



Universidad Católica de Cuyo

Facultad Don Bosco de Enología y

Ciencias de la Alimentación

Licenciatura en Tecnología de los alimentos

**Evaluación de la Influencia de los metales, en el
pardeamiento no oxidativo de mostos durante
almacenamiento y procesos térmicos**

Alumno: Emmanuel Bonnin

Docente Tutor: Laura Arévalo

Docente Revisor: Elena Caliguli

Mendoza, 2022

Profesor asesor: **Lic. Arévalo Laura**

Revisión Formal: **Mgter. Elena Caliguli**

Tipo de Trabajo: Tesis de Licenciatura

Lugar y Fecha: Mendoza, Rodeo del Medio, diciembre de 2022

Defensa Oral Libro:

Folio N°: Acta N°

Fecha:

Calificación:

Tribunal Examinador:

*“Un poco de ciencia nos aleja de Dios,
pero mucha ciencia nos devuelve a Él “*

Louis Pasteur (1892)

AGRADECIMIENTOS

“El conocimiento no es una vasija que se llena, sino un fuego que se enciende”.

Plutarco.

Agradezco a Don Bosco por guiarme y mostrarme las puertas del estudio, que son el principio de muchos otros caminos.

“Somos lo que hacemos día a día. De modo que la excelencia no es un acto sino un hábito”. Aristóteles

Agradezco sinceramente a todo el Centro de investigación Padre Oreglia (CIPFO), al Ing. Raúl Tornello, la Lic. Laura Arévalo y el Lic. Damián Sanchez, por dejarme ser parte de este proyecto, y sobre todo la confianza para llevar a cabo esta investigación.

“Valor es lo que se necesita para levantarse y hablar; pero también es lo que se requiere para sentarse y escuchar” Winston Churchill

Agradezco a todos y cada uno de mis colegas, que a lo largo de los años me han enseñado, compartido su experiencia, y retado a superarme cada día.

“Hay una fuerza motriz más poderosa que el vapor, la electricidad y la energía atómica: La voluntad” Albert Einstein

Agradezco a mi familia por su apoyo incondicional. A mi esposa Gabriela y mis hijos Ciro y Luka, por ser los pilares de mi vida y quienes me dan la voluntad para siempre seguir adelante.

Resumen

El mosto concentrado o como se denomina actualmente, jugo de uva concentrado (MCU), es un aditivo alimentario ampliamente extendido, utilizado para edulcorar múltiples productos como jugos, golosinas, dulces, mermeladas, jaleas, galletitas, pan, bebidas gaseosas entre otros. Argentina, es uno de los principales productores a nivel mundial, por lo que, el control de calidad de este, es vital para poder mantener los más altos estándares de calidad. El estudio se centró en dos ensayos. El primero conformado por lotes representativos (n=9) de un mosto clarificado en dos concentraciones y tres valores de pH, de manera de poder corroborar el efecto de la variación de la matriz. El segundo ensayo complementario, conformado por lotes representativos (n=18) de un mosto virgen y otro concentrado, elaborado a partir del anterior, y luego ambos clarificados en dos concentraciones y tres valores de pH, los cuales se almacenaron a 35°C y 55°C, a fin de evaluar el desarrollo del HMF y melanoidinas. 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. El parámetro de HMF y las absorbancias a 280 nm y 294 nm (indicadores de formación de melanoidinas), demostraron 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 legislativo, para delimitar los lineamientos tanto técnicos, legales y comerciales que fijen los valores normales o aceptables, de dicho compuesto.

ABSTRACT

The concentrated must or as it is currently called, concentrated grape juice (MCU), is a widely spread food additive, used to sweeten multiple products such as juices, candies, candies, jams, jellies, cookies, bread, soft drinks, among others. Argentina is one of the main producers worldwide, so its quality control is vital to maintain the highest quality standards. The study focused on two trials. The first made up of representative batches (n=9) of a clarified must in two concentrations and three pH values, in order to be able to corroborate the effect of matrix variation. The second complementary test, made up of representative batches (n=18) of a virgin must and a concentrated one, prepared from the previous one, and then both clarified in two concentrations and three pH values, which were stored at 35°C and 55°C, in order to evaluate the development of HMF and melanoidins. 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 and the absorbances at 280 nm and 294 nm (indicators of melanoidin formation), 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.

CAPÍTULO I: Antecedentes productivos y de la viticultura argentina

1. Viticultura en Argentina

Argentina, ubicada en el extremo sur de América cuenta con una vasta superficie territorial de 2.766.889 km² y presentando un relieve muy variado. La vitivinicultura en dicho país se concentra en el oeste del mismo, desde los 22° de latitud sur, hasta aproximadamente los 40° de latitud sur. Razón por la cual el clima es de carácter continental, semidesértico con estación invernal seca, templado o templado frío con precipitaciones principales en el periodo estival, entre 100 a 300 mm anuales. La producción vitivinícola puede ser identificada dentro de tres grandes zonas debido a sus características ecológicas intrínsecas; la región del Noroeste, la del Sur y Centro Oeste, esta última representa el 91,19% de la producción nacional. El cultivo de la vid en dicha región se realiza a altitudes que superan los 500 msn y está representada por las provincias de Mendoza y San Juan. Mendoza se distingue por los siguientes oasis productivos: Norte, Centro, Este, Valle de Uco y Sur; donde se destacan variedades cultivadas como el malbec, bonarda, cabernet sauvignon, syrah, merlot y tempranillo en cuanto a tintas y respecto a blancas se presenta el torrontés riojano, chardonnay, chenin, pedro giménez y ugni blanc. Las variedades rosadas como criolla grande, cereza y moscatel rosado se destinan principalmente a la elaboración de mosto concentrado (Pandolfi & Cuello, 2005).

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 una 72% en el año 2019 (Observatorio Vitivinícola Argentino, 2021).

1.1. Historia de la vitivinicultura en Argentina

La historia de la vitivinicultura argentina se remonta a la época de la colonización, ya que el cultivo de la vid estaba estrechamente unido con las prácticas agrícolas del colono español. A mediados del siglo XVI, los conquistadores llevaron al Cuzco las primeras plantas de vid, de la especie *Vitis vinífera*. Desde allí fue conducida a Chile en 1551 y luego introducida a la Argentina por vecinos de Santiago del Estero, seis años después. Desde esta provincia se propagó el cultivo hacia el centro, oeste y noroeste del país.

No existen datos exactos sobre la fecha de implantación de los primeros viñedos en Mendoza y San Juan, aunque, algunos historiadores opinan que se realizaron primero en esta última provincia, entre los años 1569 y 1589, por lo que puede decirse que *Vitis vinífera* llegó al Virreinato del Río de la Plata, actualmente la República Argentina, ha mediado del siglo XVI.

Al comienzo se producían vinos en volumen reducido, limitado a satisfacer las necesidades de las pequeñas comunidades de la colonia. La elaboración, si bien rudimentaria y en forma doméstica, era un procedimiento generalizado entre los viñateros, quienes llegaron a obtener productos de buena calidad.

A partir de 1853, una serie de hechos auspiciosos, entre los que puede destacarse la pacificación y la organización constitucional del país, la creación de una Quinta Normal de Agricultura (primera Escuela de Agricultura de la República Argentina), permitieron la transformación de la región vinícola más importante del país. Ese impulso inicial se vio fortalecido y dinamizado con la instalación, en 1884, del ferrocarril que vinculaba a

Mendoza y San Juan con Buenos Aires, la capital. De allí en más, las provincias cuyanas asumen el papel de proveedoras de productos frutihortícolas y, en especial, de vino para abastecer al mercado nacional y, muy marginalmente, al internacional a través del puerto de Buenos Aires.

El dictado de leyes de aguas y tierras constituyó un factor importante para el desarrollo de la vitivinicultura ya que permitieron la colonización, pero sin lugar a dudas el hecho más decisivo fue el aporte de una gran corriente inmigratoria europea, a fines del siglo XIX y principios del XX, compuesta por hombres conocedores del quehacer vitivinícola, lo que posibilitó un cambio sustancial en el cultivo de la vid y dio un gran impulso a esta industria. Estos inmigrantes trajeron consigo nuevas técnicas de cultivo, otras variedades de vid aptas para la elaboración de vinos de calidad, que encontraron en nuestro país un hábitat ideal para su desarrollo, y la innovación de las prácticas enológicas utilizadas en las bodegas, así como también ciertas denominaciones de sus lugares de origen. (PANDOLFI & CUELLO, 2005)

Otro de los hechos que más incidió en la historia de nuestra vitivinicultura es la importancia otorgada a la capacitación y perfeccionamiento de los técnicos que llevaban a cabo la actividad, prueba de ello es la creación de la Bodega de la Escuela de Enología de la Quinta Agronómica, ciudad de Mendoza, que comienza a funcionar a principios de 1900 y lo que hasta entonces se había desarrollado al impulso de la voluntad y la experiencia, se convierte a partir de ese momento en un movimiento basado en la ciencia y el estudio (PANDOLFI & CUELLO, 2005). Este camino terminó finalmente en la creación de la facultad de Enología de Don Bosco en 1968, logrando de esta manera la concreción de la profesionalización a nivel académico de los profesionales de la industria (CAÑIZARES, 2017).

Figura 1 Escuela Vitivinícola Don Bosco



2. Mercado del mosto

El mosto concentrado o como se denomina actualmente, jugo de uva concentrado, se utiliza para edulcorar múltiples productos como jugos mezclas, golosinas, dulces, mermeladas, jaleas, galletitas, pan, bebidas gaseosas, y también en la industria farmacéutica para edulcorar algunos productos.

El negocio mundial del jugo de uva concentrado es muy dinámico, ya que es considerado un commodity, y su desarrollo anual depende de distintas variables nacionales (costos, oferta de uva, precios locales) e internacionales (oferta del producto, valor de productos sustitutos, volumen de demanda, etc.) que determinan la forma como se repartirá el mapa del comercio entre los distintos países productores.

Los principales exportadores mundiales de jugo concentrado de uva son Argentina, Estados Unidos, Italia y España, seguidos por Chile. En los últimos tres lustros, salvo en años atípicos, Argentina encabezó la lista.

Estados Unidos absorbe el mayor porcentaje de la producción mundial destinada a la exportación, lo que sitúa este país en una situación ambivalente: es el principal

comprador y a la vez, uno de los principales competidores de sus proveedores. Japón y Canadá son los otros dos grandes importadores de jugo de uva.

En los últimos años, la necesidad mundial de jugo concentrado de uva ha ido en aumento, debido principalmente a la demanda de productos sin edulcorantes de síntesis química. Sin embargo, en 2009 China irrumpió en el panorama internacional con una política de ventas muy agresiva para el jugo concentrado de manzana -el principal sustituto del jugo concentrado de uva-, alterando así sustancialmente el mapa de la demanda, dado que, en la función de edulcorante natural, el jugo concentrado de manzana tiene una adaptación similar y se comercializa a precio mucho menor que el de uva.

Tal como en el resto del mundo, en Europa Occidental la demanda de jugo concentrado de uva se incrementó sensiblemente en los últimos años. Los principales proveedores son Italia y España, que destinan la mayor parte de su producción a satisfacer las necesidades de la Unión Europea (UE). Este bloque ofrece fuertes protecciones a sus países proveedores, lo que obstaculiza el ingreso al mercado de competidores ajenos a la UE. Para nuestro país la única excepción se registró en 1995, cuando la UE se vio obligada a aumentar de forma pronunciada sus adquisiciones a la Argentina, debido a la pobre vendimia padecida por Italia y de España en años anteriores.

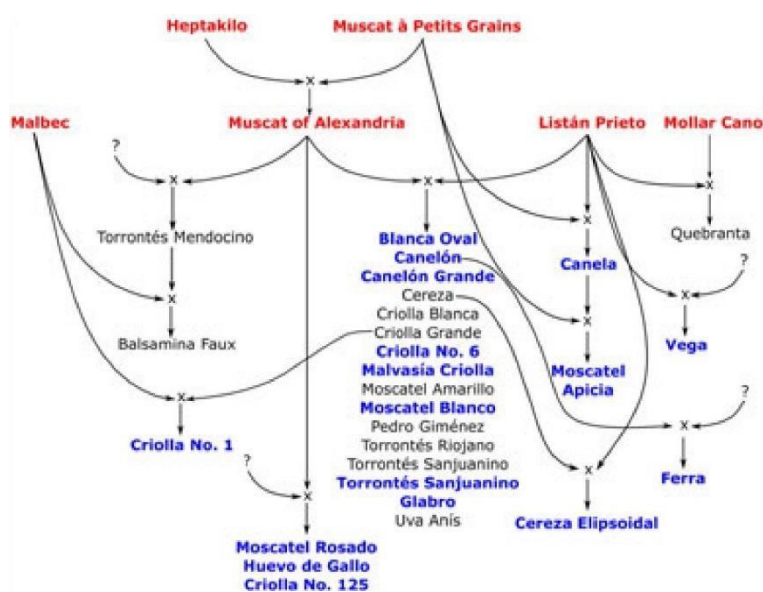
Dentro de los factores a analizar para mejorar la competitividad, se debe tener en cuenta fuertemente el costo de este, y sobre todo de la materia, ya que el 60% del costo de producción del jugo concentrado de uva es representado por la materia prima.

(ABLIN, 2012)

2.1. Uva criolla

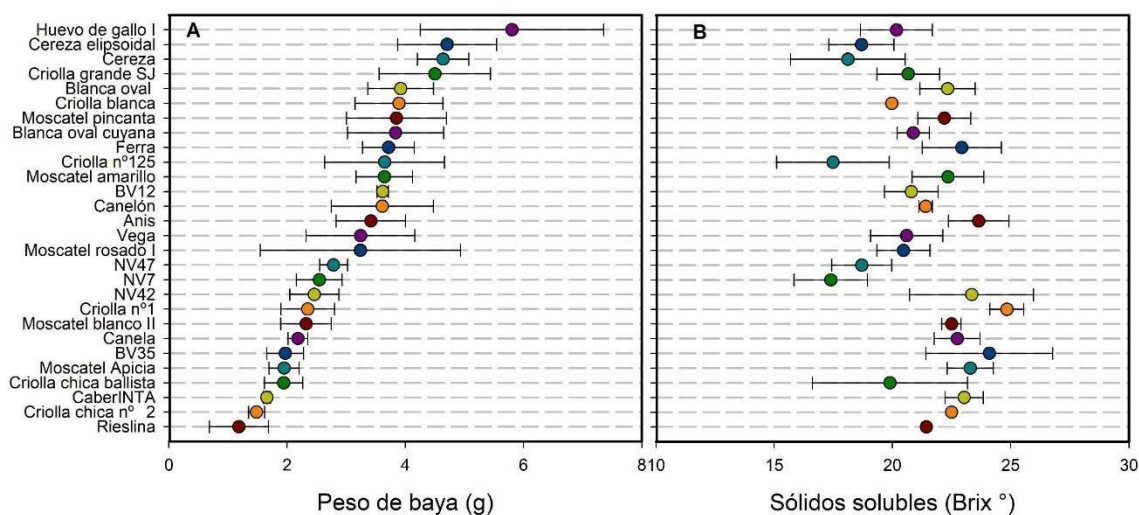
Las uvas criollas son descendientes directos de las primeras uvas introducidas al continente en el siglo XVI, a través de Perú, pero se desconoce si las mismas fueron introducidas en forma de semillas, estacas, plantas o brotes; pero durante más de 300 años de viticultura del continente, el Listán Prieto fue el varietal predominante y se cultivó con diferentes nombres, como Criolla Chica o Criolla de Vino en Argentina, Uva País en Chile, Negra Corriente o Rosa del Perú en Perú, Misión en México y Misión en USA. Además de Listán Prieto, Moscatel de Alejandría también fue un cultivo importante en Argentina, donde se llamó Uva de Italia. Fue introducido desde España a Mendoza por misioneros jesuitas a principios del siglo XVIII, y fue uno de los cultivares blancos más implantados hasta finales del siglo XX. Algunos estudios recientes han demostrado que estos dos varietales (Listán Prieto y Moscatel de Alejandría) son los progenitores de los principales cultivares sudamericanos, incluido el grupo de Torrontés, Criolla Grande Sanjuanina, Cereza y Pedro Giménez, por ejemplo. El cultivar peruano Quebranta, que es un cruce entre Listán Prieto y Mollar Cano, otro cultivar español, sería una excepción a este grupo. (ALÍQUÓ, *et al.*, 2017).

Figura 2 Esquema parental y relación entre cultivares de Criollas



Las criollas y en especial la Criolla Grande, la cual es la principal variedad cultivada en la Argentina, tienen bajas cualidades para la elaboración de vinos finos, debido a que, por su alta productividad y gran tamaño de la baya, tienen una baja acumulación de azúcares y componentes polifenólicos. (PRIETO, *et al.*, 2020).

Figura 3 Rangos normales de Peso de baya y sólidos solubles de uvas criollas en Argentina



Debido a dichas características, el principal destino de las uvas criollas es el de vinos comunes y a la elaboración de mosto concentrado, en especial blanco, ya que no tienen suficiente materia colorante para la elaboración de mostos concentrados tintos de calidad. Por lo tanto, los mostos se decoloran y concentran.

En cuanto a los rendimientos, las criollas tienen especialmente buen rendimiento. En la **Tabla 1**, se puede ver la superficie y quintales cosechados en un periodo de 20 años (datos INV) y se puede ver un rendimiento promedio de 154 qq/ha.

Tabla 1 Rendimientos históricos de Criolla Grande

año	qq	ha	Rendimiento (qq/ha)	Δ RENDIMIENTO
2002	2.848.614	24.965	114	
2003	3.923.953	24.502	160	40%
2004	3.958.642	24.042	165	3%
2005	3.715.238	23.746	156	-5%
2006	4.185.887	23.222	180	15%
2007	4.110.288	22.660	181	1%
2008	3.651.990	22.026	166	-9%
2009	2.437.327	21.483	113	-32%
2010	3.679.404	21.267	173	52%
2011	3.588.886	17.444	206	19%
2012	2.340.020	17.179	136	-34%
2013	3.301.413	17.003	194	43%
2014	3.118.430	16.722	186	-4%
2015	2.325.101	16.351	142	-24%
2016	1.197.227	15.979	75	-47%
2017	1.632.289	15.209	107	43%
2018	2.544.028	14.406	177	65%
2019	2.129.482	13.889	153	-13%
2020	1.781.932	13.694	130	-15%
2021	2.013.157	13.178	153	17%
PROMEDIO	2.924.165	18.948	154	

2.1.a. Criolla Grande

A este cultivar se lo denomina corrientemente Criolla Grande o Sanjuanina. Junto a la Cereza y la Criolla Chica. Está ampliamente difundida en Cuyo, generalmente en parrales mezclado con la Cereza. Presenta alta productividad y es bastante susceptible a *Peronospora*; *Plasmópara vitícola*. Sus vinos son de muy poco color y calidad y requieren para su comercialización cortes con otros vinos. Es una de las variedades más utilizadas en la elaboración de los denominados “blancos escurridos” y en la producción de mostos. Ampelográficamente se caracteriza por sus hojas redondas, de dientes convexos, pentalobadas, con senos laterales semejantes y de profundidad media. El racimo es grande, bastante suelto con bayas redondas, algo más chicas que las de Cereza.

Figura 4 Racimo y hoja típica de Criolla Grande



Como se puede ver en la **Tabla 2**, la superficie implantada actualmente se encuentra relativamente detenido, pero históricamente tuvo un desarrollo exponencial desde 1950 a 1979. Este aumento en la superficie cultivada de Criolla grande se condice con los récords de consumos per cápita en la Argentina (**Figura 5**); y en especial de vinos comunes, para los cuales la misma es adecuada.

Tabla 2 Superficie de Criolla Grande, por año de implantación

Año de plantacion Variedad Criolla Grande	Total - Ha
1900 a 1919	25
1920 a 1929	80
1930 a 1939	228
1940 a 1949	828
1950 a 1959	3.614
1960 a 1969	4.216
1970 a 1979	3.933
1980 a 1989	501
1990 a 1999	288
2000 a 2009	239
2010 a 2018	90
SUPERFICIE TOTAL Criolla Grande	14.040
SUPERFICIE TOTAL	218.233
% Criolla Grande en Sup. Total	6,4

Figura 5 Consumo de vino per cápita en Argentina (1960-2021)



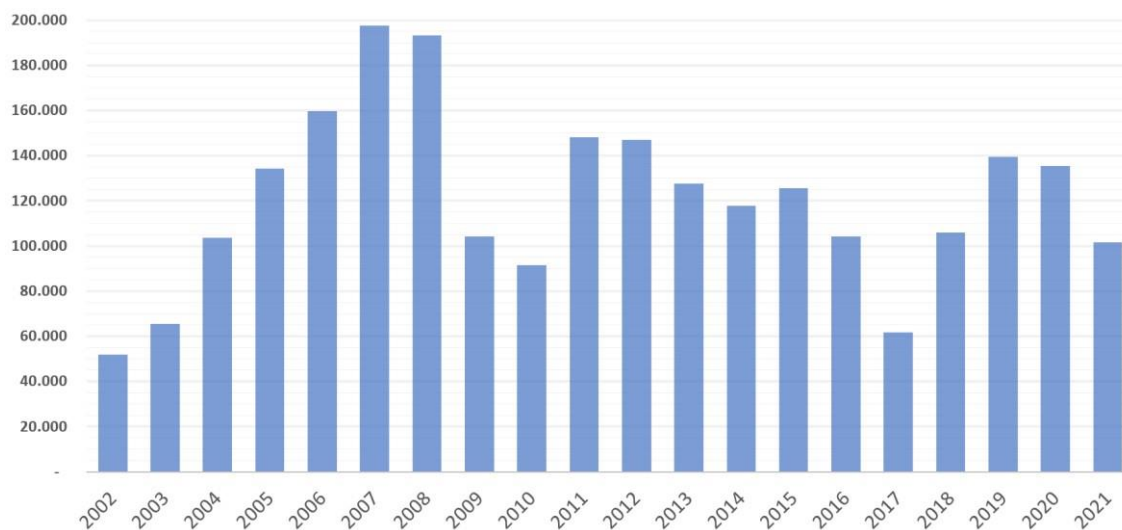
(Instituto Nacional de Vitivinicultura, 2019)

3. Argentina y el mercado del mosto

En Argentina, el mosto es un producto tradicional de la industria y producido principalmente de uvas criollas, debido a su alta productividad y bajo potencial enológico.

En el **Figura 6** se puede ver la constancia a través de los últimos años respecto a las exportaciones argentinas.

Figura 6 Toneladas totales exportadas por año



Dentro de los productos exportados, se puede ver que el mosto concentrado blanco representa más del 90% del total de los productos derivados del mosto, por lo cual podemos enfocarnos de manera completa en dicho producto

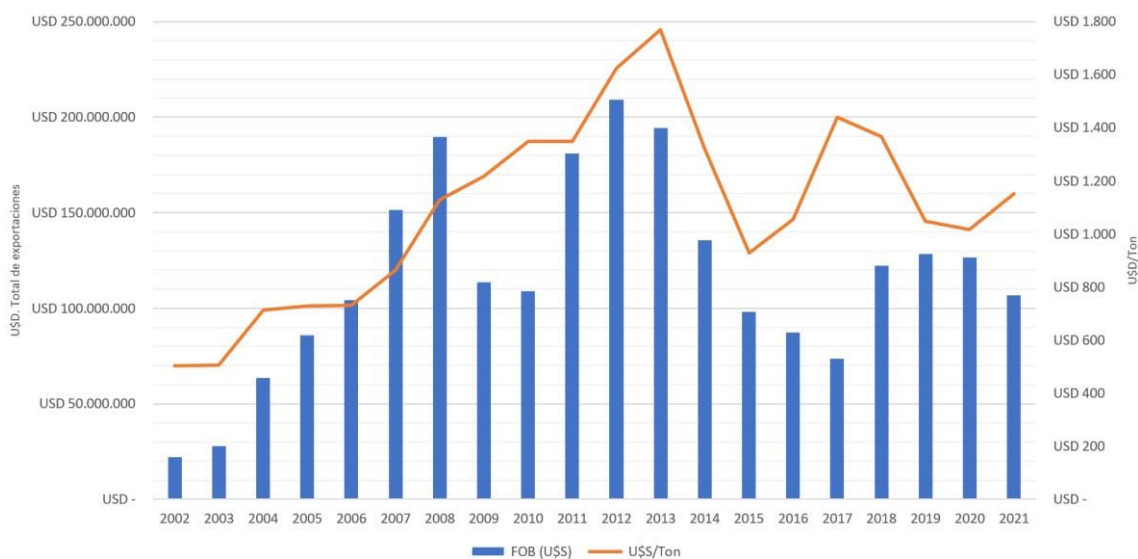
Tabla 3 Toneladas exportadas por tipo de mosto

Toneladas exportadas	2002	2007	2012	2017	2021	% 2021	PROM 2002-2021	Δ FRENTE AL PROM
MOSTO CONCENTRADO BLANCO	43.778	175.289	128.820	51.197	92.637	91,28%	105.527	-12%
MOSTO CONCENTRADO PROCESO DIRECTO BLANCO	332	-	6.130	4.234	5.277	5,20%	3.038	74%
MOSTO CONCENTRADO RECTIFICADO BLANCO	1.737	5.553	3.980	2.216	1.738	1,71%	4.077	-57%
MOSTO CONCENTRADO TINTO	-	3.143	246	84	836	0,82%	851	-2%
MOSTO CONCENTRADO ROSADO	-	6.459	1.682	1.781	631	0,62%	1.920	-67%
MOSTO CONCENTRADO ALCOHOLIZADO BLANCO	4.404	4.225	5.558	2.098	352	0,35%	3.771	-91%
MOSTO CONCENTRADO ALCOHOLIZADO TINTO	-	2.810	597	-	21	0,02%	725	-97%
MOSTO RECTIFICADO BLANCO	43	-	-	-	-	0,00%	2	-100%
Total general	51.984	197.479	147.013	61.610	101.492	100,00%	120.787	-16%

El mosto concentrado blanco tiene la ventaja tecnológica de aportar muy poco o nada de materia colorante, que en la mayoría de los casos condice una desventaja para el alimento al cual se agregue, ya que el color aportado evoluciona, pudiendo generar problemas; en especial en el caso de las bebidas.

En cuanto al precio, podemos ver que el mismo se ha incrementado de manera consistente hasta el 2013 y luego una serie de altibajos, pero con una tendencia alcista en el último periodo

Figura 7 Evolución de exportaciones y precio por tonelada del Mosto Concentrado Blanco



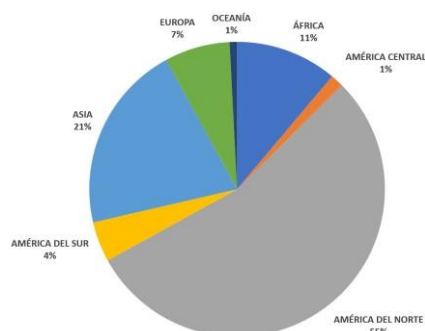
En la **Tabla 4**, se puede ver el crecimiento interanual y acumulado respecto al 2002, lo que deja ver una valorización de este producto a lo largo del tiempo. *Tabla*

4 Evolución de exportaciones del Mosto Concentrado Blanco

EXPORTACIONES DE MOSTO CONCENTRADO BLANCO					
Año	FOB (US\$)		U\$\$/Ton	Δ inter anual	Δ acumulada
2.002	USD	21.976.997	USD 502		
2.003	USD	27.839.301	USD 505	1%	101%
2.004	USD	63.436.795	USD 712	41%	142%
2.005	USD	85.687.068	USD 728	2%	145%
2.006	USD	104.184.915	USD 731	0%	146%
2.007	USD	151.353.537	USD 863	18%	172%
2.008	USD	189.604.382	USD 1.129	31%	225%
2.009	USD	113.561.064	USD 1.215	8%	242%
2.010	USD	109.080.812	USD 1.350	11%	269%
2.011	USD	181.032.533	USD 1.349	0%	269%
2.012	USD	209.191.703	USD 1.624	20%	323%
2.013	USD	194.483.769	USD 1.768	9%	352%
2.014	USD	135.536.788	USD 1.323	-25%	263%
2.015	USD	98.220.443	USD 929	-30%	185%
2.016	USD	87.437.452	USD 1.057	14%	210%
2.017	USD	73.699.860	USD 1.440	36%	287%
2.018	USD	122.398.112	USD 1.366	-5%	272%
2.019	USD	128.469.019	USD 1.047	-23%	209%
2.020	USD	126.650.892	USD 1.016	-3%	202%
2.021	USD	106.615.110	USD 1.151	13%	229%
Promedio	USD	116.523.028	USD 1.090		217%

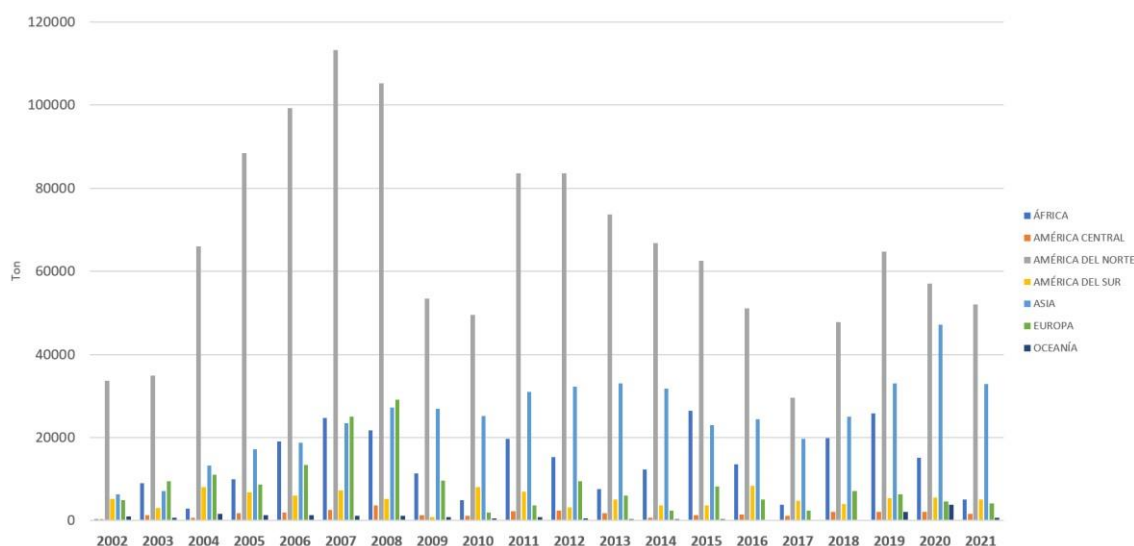
En cuanto a los destinos de exportación, hay una clara tendencia hacia el mercado norteamericano principalmente, quien toma más del 50% de las exportaciones argentinas, seguido por el mercado asiático; pero con la clara desventaja para la Argentina, de no contar con mosto concentrado de alto color, el cual es muy solicitado por dicho mercado. En cuanto a Europa, las exportaciones son muy pocas debido a que se autoabastece de sus grandes productores España e Italia y solo hay demandas puntuales en el caso de bajos niveles de cosecha en Europa.

