como también a posibles precipitaciones durante los procesos de preconcentración, dependientes de las características intrínsecas del propio mosto (estabilidad tartárica) como también de las condiciones expuestas (bajas temperaturas).

3. Resultados de acidez total a pH 8,2

En concordancia al segmento 2., el pH dependerá de la acidez propia de los MCU. La determinación de acidez total se realizó por titulación volumétrica hasta pH 8,2 ya que es punto común dentro de las especificaciones de comercialización internacional.

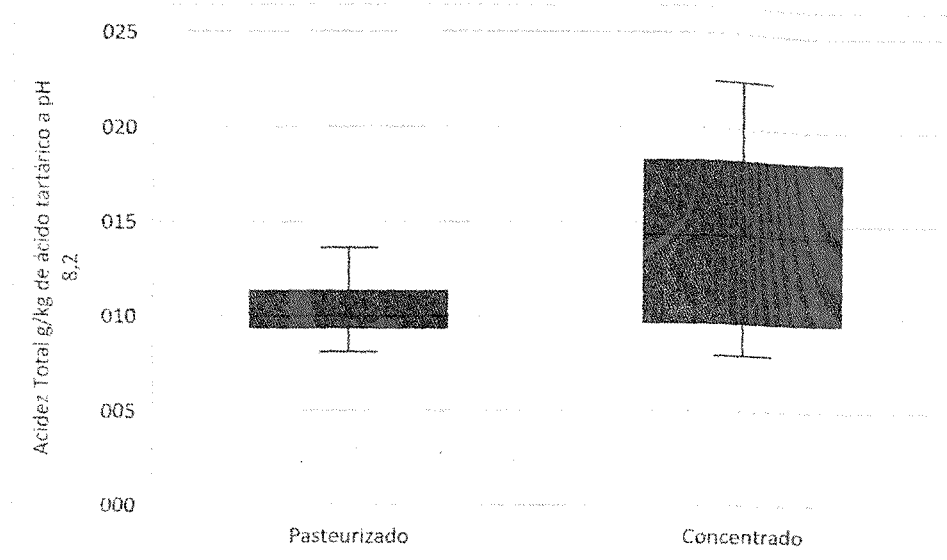
Tabla 7 Resultados de acidez total a pH 8,2 en muestras de MCU

Muestra	Descripción	Estadísticos Descriptivos			
		X (g/Kg)	s	Min	Max
1	Concentrado	13,55	0,05	13,51	13,61
2	Concentrado	9,35	0,02	9,34	9,37
3	Concentrado	9,77	0,06	9,71	9,82
4	Concentrado	7,95	0,09	7,85	8,03
5	Concentrado	8,49	0,07	8,41	8,53
6	Concentrado	14,34	0,07	14,25	14,39
7	Concentrado	14,29	0,04	14,25	14,31
8	Concentrado	14,22	0,02	14,19	14,24
9	Concentrado	17,00	0,06	16,93	17,03
10	Concentrado	18,14	0,09	18,06	18,23
11	Concentrado	16,97	0,08	16,88	17,04
12	Concentrado	19,57	0,09	19,49	19,66
13	Concentrado	22,46	0,14	22,33	22,60
14	Concentrado	18,65	0,07	18,57	18,71

Tabla 8 Resultados de acidez total a pH 8,2 en muestras de MCUP

Muestra	Descripción	Estadísticos Descriptivos			
		X (g/Kg)	s	Min	Max
1	Pasteurizado	10,24	0,07	10,17	10,32
2	Pasteurizado	8,79	0,07	8,74	8,87
3	Pasteurizado	9,28	0,06	9,23	9,34
4	Pasteurizado	8,41	0,09	8,32	8,48
5	Pasteurizado	11,13	0,04	11,09	11,16
6	Pasteurizado	9,42	0,05	9,37	9,46
7	Pasteurizado	8,08	0,05	8,03	8,11
8	Pasteurizado	10,52	0,02	10,50	10,54
9	Pasteurizado	9,53	0,07	9,47	9,61
10	Pasteurizado	11,48	0,02	11,48	11,50
11	Pasteurizado	9,96	0,03	9,93	9,98
12	Pasteurizado	9,95	0,05	9,90	9,99
13	Pasteurizado	13,60	0,03	13,58	13,64
14	Pasteurizado	9,68	0,03	9,67	9,72
15	Pasteurizado	11,56	0,09	11,45	11,61
16	Pasteurizado	11,14	0,04	11,12	11,19
17	Pasteurizado	12,52	0,03	12,50	12,56

Figura 9 Comparativa de valores para acidez total a pH 8,2 entre MCU y MCUP



Los MCU presentaron una mayor acidez total en comparación a los MCUP. Son múltiples las causas que pudieron propiciar esto, en principio se adjudica a los propios procesos de acidulación que recibió cada mosto, dependiente de la especificación por cumplir de cada industria.

4. Resultados de sólidos solubles y azúcares reductores

La información brindada por la determinación de sólidos solubles (expresado como °Brix), es vital para el cumplimiento de los protocolos de calidad argentinos y las especificaciones de mercados consumidores (≥ 65 °Brix). Dicho parámetro es indicador de proceso, ya que una vez llegado al valor requerido la concentración finaliza. Se observó que 12 (n=1) muestra de MCU no cumple con la concentración mínima de sólidos solubles, presentado 64,40 °Brix, tenuemente por debajo de lo requerido, aunque alcanza el valor de 800 g/Kg de azúcar reductor, siendo este requisito establecido por el Código Alimentario Argentino.

Tabla 9 Resultados de sólidos solubles y azúcares reductores en muestras de MCU

Muestra	Descripción	X °Brix	s	Min	Max	X g/Kg	s	Min	Max	X g/L	s	Min	Max	Estadísticos Descriptivos	
														Min	Max
1	Concentrado	71,13	0,06	71,10	71,20	892,82	0,72	892,40	893,66	654,11	0,53	653,80	654,72		
2	Concentrado	68,87	0,06	68,80	68,90	864,37	0,72	863,53	864,79	633,26	0,53	632,65	633,57		
3	Concentrado	68,47	0,06	68,40	68,50	859,35	0,72	858,51	859,77	629,59	0,53	628,97	629,89		
4	Concentrado	68,07	0,06	68,00	68,10	854,33	0,72	853,49	854,75	625,91	0,53	625,29	626,21		
5	Concentrado	65,20	0,00	65,20	65,20	818,35	0,00	818,35	818,35	599,55	0,00	599,55	599,55		
6	Concentrado	68,33	0,06	68,30	68,40	857,67	0,72	857,26	858,51	628,36	0,53	628,05	628,97		
7	Concentrado	66,23	0,06	66,20	66,30	831,32	0,72	830,90	832,15	609,05	0,53	608,74	609,66		
8	Concentrado	67,50	0,00	67,50	67,50	847,22	0,00	847,22	847,22	620,70	0,00	620,70	620,70		
9	Concentrado	68,97	0,06	68,90	69,00	865,62	0,72	864,79	866,04	634,18	0,53	633,57	634,49		
10	Concentrado	67,30	0,00	67,30	67,30	844,70	0,00	844,70	844,70	618,86	0,00	618,86	618,86		
11	Concentrado	65,83	0,06	65,80	65,90	826,30	0,72	825,88	827,13	605,37	0,53	605,06	605,98		
12	Concentrado	64,40	0,10	64,30	64,50	808,31	1,26	807,05	809,56	592,19	0,92	591,27	593,11		

13	Concentrado	67,67	0,06	67,60	-67,70	849,31	0,72	848,47	849,73	622,23	0,53	621,62	622,54
14	Concentrado	71,47	0,06	71,40	71,50	897,00	0,72	896,17	897,42	657,17	0,53	656,56	657,48

Tabla 10 Resultados de sólidos solubles y azúcares reductores en muestras de MCUP