Figura 8 Porcentaje de participación por cantidad exportada



En la **Figura 9**, se puede observar que la distribución entre los países a los que exporta Argentina es bastante constante, lo que denota una madurez en el negocio y una firme relación con el mercado norteamericano.

Figura 9 Evolución histórica de mosto exportado por zona de destino



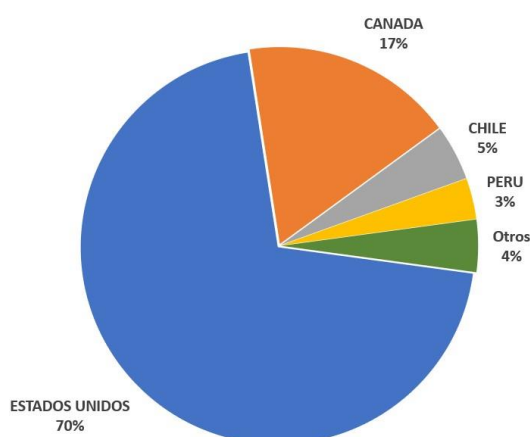
En la **Tabla 5**, por otro lado, se observa claramente el crecimiento en el mercado asiático, el cual es altamente competitivo y con la dificultad extra de autoabastecerse con mosto concentrado de Manzana; pero es un mercado masivo, por lo que genera grandes expectativas. En 2021 llegó al 32,38% de las exportaciones del país, con un promedio de 24.937 toneladas.

Tabla 5 Evolución histórica de mosto exportado por zona de destino y análisis 2021

Zona	2002	2007	2012	2017	2021	% 2021	PROM 2002-2021	Δ FRENTE AL PROM	Grafico de evolución
AMÉRICA DEL NORTE	33.641	113.157	83.609	29.567	51.964	51,20%	65.772	-21%	
ASIA	6.388	23.413	32.313	19.723	32.861	32,38%	24.937	32%	
AMÉRICA DEL SUR	5.202	7.280	3.232	4.751	5.113	5,04%	5.317	-4%	
ÁFRICA	434	24.697	15.307	3.854	5.029	4,96%	13.425	-63%	
EUROPA	4.895	25.084	9.552	2.467	4.077	4,02%	8.648	-53%	
AMÉRICA CENTRAL	373	2.620	2.449	1.182	1.716	1,69%	1.706	1%	
OCEANÍA	1.050	1.225	552	66	729	0,72%	981	-26%	
Total general	51.983	197.476	147.014	61.610	101.489	100%	120.786	-16%	

Dentro de América, en el **Figura 10** podemos ver a otros grandes importadores de mosto como Canadá, seguido por Chile y Perú. En los últimos dos casos, y en especial en el caso de Chile son productores de mosto, por lo que la demanda es variable, según los niveles de producción propios. Chile importa mosto concentrado blanco debido que en los últimos años ha tenido un fuerte descenso en la superficie cultivada de sus uvas criollas (uva país) y el precio de los vinos blancos comunes producidos con dichas uvas ha aumentado.

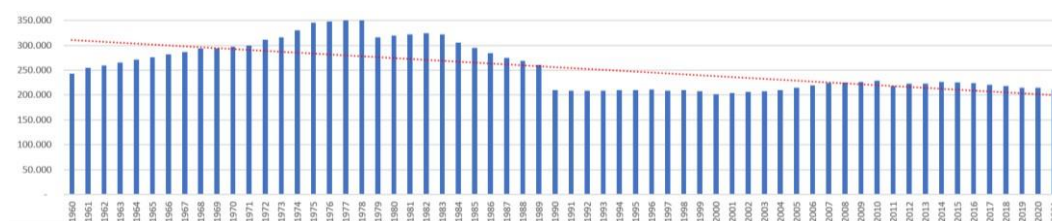
Figura 10 Composición de destinos principales del mosto concentrado blanco dentro de América



4. Producción de uva en Argentina

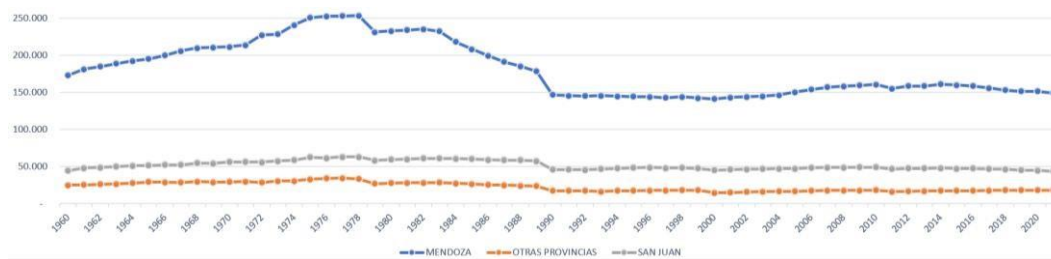
La producción nacional de uva está en una tendencia a la baja si vemos sobre todo un panorama extendido hasta la década de los 70', en los cuales la superficie implantada llego a su máximo histórico, como muestra la **Figura 11**.

Figura 11 Evolución de Ha implantadas en Argentina 1960 - 2021



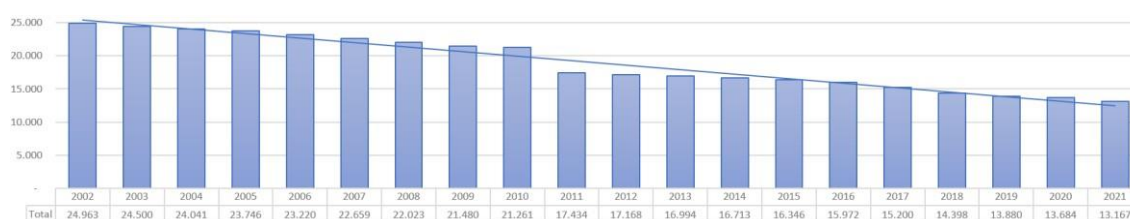
La distribución general del país ha tenido a lo largo de la historia como principal productor por cantidad y superficie implantada a Mendoza, seguido por San Juan (**Figura 12**). En cuanto al resto del país, se ha generado un crecimiento debido a la diversificación de las zonas vitivinícolas, pero teniendo poco peso desde el punto de vista de cantidad de producción. En este sentido es importante mencionar que las nuevas zonas vitivinícolas, en general se han desarrollado en base a uvas de alto potencial enológico, con destino a la producción de vino, por lo que la producción de mosto concentrado no fue beneficiada.

Figura 12 Evolución de Ha implantadas por zona 1960-2021



En la **Figura 12** podemos observar que desde el año 2002, la superficie de criolla ha disminuido, con una tendencia casi lineal hasta el 2021, ya sea por perdida de viñedos o recambio a otras variedades por injerto.

Figura 13 Evolución de superficie implantada de Criolla 2002-2021

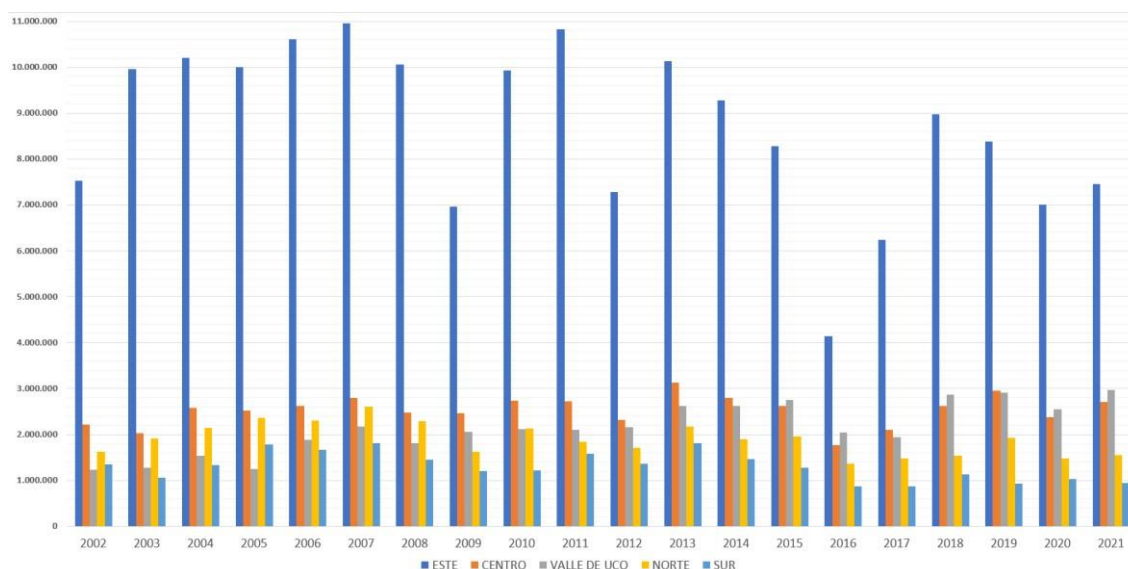


Dentro de la situación de Mendoza, respecto a la uva criolla, podemos analizar a partir de la **Tabla 6**, las variaciones en periodos de cada 5 años. En dicha tabla se puede notar que la variación de producción de la zona Este, entre el 2002 hasta el 2021 no ha tenido cambios significativos, pero si está muy por debajo de los niveles de productividad máximos que se han dado en 2007. En cuanto a las regiones de Centro y Valle de Uco, las mismas han crecido un 23 y 140% respectivamente. Finalmente, las regiones de Norte y Sur han caído en su producción en un -4% y -31% respectivamente, acumulando una pérdida de casi medio millón de quintales en el periodo 2002-2021.

Tabla 6 Variación de la producción de uvas Criollas entre periodos 2002-2021

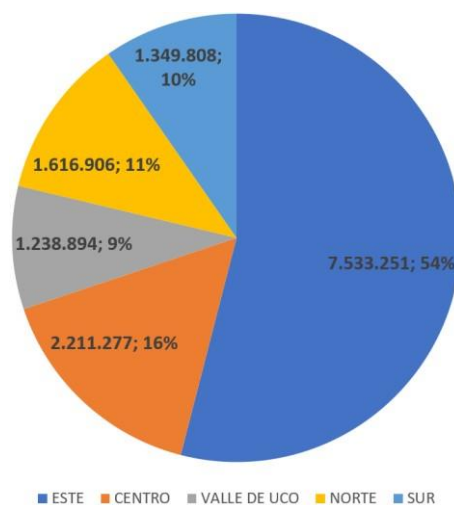
Quintales de Criolla	Año	Δ ACUMULADA			Δ ACUMULADA			Δ ACUMULADA			Δ ACUMULADA			
		2002	2007	Δ kg	Δ %	2012	Δ kg	Δ %	2017	Δ kg	Δ %	2021	Δ kg	Δ %
ZONAS DE MENDOZA														
ESTE		7.533.251	10.956.010	3.422.759	45%	7.287.525	-245.726	-3%	6.234.438	-1.298.813	-17%	7.457.703	-75.549	-1%
CENTRO		2.211.277	2.790.873	579.596	26%	2.317.558	106.281	5%	2.097.519	-113.758	-5%	2.709.862	498.585	23%
VALLE DE UCO		1.238.894	2.169.983	931.089	75%	2.162.076	923.182	75%	1.946.379	707.485	57%	2.970.634	1.731.740	140%
NORTE		1.616.906	2.613.991	997.085	62%	1.715.578	98.672	6%	1.473.775	-143.131	-9%	1.554.244	-62.662	-4%
SUR		1.349.808	1.809.105	459.296	34%	1.361.213	11.404	1%	866.569	-483.239	-36%	937.623	-412.186	-31%
Total general		13.950.136	20.339.962	6.389.826	46%	14.843.949	893.813	6%	12.618.680	-1.331.456	-10%	15.630.065	1.679.929	12%

Figura 14 Evolución de producción de Criolla en la provincia de Mendoza (qq), por zonas entre 2002-2021



En cuanto a la producción actual de 2022, y dentro de la provincia de Mendoza, la mayor producción sigue estando localizada en la Zona Este con más del 54% de la producción provincial.

Figura 15 Distribución de la producción del año 2022 para Mendoza (qq)



Si analizamos las proporciones, departamento por departamento, respecto a los cambios entre 2002 (**Figura 16**) y el 2021 (**Figura 17**) la producción ha caído en Guaymallen, la Paz, las Heras, San Rafael y Santa Rosa. En cuanto a los grandes productores de uva criolla, se puede observar que San Martín (principal productor) se ha mantenido inalterado, Rivadavia y Junin han incrementado su producción en un 19% y 15% respectivamente, ya que en dichas zonas productivas, los perfiles productivos son

estables. Cabe destacar que la zona Este, es la principal en cuanto a la producción de mosto sulfitado y sus derivados (mostos concentrados).

Figura 16 Porcentaje de producción de uva Criolla por departamento, año 2002

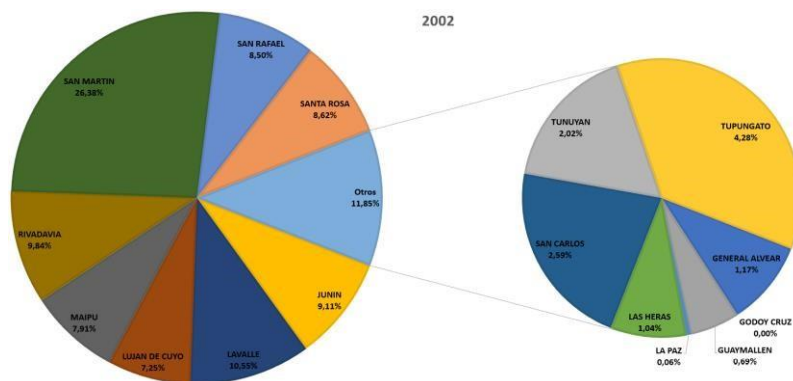
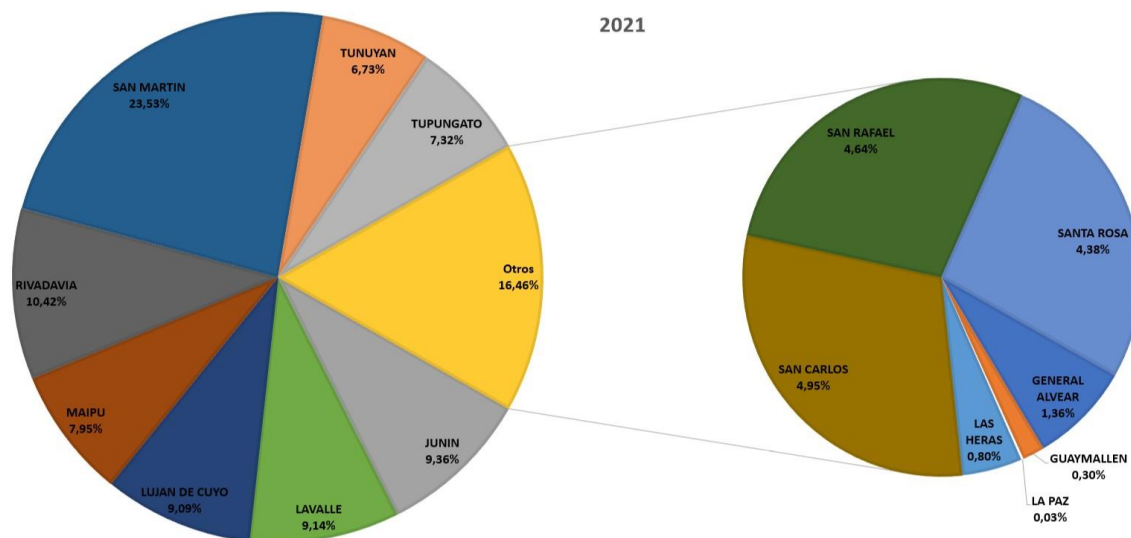


Figura 17 Porcentaje de producción de uva Criolla por departamento, año 2021



A términos generales, según los datos del INV, podemos ver que, en Mendoza, el nivel de producción se ha mantenido en el tiempo (**Tabla 7**), incrementándose su producción en zonas no habituales, como lo es Maipú, Luján de Cuyo y valle de Uco.

Tabla 7 Variación de la producción de uvas Criollas por departamento entre periodos 2002-2021

Quintales de Criolla	Año		Δ ACUMULADA		Δ ACUMULADA			Δ ACUMULADA			Δ ACUMULADA		
	2002	2007	Δ kg	Δ %	2012	Δ kg	Δ %	2017	Δ kg	Δ %	2021	Δ kg	Δ %
DEPARTAMENTOS													
GENERAL ALVEAR	163.384	355.792	192.408	118%	310.767	147.383	90%	187.153	23.769	15%	212.088	48.703	30%
GODOY CRUZ	74	36	-39	-52%	34	-40	-54%		-74	-100%		-74	-100%
GUAYMALLEN	96.631	108.679	12.048	12%	75.735	-20.895	-22%	44.571	-52.060	-54%	46.345	-50.286	-52%
JUNIN	1.270.465	1.720.499	450.034	35%	981.266	-289.199	-23%	1.217.285	-53.180	-4%	1.462.751	192.286	15%
LA PAZ	8.148	33.118	24.969	306%	24.663	16.514	203%	10.948	2.800	34%	4.476	-3.672	-45%
LAS HERAS	145.461	216.756	71.295	49%	174.339	28.878	20%	110.491	-34.970	-24%	125.280	-20.181	-14%
LAVALLE	1.471.445	2.397.235	925.790	63%	1.541.239	69.794	5%	1.363.284	-108.161	-7%	1.428.965	-42.480	-3%
LUJAN DE CUYO	1.010.764	1.109.813	99.049	10%	1.020.622	9.858	1%	979.624	-31.140	-3%	1.420.793	410.029	41%
MAIPU	1.103.808	1.572.345	468.537	42%	1.221.166	117.358	11%	1.073.324	-30.484	-3%	1.242.723	138.915	13%
RIVADAVIA	1.372.689	2.328.945	956.256	70%	1.764.559	391.870	29%	1.292.178	-80.511	-6%	1.628.340	255.651	19%
SAN CARLOS	360.720	546.892	186.172	52%	604.707	243.987	68%	461.070	100.350	28%	773.944	413.224	115%
SAN MARTIN	3.679.927	5.533.303	1.853.376	50%	3.570.161	-109.766	-3%	3.032.306	-647.621	-18%	3.677.667	-2.259	0%
SAN RAFAEL	1.186.424	1.453.312	266.888	22%	1.050.445	-135.979	-11%	679.417	-507.008	-43%	725.535	-460.889	-39%
SANTA ROSA	1.202.022	1.340.146	138.124	11%	946.876	-255.146	-21%	681.721	-520.301	-43%	684.468	-517.554	-43%
TUNUYAN	281.412	655.446	374.033	133%	696.140	414.727	147%	693.141	411.729	146%	1.051.990	770.578	274%
TUPUNGATO	596.761	967.645	370.884	62%	861.229	264.468	44%	792.167	195.406	33%	1.144.699	547.938	92%
Total general	13.950.136	20.339.962	6.389.826	46%	14.843.949	893.813	6%	12.618.680	-1.331.456	-10%	15.630.065	1.679.929	12%

En la **Tabla 8** podemos ver la participación porcentual de mercado de cada departamento de Mendoza y su evolución, condiciendo con el aumento de producción y la implantación en zonas no habituales de la provincia

Tabla 8 Porcentaje de participación anual en la producción de uvas Criollas por departamentos entre periodos 2002-2021

% de producción Criolla						Grafico de evolución
DEPARTAMENTOS	% 2002	% 2007	% 2012	% 2017	% 2021	
GENERAL ALVEAR	1,17%	1,75%	2,09%	1,48%	1,36%	
GODOY CRUZ	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	
GUAYMALLEN	0,69%	0,53%	0,51%	0,35%	0,30%	
JUNIN	9,11%	8,46%	6,61%	9,65%	9,36%	
LA PAZ	0,06%	0,16%	0,17%	0,09%	0,03%	
LAS HERAS	1,04%	1,07%	1,17%	0,88%	0,80%	
LAVALLE	10,55%	11,79%	10,38%	10,80%	9,14%	
LUJAN DE CUYO	7,25%	5,46%	6,88%	7,76%	9,09%	
MAIPU	7,91%	7,73%	8,23%	8,51%	7,95%	
RIVADAVIA	9,84%	11,45%	11,89%	10,24%	10,42%	
SAN CARLOS	2,59%	2,69%	4,07%	3,65%	4,95%	
SAN MARTIN	26,38%	27,20%	24,05%	24,03%	23,53%	
SAN RAFAEL	8,50%	7,15%	7,08%	5,38%	4,64%	
SANTA ROSA	8,62%	6,59%	6,38%	5,40%	4,38%	
TUNUYAN	2,02%	3,22%	4,69%	5,49%	6,73%	
TUPUNGATO	4,28%	4,76%	5,80%	6,28%	7,32%	
Total general	100%	100%	100%	100%	100%	

Claro está que las nuevas plantaciones en general son de variedades finas, para la producción de vino.

CAPÍTULO II: Procesos de elaboración de mostos

1. Legislación

La producción de vinos y otros derivados de la uva es regulada por la Ley general de vinos, N°14.878, la cual fue promulgada en 1959. Debido a que el vino y los derivados analcohólicos son considerados como alimentos, complementariamente, también tiene injerencia el Código Alimentario Argentino (C.A.A.) en su capítulo X, de alimentos azucarados.

1.1. Denominaciones de los diversos tipos de mostos

Según la Ley general de vinos, podemos distinguir los siguientes productos

- 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. (INV, 1989)

1.2. Legislación respecto al código alimentario argentino

El mosto es considerado como alimento en sí mismo y como ingrediente de otros productos alimenticios, por lo que el C.A.A. (Código Alimentario Argentino), define en su legislación lo siguiente.

Artículo 775 bis del Capítulo X (Res 127, 20/02/1989) (CAA, 1989)

“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
- l. 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.”

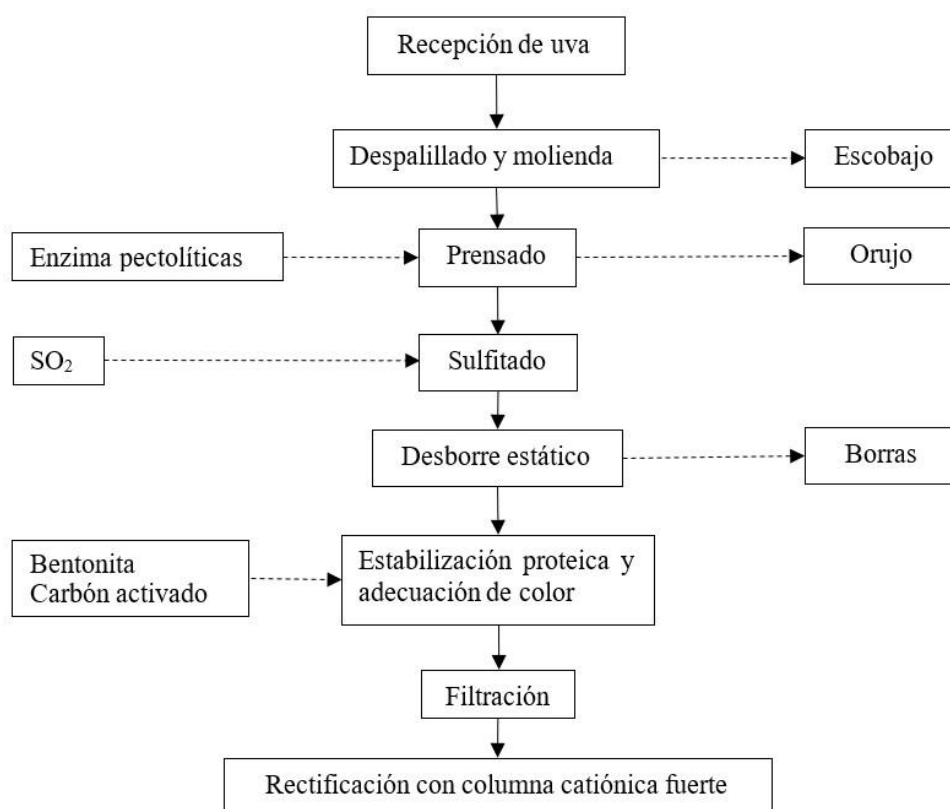
CAPÍTULO III: Especificaciones técnicas y de calidad.

1. Elaboración de mosto sulfitado

La elaboración de mosto sulfitado, en nuestro país, es el principal destino durante el periodo de cosecha, ya que es un producto que se elabora muy fácilmente y es base para de conservación para poder elaborar a posteriori mosto concentrado.

1.1. Elaboración de mosto sulfitado blanco

Figura 18 Diagrama de flujo de elaboración de mosto concentrado blanco



Podemos observar en la **Figura 18** el diagrama de elaboración de mosto sulfitado blanco, el cual es ejemplificativo de un sistema de producción básico. Es vital el proceso de prensado, dado que las uvas destinadas a la elaboración de mosto (uvas criollas, cereza, Patricia y Aconcagua), tienen alto contenido de pectina, por lo que dicho proceso se hace especialmente difícil. En general, el prensado se realiza por medio de prensas hidráulicas continuas, dado la altísima presión que aplican, pero la formación del “tapón” de cierre del sistema, en el extremo de salida es muy complicado de lograr con uva en fresco. Una

alternativa eficiente, es el prensado en dos etapas, utilizando una prensa neumática en primera instancia para hacer una extracción parcial, y posteriormente descargar el orujo semi agotado en una prensa hidráulica continua, para el agotamiento total de líquido y la obtención de jugos de menor calidad, los cuales se pueden separar y tratar de manera diferencial.

Posteriormente se sulfita fuertemente, 1200-1500 mg/l, de manera de inhibir cualquier tipo de desarrollo microbiano. El anhídrido sulfuroso también actúa como antioxidante y favorece la decantación de todas las partículas sólidas. De esta manera, los mostos sulfitados pueden ser trasegados 7 a 10 días luego de su elaboración, presentando bajos niveles de turbidez. La eliminación de las borras es esencial para evitar desarrollos microbiológicos, dado que el pH en los fondos sedimentados es más alto y contiene todos los restos vegetales y de microorganismos provenientes de la uva.