Muestra	Descripción	Estadísticos Descriptivos											
		X °Brix	s	Min	Max	X g/Kg	s	Min	Max	X g/L	s	Min	Max
1	Pasteurizado	66,80	0,00	66,80	66,80	838,43	0,00	838,43	838,43	614,26	0,00	614,26	614,26
2	Pasteurizado	68,83	0,06	68,80	68,90	863,95	0,72	863,53	864,79	632,96	0,53	632,65	633,57
3	Pasteurizado	68,63	0,06	68,60	68,70	861,44	0,72	861,02	862,28	631,12	0,53	630,81	631,73
4	Pasteurizado	68,93	0,06	68,90	69,00	865,21	0,72	864,79	866,04	633,88	0,53	633,57	634,49
5	Pasteurizado	67,43	0,06	67,40	67,50	846,38	0,72	845,96	847,22	620,08	0,53	619,78	620,70
6	Pasteurizado	68,60	0,00	68,60	68,60	861,02	0,00	861,02	861,02	630,81	0,00	630,81	630,81
7	Pasteurizado	68,17	0,06	68,10	68,20	855,58	0,72	854,75	856,00	626,83	0,53	626,21	627,13
8	Pasteurizado	69,20	0,00	69,20	69,20	868,55	0,00	868,55	868,55	636,33	0,00	636,33	636,33
9	Pasteurizado	69,73	0,06	69,70	69,80	875,25	0,72	874,83	876,08	641,23	0,53	640,93	641,85
10	Pasteurizado	69,03	0,06	69,00	69,10	866,46	0,72	866,04	867,30	634,80	0,53	634,49	635,41
11	Pasteurizado	68,63	0,06	68,60	68,70	861,44	0,72	861,02	862,28	631,12	0,53	630,81	631,73
12	Pasteurizado	68,67	0,06	68,60	68,70	861,86	0,72	861,02	862,28	631,42	0,53	630,81	631,73
13	Pasteurizado	68,97	0,06	68,90	69,00	865,62	0,72	864,79	866,04	634,18	0,53	633,57	634,49
14	Pasteurizado	68,13	0,06	68,10	68,20	855,16	0,72	854,75	856,00	626,52	0,53	626,21	627,13
15	Pasteurizado	67,67	0,06	67,60	67,70	849,31	0,72	848,47	849,73	622,23	0,53	621,62	622,54
16	Pasteurizado	68,67	0,06	68,60	68,70	861,86	0,72	861,02	862,28	631,42	0,53	630,81	631,73
17	Pasteurizado	66,27	0,06	66,20	66,30	831,74	0,72	830,90	832,15	609,36	0,53	608,74	609,66

Complementariamente la información brindada por azúcares reductores es indicador y muchas veces determinante al momento de la comercialización. Dicho parámetro íntimamente relacionado a la concentración de sólidos solubles y por lo tanto, al nivel de concentración sufrido por los mostos.

Figura 10 Comparativa de valores para sólidos solubles MCU y MCUP

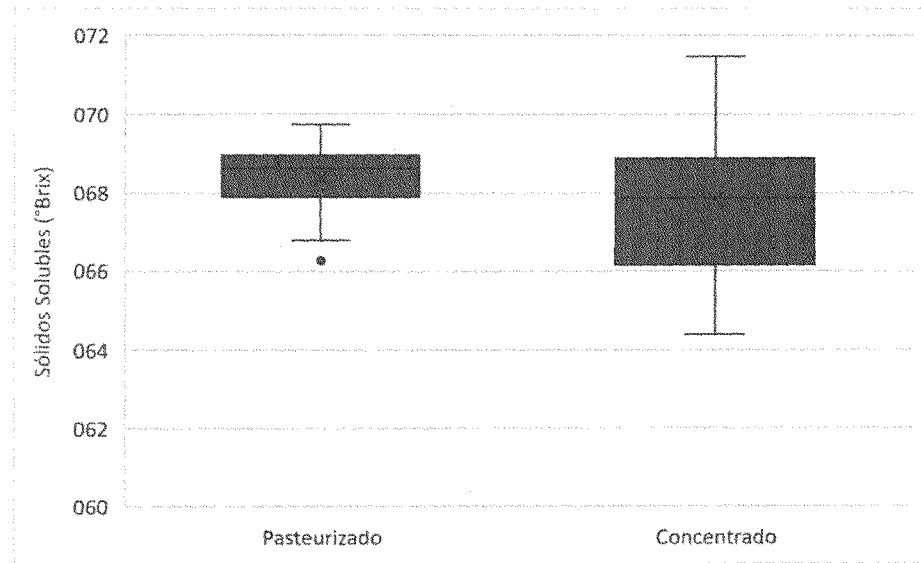


Figura 11 Comparativa de valores para azúcares reductores g/kg MCU y MCUP

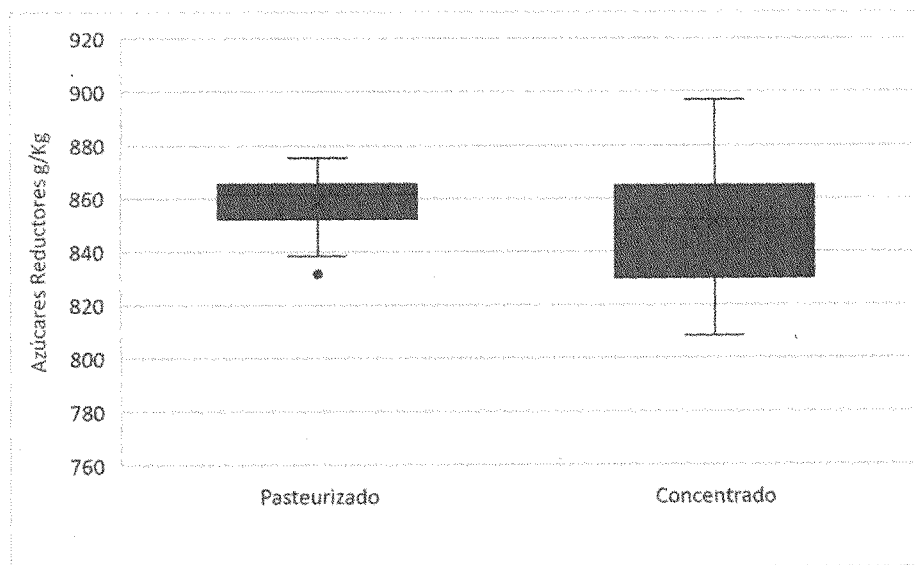
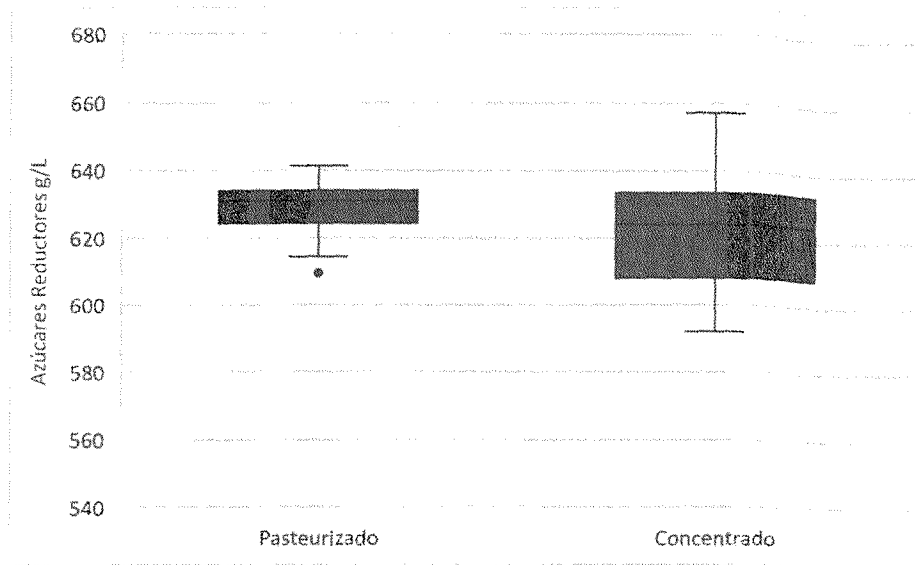


Figura 12 Comparativa de valores para azúcares reductores g/L MCU y MCUP



Se observó un valor anómalo tanto para sólidos solubles y azúcares reductores en MCU (Fig.10, 11 y 12), dicho valor representa la muestra significativamente diferente del rango en estudio debido a que presentó un valor de sólidos solubles y azúcares reductores por debajo del presentado por el rango general estudiado.

5. Resultados de hidroximetilfurfural

La determinación de HMF por la metodología de análisis A.O.A.C.980.23. (1995), es una técnica ampliamente utilizada en la determinación de dicho compuesto a un cierto rango de alimentos, normalmente altos en glúcidos como, por ejemplo, la miel. La aplicación de la técnica en mosto concentrado de uva es de estilo experimental. Para el presente proyecto, presume ser una técnica válida para lograr la determinación requerida y será propicio continuar con estudios posteriores donde analíticamente se pueda validar dicha metodología en MCU.

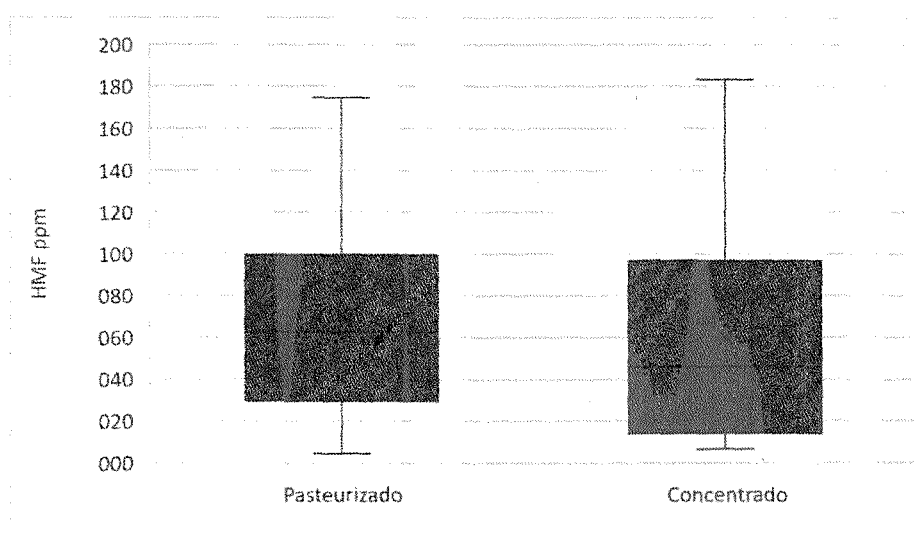
Tabla 11 Resultados de hidroximetilfurfural en muestras de MCU

Muestra	Descripción	Estadísticos por cada análisis			
		X (ppm)	s	Min	Max
1	Concentrado	65,19	0,09	65,14	65,29
2	Concentrado	32,21	0,15	32,07	32,36
3	Concentrado	53,16	0,00	53,16	53,16
4	Concentrado	8,98	0,00	8,98	8,98
5	Concentrado	13,91	0,00	13,99	13,99
6	Concentrado	129,90	0,00	129,90	129,90
7	Concentrado	105,54	0,17	105,44	105,74
8	Concentrado	183,28	0,09	183,18	183,33
9	Concentrado	59,01	0,09	59,03	59,18
10	Concentrado	6,77	0,09	6,78	6,93
11	Concentrado	32,55	0,00	32,75	32,75
12	Concentrado	93,73	0,00	94,11	94,11
13	Concentrado	14,61	0,09	14,56	14,71
14	Concentrado	38,75	0,00	39,14	39,14

Tabla 12 Resultados de hidroximetilfurfural en muestras de MCUP

Muestra	Descripción	Estadísticos por cada análisis			
		X (ppm)	s	Min	Max
1	Pasteurizado	4,52	0,09	4,47	4,62
2	Pasteurizado	41,00	0,15	40,85	41,15
3	Pasteurizado	12,08	0,09	11,98	12,13
4	Pasteurizado	43,30	0,15	43,16	43,45
5	Pasteurizado	11,75	0,08	11,91	12,06
6	Pasteurizado	33,11	0,00	33,11	33,11
7	Pasteurizado	26,28	0,00	26,54	26,54
8	Pasteurizado	84,43	0,09	84,71	84,86
9	Pasteurizado	98,64	0,09	99,38	99,53
10	Pasteurizado	100,26	0,09	101,02	101,16
11	Pasteurizado	92,99	0,00	92,99	92,99
12	Pasteurizado	124,28	0,00	125,77	125,77
13	Pasteurizado	134,81	0,00	137,24	137,24
14	Pasteurizado	62,54	0,09	62,44	62,59
15	Pasteurizado	58,19	0,00	58,89	58,89
16	Pasteurizado	97,12	0,00	97,12	97,12
17	Pasteurizado	174,50	0,00	174,85	174,85

Figura 13 Comparativa de valores para hidroximetilfurfural MCU y MCUP



Se observaron valores relativamente semejantes entre MCU y MCUP. Al no contarse con antecedentes de investigación específicos de estudio del HMF en mostos de uva, resulta poco riguroso realizar un estudio y discusión de los valores hallados por la metodología en cuestión. Resulta necesario continuar con estudios que validen el comportamiento de los mostos de uva frente a tratamientos térmicos y a su vez, la relación de los procesos industriales en la formación de HMF.

Según lo indicado por un estudio comercial y productivo de grado, denota la especificación de industrias del MCU donde como especificación aceptan < 40 ppm de HMF (Gutiérrez & Ricagno, 2010). En base a dicho antecedente, solo el 38% ($n=12$) del rango estudiado cumpliría con tal especificación.

A su vez, no se encontraron antecedentes legislativos que indiquen los valores aceptables del compuesto aldehídico.

Por otro lado, es importante resaltar que los mostos de uva normalmente contienen anhídrido sulfuroso, ya que es el principal aditivo utilizado para la elaboración y conservación de mostos sulfitados. Este aditivo es clarificante del HMF, por lo que, si se encuentra en gran medida al final del proceso, parte del aldehído formado se encontrará en combinación a este y no será posible determinarlo analíticamente (al menos espectrofotométricamente). Además, procesos de decoloración con carbón activado o clarificaciones con el uso de PVPP y bentonitas, reducen el contenido de HMF en los mostos, haciendo así

que el contenido de este último se vea reducido en el producto final (Ribeiro Moreira, 2018)

En base a lo anteriormente expuesto, se postula que el uso, principalmente de carbón activado, sea un aditivo óptimo para disminuir el contenido de HMF en los mostos, principalmente una vez obtenido el pre concentrado, ya que luego el producto sufrirá filtraciones que lo desalojarán del alimento. Será conveniente continuar con estudios posteriores que acrediten dicha postulación desde una vista empírica.

A modo general, se observó que el 68% (n=19) presentó un valor superior a 40 ppm de HMF, donde en comparación a otros alimentos, como la miel de abejas, superan ampliamente el máximo permitido de 40 ppm por Código Alimentario Argentino y es principal indicador de frescura y exposición al calor y el tiempo en el mencionado alimento (Sanchez Mantica, 2021)

El parámetro de HMF demostró ser indicador de pardeamiento no enzimático y posible determinación para control de proceso, en síntesis un parámetro de calidad integral del Mosto Concentrado. En base a esto, será necesario continuar con estudios tanto analíticos como legislativos, para delimitar los lineamientos tanto técnicos, legales y comerciales que fijen los valores normales o aceptables, de dicho compuesto.