La estabilización proteica y adecuación del color debe asegurarse previo a la filtración, de manera de poder eliminar todo resto de clarificantes previo al ingreso a las columnas de intercambio iónico, dado que cualquier tipo de sólidos presentes va afectando la porosidad de la superficie de las resinas de intercambio, disminuyendo su vida útil. La adecuación de color es necesaria, que como hemos mencionado, las uvas que son utilizadas mayormente para la elaboración de mosto son de tipo criollas (variedades rosadas en general), las cuales presentan presencias de antocianos y de no ser eliminadas dan reacción de color en el producto final.

Respecto a la estabilización proteica, es necesario hacer una fuerte eliminación de todos los prótidos, para evitar que los mismos reaccionen como sustrato durante los procesos térmicos, debido a las reacciones de Maillard. Cabe destacar que la bentonita actúa como coagulante de las proteínas y aminoácidos, pero no elimina moléculas de

pesos bajos. Una parte de aminoácidos y moléculas de bajo peso molecular son eliminadas por arrastre, pero siempre hay remanentes en el mosto.

1.2. Elaboración de mosto sulfitado tinto

En el caso del mosto tinto la elaboración es muy similar, solo variando en la etapa de termomaceración.

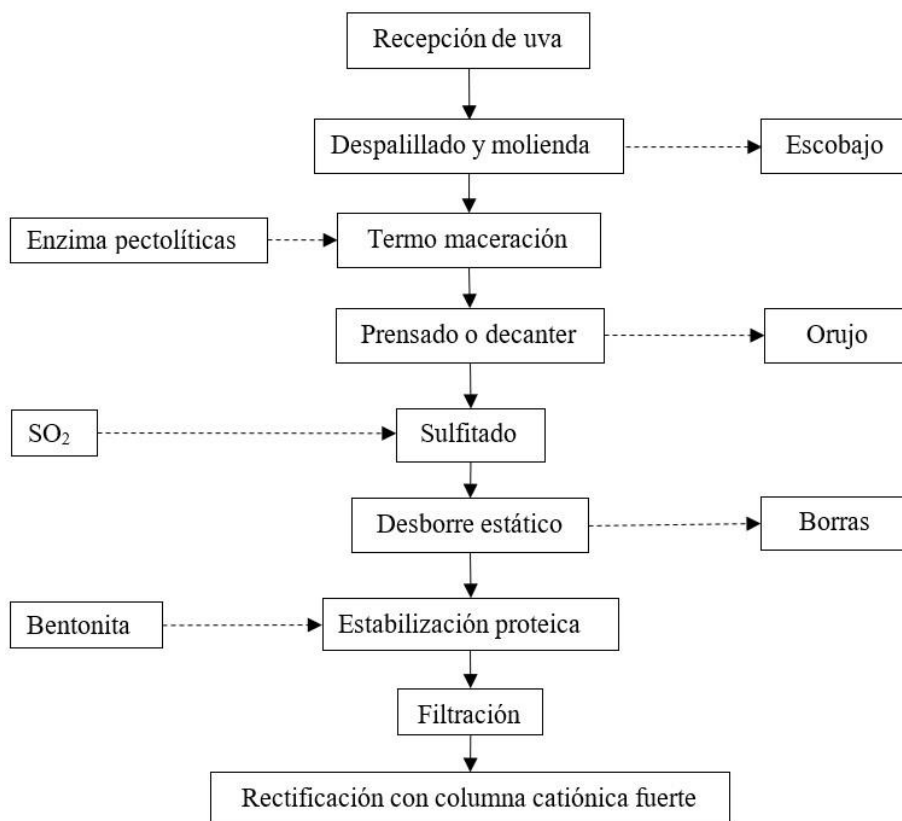
La termomaceración tiene la finalidad de aumentar la velocidad de difusión de los pigmentos de la piel de la baya al seno del líquido mediante la aplicación de calor, hasta temperaturas entre 70-85°C. El aumento de la temperatura fuerza a la rápida liberación de los antocianos (hidrosolubles), alojados en la piel de la baya. Otro beneficio es que, dado los niveles de calentamiento usuales, se inactivan las enzimas oxidativas de la uva (polifenol oxidasas) y las provenientes de enfermedades criptogámicas, como lo es la *Botritis Cinerea*, que produce Lacasa. Esta última es altamente oxidativa y tiene una fuerte resistencia a la acción del anhídrido sulfuroso. Por último, y no menos importante es necesario indicar que el tratamiento térmico genera una disminución casi total de los microorganismos provenientes del viñedo, mejorando la conservación de los mostos.

La separación de sólido-líquidos se puede realizar por medio de prensado o mediante un decanter, debido a que el proceso térmico degrada las paredes celulares, generando una masa heterogénea de fácil compresión. En este caso se puede aplicar un prensado continuo, en una sola fase y obteniendo un nivel de agotamiento excelente. El decanter es una buena alternativa dado que trabaja en continuo y regulando los diferenciales de velocidad y niveles de rebalse del sistema, genera menos niveles de borras.

Luego y previo a la sulfitación del mosto se debe comprobar la total despectinización del mosto obtenido, ya que el tratamiento térmico destruye toda

actividad de enzimas pectolíticas. Este paso es indispensable para luego no tener problemas de filtración.

Figura 19 Diagrama de flujo de elaboración de mosto concentrado tinto



La sulfitación y resto de los pasos, se genera de manera análoga a la producción de mosto sulfitado blanco, como se muestra en la **Figura 19**, exceptuando la aplicación de carbón activado.

1.3. Elaboración de mostos concentrados

La elaboración de mostos concentrados en nuestro medio tiene como base fundamental al mosto sulfitado, ya sea blanco o tinto.

Como se ha expresado anteriormente, los mostos sulfitados cuentan con niveles elevados de anhídrido sulfuroso 1500-2500 ppm de anhídrido total, pero el mismo es un elemento no deseado en el mosto concentrado a obtener, motivo por el cual idealmente se debe hacer un paso anterior a la concentración, que es la desulfitación.

1.3.a. Desulfitado

El proceso de desulfitación o eliminación del anhídrido sulfuroso a niveles inferiores a 10 mg/l. El mismo se elimina llevando el mosto a ebullición, proceso durante el cual el SO₂ es eliminado debido a que es volátil. Los equipos de desulfitación son similares a los utilizados para la destilación; por ejemplo, columna de platos, en las cuales se produce un vacío parcial, de manera de disminuir el punto de ebullición, y disminuir el requerimiento térmico general. Mediante estos sistemas que disminuyen la temperatura de trabajo se ha logrado bajar el incremento del hidroximetilfurfural (HMF) del mosto concentrado de 10-15 mg/l a menos de 5 mg/l. De todas maneras, los niveles de SO₂ residuales todavía no han podido bajarse con estas nuevas tecnologías, debido a la alta afinidad del anhídrido respecto a aldehídos y cetonas.

Las variables más importantes respecto a la facilidad con la que se desulfitan los mostos son:

- Acidez del mosto. Cuanto mayor es la acidez (pH bajo) es más fácil su desulfitación, debido a que el equilibrio químico está desplazado hacia una mayor proporción de anhídrido sulfuroso molecular.

- Color del mosto. Los mostos tintos presentan mayores contenidos de SO₂ residual, ya que el mismo se combina con los antocianos principalmente.

- Tiempo de almacenamiento desde la elaboración del mosto sulfitado. Cuanto mayor es el tiempo desde que se elaboró el mosto sulfitado, mayor será el nivel de SO₂ residual, debido a la evolución de los fenómenos de oxidación (producción de aldehídos y cetonas que combinan fuertemente el anhídrido sulfuroso). (FLANZY, Claude, 2000)

1.3.b. Concentración

La concentración de los mostos, o eliminación de parte de su agua de constitución, puede realizarse por diferentes tipos de tecnologías.

- a- Evaporación (concentración mediante calor) b-
- Crioconcentración (concentración por congelación) c-
- Osmosis inversa (deshidratación por ultrafiltración)

En esta sección profundizaremos en la concentración mediante procesos de evaporación, debido a que son los más comunes en el medio, y al ser procesos térmicos, son afectados por la reacción de Maillard.

Para poder establecer el tipo de tecnología y condiciones ideales para el proceso primero postularemos que el mosto concentrado “ideal” debería ser aquel, el cual reconstituido a sus concentraciones iniciales, mediante la devolución de su propia agua evaporada, el producto resultara, igual al mosto de origen, inclusive en sus componentes termolábiles y volátiles.

En la realidad esto es sumamente difícil de conseguir, pero podemos acercarnos mediante distintos tipos de tecnologías que disminuyan los productos secundarios del tratamiento y otras que recuperen parte de los eliminados, como lo son los recuperadores de aromas.

Benvegni y Capt determinaron las directrices principales durante los procesos de concentración, mediante evaporación, para disminuir los defectos en el mismo:

- Tiempo mínimo de residencia del mosto en el concentrador
- Circulación rápida
- Temperatura de trabajo tan baja como sea posible
- Contacto mínimo entre el mosto y el oxígeno

- Los evaporadores deben estar contruidos en materiales inatacables por los ácidos y el anhídrido sulfuroso en todas las partes donde tenga contacto el producto.
(OREGLIA, 1978)

La concentración es el proceso térmico más importante en todo el proceso de elaboración, por lo que nos centraremos en sus características y como afectan la calidad del mosto.

Es inevitable la pérdida de ácido ascórbico, ya que es muy inestable y se oxida rápidamente en presencia de oxígeno, transformándose en ácido deshidroascórbico, por lo que pierde su actividad vitamínica. Durante la concentración el ácido tartárico que representa más del 50% de la acidez total del mosto, se combina con el calcio y el potasio formando sales insolubles que precipitan (tartrato de calcio y bitartrato de potasio). De esta manera se pierde un 30 a 40% de ácido tartárico inicial, pero la disminución de los otros ácidos orgánicos es prácticamente nula.

Constitución general de los concentradores:

a- Intercambiador de calor. Los mismos se denominan Calandrias y mediante las mismas suministran el calor sensible y latente necesarios para la evaporación del agua del mosto.

Los intercambiadores tubulares y de placas son los más ampliamente utilizados. Hay disponibles otros diseños más sofisticados, incluidos modelos de película delgada agitada, cámaras de flujo en expansión e intercambiadores centrífugos.

b- Dispositivo de separación del vapor de la fase líquida concentrada. En los evaporadores al vacío, se utilizan dispositivos mecánicos como cámaras provistas de deflectores o mallas y separadores ciclónicos para reducir las pérdidas por arrastre. c- Condensador. Para volver a convertir el vapor en líquido d- Sistema de vacío. El mismo se genera mediante una bomba, un eyector de vapor o una pata barométrica para eliminar el condensado, creando y manteniendo así el vacío parcial en el sistema.

Tipos de concentradores:

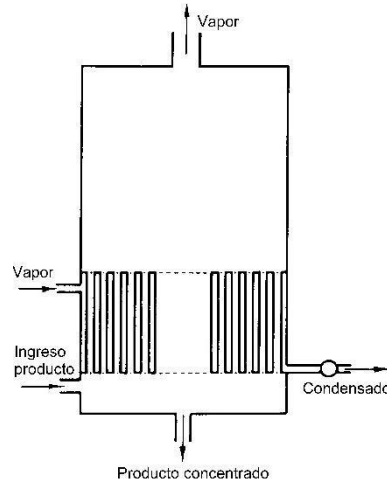
a- Batea al vacío. Es el tipo más básico de evaporador utilizado en la industria. El área de transferencia de calor por unidad de volumen es baja, por lo que el tiempo necesario para alcanzar el contenido de sólidos deseado puede llegar a ser excesivamente largo. El calentamiento se produce por convección natural. Sin embargo, se puede introducir un agitador de impulsor para aumentar la circulación y reducir el ensuciamiento. Son útiles para producciones con cambios frecuentes de producto, pero da rendimientos bajos o variables.

b- Evaporador de tubos cortos con vacío. Consta de una calandria formada por un haz de tubos verticales cortos rodeados por una camisa de vapor, ubicada cerca del fondo de un recipiente grande (**Figura 20**)

Los tubos suelen tener entre 25 y 75 mm de diámetro y entre 0,5 y 2,0 m de largo. El líquido que se concentra normalmente cubre la calandria. El vapor condensado en el exterior de los tubos calienta el líquido haciendo que ascienda por convección natural. Parte del agua se evapora y fluye hacia el condensador. El líquido circula hacia abajo a través del tubo más grande y frío en el centro del paquete, conocido como tubo de bajada. Este tipo de evaporador es adecuado para líquidos de viscosidad baja a moderada, que no son muy sensibles al calor. Con líquidos viscosos, las tasas de transferencia de calor son

bajas, por lo que los tiempos de residencia son relativamente largos y hay un alto riesgo de carbonización.

Figura 20 Esquema de concentrador de tubos cortos



c- Evaporador de tubos largos. Estos consisten en haces de tubos largos, de 3 a 15 m de largo y de 25 a 50 mm de diámetro, contenidos dentro de una carcasa vertical en la que se introduce vapor. Hay tres patrones de flujo del líquido a través de dichos evaporadores.

1. En el evaporador de película ascendente o climbing film, la alimentación precalentada se introduce en el fondo de los tubos. La evaporación comienza cerca de la base de los tubos. A medida que el vapor se expande, idealmente hace que una fina película de líquido se eleve rápidamente por las paredes internas de los tubos alrededor de un núcleo central de vapor. El líquido se vuelve más concentrado a medida que sube. En la parte superior, la mezcla de líquido y vapor ingresa a un separador ciclónico. El líquido concentrado se puede retirar como producto, reciclar a través de la calandria o alimentar a otra calandria, en un sistema de efectos múltiples. El tiempo de residencia del líquido en los tubos es relativamente corto. Se pueden lograr altas tasas de transferencia de calor en este tipo de evaporador, siempre que haya un gradiente importante de temperatura

entre el medio de calentamiento y el líquido que se concentra. Este tipo de evaporador es adecuado para productos con baja viscosidad y sensibles al calentamiento

2. Evaporador de película descendente o falling film, la alimentación precalentada se introduce en la parte superior del haz de tubos y se distribuye a los tubos de modo que una película delgada del líquido fluya por la superficie interna de cada tubo, evaporándose a medida que desciende. La distribución uniforme del líquido para que las superficies internas de los tubos se humedezcan uniformemente es vital para el funcionamiento exitoso de este tipo de evaporador. Las altas tasas de flujo de líquido por los tubos se logran mediante una combinación de la gravedad y la expansión del vapor, lo que da como resultado tiempos de residencia cortos. Estos evaporadores son capaces de operar con pequeñas diferencias de temperatura entre el medio de calentamiento y el líquido y pueden hacer frente a materiales viscosos. En consecuencia, son adecuados para concentrar alimentos sensibles al calor y se usan mucho en las secciones de procesamiento de jugos de frutas y lácteos de la industria alimentaria

actual.

Hay otros tipos de evaporadores de menor importancia a nivel de la industria del mosto. Los mismos son:

- Evaporadores de platos. Apropriados para productos de viscosidad moderada y sensibles a los procesos térmicos
- Evaporadores de película delgada con agitación. Apropriados para productos muy viscosos o para concentración final de productos son altas concentraciones de sólidos
- Evaporadores centrífugos. Adecuado para materiales sensibles al calor y viscosos

En todos los casos los evaporadores pueden ser simples o formar parte de un conjunto de equipos, para poder hacer el proceso continuo. En este caso el conjunto se denomina “Múltiples efectos”, siendo cada “efecto” un evaporador. Es decir, si el evaporador es de tres efectos, quiere decir que el equipo cuenta con tres fases, cada una con un evaporador abocado a una fase de la concentración (BRENNAN & G., 2006)

Debemos recordar, que a pesar de que las nuevas tecnologías mejoran la eficiencia del proceso, disminuyendo los tiempos de residencia y las temperaturas de trabajo, todos los procesos térmicos producen en mayor o menor cuantía las reacciones de Maillard. Por el contrario, las reacciones oxidativas se pueden controlar eliminando el oxígeno disuelto en el producto previo al tratamiento térmico, ya que la solubilidad baja, pero la reactividad de este aumenta con la temperatura.

Como paso adicional para adecuar las características finales del mosto concentrado, podemos dividir el proceso en dos etapas. Primero una preconcentración, hasta los 40-50° Brix, en el cual se puede realizar una estabilización tartárica, disminuyendo la temperatura a menos de 3°C de manera de favorecer la precipitación del exceso de bitartrato de potasio. Dentro de este proceso se puede o no realizar una “siembra” de cristales de bitartrato de potasio, para aumentar la velocidad de crecimiento e intensificando el tratamiento, o bien prolongar el tiempo de refrigeración del mosto hasta verificar su estabilidad, según las exigencias de la empresa o cliente externo.

El último paso adicional que podemos sumar es, el tratamiento para la adecuación del color en el mosto pre concentrado. El tratamiento se realiza, en general, mediante el agregado de carbón decolorante, el cual disminuye la cantidad de materia colorante y HMF formado durante la primera etapa. El mosto tratado luego deberá ser filtrado nuevamente, previo a la concentración final, logrando menores concentraciones de HMF finales.

1.3.c. Almacenamiento

Es de suma importancia que los mostos concentrados apenas salgan del proceso de concentración, sean refrigerados lo más rápidamente posible, debido al aumento de la reactividad, debido a la mayor proporción de reactivos para la reacción de Maillard y la falta de anhídrido sulfuroso, como agente de bloqueo de las funciones aldehído y cetona de los azúcares (sustratos de reacción).

Para el correcto almacenamiento del mosto concentrado debemos mantener temperaturas inferiores a los 10° C, como hemos podido corroborar con empresas locales y de Chile, en las cuales es un protocolo normal a fin de no incrementar los niveles de HMF.

Podemos apreciar la variabilidad de la vida útil recomendada de almacenamiento según el Ministerio de agroindustrias de la nación, en la **Tabla 9**

Tabla 9 Vida útil de acuerdo con la temperatura de almacenamiento

Temperatura de almacenamiento (°C)	Vida Útil
-18°C	2 años
Entre 0 a 5°C	12 meses
Entre 6 a 10°C	10 meses
20°C	6 meses

Nota. Tabla extradida de (Alimentos Argentinos, 2018).

1.3.d. Pasterización

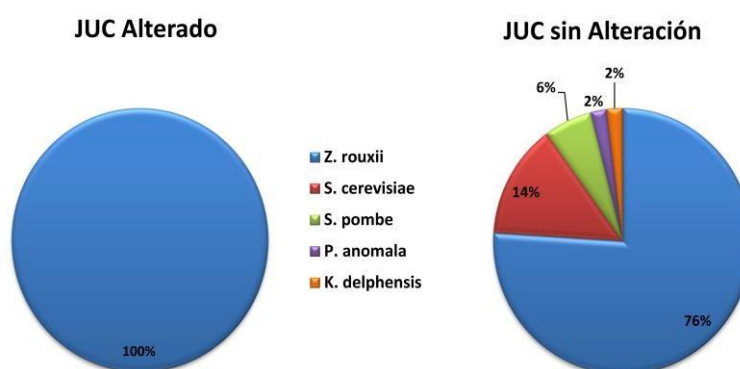
La pasterización es el proceso térmico necesario para destruir cualquier célula viable factible a desarrollarse en el envase final o de fraccionamiento.

Con el fin de disminuir la producción de productos de Maillard y dar más eficiencia al proceso global es necesario adecuar los tiempos y temperaturas a cada proceso en particular. De acuerdo con el microorganismo a destruir y la cantidad en la que se encuentren presentes se deberá ajustar la temperatura y tiempo de operación. Cada microorganismo posee un tiempo de reducción decimal (TRD), es decir, el tiempo de

tratamiento a una temperatura dada, para que se produzca una reducción de la población del 90%, en un medio específico.

En mostos concentrados el principal microorganismo contaminante es *Zygosaccharomyces rouxii*, como se puede ver en la **Figura 21**, por sus características de resistencia al anhídrido sulfuroso y tolerancia a condiciones en extremo osmófilas.

Figura 21 Porcentaje de levaduras osmófilas y osmotolerantes en JUC de Argentina (Rojo, 2014)



Nota. Extraído de (TORRES PALAZZOLO, 2015).

Estudios recientes demuestran que los tratamientos térmicos de pasterización son eficientes para la disminución de la población patógena en los mostos concentrados. Para lograr una disminución de 7 log en la población inicial, se debe aplicar 90 s a 75°C ó 5 s a 85°C (ROJO, *et al.*, 2010). De acuerdo con esto, podemos inferir la gran importancia que tiene la correcta elección de los parámetros de pasterización, ya que en general, si se trabajan a temperaturas más bajas, los tiempos de tratamiento aumentan exponencialmente y en el caso de las reacciones de oxidación y pardeamiento no enzimático, es sumamente perjudicial.

Para dar la mayor eficiencia posible a la pasterización podemos mencionar como variables principales a evaluar:

- Temperatura de trabajo
- Tiempo de tratamiento

- TRD y Z específico del microorganismo alterador
- Población inicial del microorganismo
- Componentes inhibitorios en el mosto, como el anhídrido sulfuroso
- pH y concentración de azúcares

Claro está que el proceso térmico debe ser lo suficientemente severo, para asegurar la destrucción de microorganismos, asegurando la vida útil del producto envasado, por lo que una vez establecido el óptimo, no puede disminuir. Refiriéndonos a la calidad y la disminución de los contenidos de HMF, debemos sumar como variable al tiempo de enfriamiento, para evitar que la cinética de reacción prosiga una vez que termino el proceso de pasterización.

1.4. Normas de calidad

A nivel mundial, cada país regula sus propias exigencias en términos de calidad y requerimientos mínimos de cada producto, pero internacionalmente la FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación) y la OMS (Organización Mundial de la Salud) crearon la Comisión del Codex Alimentarius (CCA), quien desde 1963 genera a través de Codex Alimentarius disposiciones de calidad de todos los alimentos.

Las normas del Codex son de adopción voluntaria. Sin embargo, a causa del reconocimiento por parte de la OMC (Organización Mundial del Comercio), las normativas de los países las adoptan como base de su propia reglamentación.

En cuanto a la producción de jugos y jugos concentrados el Codex tiene como norma general el CODEX Stan 247-2005 y las normas específicas

- STAN 82-1981. Norma del Codex para el Zumo (jugo) de Uva conservado por Medios físicos exclusivamente

- STAN 83-1981. Norma del Codex para el zumo (jugo) concentrado de uva conservado por medios físicos exclusivamente

- STAN 84-1981. Norma del Codex para el zumo (jugo) concentrado y azucarado de uva tipo Labrusca conservado por medios físicos exclusivamente.

1.5. Mosto concentrado rectificado

El mosto concentrado rectificado tiene como proceso adicional previo a la concentración la rectificación la cual consta del paso a través de columnas de intercambio iónico con resinas catiónicas fuertes y aniónicas fuertes.

Las columnas catiónicas fuertes extraen cationes como Ca^{+2} , K^+ , Na^+ , Mg^{+2} , $\text{Fe}^{+2/+3}$, $\text{Cu}^{+/+2}$, de manera de eliminar cualquier tipo de inestabilidad tartárica y al disminuir los cationes pro oxidante como el hierro y el cobre, los mismo son altamente estables ante las oxidaciones

Las columnas aniónicas extraen el SO_2^- , ácidos (tartárico y málico), así como aminoácidos, polifenoles y sustancias colorantes obteniendo por tanto un mosto rectificado incoloro y transparente. El color será tanto más estable cuanto menor sea el tenor de sustancias polifenólicas, ya que éstas, aún presentes a nivel de trazas, tienden a oxidarse con el tiempo, confiriéndole al producto una coloración amarillenta. Por encima de un cierto nivel de concentración (alrededor de 70° Brix) el mosto concentrado rectificado (MCR) tiende a cristalizar en el tiempo.

El producto final es fundamentalmente una solución de los azúcares naturales de la uva (glucosa y fructosa).

1.6. Mosto concentrado ácido

Se produce de manera análoga al mosto rectificado, pero solo se aplica el tratamiento de extracción de cationes por medio de una columna catiónica fuerte.

El mosto concentrado ácido tiene una mayor estabilidad que el mosto concentrado, debido a su elevada acidez y bajo pH; pero todavía posee vestigios de materia colorante y aminoácidos, por lo que su color evoluciona a lo largo del tiempo.

Por sus características de alta acidez, también limita su uso a productos que requieran o puedan soportar el aporte de ácidos.

1.7. Especificaciones técnicas

Las especificaciones técnicas siempre son variables respecto a cada productor o comprador, pero a continuación expondremos algunas especificaciones de MOSTO MAT S.A., tomadas del trabajo de (GUTIERREZ & RICAGNO, 2010).

1.7.a. Especificación de Mosto concentrado

Especificaciones para 68° Brix

- Densidad a 20°C 1.345 - 1.360 g/cm³
- Azúcar > 840 g/l
- Acidez, como ácido tartárico 6 - 11 g/l
- SO₂ 30 - 50 mg/l
- pH 2.7 – 4
- Color 16 °Brix, 420nm > 85% T
- Color 16 °Brix, 620nm > 95% T

1.7.b. Especificación de Mosto concentrado ácido

Especificaciones para 68° Brix

- Acidez, como ácido tartárico: 1.0 - 1.3 %w/w
- SO₂: < 25 mg/l
- pH: 2.0 - 2.6
- Color, 16 °Brix 420nm: > 80% T

- Claridad, 16 °Brix, 620nm: > 97% T
- Turbidez: < 5 N.T.U
- Hongos y levaduras: < 10 U.F.C/ml

1.7.a. Especificación de Mosto concentrado rectificado

Especificaciones para 68° Brix

- Densidad a 20°C: 1.345 - 1.360 g/cm³
- Azúcar: > 940 g/l
- Índice de Refracción: 1.4606
- Acidez, como ácido tartárico: < 40 gm/l
- SO₂: < 10 gm/l
- Índice de Folin: < 2.5
- pH: 3.3 - 3.7
- Densidad óptica, 25° Brix, 425nm: < 0.007
- Cationes totales, como Na: < 20 mg/l
- Cloruros: < 15 mg/l
- Sulfatos: < 40 mg/l
- Fosfatos: ausentes
- Conductividad: < 20 mS/cm
- **HMF: < 40 mg/l**
- m-Inositol: presente
- Alcohol Etílico: Ausente
- Sacarosa: Ausente

CAPÍTULO IV: PROCESOS DE CONSERVACIÓN POR EVAPORACIÓN

1. Actividad de agua

Uno de los factores a tener en cuenta para evaluar la capacidad de conservación de los alimentos es su contenido en agua, y principalmente la disponibilidad de la misma, ya que la misma es un factor limitante para el crecimiento de los microorganismos.

En el caso de la estabilidad de los alimentos, no es el contenido de humedad total lo que es crítico, sino la cantidad de humedad disponible para sustentar el crecimiento microbiano, la actividad enzimática y química. En general, se acepta que una proporción de la humedad total presente en un alimento está fuertemente unida a los solutos y una cantidad adicional está unida menos firmemente o con mayor disponibilidad, pero todavía no está disponible como solvente.

Para representar estos estados de disponibilidad del agua que compone los alimentos, se mide una propiedad fundamental conocida como actividad del agua (a_w).

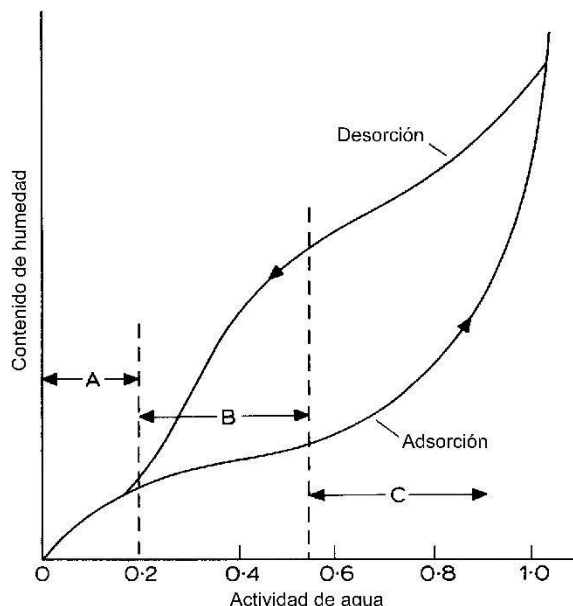
Esta propiedad está definida por la siguiente expresión:

$$a_w = \frac{p_v}{p_w}$$

Donde a_w es la actividad de agua; p_v es la presión de vapor de agua ejercida por una solución o un sólido húmedo, y p_w es la presión de vapor de agua pura a la misma temperatura. Esta expresión también describe la humedad relativa de una mezcla de vapor de aire-agua. La **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.** muestra el

contenido de humedad en función de la actividad del agua, a una temperatura fija, lo cual se conoce como isoterma de sorción.

Figura 22 Isotermas de adsorción y desorción. Adaptado de Brennan



La isoterma puede dividirse en tres regiones, determinadas por el comportamiento ante la deshidratación.