6. Valores medios y varianza de los analíticos agrupados

Tabla 13 Resultados medios de los analíticos realizados en muestras de MCU

Muestra	Descripción	HMF PPM	°Brix	Estadísticos Descriptivos			
				AZ R g/L	AZ R g/Kg	AT g/L (pH 8,2)	pH
1	Concentrado	65,19	71,13	892,82	654,11	13,55	2,29
2	Concentrado	32,21	68,87	864,37	633,26	9,35	3,21
3	Concentrado	53,16	68,47	859,35	629,59	9,77	2,76
4	Concentrado	8,98	68,07	854,33	625,91	7,95	3,58
5	Concentrado	13,91	65,2	818,35	599,55	8,49	3,58
6	Concentrado	129,90	68,33	857,67	628,36	14,34	2,59
7	Concentrado	105,54	66,23	831,32	609,05	14,29	2,52
8	Concentrado	183,28	67,50	847,22	620,70	14,22	2,62
9	Concentrado	59,01	68,97	865,62	634,18	17,00	2,34
10	Concentrado	44,27	67,30	844,70	618,86	18,14	1,94
11	Concentrado	32,55	65,83	826,30	605,37	16,97	2,19
12	Concentrado	93,73	64,40	808,31	592,19	19,57	1,78
13	Concentrado	14,61	67,67	849,31	622,23	22,46	3,02
14	Concentrado	38,75	71,47	897,00	657,17	18,65	2,12

Tabla 14 Resultados medios de los analíticos realizados en muestras de MCUP

Muestra	Descripción	HMF PPM	°Brix	Estadísticos Descriptivos			
				AZ R g/L	AZ R g/Kg	AT g/L (pH 8,2)	pH
1	Pasteurizado	4,52	66,80	838,43	614,26	10,24	2,96
2	Pasteurizado	41,00	68,83	863,95	632,96	8,79	2,28
3	Pasteurizado	12,08	68,63	861,44	631,12	9,28	2,94
4	Pasteurizado	43,30	68,93	865,21	633,88	8,41	3,33
5	Pasteurizado	11,75	67,43	846,38	620,08	11,13	2,70
6	Pasteurizado	33,11	68,60	861,02	630,81	9,42	3,21
7	Pasteurizado	26,28	68,17	855,58	626,83	8,08	3,54
8	Pasteurizado	84,43	69,20	868,55	636,33	10,52	2,38
9	Pasteurizado	98,64	67,00	915,00	684,80	1,15	3,17
10	Pasteurizado	92,99	69,03	866,46	634,80	11,48	3,63
11	Pasteurizado	124,28	68,63	861,44	631,12	9,96	3,25
12	Pasteurizado	134,81	68,67	861,86	631,42	9,95	3,82

13	Pasteurizado	62,54	68,97	865,62	634,18	13,60	3,04
14	Pasteurizado	58,19	68,13	855,16	626,52	9,68	3,03
15	Pasteurizado	97,12	67,67	849,31	622,23	11,56	3,69
16	Pasteurizado	174,50	68,67	861,86	631,42	11,14	3,31
17	Pasteurizado	4,32	66,27	831,74	609,36	12,52	3,31

Tabla 15 Resultados medios y varianza de HMF realizados en muestras de MCU y MCUP

Muestra	Estadísticos Descriptivos			
	X	s	Min	Max
<i>Concentrado</i>	62,51	49,84	8,98	183,28
<i>Pasteurizado</i>	64,93	50,18	4,32	174,50

Se observaron valores semejantes de HMF entre MCU y MCUP, este último presentó una tendencia de valores superiores al primero. Esto puede ser debido a que la pasteurización al ser un proceso posterior a la concentración, involucrando un incremento de tiempo a altas temperaturas, el alimento puede continuar sufriendo un pardeamiento no enzimático, tendiendo así, un mayor contenido de HMF que su predecesor.

Tabla 16 Resultados medios y varianza de Sólidos solubles realizados en muestras de MCU y MCUP

Muestra	Estadísticos Descriptivos			
	X	s	Min	Max
<i>Concentrado</i>	67,82	2,02	64,40	71,47
<i>Pasteurizado</i>	68,25	0,88	66,27	69,20

Los valores medios hallados cumplen con el protocolo de calidad argentino, a su vez, es indicador de una mayor estabilidad microbiológica, al

contener una actividad acuosa (a_w) menor y una presión osmótica mayor, imposibilitando el desarrollo de microorganismos no tolerantes a dichas condiciones.

Tabla 17 Resultados medios y varianza de azúcares reductores g/L realizados en muestras de MCU y MCUP

Muestra	Estadísticos Descriptivos			
	X	s	Min	Max
Concentrado	851,19	25,31	808,31	897,00
Pasteurizado	862,80	19,17	831,74	915,00

Tabla 18 Resultados medios y varianza de azúcares reductores g/Kg realizados en muestras de MCU y MCUP

Muestra	Estadísticos Descriptivos			
	X	s	Min	Max
Concentrado	623,61	18,54	592,19	657,17
Pasteurizado	633,32	17,75	609,36	684,80

Tabla 19 Resultados medios y varianza de acidez total a pH 8,2 realizados en muestras de MCU y MCUP

Muestra	Estadísticos Descriptivos			
	X	s	Min	Max
Concentrado	14,62	4,48	7,95	22,46
Pasteurizado	9,92	3,13	1,15	13,60

Tabla 20 Resultados medios y varianza de pH realizados en muestras de MCU y MCUP

Muestra	Estadísticos Descriptivos			
	X	s	Min	Max
Concentrado	2,61	0,57	1,78	3,58
Pasteurizado	3,28	0,38	2,38	3,82

Para concretar todos los resultados obtenidos han sido coherentes, tuvimos muy pocos valores anómalos. La técnica de HMF que se utilizó es experimental, al no tener antecedentes legislativos y analíticos, no tenemos modo de comparación, sería necesario someterlos a Cromatografía Líquida de Alta Eficacia (HPLC), para que determine la cantidad de HMF que se encuentra en la muestra en su totalidad, porque con la que analizamos en el proyecto, sólo determina el HMF "libre", y este resulta que también se combina con el anhídrido sulfuroso, presente en la muestra.

CAPÍTULO VI

Conclusiones

Los análisis a los que han sido sometidas las muestras son descriptivas y determinantes de calidad, el HMF es un compuesto que está presente en muchos alimentos y resulta necesario controlarlo porque llega a ser tóxico si sus cantidades son elevadas. Hay que tomar rindas en la importancia que requiere cuidar al consumidor.

El analizar el HMF, sería necesario hacerlo antes de exponer el jugo de uva a todos los procesos tecnológicos, para conocer desde la matriz su desarrollo, luego después de preconcentrar; resulta ventajoso hacerlo en este paso del proceso productivo porque es en donde puedo llegar a darle solución a estabilizar o eliminar, mediante el agregado de carbón activo, el HMF presente si está en altas concentraciones, y por último después de concentrar hasta los 68°Brix. Obteniendo así un real producto de primera calidad.

Las muestras donadas por las mosteras C y D, presentaron valores de HMF más altos que las otras industrias. En principio, los procesos de concentración son semejantes entre todas las explotaciones, trabajando de 3 a 4 efectos y temperaturas en un rango de 85 °C a 110 °C y con valores semejantes de sólidos solubles en la determinación de los distintos concentrados. Se postula que en ambas mosteras al no contar con desulfitados incorporado como primer eslabón del sistema de concentración, los tiempos de

retención o mecanismos de remoción del anhídrido sulfuroso, implican un proceso más intensivo, provocando un incremento del valor de HMF en dicho alimento.

Se observó que los mostos pasteurizados presentaron un mayor pH y acidez total en comparación a los mostos solo concentrados.

Se observó que 1 (n=1) muestra de MCU no cumple con la concentración mínima de sólidos solubles, presentado 64,40 °Brix, tenuemente por debajo de lo requerido.

La aplicación de la técnica A.O.A.C.980.23. (1995) de HMF en mosto concentrado de uva es de estilo experimental. Para el presente proyecto, presume ser una técnica válida para lograr la determinación requerida y será propicio continuar con estudios posteriores donde analíticamente se pueda validar dicha metodología en MCU.

Se observó que el 68% (n=19) presentó un valor superior a 40 ppm de HMF e inferior el restante 32% (n=12).

El parámetro de HMF demostró ser indicador de pardeamiento no enzimático y posible determinación para control de proceso. En base a esto, será necesario continuar con estudios tanto analíticos como legislativos, para delimitar los lineamientos tanto técnicos, legales y comerciales que fijen los valores normales o aceptables, de dicho compuesto.

Anexo I
Técnicas Analíticas utilizadas
1. Determinación de grados Brix en mostos

Fundamento del método

Se mide la desviación refractométrica provocada por los sólidos solubles, en un refractómetro. Expresándose los resultados en Grados Brix (gramos de azúcar en 100 gramos de muestra)

A. Alcance

Mostos SS, pre concentrado, concentrado y uva.

B. Materiales

- 1) Refractómetro ATAGO RX 5000
- 2) Vaso de precipitación de 50 ml o 100 ml.
- 3) H₂O destilada

C. Descripción de la técnica

Calibración del refractómetro

Limpiar el prisma del refractómetro ATAGO RX 5000 con agua destilada y secar con papel tissue. Colocar una pequeña cantidad de agua destilada (previamente ajustada a 20°C de temperatura) sobre el mismo. Pulsar la tecla sw 4 correspondiente al ajuste del cero y luego pulsar START. Verificar que la medición sea 0,00° Brix y °T 20°C.