En la región A, las moléculas de agua están fuertemente unidas, en general, a moléculas con grupos hidroxilos como los polisacáridos, grupos carbonilo y amino en proteínas u otros que puedan generar puentes hidrogeno, enlaces ión-dipolo u otras interacciones fuertes. Este contenido de agua se considera no disponible para la utilización por parte de los microorganismos y se denomina agua ligada. El contenido de agua ligada se encuentra entre $a_w = 0,05-0,11$.

En la región B, hay leves efectos de interacción química y física, por lo que las moléculas de agua están menos unidas al sólido, por lo que es una región multicapa.

La región C, genera el efecto de disminución de la presión de vapor del agua por efectos estructurales y de solución. (BRENNAN & G., 2006)

2. Cálculo de evaporación

El cálculo de la cantidad de agua a evaporar en un concentrador se puede expresar en volumen o masa total, si el trabajo es discontinuo, o en flujo másico como ocurre en todos los concentradores modernos, en donde el trabajo es en continuo.

El volumen de agua a eliminar se puede estimar según:

$$Va = Vt * \left(1 - \frac{Ct}{Cm}\right)$$

Dónde:

V_a = Volumen de agua a evaporar

V_t = Volumen de mosto cargado al evaporador

C_t = Concentración de sólidos totales iniciales

C_m = Concentración de sólidos totales del mosto concentrado

Esta fórmula se deduce de la ecuación general de Benvengnin. Si deseamos trabajar en función a las masas de cada uno de los componentes en vez de los volúmenes, debemos multiplicar el volumen por su respectiva densidad. En aparatos continuos (trabajen o no al vacío), se calcula el vapor a extraer en base a flujos másicos del mosto que ingresa (M_t) y del agua eliminada como vapor (M_a) dentro de un determinado tiempo (más usual Kg/hora). Así tenemos:

$$Ma = Mt * \left(1 - \frac{Ct}{Cm}\right)$$

Las desviaciones en las concentraciones finales, respecto a la ecuación, son producto fundamentalmente de las pérdidas de origen químico, como la caramelización de los azúcares. Este fenómeno es más notorio cuando los concentradores trabajan a presión atmosférica, y, por lo tanto, a temperaturas más elevadas. En el caso de los concentradores que trabajan con vacíos elevados y temperaturas limitadas, este tipo de desvíos son muy limitados.

Cuando se hace arrope de uva, es necesario caramelizar los azúcares del mosto, por lo que se trabaja con parámetros opuestos a los buscados en la concentración de mostos normales.

3. Influencia de la concentración sobre la composición química del mosto

Debido a la deshidratación del mosto, el volumen original se reduce de tres a cuatro veces, concentrándose principalmente en la cantidad de azúcares. En la Argentina se considera que los mostos son estables a temperatura ambiente a partir de los 68°Brix (OREGLIA, 1978).

La acidez total aumenta en la misma proporción, pero dependiendo de la cantidad de cationes calcio y potasio en el medio, asociados al pH del tipo de mosto, determinaran la formación de cristales de tartrato de calcio y bitartrato de potasio insolubles, que precipitaran, disminuyendo la acidez total del mosto final (sobre los 36°Bé que presente el mosto, el bitartrato de potasio cristaliza a cualquier temperatura).

También se genera floculaciones proteicas, sobre todo en el caso de los mostos blancos, debido a que no han sido afectados por procesos térmicos, en comparación a los mostos tintos, elaborados a través de termo maceraciones, en los cuales ya hay una floculación durante los primeros estadios de producción. La precipitación de prótidos es independiente de la estabilización proteica a través de bentonita, debido a que la misma no coagula proteínas de pesos moleculares bajos. La floculación térmica forma un depósito cristalino y amorfo al fondo del depósito.

Cuando el concentrado proviene de mostos sulfitados, el calor generado en los evaporadores favorece la oxidación del SO₂ resultando en un aumento en los tenores de sulfatos en el concentrado.

Finalmente, todos los procesos de concentración provocan el incremento del complejo de sustancias extractivas y de cenizas.

4. Estabilidad biológica

La eliminación de agua de un alimento líquido por evaporación persigue lograr la concentración de la solución inicial diluida en sus componentes sólidos solubles, ocurriendo de esta manera una reducción de la actividad acuosa. Por lo tanto, la evaporación suministra un producto de valor que es el concentrado, y algunas veces los aromas, y un producto sin valor, que es el agua evaporada. Los aromas suelen ser recuperados en algunos productos (mostos concentrados) y empleados para otras industrias. A medida que aumenta la concentración, se incrementa la densidad y la viscosidad. Esta situación afecta la velocidad de transferencia de calor en el evaporador, al rendimiento de evaporación, aumenta el punto de ebullición de la solución y se degrada la materia colorante, las vitaminas y acelera la reacción de Maillard, y la formación de hidroximetilfurfural (HMF); causante del sabor a cocido y del pardeamiento no enzimático. Hay que tener en cuenta que la mayoría de las reacciones de deterioro de las soluciones alimenticias, por efecto del calor, responden a un modelo cinético de primer orden, según el cual, el deterioro aumenta con el incremento de la concentración de sólidos solubles en la solución. Además, generalmente, el deterioro por efecto térmico es menor cuando las condiciones son de alta temperatura durante corto tiempo, debido a que la energía de activación de las reacciones de deterioro es frecuentemente más baja. (Jiménez, 2010).

Como hemos mencionado, la influencia en el índice de actividad de agua (a_w), que señala la disponibilidad de agua, afecta a las reacciones químicas y el crecimiento de los microorganismos (valor máximo de 0,9 y mínimo de 0,6). De acuerdo a la actividad de agua, podemos clasificar a los mostos concentrados entre los denominados "alimentos de humedad intermedia" con una $a_w = 0,79 - 0,84$, que los hace inapropiados para el desarrollo de bacterias ($a_w \geq 0,91$) y levaduras ($a_w \geq 0,88$) dañinas, sin afectar a los mohos

que podrían desarrollarse sin problemas $a_w=0.80$. *Salmonella*, *Escherichia coli*, *Bacillus subtilis* y *Clostridium botulinum* no pueden desarrollarse a menos de $a_w = 0.95$ tampoco *Staphilococcus aureus* a menos de $a_w=0.86$. La oxidación de los lípidos y los pardeamientos no enzimáticos aumentan mientras más bajo es el valor de la a_w .

Otro de los factores fundamentales en la estabilidad biológica de los mostos concentrados es el efecto de los azúcares, respecto al aumento de la presión osmótica, la cual es muy elevada, por lo que llega a plasmolizar las células de la mayoría de las levaduras, concentrando su protoplasma, al extraer el agua del interior. Este efecto puede afectar la viabilidad e incluso provoca la muerte celular.

La mayoría de las levaduras puede fermentar bien en mostos semi concentrados ($\approx 40^\circ\text{Brix}$); a mayores concentraciones según Von der Heide, existe menor producción de alcohol, predominando la acidez volátil. Las levaduras más resistentes pueden producir reducidas cantidades de alcohol incluso a 60% en peso de azúcar de mosto concentrado y Bremond detectó alcohol hasta en mostos concentrados a 65°Brix . Finalmente indicamos que, si el mosto se concentra desde 65°Brix hacia los 70°Brix o incluso más, hay una plena seguridad de salvaguardarlo de fermentar por bastante tiempo. A pH menor a 2,9 no se considera posible la fermentación láctica de los azúcares, ni del ácido málico.

5. Estabilidad química

Como hemos mencionado, durante el proceso de elaboración del mosto concentrado, se producen varios efectos de estabilización química, como lo son:

- precipitación de tartratos de calcio y bitartrato de potasio
- floculación y coagulación de proteínas termolábiles
- floculación de pectinas y mucilagos
- oxidación de restos de anhídrido sulfuroso a sulfatos

Todos estos factores dan estabilidad al producto final, pero es inevitable que el mosto concentrado producido mediante evaporación tenga menos de 5 a 10mg/l de HMF. El mosto concentrado almacenado a temperatura ambiente es afectado más severamente por los procesos de pardeamiento no oxidativo, debido a su baja a_w . El aumento de las concentraciones de los reactivos, azúcares y sustancias nitrogenadas favorece la formación de HMF, todos sus productos intermedios y finalmente la formación de melanoidinas. Pero almacenando el mosto concentrado a bajas temperaturas, los colores logran mantenerse más estables, como se indicó en CAPÍTULO III:1.3.c.

El aporte del frío también es válido para conservar el carácter fresco y afrutado de su sabor y aroma; ya que cuando se reincorpora el agua aromatizada a los mostos concentrados, éstos deben congelarse para que los perfumes no se alteren. (Ovando Velasquez, 2014).

CAPÍTULO V: Composición química de las frutas

La composición química de las frutas frescas y los frutos secos depende, en gran medida, del tipo de fruto y de su grado de maduración. En relación con las frutas frescas, el componente mayoritario en todos los casos es el agua, que constituye en general entre el 75% y el 90% del peso de la parte comestible. Le siguen en importancia cuantitativa los azúcares (con porcentajes que oscilan entre el 5% y el 18%), polisacáridos y ácidos orgánicos (0.5%-6%). Los compuestos nitrogenados y los lípidos son escasos en la parte comestible de las frutas, aunque son importantes en las semillas de algunas de ellas. Así, el contenido en grasas puede oscilar entre 0,1%-0,5%, mientras que el de compuestos nitrogenados puede estar entre 0.1% y 1.5%. Algunos componentes, como los colorantes, los aromas y los compuestos fenólicos astringentes, se encuentran en muy bajas concentraciones, pero influyen decisivamente en la aceptación organoléptica de las frutas. Otros como las vitaminas, los minerales y la fibra; aportan importantes propiedades nutritivas. Las pectinas desempeñan un papel fundamental en la consistencia.

Tabla 10 Composición química aproximada de algunas frutas frescas (en % del peso fresco de la porción comestible)

	Agua	Proteína	Carbohidratos	Lípidos	Fibra
Aguacate	78.8	1.5	5.9	12	1.8
Aceituna	73.8	0.8	1	20	4.4
Albaricoque	87.6	0.8	9.5	Tr	2.1
Cereza	83.7	0.8	13.5	0.5	1.5
Ciruela	86.3	0.6	11	Tr	2.1
Fresa	89.6	0.7	7	0.5	2.2
Higo	80.3	1.2	16	Tr	2.5
Limón	98.4	0.3	1.3	Tr	0
Mandarina	88.3	0.8	9	Tr	1.9
Manzana	85.7	0.3	12	Tr	2
Melocotón	89	0.6	9	Tr	1.4
Melón	92.4	0.6	6	Tr	1
Naranja	88.6	0.8	8.6	Tr	2
Pera	86.7	0.4	10.6	Tr	2.3
Piña	86.8	0.5	11.5	Tr	1.2
Plátano	75.1	1.2	20	0.3	3.4
Sandía	94.6	0.4	4.5	Tr	0.5
Uva	82.3	0.6	16.1	Tr	0.9

Nota. Extraído de (ASTIASARÁN & MARTÍNEZ, 2000).

1.1. Composición de las bayas de Uva

La uva es una baya carnosa, que consta de semillas, pulpa y epidermis. La misma está organizada en racimos y cada baya está unida por una estructura vegetal denominada escobajo, el cual se une a las mismas por pedicelos. La estructura del escobajo y la longitud de los pedicelos determina la arquitectura del racimo.

Figura 23 Estructura del racimo

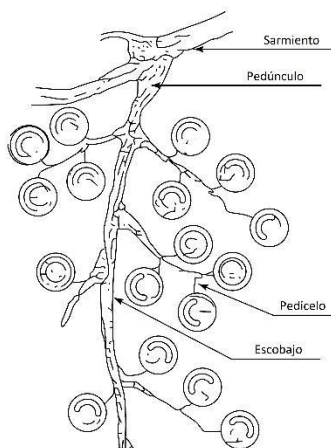
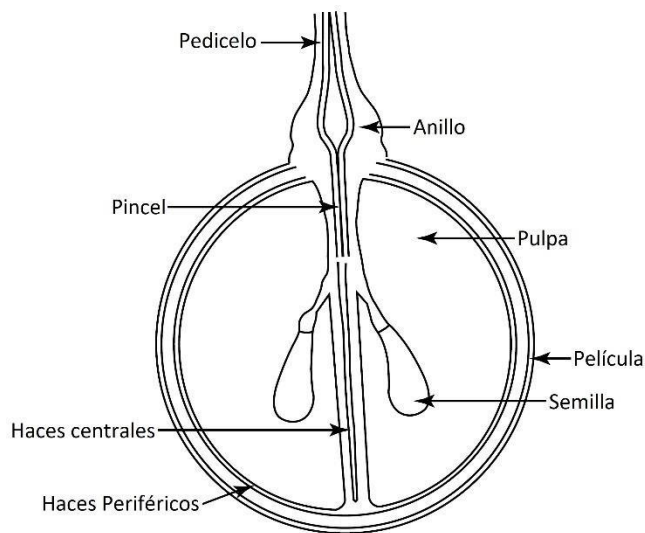


Figura 24 Corte esquemático de una baya de uva madura



La pulpa representa, en peso, la fracción más importante de la baya, entre el 75% al 85%. El contenido vacuolar provee el líquido que constituye al mosto y los constituyentes sólidos de las células (paredes del citoplasma, paredes pecto-celulósicas, entre otras), siendo estas las partes sólidas en el mosto. (RIBÉREAU-GAYON, 2003).

1.2. Composición del mosto de Uva

Tabla 11 Composición física y química de las diferentes fracciones de la baya de Uva (porcentaje de peso fresco)

Componente	Fracciones de la Uva			
	Escobajo	Baya		
		3-6	94-97	
	% de peso del racimo	7-12	Piel	Semilla
0-6			83-91	
pH	4-4,5	3,8-4,3		3-4,5
Agua	78-80	78-80	25-45	70-85
Azúcares	0,5-1,5		34-36	14-26
Ácidos orgánicos	0,5-1,6	0,8-1,6		0,6-2,7
Lípidos			13-20	
Ácidos grasos libres			1	
Polisacáridos				0,3-0,5
Polifenoles				0,05
Antocianos		0-0,5		
Taninos	2-7	0,4-3	4-10	
Sustancias Aromáticas		<<1		<0,01
Ceras		<1		
Minerales	2-2,5	1,5-2	2-4	0,08-0,28
Componentes nitrogenados	1-1,5	1,5-2	4-6,5	0,4-0,7
Vitaminas				0,02-0,08

Nota. Extraído de (MORENO & PEINADO, 2012).

1.2.a. Carbohidratos

El mosto de uva es un líquido de turbidez y color variable según la variedad de la cual provengan. Los azúcares son los componentes mayoritarios, compuestos principalmente por glucosa y fructosa, siempre con un exceso de fructosa (relación glucosa/fructosa $\approx 0,9$). Los azúcares migran desde la hoja a la baya en forma de sacarosa, pero luego se hidroliza en sus monosacáridos constituyentes, aunque se encuentran algunas trazas de sacarosa. También han sido identificados en la uva: arabinosa, xilosa, ramnosa, maltosa, rafinosa (RIBÉREAU-GAYON, 2003).

Figura 25 Hexosas

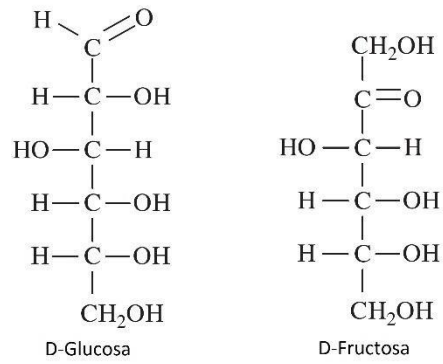


Figura 26 Pentosas

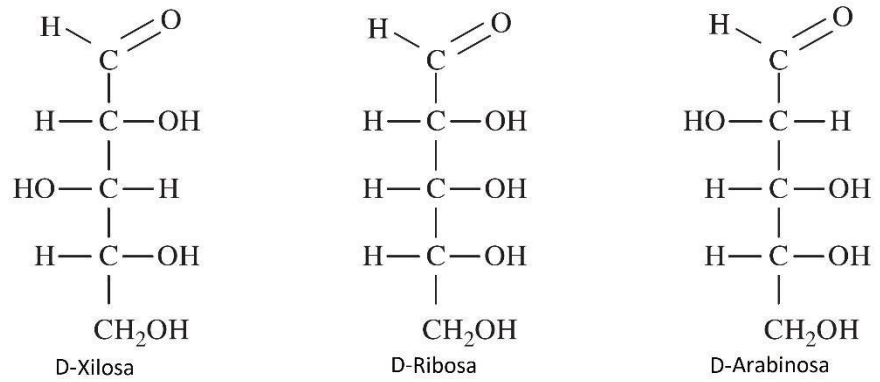
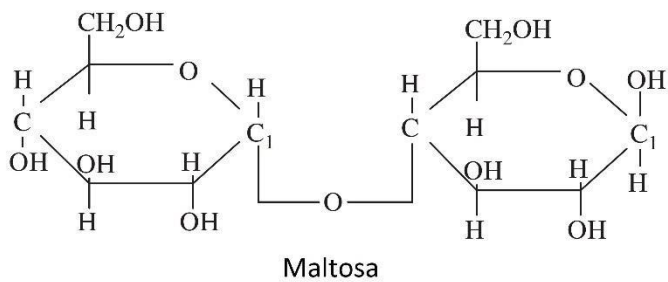
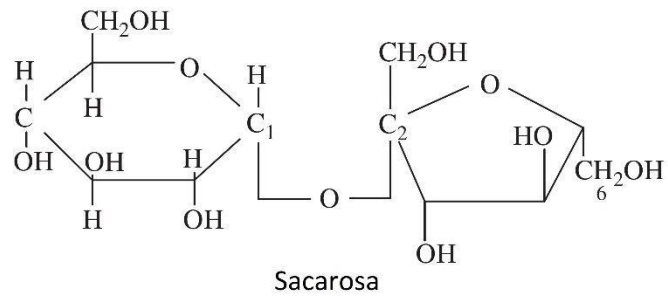


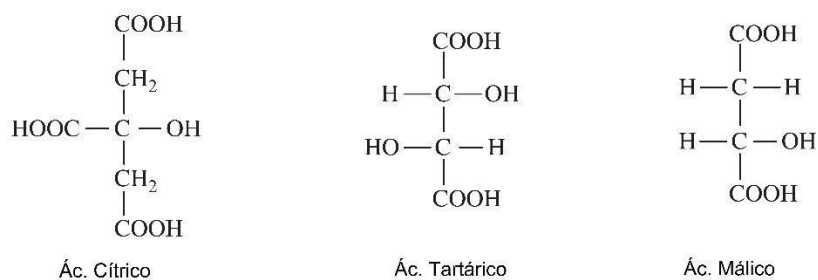
Figura 27 Disacáridos



1.2.b. Ácidos orgánicos

Los ácidos de la uva poseen grupos funcionales carboxilo (-COOH) y también grupos funcionales alcohol (-OH).

Figura 28 Ácidos orgánicos presentes en la uva



Nota. Extraído de (MORENO & PEINADO, 2012).

La cantidad es variable, según el varietal y el momento de cosecha, pero varía de 3 a 7 g/l. En el caso de la uva utilizada generalmente en la Argentina para la elaboración de mosto (criollas), por ser uvas de alto rendimiento por hectárea y las cuales se cosechan lo más maduras posibles, el contenido de acidez es bajo (<4,5 g/l) y el pH muy alto (>3,8). Por tal motivo, los mostos deben ser corregidos en cuanto al pH, de manera de tener mejores condiciones de estabilidad biológica, desde su estadio de mosto sulfitado.

1.2.a. Componentes nitrogenados

La composición y cantidad de aminoácidos depende directamente de los envíos de aminoácidos de las hojas hacia las bayas, y por tal del estado global de nutrición nitrogenada de la planta. Por otro lado, no todos los varietales reaccionan de igual manera, por lo que los efectos de fertilización nitrogenada son positivos en términos cuantitativos, pero los perfiles de aminoácidos no son generales (HANNAM & MIDWOOD, 2015).

Según Ribéreau-Gayon, el transporte de nitrógeno a la uva se produce esencialmente en forma de cationes de amonio o aminoácidos. La glutamina representa alrededor del 50% del nitrógeno orgánico importado. Hay dos fases intensas de incorporación de nitrógeno durante el desarrollo de la uva: la primera después del cuajado y la segunda que comienza en el envero y finaliza a media maduración. Hacia el final de la madurez, la concentración total de nitrógeno puede aumentar nuevamente. Como

resultado, en la cosecha, la mitad del nitrógeno en la parte vegetativa de la planta se almacena en las uvas. En los frutos inmaduros, el catión amonio representa más de la mitad del nitrógeno total. A partir del envero, la concentración de amonio disminuye mientras que la fracción orgánica aumenta. Los aminoácidos libres aumentan por un factor de 2 a 5 durante la maduración, alcanzando 2-8 g/l en equivalentes de leucina. En la madurez, la fracción de aminoácidos libres representa del 50 al 90% del nitrógeno total del jugo de uva.

La incorporación del catión amonio en el ácido α -cetoglutarico parece ser la principal vía de asimilación de nitrógeno por parte de la uva. Es catalizada por las enzimas glutamina sintetasa (GS) y glutamato deshidrogenasa (GDH).

Otros aminoácidos se sintetizan por transferencia de nitrógeno incorporado sobre el ácido glutámico (transaminación).

En términos generales, aunque la composición de aminoácidos varía mucho, dependiendo de las condiciones, predomina un pequeño número de aminoácidos: alanina, ácido γ -aminobutírico, arginina, ácido glutámico, prolina y treonina.

En la madurez, la arginina suele ser el aminoácido predominante y puede representar del 6 al 44% del nitrógeno total del jugo de uva.

La Arginina juega un rol como intermediario en la formación de proteínas, reguladores de crecimiento y la acumulación de Prolina

Como resultado, la concentración de prolina puede aumentar durante la maduración en un factor de 25 a 30 a través de la transformación de la arginina. Además, el ácido aspártico constituye una reserva de ácido oxalacético que, según la demanda, puede transformarse en ácido málico o en azúcares durante la maduración.

La maduración también va acompañada de una proteosíntesis activa. La concentración de proteína soluble alcanza su máximo antes de la madurez completa y luego disminuye hacia el final de la maduración.

La concentración de proteína de jugo de uva puede variar así de 1,5 a 100 mg/l. La concentración de proteínas insolubles de alto peso molecular, a menudo unidas a la pared celular, es alta desde el comienzo del desarrollo y continúa aumentando durante la maduración.

El jugo de uvas maduras contiene apenas el 20% del nitrógeno total de la baya. El resto se retiene en la piel y las semillas, aunque es probable que estas últimas liberen formas solubles de nitrógeno (cationes de amonio y aminoácidos) en la pulpa hacia el final de la maduración.

Las proteínas de la uva han sido identificadas en dos grupos principales,

- Taumatinas: peso molecular entre 21.239 y 21.272 Da
- Quitinasas: peso molecular entre 25.330 y 25.631 Da

Entre los diferentes varietales hay mínimas variaciones en el peso molecular, de acuerdo con la secuencia de polipéptidos. Según varios estudios el PI (Punto Isoeléctrico) de la mayoría de las proteínas presentes se encuentra entre 4,1 y 5,8

(RIBÉREAU-GAYON, 2003).

1.2.b. Minerales

El contenido de minerales del mosto puede ser clasificado de acuerdo con su carga eléctrica y abundancia.

- Cationes ○ Abundantes: K^+ , Ca^{2+} , Mg^{2+} , Na^+ y Si^{4+}

(Macronutrientes de la vid)

- Menos abundantes: Fe^{3+} , Mn^{2+} , Zn^{2+} , Al^{3+} , Cu^{2+} , Ni^{2+} , Li^+ , Mo^{4+} , Co^{2+} y

V³⁺ (micronutrientes) ○ Nivel de trazas: Pb²⁺, As³⁺, Cd²⁺, Se⁴⁺, Hg²⁺
y Pt²⁺ (ppb)

- Aniones ○ Abundantes: PO₄³⁻, SO₄²⁻, Cl⁻ ○

Menos abundantes: Br⁻, I⁻

(MORENO & PEINADO, 2012)

CAPÍTULO VI: Reacciones oxidativas y no oxidativas

1. Reacciones oxidativas no enzimáticas

La oxidación no enzimática es un proceso común en todos los alimentos, los cuales cuentan en su constitución con carbohidratos y proteínas o aminoácidos. Estos sustratos pueden tener diversas rutas químicas por las que se degradan y transforman, formando compuestos carbonilos y derivados de aminas, que conducen finalmente a la formación de compuestos de tipo polimérico de color pardos-oscuros.

Las reacciones de oxidación y pardeamiento se dan durante todas las etapas de la vida del producto. La fabricación, el almacenamiento, y en especial los procesos térmicos.

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).

Las reacciones de pardeamiento no enzimático, tienen varios efectos en los alimentos y muchas veces su formación es muy buscada, ya que generan aportes positivos a nivel organoléptico, pero en las últimas décadas se ha puesto en evidencia que estas rutas químicas generan muchísimos compuestos secundarios, los cuales generan pérdida de valor nutricional y compuestos mencionados como carcinogénicos, por lo cual hay una amplia investigación para poder regular la generación de dichas reacciones o poder realizarlas de manera más controlada.

Hay cuatro tipos de reacciones de pardeamiento en los alimentos:

- Reacción de Maillard. Un compuesto carbonílico (azúcar reductor) y una amina (aminoácido, péptido o proteína)
- Caramelización (degradación de azúcares).
- Oxidación del ácido ascórbico. (requiere oxígeno)

- Oscurecimiento por enzimas oxidativas. (fenolasas – polifenol oxidasas) (requiere oxígeno)

Tabla 12 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).

Las reacciones de oscurecimiento enzimático son muy importantes en los procesos primarios de manipulación de frutas y verduras, en los procesos de almacenamiento y primeras etapas productivas de transformación de estas materias primas en productos secundarios.

Las primeras tres reacciones son de naturaleza no enzimática, sino de naturaleza química, y son las que trataremos, ya que son las reacciones más importantes de degradación en todos los procesos tecnológicos de elaboración de alimentos, asociados a los procesos térmicos o de almacenamiento (BADUI DERGAL, 2006)

1.1. Reacciones de pardeamiento no oxidativo

Introduciéndonos en las reacciones de pardeamiento no oxidativo, mencionaremos a las reacciones de caramelización y reacciones de Maillard, en las cuales no interviene el oxígeno. Ambas reacciones en semejanza requieren la presencia de azúcares reductores, pero debido a la complejidad de las reacciones que intervienen, dichas reacciones no están completamente dilucidadas y las rutas químicas dependen principalmente de la constitución química del alimento. Las reacciones producidas varían en su magnitud y cinética de acuerdo con el pH, concentración de los reactivos, actividad de agua y temperatura del medio.

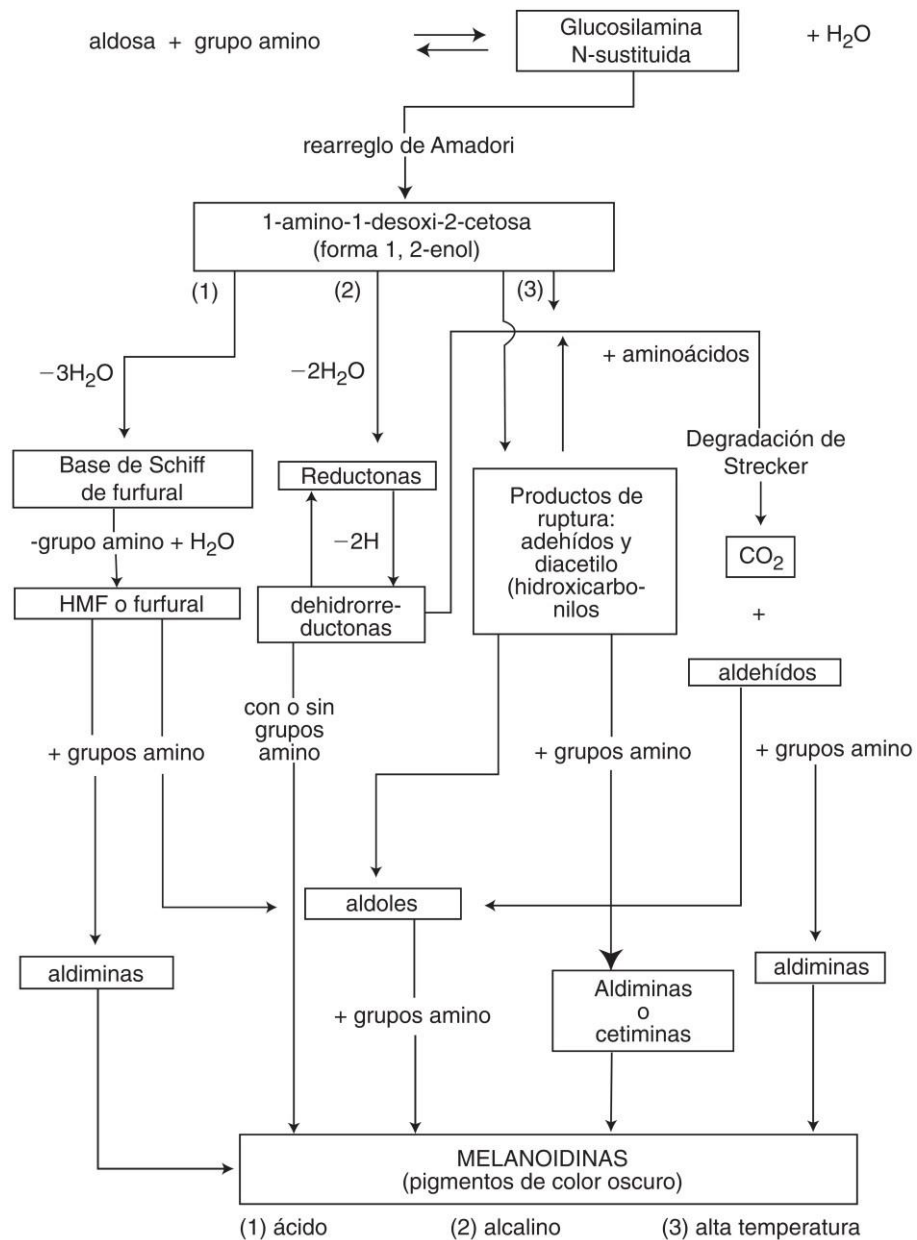
Las reacciones de pardeamiento son buscadas y generadas en muchos productos, para desarrollar su perfil organoléptico característico, como es el caso del tostado del café, o el dorado de los productos de panificación, entre otros.

2. Generalidades de la reacción de Maillard

La reacción de Maillard fue descrita por primera vez en 1912, por el científico francés Louis Camille Maillard, quien investigó las reacciones de interacción entre azúcares reductores y aminoácidos, con la producción de pigmentos de color amarillo o marrón. La reacción fue denominada “reacción de Maillard” en su honor desde entonces.

El esquema clásico de la reacción de Maillard (**Figura 29**) fue descrito y presentado por primera vez por Hodge (1953) según la siguiente figura.

Figura 29 Mecanismo de acción de la reacción de Maillard



Nota. Extraído de (BADUI DERGAL, 2006), adaptado de Hodge, 1953 La condensación de los azúcares reductores y compuestos amino, incluye muchos carbohidratos y grupos amino, constituyendo el primer paso de las reacciones químicas de Maillard. Los azúcares reductores en su forma monosacárido incluyen a la glucosa, fructosa, gliceraldehído y galactosa y en su forma de disacáridos incluye a la lactosa y maltosa. Los aminoácidos libres incluyen a la lisina, glicina, cistina y leucina, las cuales son encontradas en una amplísima cantidad de alimentos como la leche, huevos, nueces, cacao y casi todas las frutas (RAJCHASOM, 2014).

Las reacciones de Maillard generan una amplia y variada cantidad de compuestos, pero dentro de los mismos se puede destacar a las Melanoidinas, las cuales aportan coloración que va desde amarillo claro, hasta café oscuro e incluso negro, afectando el sabor, aroma y valor nutricional. También hay generación de productos mutagénicos o potencialmente carcinogénicos, como la acrilamida.

Dentro de los compuestos formados se destaca la habilidad antioxidante, principalmente por parte de las Melanoidinas, que actúan básicamente como quelantes y eliminadores de oxígeno como radicales peróxido e hidroxilos

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

1. Etapa. En esta etapa se distinguen dos reacciones:
 - a. Condensación amino-azúcar.
 - b. Transposición de Amadori o producto de Amadori.
2. 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.
3. Etapa. Se distinguen dos tipos de reacciones:
 - a. Reacciones de condensación.
 - i. Reacción de carbonilo (aldehído) y amino y forman aldíminas.
 - ii. Reacción de grupo carbonilo (cetona) y amino y forman citiminas.
 - iii. Reacción de condensación de dos aldehídos distintos.
 - iv. Reacción de condensación de dos cetonas distintas.

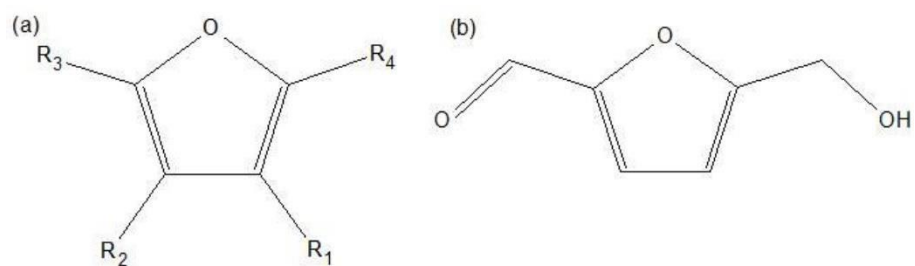
- v. Reacción de condensación de una cetona y un aldehído.
- b. Reacciones de polimerización.
 - i. Reacciones de polimerización entre aldehídos.
 - ii. Reacciones de polimerización entre quinonas.

(BADUI DERGAL, 2006)

2.1. 5-hidroximetilfurfural (HMF)

El 5-hidroximetilfurfural es una molécula orgánica clasificada dentro de los compuestos furánicos, es decir, derivados del furano (**Figura 30 (a)**). Estos compuestos están caracterizados por un anillo de 4 carbonos y un oxígeno tipo éter, con dobles enlaces entre los carbonos 1-3 y 2-4. Al analizar el anillo furánico, podemos observar 4 electrones π en los carbonos y dos más libres sobre el átomo de oxígeno, por lo que los compuestos furánicos cumplen la regla de Hückel y son aromáticos, lo que les confiere gran estabilidad. Estos compuestos han despertado interés en el último tiempo debido a su versatilidad para comportarse como intermediarios en la producción de drogas, combustibles, precursores químicos y agentes oxidantes, entre otros. Específicamente, el HMF ha sido postulado como una plataforma química versátil para producir, entre otros, 2,5-dimetilfurano [13], compuesto orgánico que ha sido señalado como el biocombustible del futuro debido a su poder calorífico que asciende a 31,5 MJ/L, similar a la energía contenida en la gasolina comercial, que es de 35 MJ/L, y su número de octano (RON) de 119.

Figura 30 (a) Forma general de un compuesto furánico. (b) Molécula de 5-hidroximetilfurfural



El HMF es un sólido en forma de polvo amarillento a temperatura ambiente, altamente soluble en agua y de un aroma característico, similar al de la manzanilla. Es también soluble en la mayoría de los solventes orgánicos apolares, como éter y benceno. Tiene un punto de fusión bajo, por lo que en procesos industriales se puede usar en estado líquido, lo que es ciertamente una ventaja. Como se puede ver en la **Figura 30** (b), el radical 4 es un hidroximetil, lo que genera enlaces de hidrógeno y tiene como consecuencia que el punto de ebullición de este compuesto sea mayor que el de otros furánicos similares como el DMF o el furfural. Fue descrito por primera vez en 1895 y en los últimos años han aumentado notoriamente la cantidad de publicaciones tanto de sobre su producción como sobre sus potenciales usos (MARTÍNEZ VILLANUEVA, 2017).

Tabla 13 Propiedades físicas y químicas del 5-hidroximetilfurfural

Propiedad	Valor
Nombres químicos resumidos	5-(hidroximetil)-2-furancarboxaldehído
Sinónimos	5-(hidroximetil)-2-furaldehído, HMF, 5-(hidroximetil)-2-furancarbondal, 5-(hidroximetil)-2-furfural, 5-hidroximetil-2-formilfuran, 5-oximetilfurfural, hidroximetil furfuraldehído
Fórmula molecular	C ₆ H ₆ O ₃
Peso molecular	126,11 g/mol
Apariencia física	Polvo amarillo, olor a flores de manzanilla
Punto de ebullición	110 °C a 0.02 mm Hg, 114–116 °C a 1 hPa
Punto de fusión	31,5 °C, 28–34 °C
Solubilidad	soluble en agua, metanol, etanol, acetona, acetato de etilo, dimetilformamida; soluble en éter, benceno, cloroformo menos soluble en tetracloruro de carbono; escasamente soluble en éter de petróleo
Densidad	1,243 a 25 °C
Índice de refracción	1,5627 a 18 °C
Punto de inflamabilidad	79 °C
Máxima absorción UV	283 nm

Nota. Extraído de (AGUILERA PALACIOS, 2017)

2.2. Química de la reacción de Maillard

2.2.a. Condensación de azúcares reductores con grupos amino

Las reacciones de Maillard se inician por una condensación de grupos amino en proteínas, péptidos y aminoácidos con grupos carbonilo en azúcares reductores, lo que da como resultado la formación de bases de Schiff y el reordenamiento a productos de Amadori o Heyns.

Figura 31 Condensación de azúcares y aminoácidos. Formación de base de Schiff

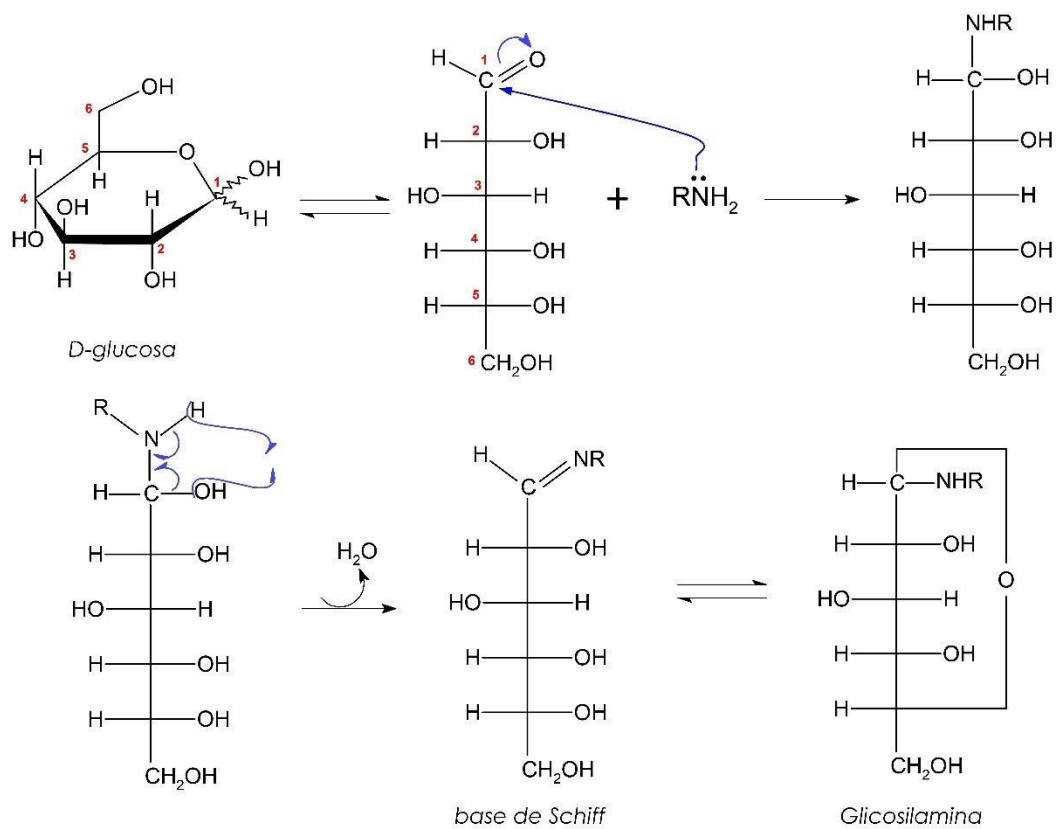


Figura 32 Formación de base de Schiff a partir de D-fructosa

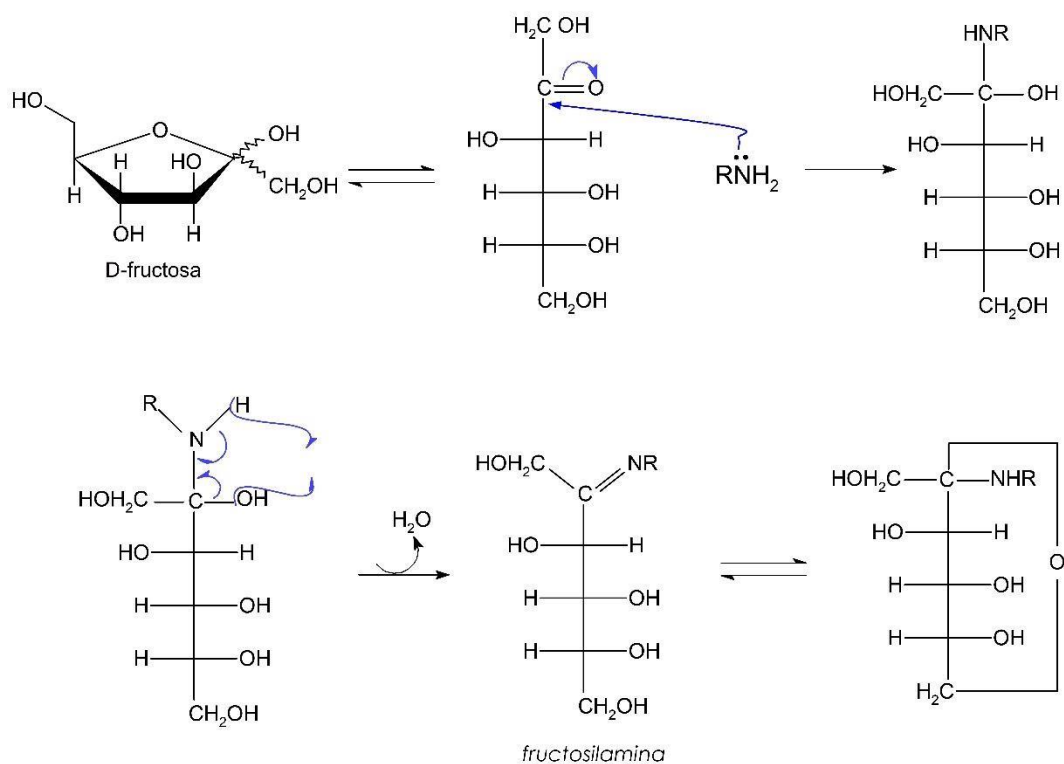
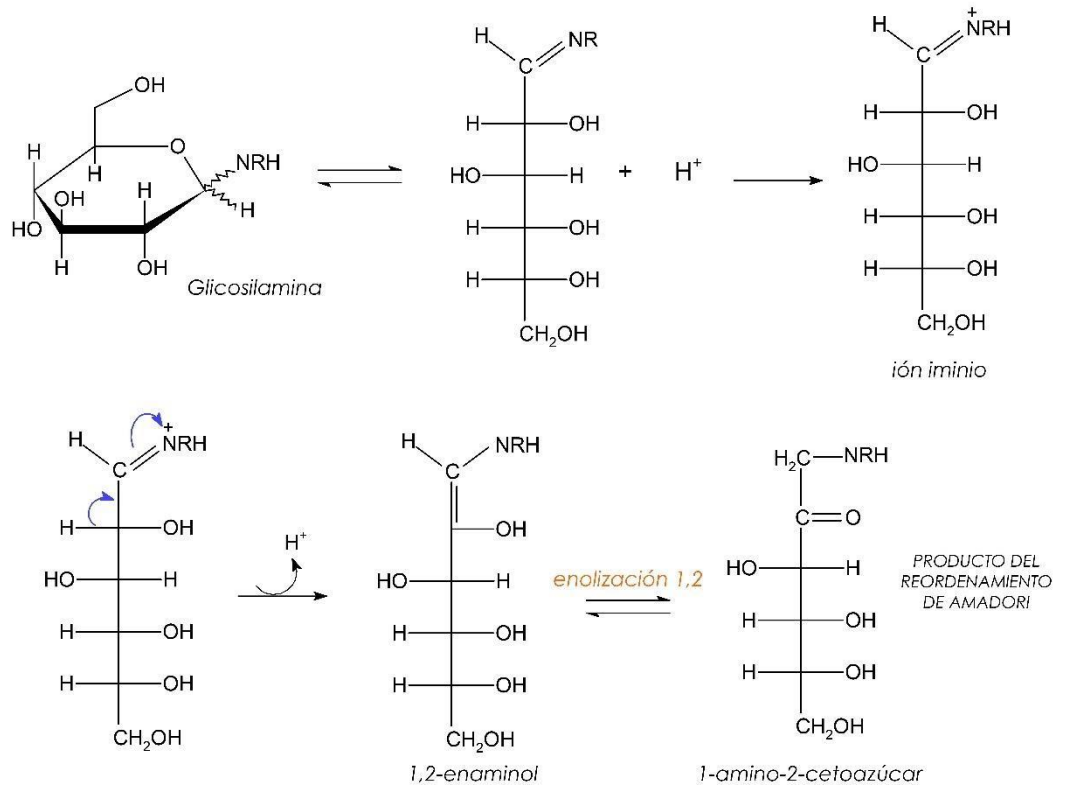


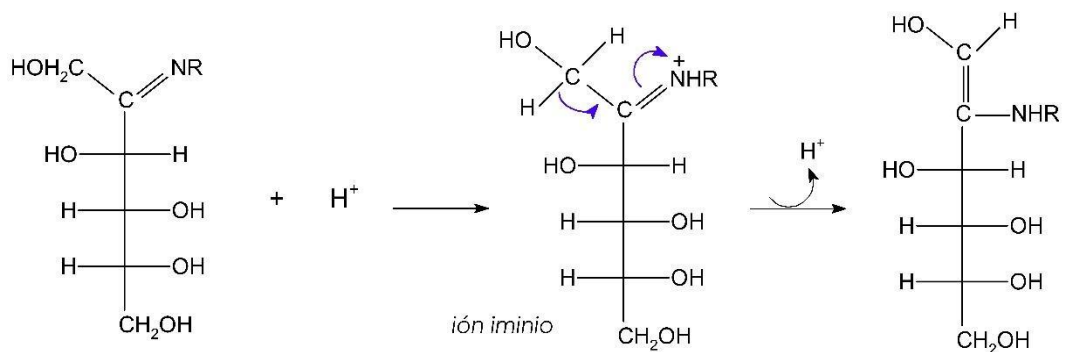
Figura 33 Reacciones del reordenamiento de Amadori



Según el azúcar inicial de la reacción se producirán dos tipos de reacciones:

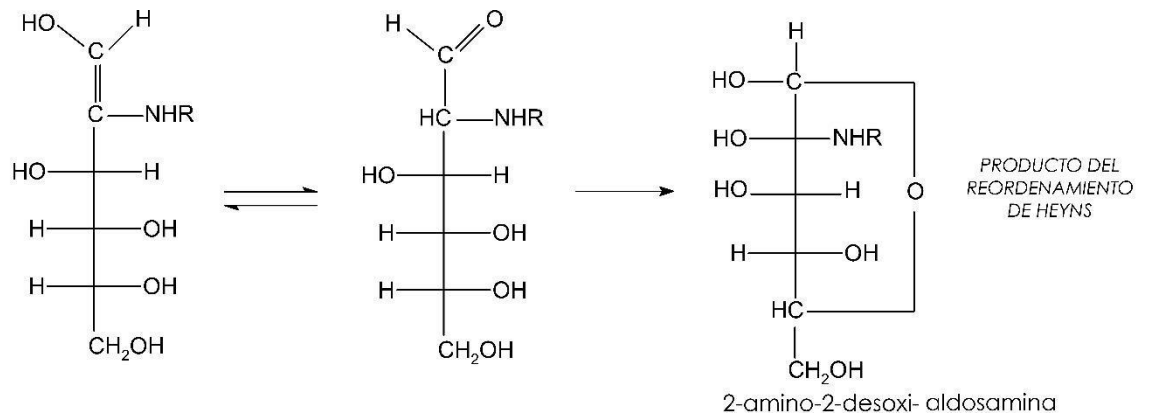
□ reordenamiento de Amadori: aldoxilamina → cetosamina

Figura 34 reordenamiento de Amadori



□ reordenamiento de Heyns: cetosilamina → aldósamina

Figura 35 reordenamiento de Heyns



2.2.b. Reacción de los productos de la transposición

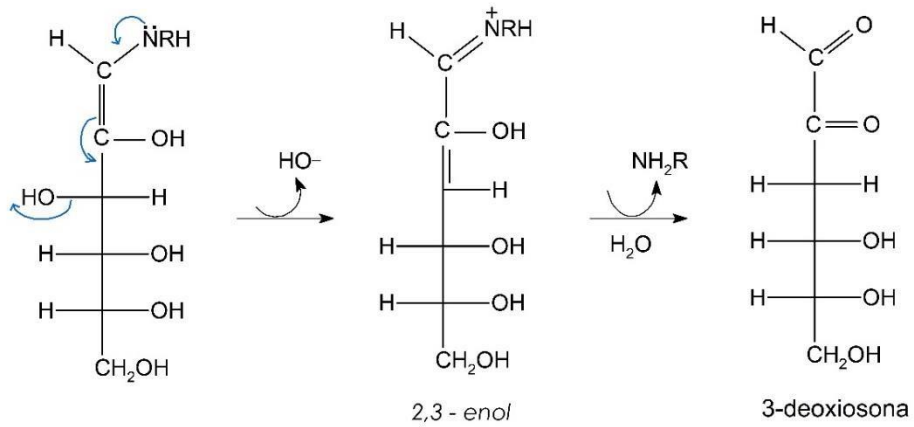
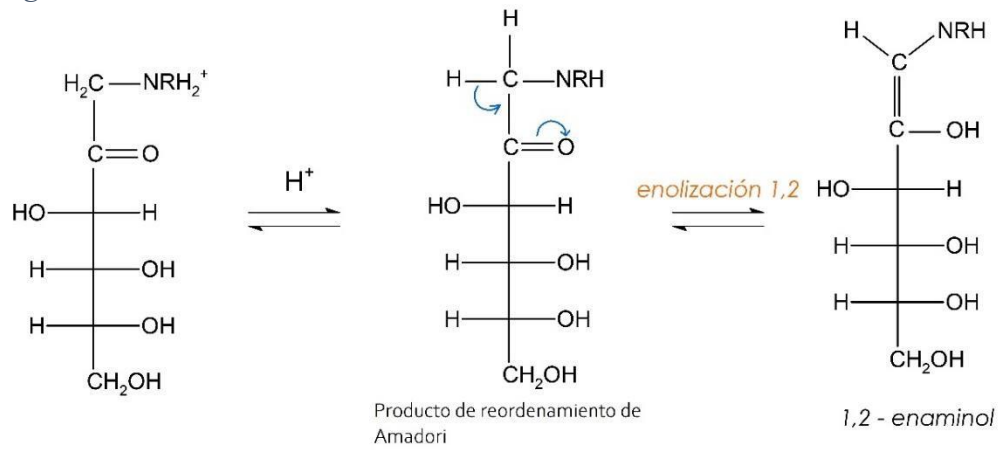
Estas moléculas se fragmentan o modifican para reaccionar con compuestos α dicarbonilos capaces de reaccionar fácilmente con dadores nucleofílicos como otras aminas, guanidinas y tioles. Los intermedios pueden sufrir degradación de Strecker por condensación con aminoácidos libres, formando iminas, que luego se fragmentan para formar aldehídos de Strecker.

De acuerdo con las características del medio, hay dos vías principales para la degradación de los productos del reordenamiento de Amadori o de Heyns:

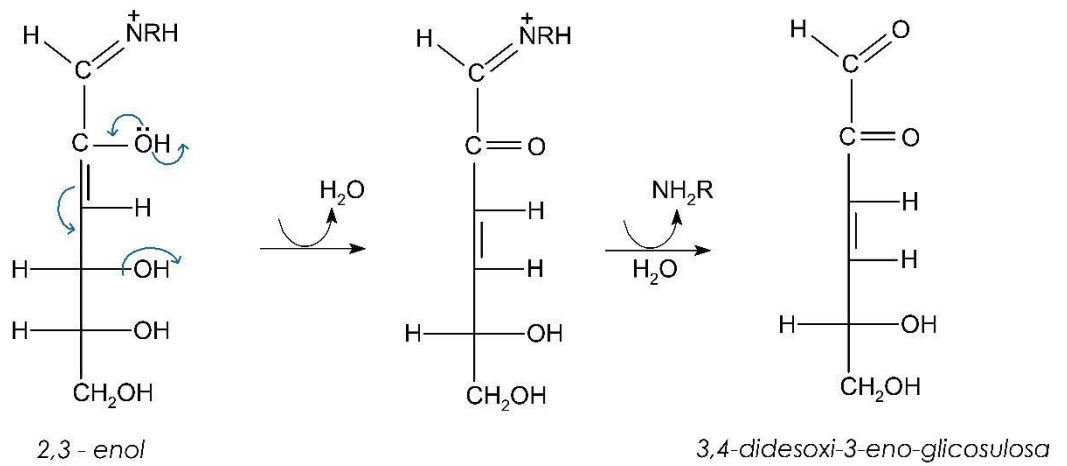
a- Mecanismo a través de un intermediario 3-deoxiosona

36 Degradación de productos de R. de Amadori a través de 3-deoxiosona

Figura

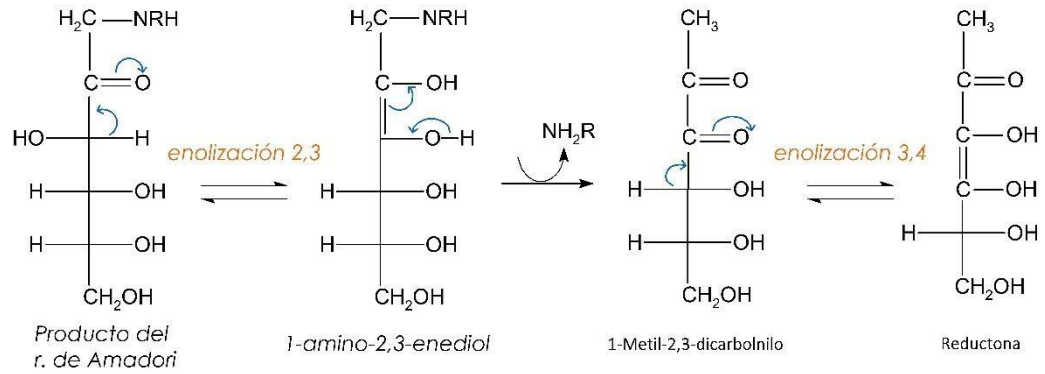


Alternativamente



b- Otra vía de degradación es a través de un intermediario metil- α -dicarbonilo:

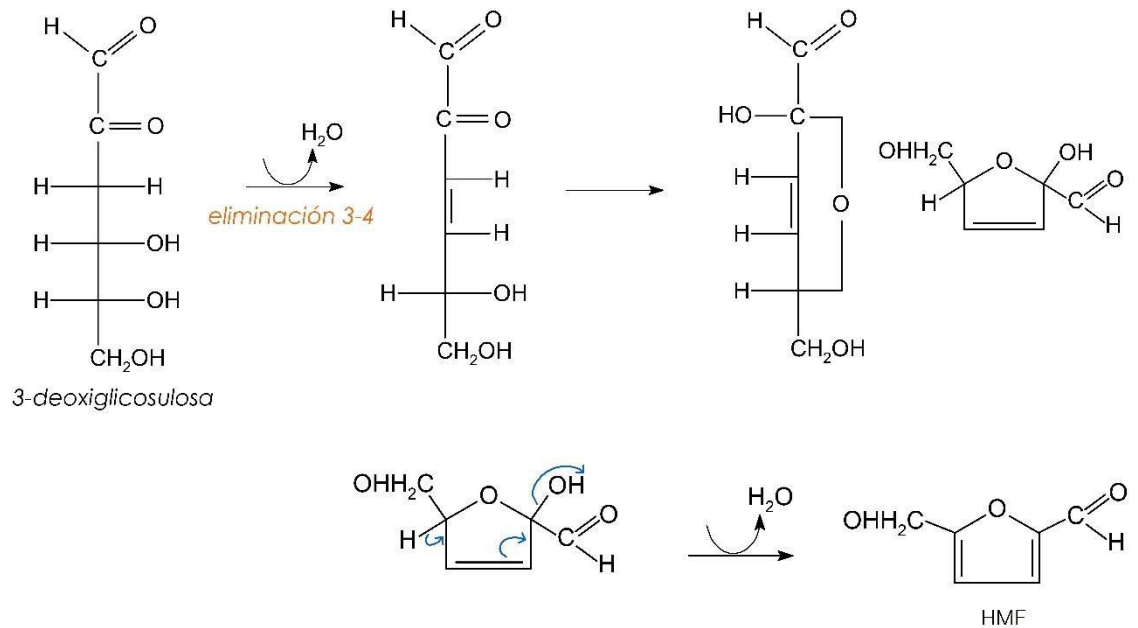
Figura 37 degradación es a través de un intermediario metil- α -dicarbonilo



2.2.a. Polimerización y formación de sustancias coloreadas a-

a partir de la 3-deoxiosona

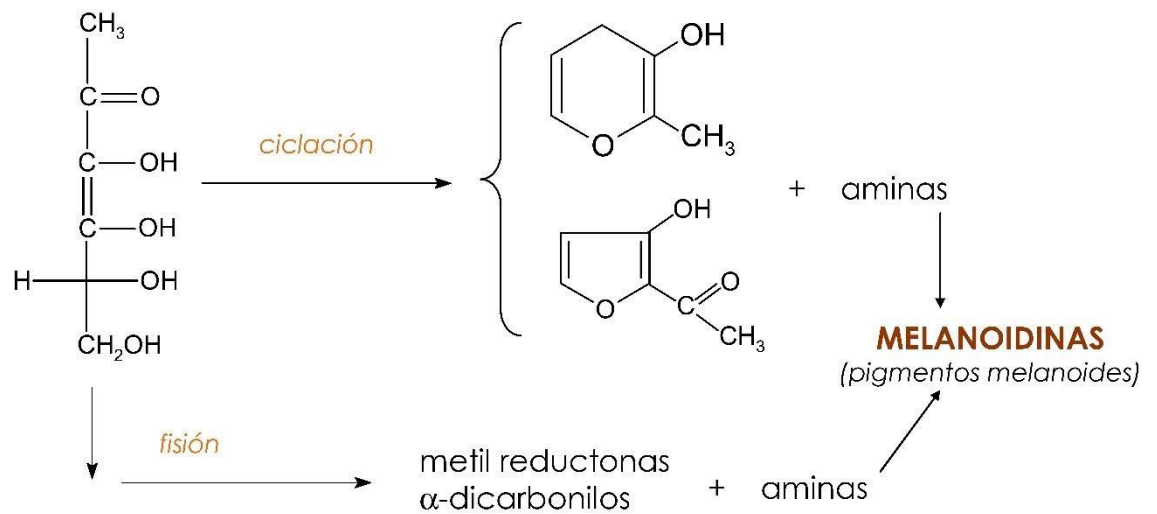
Figura 38 Formación de HMF a partir de 3-deoxiglicosulosa



Luego de formado el HMF comienza su interacción con aminas, provocando polimerizaciones sucesivas que forman Melanoidinas de mayor peso molecular a medida que prosiguen las reacciones de polimerización.