Verificación

Colocar el aceite de calibración (previamente ajustada a 20°C de temperatura) sobre el prisma, bajar el cubre prisma y realizar la lectura.

Verificar que el índice de refracción sea el correspondiente al del patrón utilizado. Realizar con una repetitividad de tres veces.

Medición

- 1) Colocar la muestra en un vaso de precipitado. Regular la temperatura a 20°C.
- 2) Homogeneizar bien la muestra con ayuda de una cuchara o espátula.
- 3) Colocar una gota de la muestra sobre el prisma, bajar el cubre prisma.
- 4) Leer en la escala el índice de refracción
- 5) Realizar con una repetitividad de tres veces: el valor considerado será el promedio de las tres lecturas obtenidas.
- 6) Expresar el resultado en °Brix, con dos cifras decimales.

D. Referencias: International Federation of Fruit Juice Producers Analysis. (IFFJP), Suiza, method N°11, 1991.

2. Determinación de pH

Fundamento del método

La determinación de pH es una medición relacionada con la medida de acidez del producto. Indica la concentración de hidrogeniones, la cual es medida por una diferencia de potencial, empleando un potenciómetro y dos electrodos; uno indicador y otro de referencia.

A. Alcance

Mostos SS, pre concentrado, concentrado, uva, vino y efluentes de proceso.

B. Materiales

- Peachímetro Denver Instrument Ultrabasic Benchtop/Alterones
- Vaso de precipitado de 50 ml o 100 ml
- H₂O destilada

C. Descripción de la técnica

1) Calibrar el peachímetro Altronix con soluciones Buffer de pH 4 y luego de pH 7 (los buffer atemperado a 20°C)

2) Verificar que la muestra se encuentre a una temperatura de 20°C previamente a realizar la determinación.

3) Lavar el electrodo con agua destilada y secar suavemente con papel tissue.

4) Colocar la muestra en un vaso de 50 ml, sumergir el electrodo y verificar que la cantidad sea suficiente para permitir que el bulbo del electrodo quede completamente sumergido en el producto.

5) Mantener el electrodo sumergido en el producto hasta que la lectura se estabilice.

6) Una vez finalizada la lectura, lavar el electrodo con H₂O destilada, secar con papel tissue y colocar el electrodo en solución de mantenimiento (CIK 1N).

C. Referencias: Internacional Federation of Fruit Juice Producers Analysis. (IFFJP), Suiza, method N°11, 1991.

APHA-AWWA-WPCF, Standars Method for the Examination of Water and Wastewater 15° Ed 1980.

3. Determinación de acidez en mostos

A. Alcance

Mostos SS, pre concentrado y concentrado.

B. Materiales

- Vaso de precipitado de 200 ml.
- Peachímetro
- Balanza

C. Reactivos

- Agua destilada
- Agitador magnético
- Hidróxido de Sodio N/10
- Ampolla de Leppe

D. Descripción de la Técnica

- Mostos pre concentrados y concentrados
 - 1) Homogeneizar bien la muestra con una varilla de vidrio o cuchara.
 - 2) En el caso de mostos pre concentrados, filtrar por membranas de 0.45 micrones.
 - 3) Pesar 10 ± 0.5 gr de muestra en vaso de precipitado.
 - 4) Agregar aproximadamente 100 ml de agua bidestilada.
 - 5) Colocar una barra de teflón imantada en la solución y homogeneizar posando el vaso sobre un agitador magnético.

6) Enjuagar el electrodo de medición de pH con agua destilada, secar suavemente con papel tissue y sumergir en la solución, (peachímetro previamente calibrado con Buffer pH 7 y 4)

7) Titular con NaOH N/10 hasta pH 8.2, manteniendo siempre la muestra en agitación. Tener en cuenta el volumen gastado de NaOH N/10 para el cálculo.

8) Cálculo:
$$\frac{\text{Gasto de NaOH N/10} \times 0.75 \times f_c}{\text{Peso de la muestra}}$$

9) Expresar los resultados en g%g de Acidez Tartárica con dos cifras decimales.

Nota: Para expresar la acidez en ácido málico o ácido cítrico, realizar el mismo cálculo utilizando los siguientes factores de conversión, en lugar de 0.75:

-Ácido málico: Factor = 0.67

Cálculo:
$$\frac{\text{Gasto de NaOH N/10} \times 0.67 \times f_c}{\text{Peso de la muestra}}$$

-Ácido cítrico. Factor = 0.64

Cálculo:
$$\frac{\text{Gasto de NaOH N/10} \times 0.64 \times f_c}{\text{Peso de la muestra}}$$

Expresar los resultados en g%g de acidez correspondiente.

- Mostos SS

1) Desulfitar 25 ml muestra en ampolla de Leppe durante 8 minutos. Luego dejar enfriar.

2) En el caso de mostos con turbidez, filtrar por membrana de 0.45 micrones.

3) Pesar 10 gr de muestra en vaso de precipitado de 200 ml.

4) Agregar aproximadamente 100 ml de agua destilada.

5) Colocar una barra de teflón imantada (buzo) en la solución y homogeneizar posando el vaso sobre un agitador magnético.

6) Enjuagar el electrodo de medición de pH con agua destilada, secar suavemente con papel tissue y sumergir en la solución, (peachímetro previamente calibrado con Buffer pH 7 y 4)

7) Titular con NaOH N/10 hasta pH 8.2, manteniendo siempre la muestra en agitación. Tener en cuenta el volumen gastado de NaOH N/10 para el cálculo.

8)

Cálculo: $\frac{\text{Gasto de NaOH N/10} \times 0.75 \times fc}{\text{Peso de la muestra}}$

Acidez Tartárica g/l con dos cifras decimales.

Nota: Para expresar la acidez en ácido málico o ácido cítrico, realizar el mismo cálculo utilizando los siguientes factores de conversión, en lugar de 0.75:

-Ácido málico: Factor = 0.67

Cálculo:
$$\frac{\text{Gasto de NaOH N/10} \times 0.67 \times fc}{\text{Peso de la muestra}}$$

-Ácido cítrico. Factor = 0.64

Cálculo:
$$\frac{\text{Gasto de NaOH N/10} \times 0.64 \times fc}{\text{Peso de la muestra}}$$

Expresar los resultados en g%g de acidez correspondiente.

E. Referencias: International Federation of Fruit Juice Producers Analysis. (IFFJP), Suiza, method N°3, pp 1-4, 1996.

4. Determinación de azúcares reductores

Fundamento del método:

Consiste en la defecación plúmbica de una muestra (eliminación de la muestra colorante, con carbón vegetal), para eliminar interferencias y la posterior valoración de sus azúcares (hexosas y pentosas), sobre una solución cuprosa.

A. Alcance

Mostos SS, mosto virgen, mosto orgánico, mosto concentrado, efluentes de proceso.

B. Materiales

- Probeta de 100 ml.
- Vaso de precipitado 250 ml.
- Erlenmeyer 250 ml

- Embudo
- Papel de filtro
- Bureta acodada de 25 ml
- Trípode y mechero
- Matraz aforado de: 100,250 y 500 ml
- Pipeta volumétrica de 10 ml

C. Reactivos

- Acetato de plomo 25%
- Azúcar invertido al 5%
- Azul de metileno (indicador)
- Reactivo de Fehling Causse Bonnans (FCB)
- Carbón activado

D. Descripción de la técnica

- Verificación del título del reactivo (FCB)

Colocar en un Erlenmeyer de 250 ml, 15 ml de FCB y de 50 ml de agua destilada. Calentar sobre tela metálica, cuando comience la ebullición, iniciar la titulación con la solución de azúcar invertido al 5%, gota a gota a razón de 3 gotas por segundo, próximo al punto final (visible por coloración amarillo- verdosa) incorporar 2 gotas de azul de metileno. Continuar titulado a razón de una o dos gotas con intervalos de segundos hasta la desaparición del color azul.

Los 15 ml de licor de Fehling deben ser reducidos por 8.2 ml de solución de azúcar invertido al 5 %. Si no fuese así hay que incorporar agua destilada o sulfato cúprico según corresponda.

- Técnica

Defina el tipo de muestra que va a analizar, LEA LA NOTA y después comience con la técnica, según la forma que corresponda para su muestra.