Figura

39 formación de HMF Partiendo de compuestos α,β -insaturados



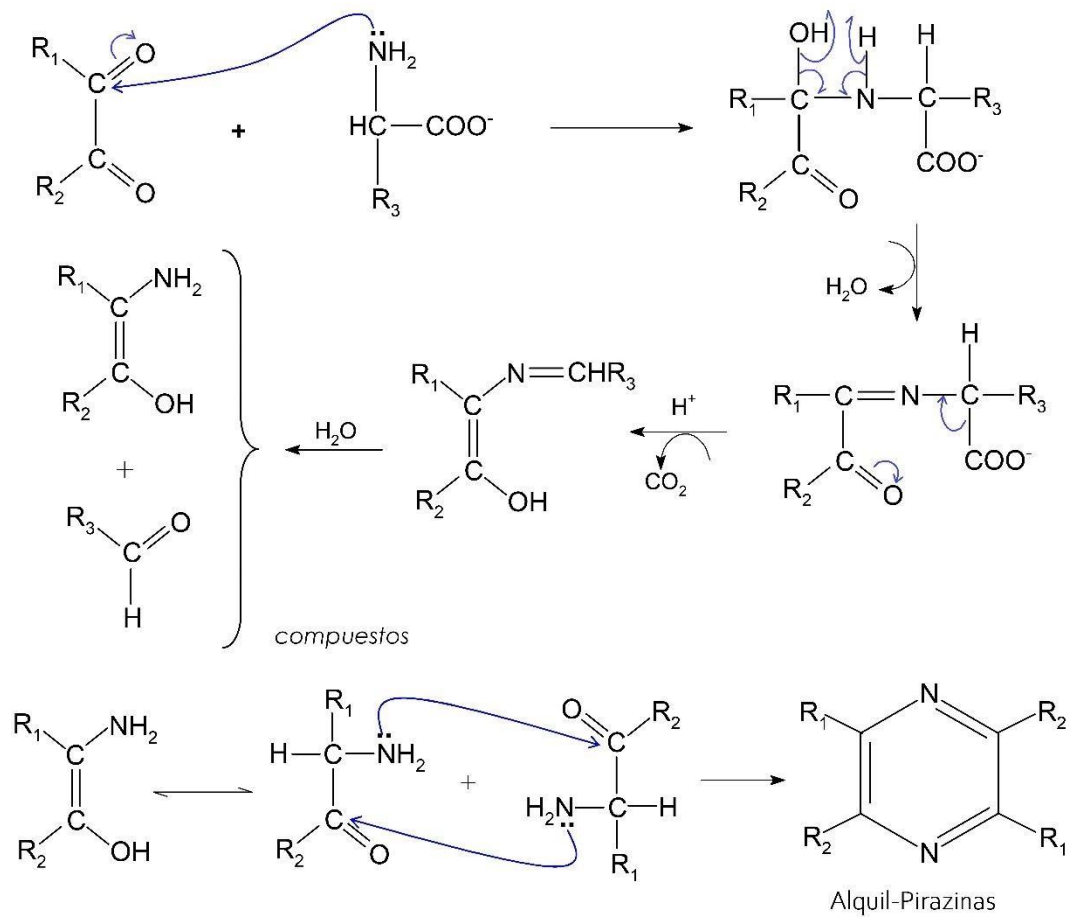
2.2.a. Degradación de Strecker

El mecanismo de Strecker por sí solo no sintetiza compuestos coloreados, sino muchos aldehídos de bajo peso molecular que contribuyen a retroalimentar la reacción, además de producir los olores típicos. Cabe indicar que este mismo mecanismo es el responsable de la producción de Pirazinas y de otras moléculas con un alto poder odorífico, como las que se encuentran en el café y el cacao. Por esta razón, la industria de los saborizantes sintéticos emplea la degradación de Strecker en forma controlada para elaborar compuestos, o mezclas de éstos, que imitan determinados sabores; se sabe que el calentamiento de cierto aminoácido con glucosa genera olores muy característicos, como se demuestra en la **Tabla 14** (BADUI DERGAL, 2006)

Tabla 14 Olores producidos por el calentamiento de un aminoácido con glucosa

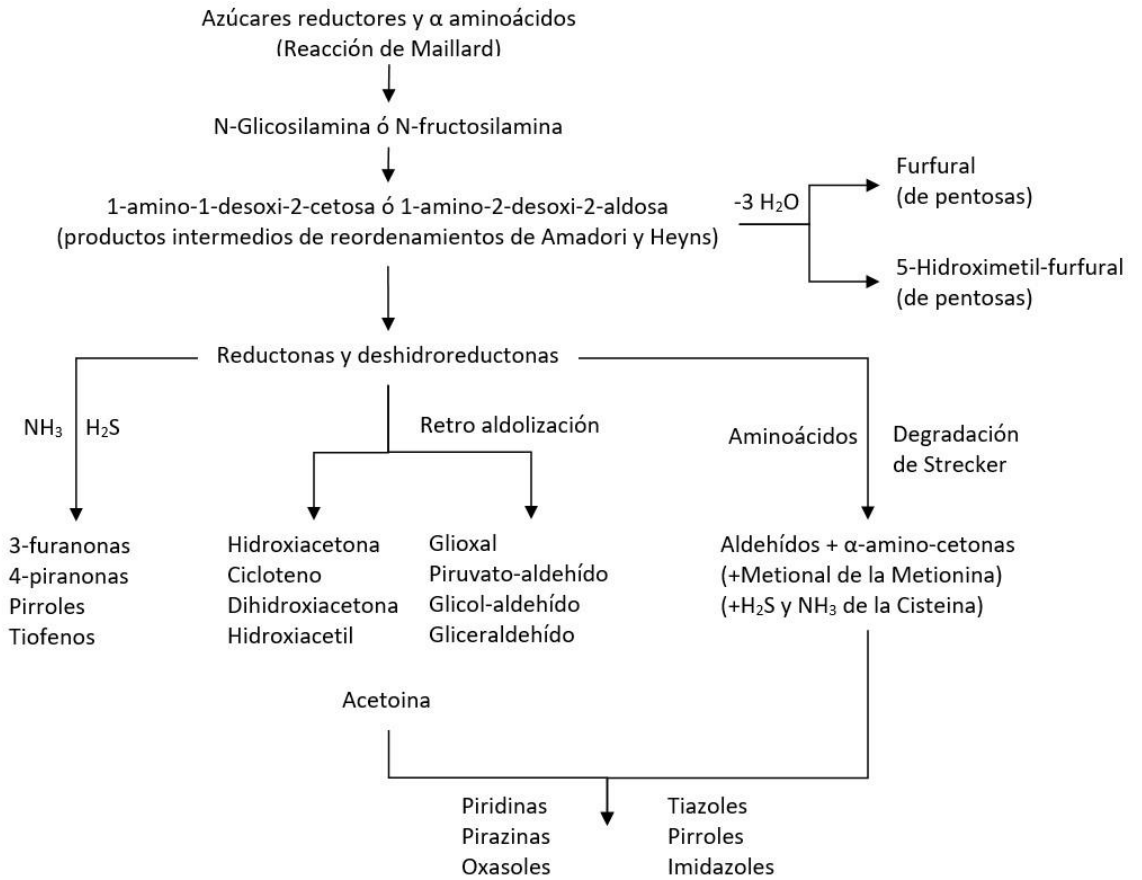
Aminoácido	Olor producido	
	100°C	180°C
Ninguno (sólo glucosa)	Ninguno	Caramelo
Valina	Pan de centeno	Chocolate muy fuerte
Leucina	Chocolate dulce	Queso quemado
Prolina	Proteína quemada	Aroma agradable de pan
Glutamina	Chocolate	Caramelo
Ácido aspártico	Azúcar	Caramelo
Lisina	Ninguno	Pan

Mecanismo



2.2.b. Producción de moléculas aromáticas

Figura 40 Esquema general de reacciones de formación de moléculas odorantes



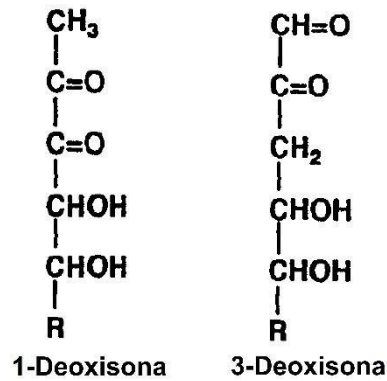
Una de las principales reacciones involucradas en la formación de aromas alimentarios durante el procesamiento térmico es la reacción de Maillard.

En la **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.** se proporciona un resumen de las reacciones principales implicadas hasta la formación de moléculas volátiles, las cuales aportan diversas características organolépticas.

En este punto las reductonas y deshidroreduccionas (1-desoxigliconas ó 3desoxigliconas) son dos importantes intermediarios (**¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.**). Estas pueden sufrir una reacción de retro aldolización para producir compuestos reactivos α-dicarbonilo, como el piruvaldehído y el diacetilo. Son estos compuestos reactivos los que interactuarán con otros componentes como el

amoníaco y el sulfuro de hidrógeno para producir muchos compuestos significativos a nivel organoléptico. (IKAN, 1996)

Figura 41 Reductonas y deshidroxisonas



2.3. Formación de amino compuestos aromáticos específicos de la reacción de Maillard

□ Compuestos específicos de Cisteína

La degradación térmica de los aminoácidos que no contienen azufre conduce a la formación de las aminas correspondientes a través de la descarboxilación; en el caso de aminoácidos que contienen Azufre, como es el caso de la Cisteína, se producen productos reactivos de la descomposición de las moléculas.

Hay muchas posibilidades de interacción con varios tipos de compuestos heterocíclicos, por lo cual, los compuestos generados en general aportan al perfil organoléptico del alimento.

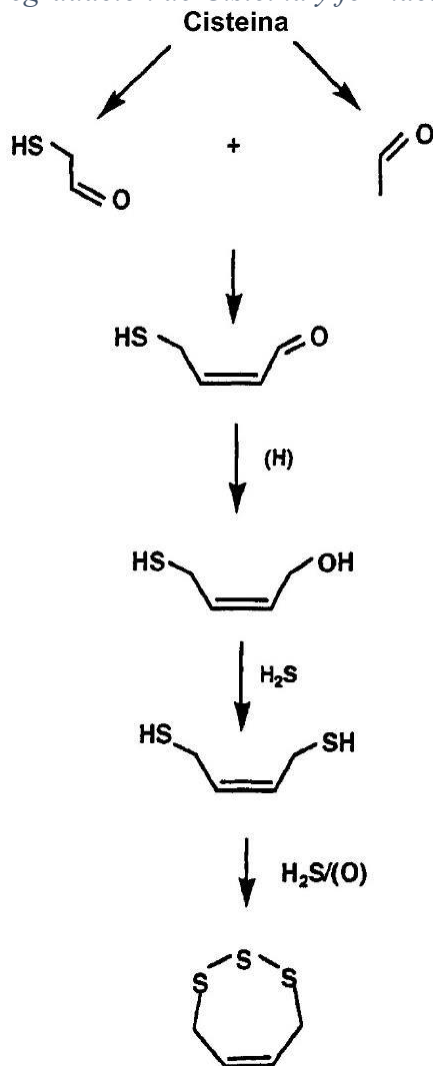
Boelens *et al.* estudiaron la degradación de cisteína/cistina en términos de productos primarios y secundarios, postulando un mecanismo de interacción entre el acetaldehído y el sulfuro de hidrógeno.

la interacción del acetaldehído y el sulfuro de hidrógeno forma sulfuro de bis(1mercaptoetilo), que se oxida a 3,5-dimetil-1,2,4-tritriolano en presencia de ácido o a

2,4,6-trimetilperhidro-1,3,5-ditiazina en presencia de amoníaco. Además, el sulfuro de bis(1-mercaptoetilo) se puede descomponer en diferentes sulfuros, incluidos el disulfuro de etilo y el trisulfuro de etilo.

Shu *et al.*, estudiaron el efecto del pH sobre la degradación térmica de la cisteína en solución acuosa diluida. Se observó una degradación vigorosa a pH 5,1, que es el punto isoeléctrico de la cisteína. A pH 2,2 los componentes mayoritarios fueron 1,2,3-tritia-5-ciclohepteno y 2-tiofenetiolo. Se juzgó que el 1,2,3-trithia-5-ciclohepteno se asemejaba a cebolla asada y olor a carne asada.

Figura 42 Degradación de Cisteína y formación de 1,2,3-trithia-5-ciclohepteno



La Figura 42 muestra la formación de 1,2,3-tritia-5-ciclohepteno por condensación de mercapto-acetaldehído y acetaldehído.

Tressl *et al.*, caracterizaron productos específicos de cisteína usando sistemas modelo de cisteína-xilosa, cisteína-glucosa y cisteína-ramnosa. Se identificaron treinta compuestos específicos de cisteína, algunos de los cuales se enumeran en la **Tabla 15**.

Tabla 15 Producto de Maillard derivados del sistema Cistina

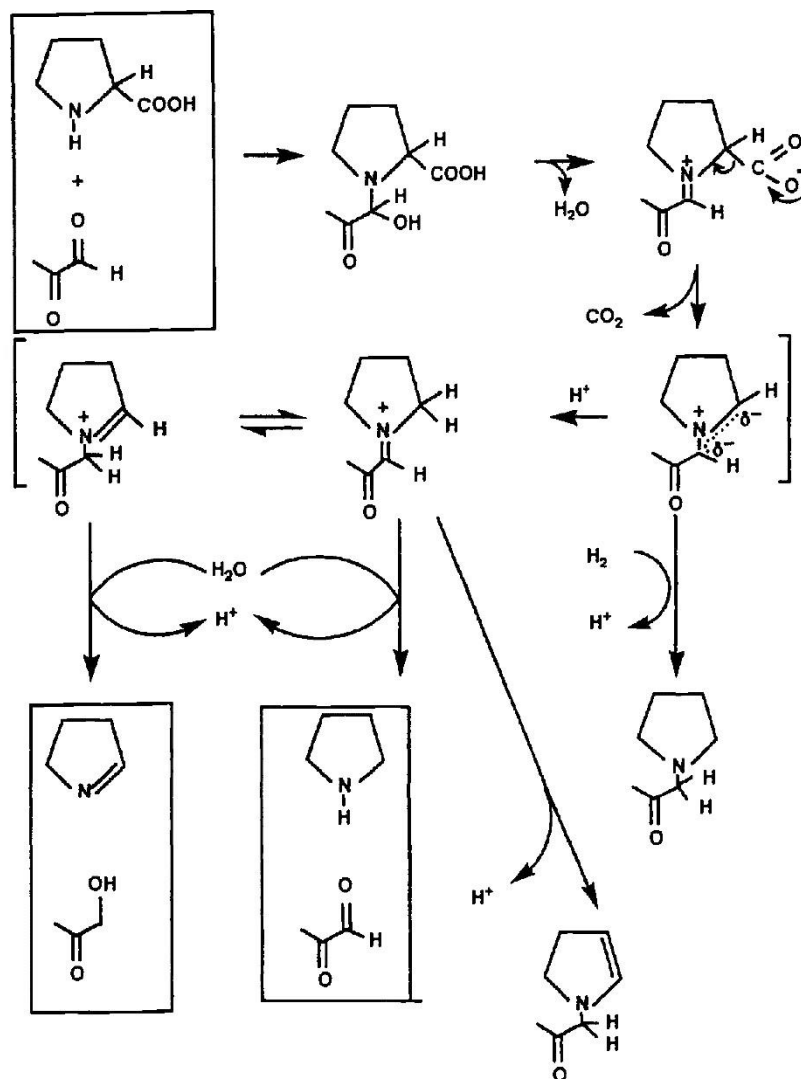
Derivados de la degradación de Strecker
Mercaptoacetaldehído
3,5-Dimetil-1,2,4-tritiolana
2,4,6-Trimetilperhidro-1,3,5-ditiazina
3,6-Dimethyl- 1,2,4,5-tetrathiane
1,2,3-Tritia-5-cicloheptene
2-Metil-1,3-ditiolane
3-Metil- 1,2-ditiolan-4-ona
Derivados de sisema modelo cisteina-pentosa
ácido 2-Mercaptopropiónico
2-Metil-3-mercaptotiofeno
2-hidroximetil-4-tiolanona
2-Metil-4-tianona
4-hidroxi-5-metil-3(2)-tiofenona
2-Metil-3(2)-tiofenona
2-Metil-3-tiolanona
2-Metil-4,5-dihidrotiofeno
Furfuril mercaptano
Derivados de sisema modelo cisteina-hexosa
4-hidroxi-2,4-dimetil-3(2)-tiofenona
2,4-Dihidroxi-2,5-dimetil-3(2)-tiofenona
2-hidroxi-2,5-dimetil-3(2)-tiofenona
2,5-Dimetil-3-tiolanona

Muchas de estas sustancias se han caracterizado como compuestos de impacto en los sabores de los alimentos. El furfuril mercaptano identificado en el sistema pentosa ha sido conocido como un componente de impacto del café tostado y el 2-metil-3mercaptotiofeno es un importante compuesto de sabor en la carne asada/cocida. (IKAN, 1996)

□ Formación de Pirrolidinas y Piperidinas

La formación de pirrolinas y pirrolidinas podría explicarse como resultado de la interacción entre la prolina y los α -dicarbonilos como el piruvaldehído, como se muestra en la Figura 43.

Figura 43 Mecanismo de formación Pirrolina, Pirrolidina, 1-acetonilpirrolidina y 1-acetonil-2-pirrolina

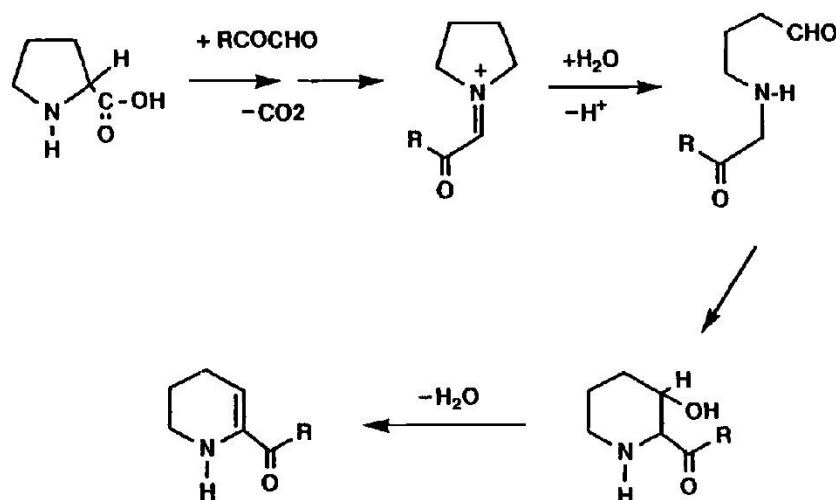


La deshidratación de los compuestos de interacción condujo a la formación de un carboxilato de iminio intermedio que se descarboxiló y protonó aún más hasta la formación del ion de iminio. Estos iluros son importantes intermediarios clave en la

formación de compuestos específicos de prolina. La hidratación y reducción de estos intermedios conducen a la formación de 1-pirrolina o pirrolidina y 1-acetonilpirrolidina.

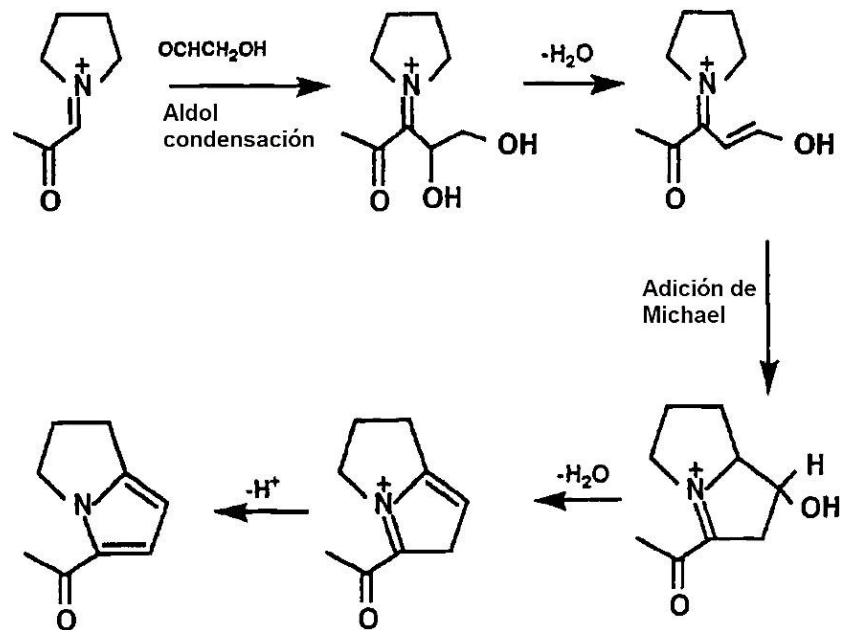
Entre las pirrolinas identificadas por Tressl *et al.*, la 2-acetil-1-pirrolina tiene un intenso olor a galleta salada. Se ha demostrado que esta sustancia es un compuesto de impacto en la corteza del pan de trigo. Las pirrolidinas poseen un agradable aroma a cereal o sésamo. Por otro lado, las piperidinas no tienen aromas característicos específicos. Las piperidinas, sin embargo, se transforman fácilmente en tetrahidropiridinas tras la deshidratación, y estas tetrahidropiridinas poseen aromas a pan, similares a galletas saladas, con un umbral de sabor muy bajo, en el rango de ppb. La formación de piperidinas se supuso a través de la ampliación del anillo de las pirrolidinas, como se muestra en la Figura 44.

Figura 44 Mecanismo propuesto para la formación de piperidinas and tetrahidropiridinas a partir de la prolina



Otro grupo de interés son las Pirrolizinas, las cuales poseen aromas a ahumado o tostado. En diferentes estudios se ha podido comprobar la presencia de más de 18 pirrolizinas. El mecanismo de formación propuesto también tiene como principal reactivo a la Prolina, según se muestra en la Figura 45.

Figura 45 Mecanismo propuesto para la formación de pirrolizinas a partir de la prolina



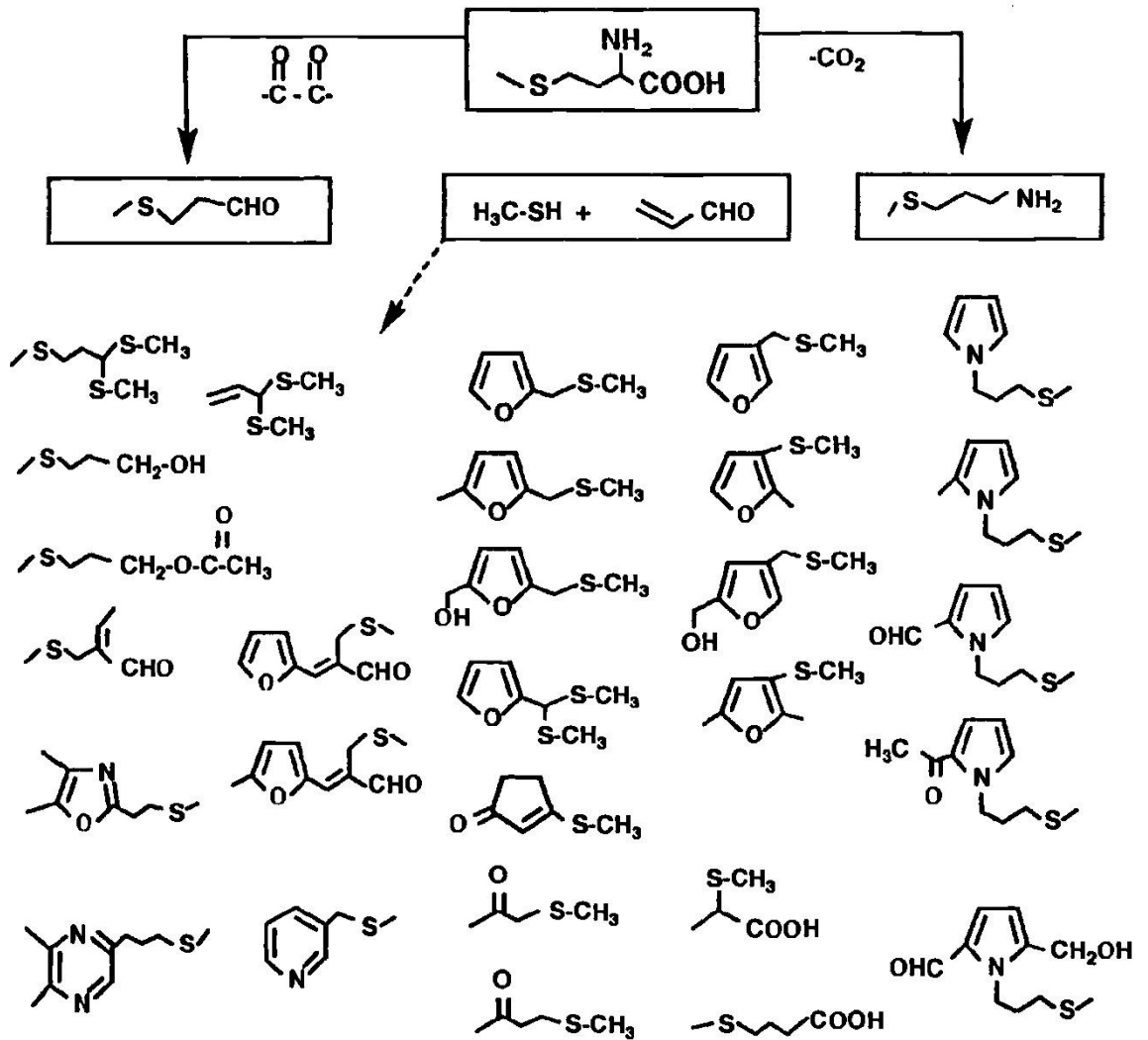
El principal compuesto identificado es 2,3-dihidro-1H-pirrolizina y sus derivados, los cuales se han encontrado en sistemas sacarosa/treonina y sacarosa/serina o bien por reacción entre xilosa y lisina.

□ Compuestos derivados de la Metionina

Los productos de Maillard identificados en los experimentos modelo de azúcar reductor y metionina resultan predominantes el aldehído de Strecker (metional) y el metilmercaptano, respectivamente.

46 productos identificados en la degradación de Strecker en medio modelo metionina/azúcar reductor

Figura

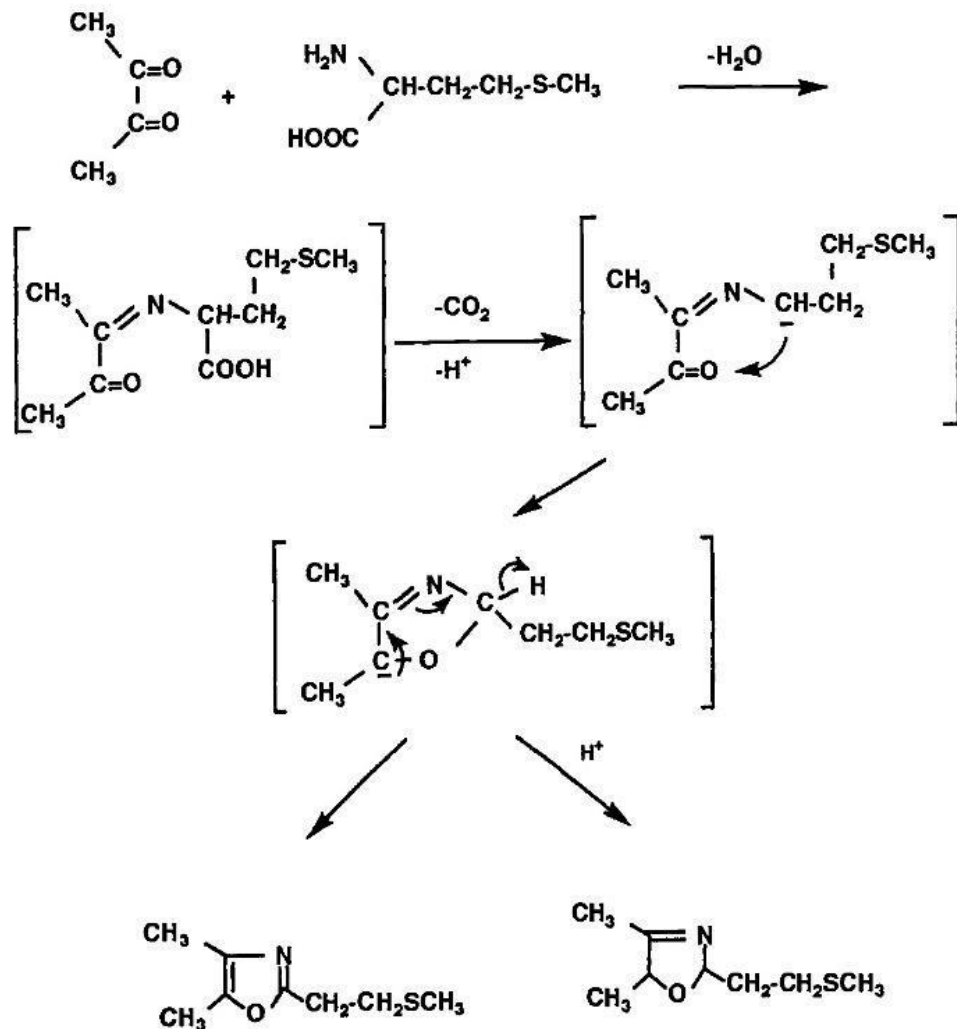


La Figura 46 resume los compuestos específicos de metionina informados por Tressl *et al.*, Los compuestos heterocíclicos que contienen una cadena lateral de metiltioetil o metiltiopropilo, como 2-(2-metiltioetil)-4,5-dimetiloxazol y 2-(3metiltiopropil)-5,6-dimetilpirazina, son los más interesantes. Hartman y Ho, informaron compuestos similares como 2-(2-metiltioetil)-4,5-dimetil-3-oxazolina y 2-(4metiltiobutil)-3,5,6-trimetilpirazina en la reacción de metionina con 2,3-butanodiona. La formación de 2-(2-metiltioetil)-4,5-dimetiloxazol y su análogo oxazolina puede explicarse por el mecanismo expuesto por Rizzi, como se muestra en la Figura 47.

Figura

47 formación de 2-(2-methyltioetil)-4,5-dimethiloxazola

y 2-(2-methyltioetil)-4,5-dimetil-3-oxazolona a partir de la reacción de metionina y 2,3butanodiona

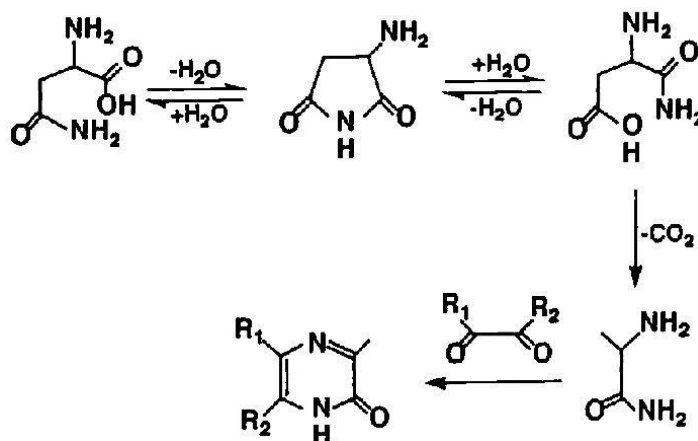


□ Compuestos específicos de Asparagina

Shu y Lawrence, reportaron la identificación de 3,5-dimetil-6-etil-2(1H)pirazinona, 3,6-dimetil-5-etil-2(1H)-pirazinona, 3,5,6-trimetil- 2(1H)-pirazinona y 3metil-5,6-dietil-2(1H)-pirazinona como productos de Maillard específicos de asparagina a partir de la reacción de asparagina y monosacáridos. Se ha propuesto que la formación de este grupo de compuestos es un proceso de condensación entre el α -dicarbonilo y

alanina amida, como se muestra en la Figura 48. Este último se genera a partir de asparagina a través de imida cíclica e isoasparagina por descarboxilación.

Figura 48 Mecanismo de formación de 3-metil-2(1H)-pirazinona a partir de la reacción de Asparagina y glucosa

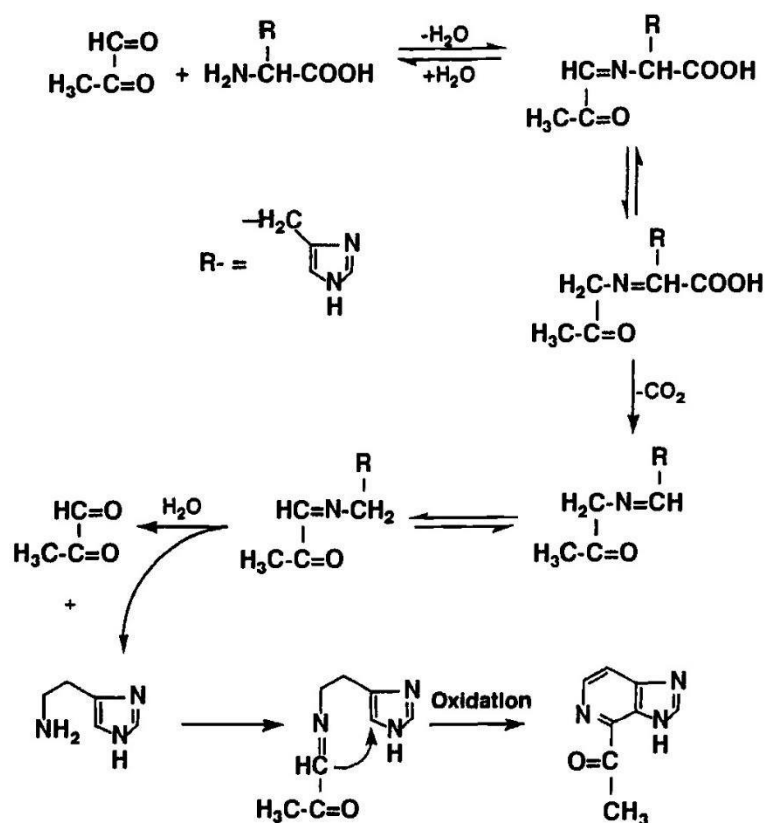


□ Compuestos específicos de Histidina

Gi y Baltes, identificaron 2-acetil- y 2-propionil-pirido[3,4-d]imidazol junto con sus correspondientes tetrahidropirido derivados como compuestos específicos de histidina.

El mecanismo propuesto para la formación de 2-acetil-pirido[3,4-d]imidazol a través de la degradación de Strecker de histidina con aldehído pirúvico se muestra en la Figura 49

Figura 49 Mecanismo propuesto de formación de 2-acetil-pirido[3,4-d]imidazol vía degradación de Strecker de histidina y aldehído pirúvico



(IKAN, 1996)

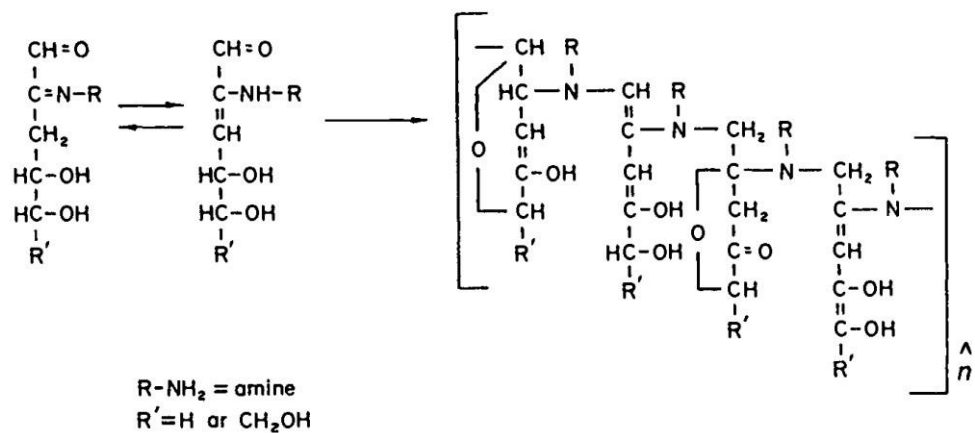
Otras reacciones posteriores incluyen la formación de productos finales de glicación avanzada (AGE), como N-ε-(carboximetil)-lisina (CML), N-ε-(carboxietil)lisina (CEL), pirralina, dímero de metilglioxal-lisina (MOLD), glioxal -dímero de lisina (GOLD) y pentosidina, que son todas modificaciones formadas en residuos de Lys.

MOLD, GOLD y pentosidina son compuestos reticulados derivados de dos residuos de Lys (MOLD y GOLD) o de un residuo de Lys y un residuo de Arg (pentosidina). Arg también se puede modificar a isómeros de hidroimidazolinona derivados de metilglioxal (MG-Hn). Otros intermedios reactivos de la reacción de Maillard incluyen furfural, 5-(hidroximetil) furfural (HMF), reductonas y acrilamida. Eventualmente, se forman compuestos poliméricos grandes, melanoidinas, que causan el oscurecimiento. En conjunto, estos conducen a cambios importantes en la composición,

la estructura y la función de los componentes de los alimentos, incluidas las proteínas, los aminoácidos y los azúcares, y tienen implicaciones potencialmente significativas para los alimentos. color, sabor, funcionalidad proteica y digestibilidad de los alimentos (LUND & RAY, 2017).

2.4. Formación de Melanoidinas

Figura 50 Estructura teórica y constituyentes de Melanoidinas (adaptada de Kato and Tsuchida, 1981)



Las melanoidinas son conocidas por varias propiedades funcionales.

- Efecto fotosensitivo (Gomyo & Miura, 1983)
- Interacción con iones metálicos. Cu (II), Fe (II) y Zn (II) (Hashiba, 1986; Terasawa *et al.*, 1991).
- Efecto antioxidante (Kim *et al.*, 1986; Yamaguchi, 1986)
- Acción antimicrobiana (Einarson & Eriksson, 1990)
- Acción dietaria como fibra (Gomyo & Miura, 1986) - Efecto contra las bacterias entéricas (Horikoshi *et al.*, 1981) - Inhibición de la tripsina (Hirano *et al.*, 1994).

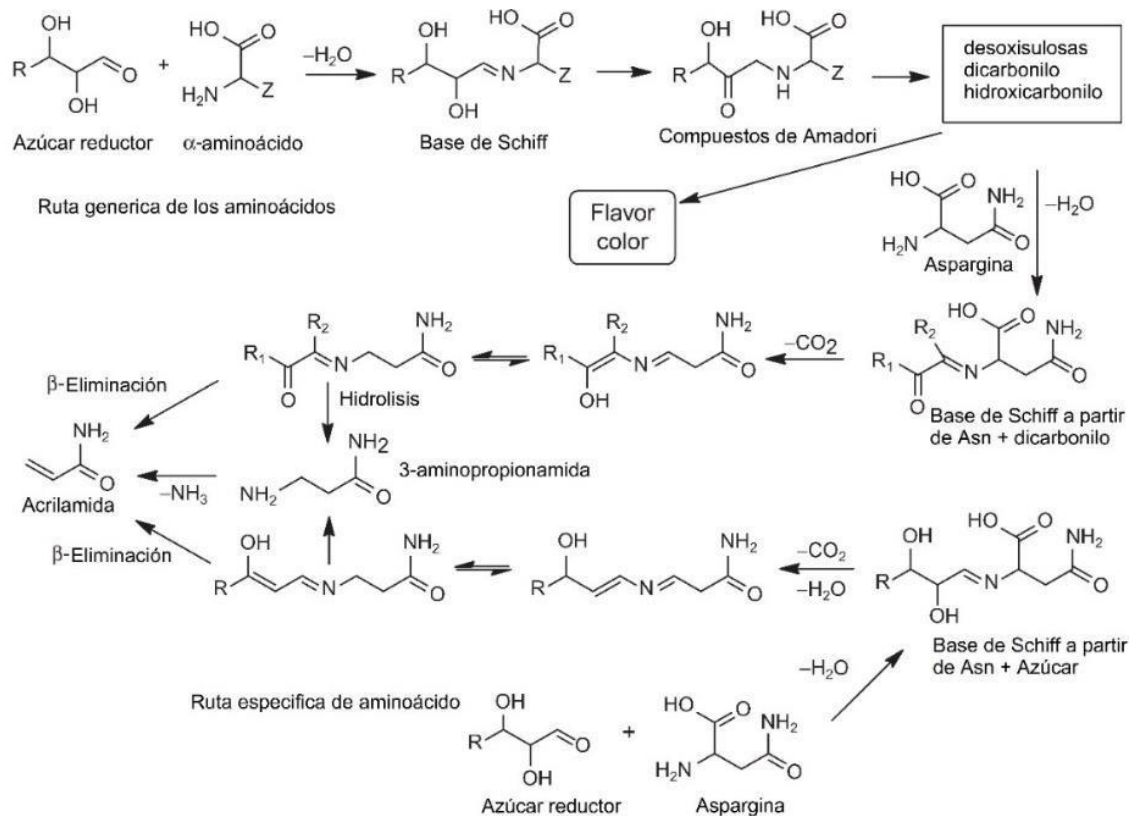
(IKAN, 1996)

Dentro de estas cabe destacar que tienen mayor rendimiento en términos de eliminación y poder reductor de radicales indeseables que el hidroxibutilanisol (BHA), el antioxidante sintético más utilizado a nivel de la industria alimentaria (Vhangani y Wyk, 2016) (GÓMEZ VÁZQUEZ, 2020).

2.5. Formación de Acrilamida

En 2002, se encontró acrilamida en productos de papa, trigo y centeno que habían sido fritos u horneados. Esto causó preocupación en todo el mundo porque la acrilamida está clasificada como probable carcinógeno humano por la IARC (1994), y dos artículos publicados en Nature poco después indicaron que su formación estaba muy relacionada con la química de Maillard (Mottram *et al.*, 2002; Stadler *et al.*, 2002). Desde entonces, se ha dedicado mucho esfuerzo a identificar precursores clave, comprender el camino de formación y desarrollar estrategias de mitigación (Friedman y Levin, 2008; Stadler, 2005). Es evidente que la acrilamida se forma durante la reacción entre la asparagina y los azúcares reductores, y se han propuesto varios mecanismos basados en la química de Maillard.

Figura 51 formación de acrilamida. Parker et al. (2012)



En la Figura 51 se muestran dos rutas químicas posibles. La primera es la vía genérica de los aminoácidos, donde las reacciones iniciales son idénticas al primer paso de la reacción de Maillard, formando dicarbonilos reactivos. Luego, la asparagina reacciona con estos dicarbonilos para pasar por los primeros pasos de la degradación de Strecker formando la base de Schiff. Sin embargo, la descomposición de la base de Schiff que contiene asparagina es diferente y se forma acrilamida. La vía específica de aminoácidos fue propuesta por Zyzak *et al.*, (2003) y muestra que la acrilamida se forma directamente a partir de la base de Schiff de glucosa-asparagina y evita tanto la formación de productos de reordenamiento de Amadori, como la fragmentación del azúcar (Parker *et al.*, 2012). Es probable que estas dos rutas existan en paralelo y sus contribuciones relativas estén influenciadas por los otros componentes del sistema (PARKER, ELMORE, & METHVEN, 2014).

La formación de Acrilamida se forma en una gran variedad de alimentos, particularmente en los ricos en carbohidratos (azúcares reductores) cocinados a más de 120°C. Sin embargo, la formación de Acrilamida tuvo lugar por debajo de los 120°C con un bajo contenido de humedad y condiciones de calentamiento prolongado.

Los cationes monovalentes y divalentes (Na^+ y Ca^{2+} o Mg^{2+}) mostraron un efecto notable en la reducción de la acrilamida. Además, los cationes polivalentes también son capaces de reducir la formación de acrilamida durante el calentamiento. Estos iones podrían interactuar con la asparagina evitando la formación de compuestos intermedios de la base de Schiff y, por lo tanto, la generación de acrilamida.

En la **Tabla 16**, podemos ver el contenido de Acrilamida en diversos productos; lo que expresa que su presencia es muy extendida.

Los factores que aumentan la producción de Acrilamida son:

- temperatura de procesamiento alta (más de 120 °C)
- alto contenido de carbohidratos
- presencia de asparagina libre
- altas concentraciones de azúcares reductores
- pH
- contenido de agua
- Presencia de bicarbonato de amonio
- alta concentración de aminoácidos competidores
- presencia de cationes

Tabla 16 Contenido de Acrilamida en alimentos

Producto/grupo de productos	Rango de Acrilamida ($\mu\text{g} \cdot \text{kg}^{-1}$)
Productos de panadería y galletas	18-3.324
panes	<10-3.200
Pan (tostado)	25-1.430
Cereales de desayuno	<10-1.649
productos de chocolate	<2-826
Sustitutos del café	80-5.399
Productos lácteos	<10-130
papas fritas/chips	59-5.200
Carnes	<10-116
Patatas (crudas)	<10-<50
Papas fritas	117-4.215
Cafe tostado	45-9.359

(KRISHNAKUMAR & VISVANATHAN, 2014)

3. Factores que afectan la reacción de Maillard

Las reacciones de pardeamiento no enzimático están influenciadas por muchos factores:

- Concentración de los reactivos
- Tiempo de interacción
- pH inicial
- actividad de agua
- Naturaleza de los reactivos y ratio entre ellos
- Temperatura

Dentro de estos factores el más importante, respecto a la velocidad de reacción, es la temperatura, por lo cual la optimización de los procesos térmicos que se aplican es esencial para disminuir los productos generados por la reacción de Maillard

(ECHAVARIA VÉLEZ, IBARZ, & PAGÁN, 2012)

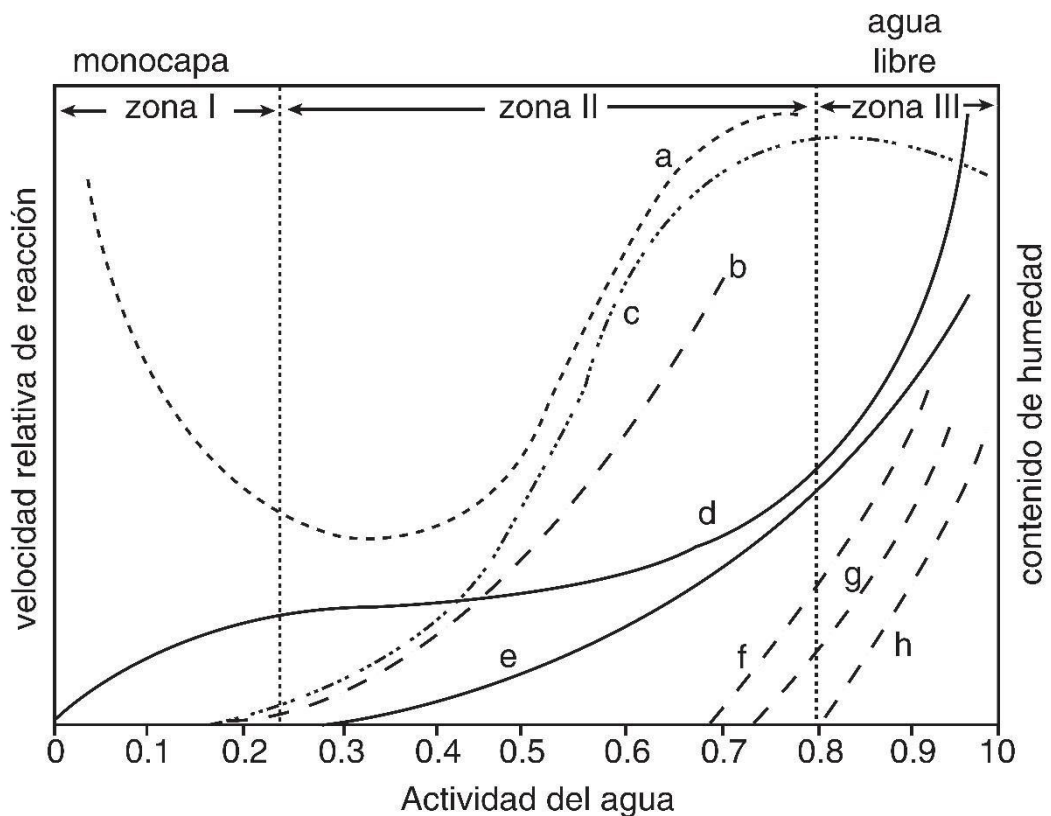
El pH alcalino incrementa la velocidad y alcanza un máximo a pH 10; sin embargo, hay que recordar que existen muy pocos alimentos que tengan $\text{pH} > 7$ en forma natural

(como el huevo). Por lo contrario, el mecanismo se inhibe en condiciones muy ácidas, que normalmente no se encuentran en los alimentos.

Las temperaturas elevadas también aceleran la reacción de Maillard, pero debido a que su energía de activación es baja, se observa de igual manera hasta en condiciones de refrigeración. En términos generales, la E_a es del orden de 16 a 30 kcal/mol, y el valor de su coeficiente de temperatura, Q_{10} (en el intervalo de 0 a 70°C), es de 2 a 3; es decir, por cada 10°C de aumento, la velocidad se incrementa entre dos y tres veces. En el caso del pardeamiento del jugo de manzana de 65 a 75° Brix, la E_a es de 16.4 a 19.3 kcal/mol, mientras que para la pera es de 21.9 kcal/mol. En sistemas modelo de caseínaglucosa se sigue una relación lineal entre la temperatura y la velocidad de reacción en un intervalo de 0 a 90°C, de acuerdo con la ecuación de Arrhenius. Por otra parte, este mecanismo se ajusta también a un modelo de primer orden aparente en el jugo de manzana, el cual depende de la temperatura, la composición y los sólidos solubles.

Otro factor importante es la actividad del agua, por lo que los alimentos de humedad intermedia son los más propensos;

Figura 52 Cambios que ocurren en los alimentos en función de la actividad del agua



Nota. a) Oxidación de lípidos; b) reacciones hidrolíticas; c) oscurecimiento no enzimático; d) isoterma de adsorción; e) actividad enzimática; f) crecimiento de hongos; g) crecimiento de levaduras, y h) crecimiento de bacterias

en la **a) Oxidación de lípidos; b) reacciones hidrolíticas; c) oscurecimiento no enzimático; d) isoterma de adsorción; e) actividad enzimática; f) crecimiento de hongos; g) crecimiento de levaduras, y h) crecimiento de bacterias** Figura 52 se observa que los valores de a_w , de 0,6 a 0,9 son los que más la favorecen: una actividad del agua menor no permite la movilidad de los reactantes, lo que inhibe el mecanismo. Una actividad del agua mayor produce el mismo efecto: por ser producto de la propia reacción, el agua ejerce una acción inhibitoria (de acuerdo con la ley de acción de masas), ya que diluye los reactantes.

El tipo de aminoácido es decisivo, puesto que será más reactivo en la medida en que se incremente el tamaño de la cadena y tenga más de un grupo amino. Por esta razón, la lisina, con su amino en posición ϵ es el más activo; también pueden intervenir otros

aminoácidos, como la arginina, la histidina y el triptófano. Se sabe que en los sistemas modelo de glucosa-aminoácido, la velocidad se incrementa con los aminoácidos cuyo grupo amino está más alejado del carboxilo. El aspartamo es un dipéptido, y también está sujeto a estos cambios; con la glucosa presenta una energía de activación de 22 kcal/mol y un valor de Q_{10} de 2,4.

Los azúcares reductores que más favorecen la reacción de Maillard son, en primer término, las pentosas, y en segundo las hexosas; asimismo, las aldosas actúan más fácilmente que las cetosas, y los monosacáridos son más efectivos que los disacáridos. De acuerdo con ello y en términos generales, la xilosa es el azúcar más activo, seguido de la galactosa, la glucosa, la fructosa, la lactosa y la maltosa; por su parte, la sacarosa, que carece de poder reductor, interviene sólo si se hidroliza previamente, lo cual es muy sencillo. Este ordenamiento no es estricto, ya que, en sistemas específicos, como el freído de papas, la fructosa es más activa que la glucosa y en otros esta situación se invierte. Los ácidos nucleicos también intervienen, porque contienen ribosa altamente reactiva. En los sistemas modelo de caseína se ha demostrado que esta transformación se lleva a cabo a diferentes velocidades, de acuerdo con el azúcar que se emplea.

(BADUI DERGAL, 2006).

3.1. Temperatura y tiempo de calentamiento

La temperatura y la duración del calentamiento fueron estudiadas por el mismo Maillard (1912), quien informó que la velocidad de la reacción aumenta con la temperatura. Un aumento de la temperatura produce un aumento de la reactividad entre los azúcares y los grupos amino. El modelo de Arrhenius se ha utilizado a menudo para evaluar la dependencia de Maillard.

4. Impacto organoléptico de las Melanoidinas

Según los estudios de Hoffman *et al.*, en café, se ha podido determinar que las melanoidinas tienen efecto sobre los aromas. En dichos ensayos se agregó una mezcla de volátiles que se había determinado para definir el aroma del café tanto al agua, como al agua más melanoidinas del café. Descubrieron que las mezclas modelo en agua y agua más melanoidinas tenían inicialmente un aroma similar, pero que el aroma de la solución que contenía melanoidinas cambiaba durante el almacenamiento (30 min a 40 °C). La mezcla perdió sus notas azufradas y tostadas características. Los estudios analíticos mostraron que aproximadamente el 50 % del furfural mercaptano se perdió después de 20 minutos de almacenamiento, y estuvo casi ausente después de 30 minutos de almacenamiento. Encontraron pérdidas similares de formiato de 3-metil-3-butenol-1 y 3-mercapto-3-metilbutilo. Se considera que estos tres volátiles de azufre dan el aroma del café tostado-azufrado.

En estudios posteriores determinaron que todas las melanoidinas, sin importar el peso molecular de la misma, reaccionaron con los volátiles que contenían azufre. Los intentos de liberar los volátiles unidos a melanoidina mediante la adición de otros tioles libres no tuvieron éxito, lo que sugiere que los compuestos de azufre no estaban simplemente involucrados en el intercambio de disulfuro como se observa en las proteínas. El trabajo adicional apoya firmemente la hipótesis de que los tioles están unidos covalentemente a los iones pirazinio, que son productos de oxidación de los iones radicales 1,4-bis-(5-amino-5-carboxi-1-pentil) pirazinio. Esta pérdida de compuestos aromáticos a través de la reacción química es de interés primero porque puede explicar parcialmente la diferencia en el aroma del café recién preparado frente al café añejo (o café instantáneo). (REINECCIUS, 2006)

Las Melanoidinas se han podido medir, de manera cualitativa, ya que varían su absorbancia en diferentes rangos, de acuerdo con su peso molecular. La absorbancia a 294 nm está asociada con la presencia de MRP (Maillard Reaction Product) temprano y de bajo peso molecular, mientras que el desarrollo de MRP de alto peso molecular puede ir seguido de un aumento en la absorbancia a 420 nm. Por lo tanto, estos valores pueden usarse como medidas arbitrarias de la presencia de melanoidina. En estudios sobre granos agotados de malta (BSG, Brewers' spent grain), se ha observado que los Abs 420 nm y Abs 294 nm de las melanoidinas aumentaron con la intensidad del tueste. Por lo tanto, se pudo establecer que el nivel de dorado de MRP en las muestras fue en el siguiente orden: Pilsen < Caramelo 60≈Caramelo 120 < Chocolate.