1. "Defecación": colocar 90 ml de muestra en un vaso de precipitado de 250 ml, agregarle 10 ml de acetato de plomo y una cucharadita de carbón, agitar, dejar en reposo durante 10 minutos.

2. Filtrar recibiendo el "defecado" limpio y decolorado en un Erlenmeyer de 250 ml seco.

3. Colocar el filtrado en la bureta acodada de 25 ml.

4. En otro Erlenmeyer colocar 15 ml de reactivo de Fehling y 50 ml de agua destilada

5. Poner a calentar y cuando comienza la ebullición, ir agregando desde la bureta el defecado a razón de 3 gotas por segundo. Cuando se este próximo al punto final que se aprecia por la débil coloración verdosa, agregar 1 gota de indicador de azul de metileno, continuar con la titulación hasta la desaparición del color azul a razón de una gota por segundo hasta amarillo límpido. La titulación total, debe durar entre 2,5-3 minutos.

6. Anotar el volumen de defecado gastado para cálculos posteriores.

7. Cálculo:
$$\frac{45,1}{A \text{ (volumen gastado defecado)}}$$

8. Expresar el resultado en g/l de azúcar reductor

Nota:

➤ Mosto sulfitado, virgen y orgánico:

Se hace la defecación sobre el mosto sulfitado, una vez filtrado y decolorado (defecado) realizar una dilución 1/25 con este último. Continuar como indica el paso 3 de la técnica en adelante. Tener en cuenta la dilución para efectuar el cálculo: $(45,1/A) \times 25$

➤ Mosto concentrado:

Antecediendo al paso 1 de la técnica. Medir 100 ml de muestra en un matraz aforado de 100 y transvasar a un matraz de 500 ml, enjuagando con agua destilada, hasta arrastrar la totalidad del mosto. Enrasar y homogeneizar (dilución 1/5).

Comenzar como indica el paso 1 de la técnica, partiendo de la dilución 1/5 para iniciar la defecación, de la misma manera como se indica anteriormente. Sobre el defecado paso 2, realizar una dilución 1/25. Continuar la técnica en idénticas condiciones a partir del paso 3 en adelante. Tener en cuenta las dos diluciones efectuadas para el cálculo: $[(45,1/A) \times 25] \times 5$

D. Referencias: Must Analysis OIV, Vol1, 2007. MA-E-AS312-01-TALVOL.

5. Determinación cuantitativa de hidroximetilfurfural

A. Materiales

- Espectrofotómetro UV V capaz de medir una longitud de onda de entre 284 nm a 336 nm.

- Cubeta de cuarzo de 1 centímetro de paso óptico.
- Embudo mediano.
- Papel de filtro.
- Membrana de 0,45 micrones absoluto.
- Equipo de filtración.
- Tubos de ensayo con tapón.
- Matraces aforados de 50 ml y 100 ml.
- Pipetas aforados de 25 ml, 5 ml y 0,5 ml.
- Vasos de precipitado de 50 ml.
- Erlenmeyer de 250 ml.
- Varilla de vidrio.
- Balanza analítica
- Granatario

B. Reactivos

- Solución Carrez I: ferrocianuro de potasio trihidratado ($K_4Fe(CN)_6 \cdot 3 H_2O$).

- Solución Carrez II: acetato de zinc dihidratado ($Zn(AcO)_2 \cdot 2 H_2O$).

- Solución de bisulfito de sodio ($NaHSO_3$) 0,200 g/100ml.

a- Preparación de los reactivos

- Solución Carrez I: Disolver 1,5 g de ferrocianuro de potasio trihidratado ($K_4Fe(CN)_6 \cdot 3 H_2O$) y diluir con 10 mL de agua destilada.

- Solución Carrez II: Disolver 3 g de acetato de zinc dihidratado ($Zn(AcO)_2 \cdot 2 H_2O$) y disolver a 10 ML con agua destilada.

- Solución de sulfito ácido de sodio (NaHSO₃): añadir 0,2 g y diluir a 100 mL con agua destilada.

C. Procedimiento

1. Pesar 5 g de miel en un vaso de precipitado (anotar lo pesado). A continuación, disolver con 25 ml de agua destilada (30°C dicha agua destilada si se encuentra cristalizada la muestra). Homogeneizar con varilla de vidrio.

2. Transvasar la disolución a un matraz de 50 ml y añadir 0.5 ml de la solución Carrez I y 0.5 ml de la solución Carrez II.

3. Enrasar con agua destilada.

4. Mezclar.

5. Filtrar con membrana de 0,45 micrones absoluto (chequear efectividad por turbidimetría de ser necesario). Despreciar los primeros 10 ml de filtrado.

6. Pipetear 5 ml de los filtrados en tubos de ensayo. Identificarlos respectivamente.

7. Añadir 5 ml de agua destilada (filtrada) a uno de los tubos (muestra) y 5 ml de sulfito ácido de sodio (referencia) y mezclar suavemente.

8. Determinar la absorbancia de la muestra y de la referencia a 284 nm y a 336 nm en cubetas de cuarzo (cubetas de UV). Previamente hacer auto cero en el espectrofotómetro con agua destilada (filtrada) para cada longitud de onda, por lo que se hará al inicio de la medida y en el cambio de longitud de onda.

9. El contenido de hidroximetilfurfural expresado en mg por kg vendrá dado por la siguiente fórmula:

a) Cálculo: $\text{HMF mg/kg} = (m(284\text{nm}) - r(284\text{nm})) - (m(336\text{nm}) - r(336\text{nm})) \times 149,74$

b) Cálculo: $\text{HMF mg/kg} = (m(284\text{nm})) - (r(336\text{nm})) \times (74,87 / \text{gramos de muestra} \times 10)$

Dónde:

149,74: factor que se obtiene de dividir 74,87 por 5, que son los gramos de muestra utilizados, y multiplicando este cociente por 10).

D. Referencias: Método: A.O.A.C 15 th. Ed., 1990, 980.23

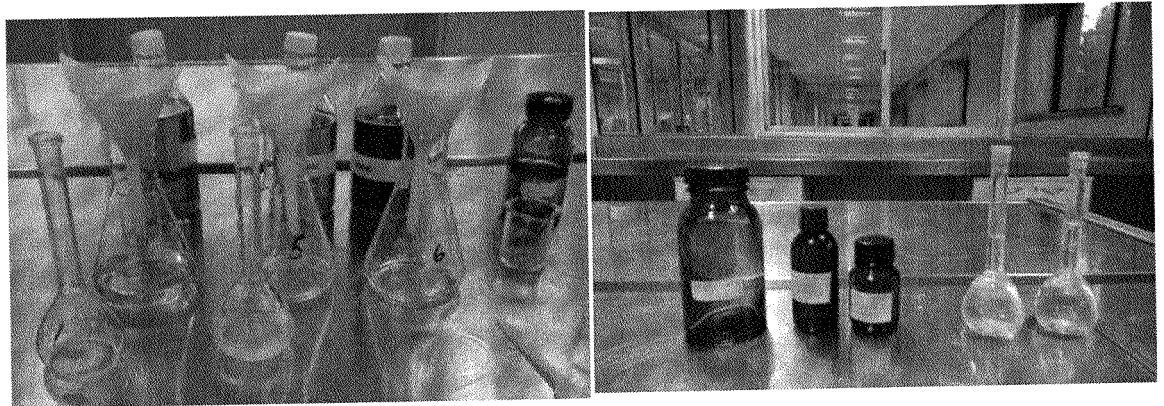
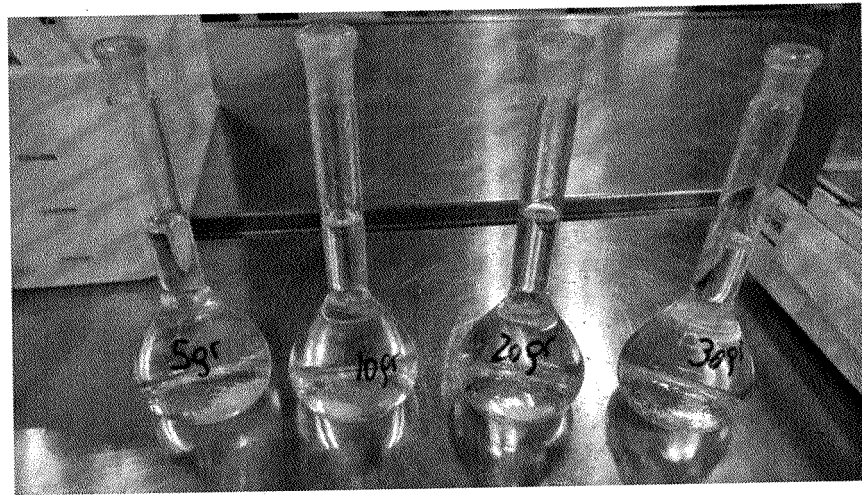
Anexo II
Imágenes de las experiencias prácticas

Preparación e identificación de muestras

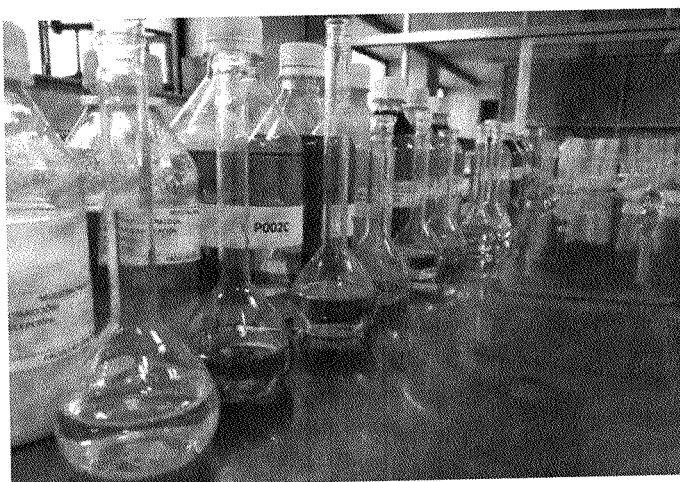
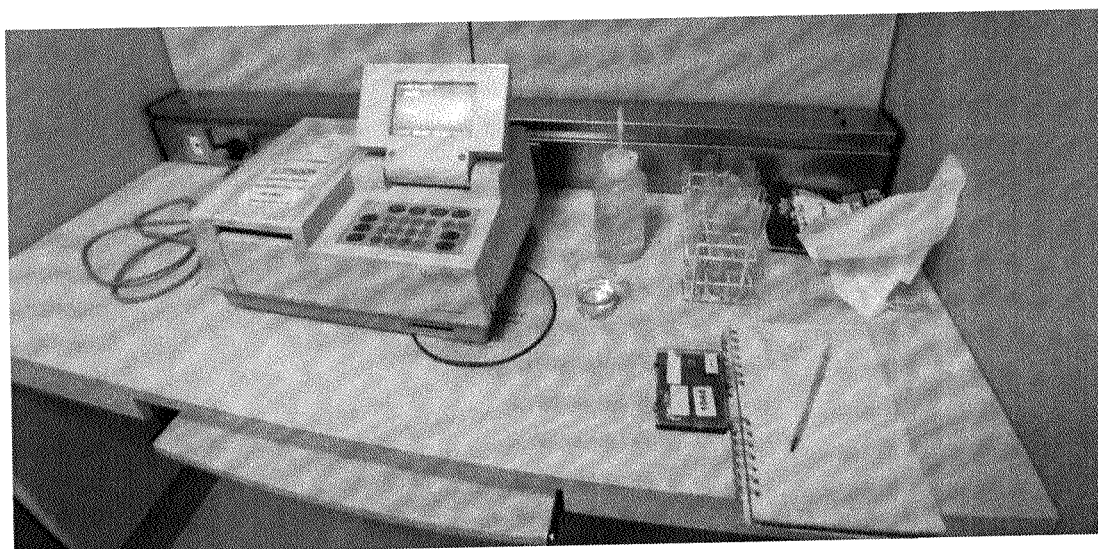
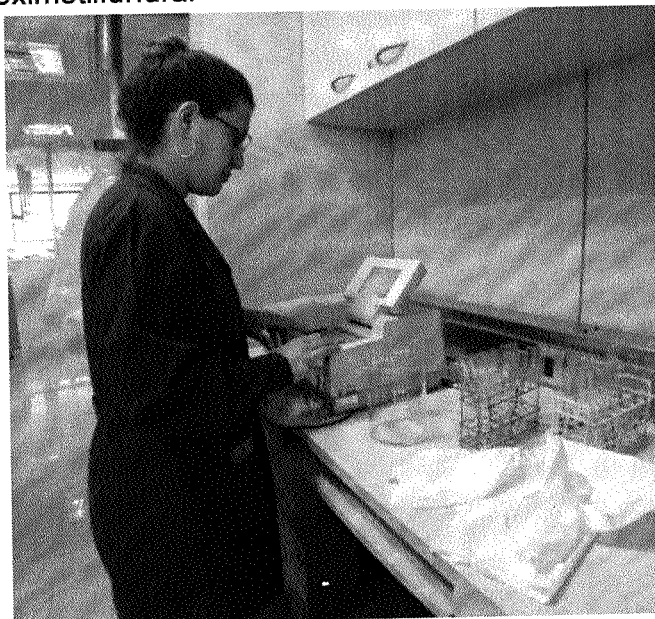




Preparación de reactivos, ensayos de dilución y materiales en general



Análisis de hidroximetilfurfural



Análisis de acidez total y pH



Análisis de sólidos solubles y azúcares reductores



Índice Bibliográfico

- A.O.A.C. (1995). *A.O.A.C. Official Method* (16 ed.). Washington, DC. Sec. Recuperado el 11 de 1 de 2021
- Angelelli, A. (2021). *Conocimiento de la Microflora básica presente en las diferentes etapas de elaboración de MC, en relación a la tecnología aplicada en una empresa en particular*. Mendoza: Facultad Don Bosco de Enología y Ciencias de la Alimentación, Universidad Católica de Cuyo.
- Badui Dergal, S. (2006). *Química de los Alimentos* (Vol. 4ta). México: PEARSON EDUCACIÓN.
- Bonnin, E. (2022). *Proyecto de Investigación en Mosto Concentrado de Uva. Taller de Capacitación del Proceso Productivo del Mosto Concentrado*. Rodeo del Medio.
- CAA. (20 de 02 de 1989). *Código Alimentario Argentino*. Recuperado el 20 de 11 de 2022, de Capítulo X:
https://www.argentina.gob.ar/sites/default/files/caa_capitulo_x_azucarados_actualiz_2020-09.pdf
- CAC. Comisión del Codex. (s.f.). *Codex Alimentarius*. Recuperado el 11 de 1 de 2021, de <http://www.fao.org/fao-who-codexalimentarius/es/>
- Cocchi, M., Consonni, R., Durante, C., Grandi, M., Manzini, S., Marchetti, A., & Sighinolfi, A. (2008). Changes in the Chemical Composition of Reduced Cooked Musts during the Heating Process. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 56(15), 6397-6407. doi:10.1021/jf800353a
- Díaz Neira, L. S. (2010). *Principios básicos de la Química y Bioquímica de alimentos*. ebooks Patagonia - Universidad de La Serena. Obtenido de <https://elibro.net/es/lc/uccuyo/titulos/190632>
- Gema-Arribas, L. (2013). *TESIS DOCTORAL: ANÁLISIS, INHIBICIÓN E INGESTA DE NUEVOS CONTAMINANTES QUÍMICOS DE PROCESADO EN ALIMENTOS*. Madrid: Facultad de Ciencias Químicas. Universidad Complutense de Madrid.
- Gutiérrez, S., & Ricagno, N. (2010). *Comercialización de Mosto de Uva*. Facultad de Ciencias Económicas y de Administración de la Universidad de la Republica. Uruguay: UR. FCEA. Recuperado el 2022 de 11 de 20, de <https://www.colibri.udelar.edu.uy/jspui/bitstream/20.500.12008/309/1/M-CD4105.pdf>
- Hodge, J. E. (1953). Chemistry of browning reactions in model systems. *Agric. Food Chem*, 928-943.
- INV. (23 de 10 de 1959). *Instituto Nacional de Vitivinicultura*. Recuperado el 20 de 11 de 2022, de www.inv.gov.ar

- INV. (3 de 10 de 2022). *Anticipo de Comercialización de Vinos y Mostos Septiembre 2022*. Recuperado el 8 de 10 de 2022, de https://www.argentina.gob.ar/sites/default/files/2018/10/anticipo_exportaciones_setiembre_2022.pdf
- Jeuring, H. J. (1980). High performance liquid chromatography of furfural and hydroxymethylfurfural in spirits and honey. *Journal of Official Association Agricultural Chemists*, 63(6), 1215-1218.
- Mendoza, P. G. (2019). *Gobierno de Mendoza*. Recuperado el 2022 de 11 de 19, de <https://www.mendoza.gov.ar/prensa/el-90-del-jugo-de-uva-argentino-esta-destinado-a-la-exportacion/>
- Observatorio Vitivinícola Argentino. (14 de 1 de 2021). *Observatorio Vitivinícola Argentino*. Recuperado el 8 de 10 de 2022, de <https://observatoriova.com/2021/01/la-base-de-la-industria-vitivinicola-y-el-crecimiento-de-los-mercados/>
- Perez-Locas, C. &. (2008b). Further insight into thermally and pH-induced generation of acrylamide from glucose/asparagine model systems. *J. Agric. Food Chem*, 54, 6069-6074.
- Ribeiro Moreira, A. S. (2018). *Hidroximetilfurfural en vinos y el efecto de la técnica en su concentración*. Facultad de Ingeniería de la Universidad de Porto, Porto. Recuperado el 2022 de 11 de 20
- Sanchez Mantica, D. G. (2021). *Evaluación de la calidad en mieles comerciales de la provincia de Mendoza*. Mendoza: Facultad Don Bosco de Enología y Ciencias de la Alimentación de la Universidad Católica de Cuyo.
- Uvas de Argentina. (10 de 6 de 2022). *Uvas de Argentina*. Recuperado el 8 de 10 de 2022, de <https://uvasargentinas.com.ar/este-fue-el-resultado-oficial-de-la-cosecha-2022/>
- Villanueva-Martinez, N. (2017). *OBTENCIÓN DE 5-HIDROXMETILFURFURAL A PARTIR DE GLUCOSA PROVENIENTE DE LICORES DE CORTEZA DE PINO Y EUCALIPTO, UTILIZANDO CATALIZADORES SÓLIDOS EN MEDIO ACUOSO*. Chile: Facultad de Ingeniería de la Universidad de Concepción.

Índice de Tablas

Tabla 1 Exportación de mosto concentrado acumulado septiembre 2022	13
Tabla 2 Materiales, reactivos y equipos empleados para análisis	
Fisicoquímicos.....	40
Tabla 3 Métodos analíticos empleados.....	41
Tabla 4 Información brindada por las mosteras donadoras de muestras.....	42
Tabla 5 Resultados de pH en muestras de MCU.....	47
Tabla 6 Resultados de pH en muestras de MCUP.....	47
Tabla 7 Resultados de acidez total a pH 8,2 en muestras de MCU.....	49
Tabla 8 Resultados de acidez total a pH 8,2 en muestras de MCUP	49
Tabla 9 Resultados de sólidos solubles y azúcares reductores en muestras de MCU.....	51
Tabla 10 Resultados de sólidos solubles y azúcares reductores en muestras de MCUP.....	52
Tabla 11 Resultados de hidroximetilfurfural en muestras de MCU	55
Tabla 12 Resultados de hidroximetilfurfural en muestras de MCUP.....	56
Tabla 13 Resultados medios de los analíticos realizados en muestras de MCU.....	59
Tabla 14 Resultados medios de los analíticos realizados en muestras de MCUP.....	59
Tabla 15 Resultados medios y varianza de HMF realizados en muestras de MCU y MCUP.....	60
Tabla 16 Resultados medios y varianza de Sólidos solubles realizados en muestras de MCU y MCUP.....	60
Tabla 17 Resultados medios y varianza de azúcares reductores g/L realizados en muestras de MCU y MCUP.....	61
Tabla 18 Resultados medios y varianza de azúcares reductores g/Kg	

realizados en muestras de MCU y MCUP.....	61
Tabla 19 Resultados medios y varianza de acidez total a pH 8,2 realizados en muestras de MCU y MCUP.....	62
Tabla 20 Resultados medios y varianza de pH realizados en muestras de MCU y MCUP.....	62

Índice de Figuras

Figura 1 Diagrama de flujo de la elaboración del mosto concentrado de uva..	18
Figura 2 Aspectos generales de las reacciones de oscurecimiento.....	32
Figura 3 Esquema general de reacción del pardeamiento no enzimático.....	33
Figura 4 Fórmula química del HMF.....	33
Figura 5 Principales rutas de formación del 5-hidroximetilfurfural.....	33
Figura 6 Mecanismo de deshidratación de hexosas a HMF sin intermediarios cíclicos.....	38
Figura 7 Mecanismo de la reacción de deshidratación de fructosa, vía cíclica	37
Figura 8 Comparativa de valores para pH entre MCU y MCUP	48
Figura 9 Comparativa de valores para acidez total a pH 8,2 entre MCU y MCUP.....	50
Figura 10 Comparativa de valores para sólidos solubles MCU y MCUP.....	53
Figura 11 Comparativa de valores para azúcares reductores g/kg MCU y MCUP.....	54
Figura 12 Comparativa de valores para azúcares reductores g/L MCU y MCUP.....	55
Figura 13 Comparativa de valores para hidroximetilfurfural MCU y MCUP.....	56

Índice General

Resumen	4
Abstract.....	6
Agradecimientos.....	7
Glosario.....	9
Introducción.....	10
CAPITULO I.....	12
1. Antecedentes legislativos, productivos y comerciales del mosto concentrado de uva..	12
CAPITULO II.....	17
2. Proceso productivo del mosto concentrado de uva	17
2.1. Proceso productivo.....	18
Figura 1 <i>Diagrama de flujo de la elaboración del mosto concentrado de uva</i>	19
2.1.1. Recepción e inspección de la materia prima.....	19
2.1.2. Descobajado y molienda	20
2.1.3. Prensado y maceración	20
2.1.4. Sulfitado.....	25
2.1.5. Decantación o centrifugación.....	26
2.1.6. Tipificación o estandarización	26
2.1.7. Filtración	28
2.1.8. Desulfitación	28
2.1.9. Concentración.....	29
2.1.10. Envasado.....	31
CAPITULO III.....	32
3. Pardeamiento no enzimático	32
3.1. Introducción al pardeamiento no enzimático	32
3.1.1. Teoría del aldehído activo	34
3.1.2. Reacción de Maillard	35
3.1.3. Caramelización.....	36
3.1.4. Hidroximetilfurfural	37
CAPITULO IV.....	43
4. Métodos y materiales.....	43

4.1.1.	Materiales, Reactivos y Equipos Para Análisis Físico Químicos.....	44
4.1.2.	Métodos Analíticos.....	45
4.1.3.	Análisis Estadístico.....	45
CAPITULO V.....		46
5.	Resultados y discusión.....	46
5.1.	Tecnologías y tratamientos aplicados en los mostos concentrados.....	46
5.2.	Resultados de pH.....	50
5.3.	Resultados de acidez total a pH 8,2.....	52
5.4.	Resultados de sólidos solubles y azúcares reductores.....	55
5.5.	Resultados de hidroximetilfurfural.....	60
5.6.	Valores medios y varianza de los analíticos agrupados.....	64
CAPITULO VI.....		68
6.	Conclusiones.....	68
Anexo I.....		71
Técnicas Analíticas utilizadas.....		71
Determinación de grados brix en mostos.....		71
Determinación de pH.....		72
Determinación de acidez en mostos.....		74
Determinación de azúcares reductores.....		77
Determinación cuantitativa de hidroximetilfurfural.....		80
Anexo II.....		84
Imágenes de las experiencias prácticas.....		84
Preparación e identificación de muestras.....		84
Preparación de reactivos, ensayos de dilución y materiales en general.....		85
Análisis de hidroximetilfurfural.....		86
Análisis de acidez total y pH.....		87
Análisis de sólidos solubles y azúcares reductores.....		88
Índice Bibliográfico.....		89
Índice de Tablas.....		91
Índice de Figuras.....		93
Índice General.....		94