Por otro lado, la alta absorbancia encontrada en el UV lejano confirma la presencia de enlaces peptídicos en la estructura de la melanoidina (PATRIGNANI & GONZÁLEZ FORTE, 2021).

5. Contenido de HMF en alimentos

El hidroximetil furfural (HMF) es reconocido como indicador por excelencia del pardeamiento no enzimático y a menudo se utiliza como un índice de los cambios de deterioro debido a calentamiento excesivo o almacenamiento a temperaturas indebidas en los alimentos. En alimentos frescos los niveles de HMF son prácticamente cero.

Los tratamientos térmicos durante los procesos de fabricación y las temperaturas de almacenamiento inadecuadas afectan la calidad de los productos a base de frutas a través de reacciones de pardeamiento no enzimático. Los jugos y/o purés de frutas sufren cambios de sabor, olor, color y nutrición cuando se almacenan a temperaturas elevadas y/o durante períodos prolongados de tiempo. Por tal, el HMF es uno de los índices más utilizados en estudios de pardeamiento no enzimático en jugos y derivados de frutas. El

estudio del contenido de HMF es significativo, ya que indica el grado de calentamiento de los productos tratados durante el procesamiento y/o almacenamiento, por esto cuantificar dicho aldehído es considerado como un parámetro de calidad para productos alimenticios concentrados.

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 de este (Ribeiro Moreira, 2018).

Una gran cantidad de trabajos han evaluado el HMF como indicador del oscurecimiento no enzimático en diferentes jugos y concentrados de frutas, en mermeladas y alimentos infantiles a base de frutas, en jugos hervidos, y en pasta de tomate.

Muestra	Contenido de solidos	
	solubles (°Brix)	HMF (ppm)
Concentrado de Fresa ^a	65 ± 0,1	0,4 ± 0,0
Concentrado de rosa de brezo ^a	13 ± 0,0	0,5 ± 0,0
Concentrado de Durazno ^a	14 ± 0,1	0,5 ± 0,0
Concentrado de Durazno ^a	21 ± 0,1	1,5 ± 0,1
Concentrado de Cherry ^a	60 ± 0,0	3,0 ± 0,2
Concentrado de Naranja ^a	65 ± 0,2	3,5 ± 0,2
Concentrado de Manzana ^a	66 ± 0,1	4,5 ± 0,1
Jugo de Mora hervido ^a	73 ± 0,2	12,8 ± 0,3
Jugo de Mora hervido ^b	74 ± 0,1	32,0 ± 0,4
Jugo de Mora hervido ^b	78 ± 0,0	113 ± 0,8
Jugo de Mora hervido ^b	67 ± 0,0	152,0 ± 1,0
Jugo de Uva hervido ^a	64 ± 0,1	18,4 ± 0,4
Jugo de Uva hervido ^a	69 ± 0,0	31,0 ± 0,5
Jugo de Uva hervido ^b	77 ± 0,1	55,8 ± 0,2
Jugo de Uva hervido ^b	78 ± 0,0	68,7 ± 0,3
Jugo de Uva hervido ^b	78 ± 0,0	88,0 ± 0,5
Jugo de Uva hervido ^b	74 ± 0,1	124 ± 1,0
Jugo de Uva hervido ^b	79 ± 0,1	142 ± 1,3

Jugo de Uva hervido ^b	78 ± 0,0	158 ± 1,4
Jugo de Uva hervido ^b	77 ± 0,0	200 ± 1,7
Jugo de Granada hervido ^b	72 ± 0,1	514 ± 2,4
Jugo de Granada hervido ^b	69 ± 0,2	980 ± 2,0
Jugo de Granada hervido ^b	68 ± 0,1	2476 ± 4,2
Jugo de Granada hervido ^b	70 ± 0,1	3500 ± 4,3
Pasta de pimentón ^b	57 ± 0,2	0,4 ± 0,0
Pasta de pimentón ^b	61 ± 0,2	0,6 ± 0,0
Pasta de pimentón ^b	60 ± 0,3	3,0 ± 0,2
Pasta de pimentón ^b	58 ± 0,1	4,0 ± 0,3
Pasta de pimentón ^b	55 ± 0,1	6,0 ± 0,2
Pasta de pimentón ^b	55 ± 0,2	0,5 ± 0,1
Pasta de Tomate ^b	54 ± 0,1	3,6 ± 0,1
Pasta de Tomate ^b	53 ± 0,0	5,5 ± 0,3
Pasta de Tomate ^b	55 ± 0,1	6,0 ± 0,3
Pasta de Tomate ^b	54 ± 0,1	6,1 ± 0,1
Pasta de Tomate ^a	30 ± 0,1	15,0 ± 0,7
Pasta de Tomate ^a	29 ± 0,0	18,0 ± 0,4

^a Producción comercial; ^b Producción tradicional.

Nota. Extraído de (FAHRETTIN GOGUS & EREN, 2005).

A partir de lo anterior, podemos inferir que los productos concentrados a través de procesos tradicionales, es decir, en los que la evaporación se produce a presión atmosférica, y, por lo tanto, los tratamientos térmicos que se utilizan son mayores, genera un aumento progresivo, sostenido y significativo en la acumulación de HMF.

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, 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).

6. Efecto de los productos de la reacción de Maillard sobre la salud

A través de diferentes rutas químicas, los productos de Amadori generan compuestos diversos conocidos como productos de glicación avanzada (AGES). Cabe destacar que durante el transcurso de la reacción de Maillard pueden producirse diversas reacciones paralelas, además del esquema de reacción mencionado previamente, dando lugar a productos intermedios perjudiciales para la salud, como es el caso de los compuestos α -dicarbonílicos. Éstos compuestos son a su vez los precursores de otros, como, por ejemplo, de los aldehídos de Strecker, responsables de la aromatización de numerosos productos cotidianos.

Efectos perjudiciales de la reacción de Maillard:

□ La interacción de los productos finales de la glicación avanzada (AGES) con los receptores específicos, llamados receptores de los productos finales de glicación avanzada (RAGE), puede conducir a la generación de radicales libres. La presencia de éstos, a su vez, puede estimular la activación de plaquetas con la promoción de trombosis (Voyer, 2019).

□ Los productos de la reacción de Maillard han sido relacionados con procesos inflamatorios, daños vasculares, incapacidad renal, potenciación del estrés oxidativo, defectos inmunes, resistencia a la insulina y complicaciones diabéticas (Zhong *et al.*, 2019).

□ Además de formarse en los alimentos, los AGES también se forman de manera endógena, donde se asocian con diversas afecciones inflamatorias y pueden contribuir al progreso de ciertas enfermedades como la aterosclerosis o Alzheimer (Lund y Ray, 2017). Sin embargo, no está claro si la formación de los AGE in vivo es una causa o una consecuencia de las afecciones inflamatorias.

□ Algunos productos de la reacción de Maillard, como la carboximetil lisina (CML), pueden actuar como carcinógenos (Tamanna y Mahmood, 2015).

Efectos beneficiosos de la reacción de Maillard

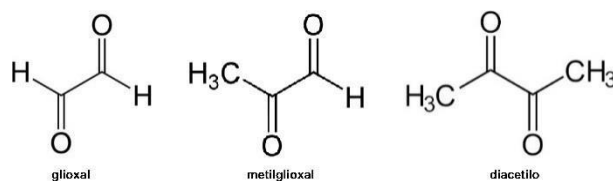
□ Los productos de la reacción de Maillard originados a partir del sistema modelo fructosa – triptófano presentan una elevada actividad anticancerígena (Liu et al., 2020).

□ Puede conducir a la formación de compuestos antioxidantes (Machiels y Istasse, 2002). (GÓMEZ VÁZQUEZ, 2020).

7. Compuestos de inhibición de productos intermedios de la reacción de Maillard

Algunos de los compuestos mencionados más frecuentemente como potencialmente riesgosos para la salud son los compuestos α -dicarbonílicos. Como ya se ha mencionado las mismas son moléculas intermediarias de las reacciones de Maillard o son originadas a través de la ruptura de moléculas de azúcares. Entre los más mencionados por su actividad biológica están, el glioxal, metilglioxal y el diacetilo. *Figura 53*

Compuestos α -dicarbonilos



Estos compuestos producen:

□ Inducen citotoxicidad en células humanas e inhiben enzimas reparadoras del ADN humano.

□ El diacetilo, por su parte, reproduce características propias de la bronquiolitis obliterante humana.

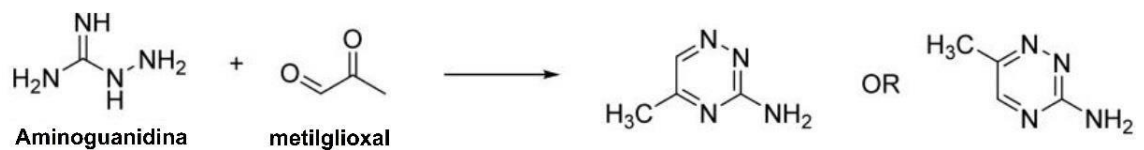
□ Son precursores de sustancias tóxicas como el 4-metilimidazol o la acrilamida.

□ Reaccionan con el grupo amino libre de proteínas para originar AGES que se asocian con diabetes y enfermedad renal.

□ La inhalación de glioxal causa irritación local de los ojos y los órganos respiratorios. La exposición oral puede causar también congestión del tracto gastrointestinal, pulmón y riñón.

Por dichos motivos se han tratado de buscar mecanismos de inhibición o ruptura de la cadena química que los produce como la aminoguanidina, la cual se asocia formando compuestos heterocíclicos.

Figura 54 Mecanismo de bloqueo del metilglioxal por medio de aminoguanidina



La aminoguanidina ayuda a prevenir complicaciones diabéticas que incluyen nefropatía, neuropatía y vasculopatía. Sin embargo, los resultados adversos en los ensayos clínicos condujeron a su abandono. (GÓMEZ VÁZQUEZ, 2020)

7.1. Polifenoles como inhibidores de compuestos intermedios de Maillard

Según han demostrado Totlani y Peterson (2007), la Epicatequina puede ser utilizada como secuestrante o captor de los α -dicarbonilos. Remarcamos este hecho dado que este es un compuesto común en muchos alimentos como el té verde o el cacao, pero también en la uva, y por tal en sus derivados, como los mostos y vinos resultantes de su procesamiento.

Análisis cuantitativo por cromatografía de gases indicó que la adición de epicatequina a los sistemas modelo de glucosa o fructosa/glicina consiguió reducir

significativamente la generación de hidroxiacetona, 5-metilfurfural, 2-metilpirazina, 2-acetilfurano, 2,3,5-trimetilpirazina, furfural, 2(5H)-furanona, 2-acetilpirrol y alcohol furfurílico. Estos resultados confirmaron la inhibición de los productos de la reacción de Maillard

Figura 55 Adición de epicatequina al sistema glucosa – glicina

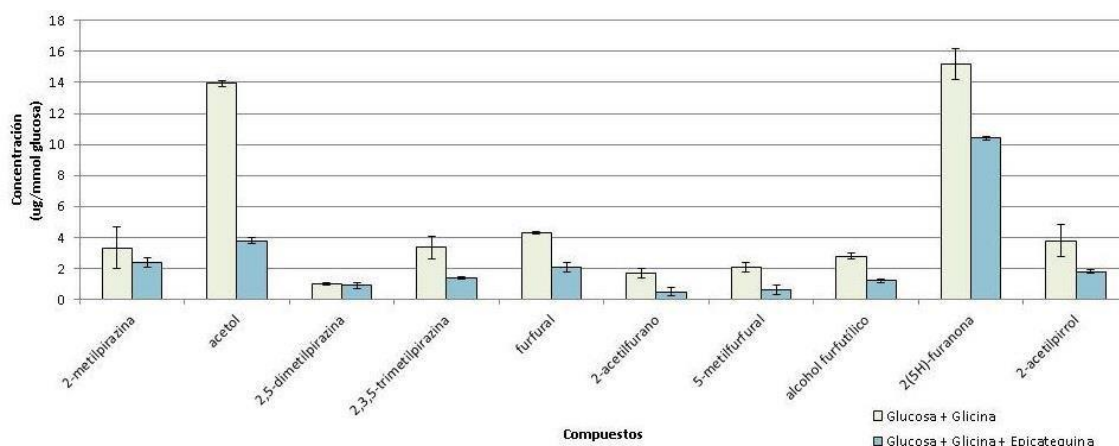
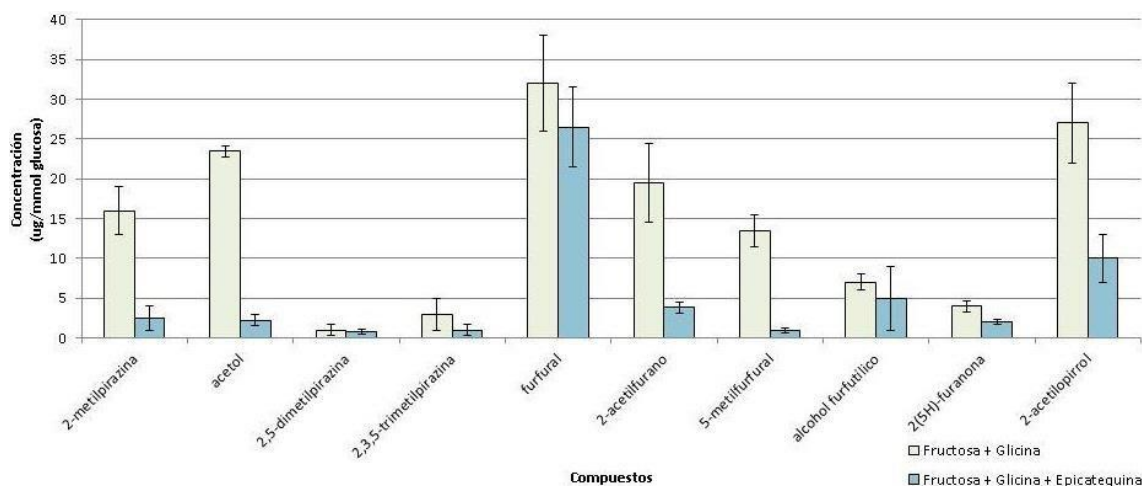


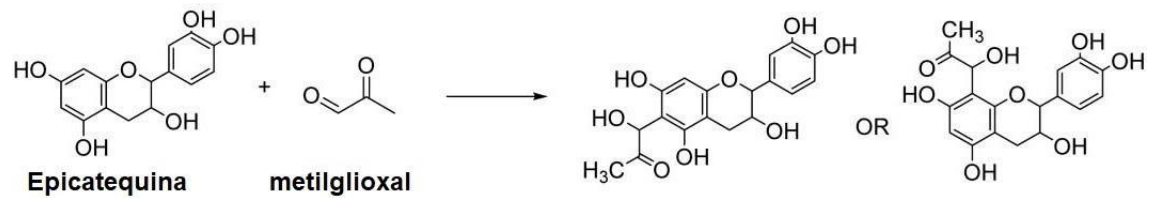
Figura 56 Adición de epicatequina al sistema fructosa – glicina



El mecanismo de captura de los compuestos α -dicarbonilos por parte de flavonoides tales como la epicatequina fueron estudiados por Yu Zhang y colaboradores (2015). De este modo, concluyeron que el C6 del anillo A en las estructuras químicas de los flavonoides puede actuar como sitio funcional, y unirse a grupos reactivos carbonilos

o aldehídos, cuyo agotamiento reduce la conversión de la base de Schiff en producto de Amadori.

Figura 57 Esquema de reacción de la epicatequina con el MGO (Lund y Ray, 2017)

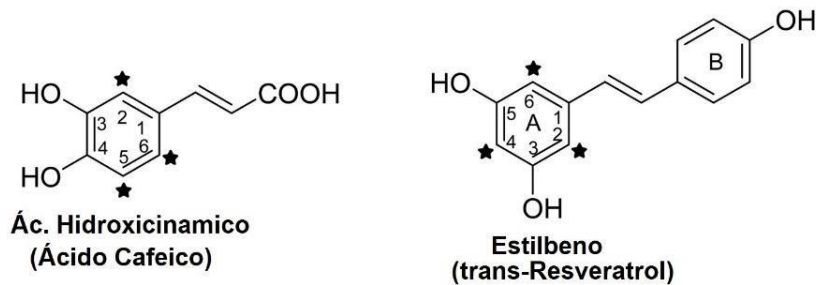


(GÓMEZ VÁZQUEZ, 2020)

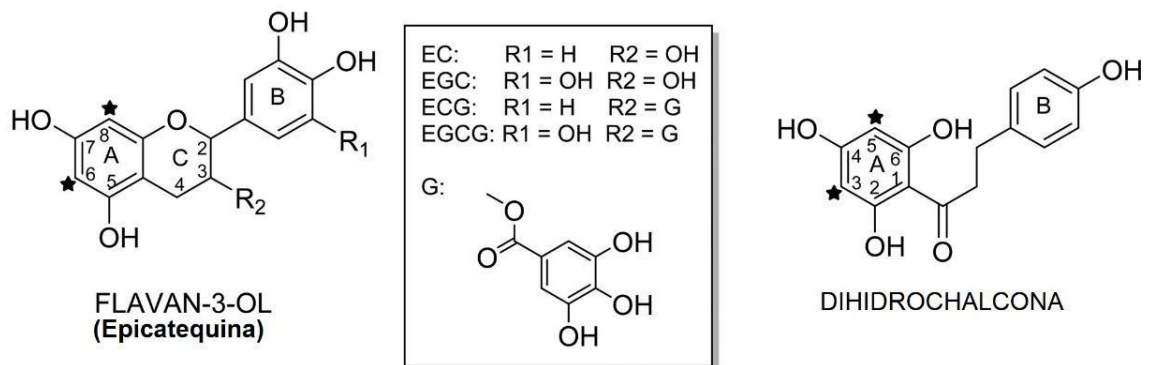
Varios estudios reportan que el anillo A es el sitio activo de los Flavonoides contribuye a su poder de absorción sobre los α -dicarbonilos.

Figura 58 Ejemplos de estructuras de tipo polifenólicas que pueden condensar α -carbonilos¹

Fenilpropanoides:



FLAVONOIDES:



Algunas características estructurales que favorecen la capacidad de captura de compuestos α -dicarbonilos son:

- 1- la configuración meta de los grupos donantes de electrones del anillo de benceno tiene una reactividad superior a la configuración orto,
- 2- el grupo hidroxilo en C-5, en el anillo A, mejora la eficiencia de captura

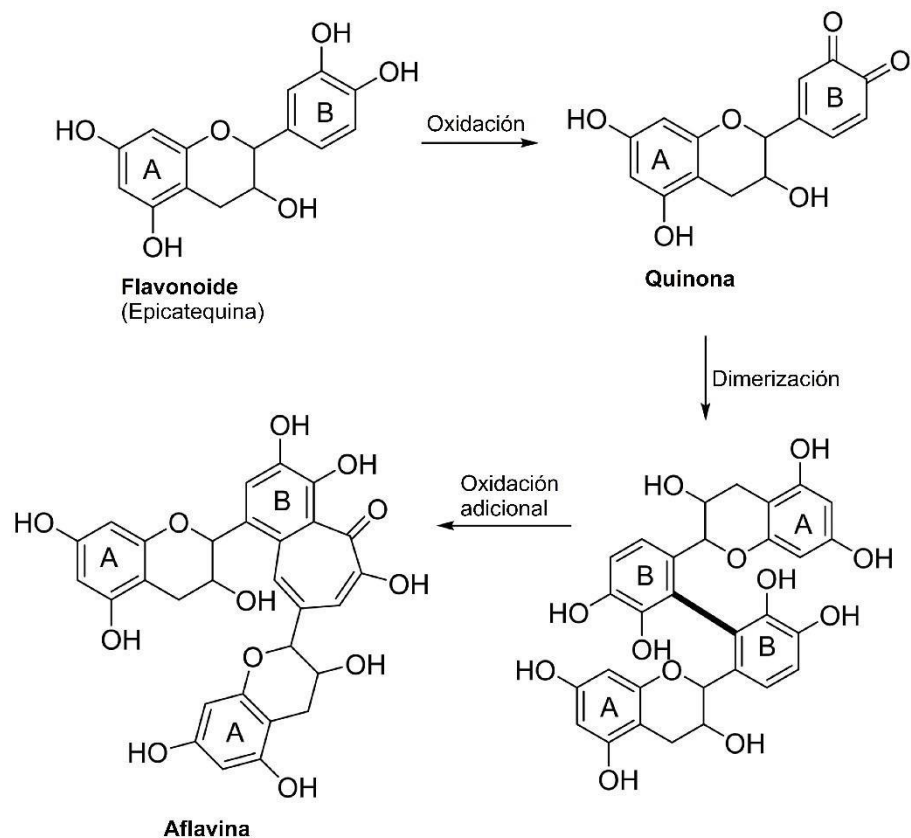
¹ Los α -dicarbonilos pueden ser capturados en los sitios marcados con estrellas.
 EC: Epicatequina; EGC Epigalocatequina; ECG Epicatequin-galato; EGCG Epigalocatequin galato

3- el doble enlace entre C-2 y C-3, en el anillo C, podría facilitar la eficiencia de captura

4- la cantidad de grupos hidroxilo en el anillo B no influye significativamente en la eficiencia de captura.

Dentro de este grupo de compuestos polifenólicos debemos mencionar que su oxidación y grado de polimerización puede afectar el grado en el que acoplan o capturan α -dicarbonilos, comparando su acción contra los monómeros originales

Figura 59 Esquema simplificado de la oxidación de Epicatequina



(LUND & RAY, 2017)

En este punto podemos afirmar que se requiere más estudio respecto a la evolución de los compuestos derivados de la reacción de Maillard, en productos con alta concentración de polifenoles, como es el caso de los vinos y mostos concentrados tintos

8. Química del Caramelo

Debido a que el caramelo es parte de la dieta normal de la humanidad desde la antigüedad y hoy en día la producción supera los 50 millones de toneladas por año, debido a que es un componente normal en la cocina y un aditivo alimentario ampliamente. Por tal, el caramelo fue ampliamente estudiado y ya que en el mismo se promueven todas las reacciones de pardeamiento no oxidativo, la revisión de su química nos ayuda a comprender los fenómenos que se dan de manera análoga en la elaboración de mosto concentrado, aunque en este sentido, todas estas reacciones generan compuestos no deseados en el mosto concentrado.

Químicamente el caramelo es una mezcla compleja, obtenida por calentamiento de un azúcar o mezcla de azúcares, en estado sólido o en disolución concentrada, en presencia o no de aditivos durante el calentamiento. La humedad es un factor importante que afecta a la textura y el gusto. La estabilidad del color y el sabor también se consideran características importantes para su aplicabilidad. Un tipo de caramelización que produce un sabor particular se obtiene por tratamiento alcalino; por ejemplo, en presencia de bicarbonato de sodio. La acción del amoníaco sobre determinados azúcares reductores produce un caramelo con un color más intenso. El material polimérico presente en el caramelo natural se genera a partir de las reacciones de condensación de los aldehídos y cetonas formados por calentamiento de azúcares con bases o ácidos.

(GENES ATENCIO, 2017)

Tabla 17 Componentes colorantes y de sabor presentes en el caramelo

Orden cuantitativo	Componentes colorantes del caramelo (compuestos no volátiles)
1	C ₂₄ H ₃₆ O ₁₈ (caramelano)
2	C ₃₆ H ₅₀ O ₂₅ (carameleno)
3	C ₉₆ H ₁₀₂ O ₅₁ (caramelino)
Compuestos aromáticos del caramelo (compuestos volátiles)	
1	Acetil furano
2	furfurol
3	5-hidroximetilfurfural
4	3-hidroxi- 2-acetilfurano
5	3-hidroxi-2(5H)-furanona
6	4-hidroxi-3(2H)-furanona
7	derivados de 4-pirano

(SENGAR, 2014)

9. Caramelización

Esta reacción de pardeamiento es generada por un proceso de pirólisis (del griego piro, “fuego” y lisis, “rotura”), es decir que ocurre cuando los azúcares se calientan por arriba de su punto de fusión, lo cual lleva a una modificación en la estructura de las moléculas. La reacción se lleva a cabo tanto a pH ácidos como alcalinos, y se acelera con la adición de ácidos carboxílicos y de algunas sales; se presenta en los alimentos tratados térmicamente de manera drástica, tales como la leche condensada, los derivados de la panificación, frituras, y los dulces a base de leche, como el dulce de leches entre otros.

La caramelización requiere temperaturas mayores a 120°C o condiciones de pH mayores a pH 9, o menores de pH 3. Pero, por otro lado, se produce efectivamente a temperaturas mayores a 50°C. (KROH & Lothar, 1994)

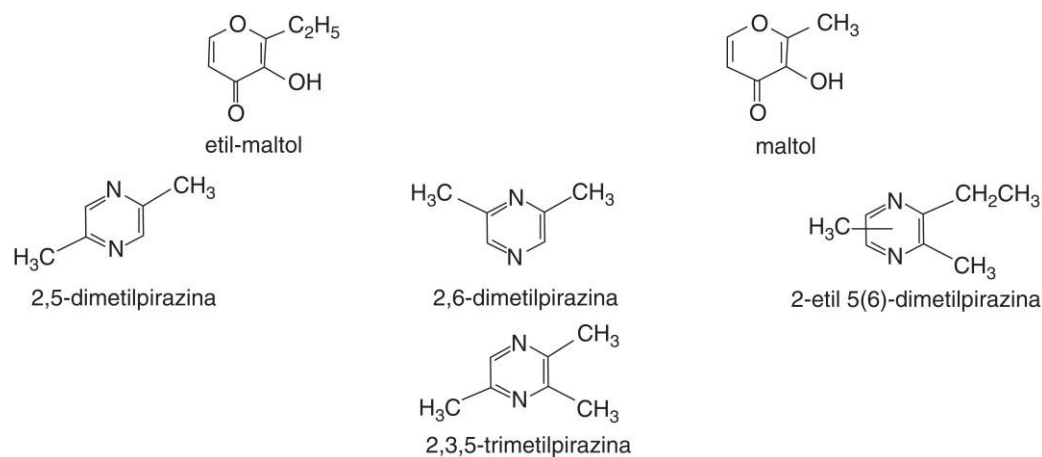
Cuando la deshidratación la sufre un azúcar monosacárido o un derivado de este, el fenómeno se conoce como caramelización de los azúcares y se produce a temperatura relativamente alta y pH ácido y sin la presencia de catalizadores. No obstante, la presencia

de fosfato y ácidos carboxílicos (ácido málico) la reacción de caramelización se acelera notablemente (Díaz Neira, 2010).

Debido a que esta serie de reacciones no son homogéneas y dependen de los reactivos en el medio, la secuencia de reacciones químicas es variable, tal como los productos. Se pueden mencionar como parte de las reacciones que se producen durante los procesos de caramelización a la isomerización y la deshidratación de los hidratos de carbono.

La deshidratación de carbohidratos reductores genera furfural y sus derivados insaturados, que se polimerizan consigo mismos o con otras sustancias semejantes para formar las macromoléculas de pigmentos llamadas melanoidinas. Durante esta transformación también se sintetiza una serie de compuestos de bajo peso molecular y volátiles, por lo que aportan aromas, como furanos, furanonas, lactonas, pironas, aldehídos, cetonas, ácidos, ésteres y pirazinas, así como otros con dobles ligaduras conjugadas que igualmente absorben la energía radiante y, por lo tanto, producen colores. Por ejemplo, se conoce que la 2,5-dimetilpirazina y la trimetilpirazina se generan por este mecanismo y contribuyen al aroma típico de las frituras de papas y cacahuates; de manera semejante, el maltol, el isomaltol y el etil-maltol, que se forman en la elaboración del pan, son parte fundamental del aroma de dicho producto.

Figura 60 Compuestos secundarios generados durante los procesos de Caramelización



La caramelización de la sacarosa se ha estudiado con más detalle, lo que ha permitido comprobar que, al calentarla a más de 160°C, genera simultáneamente la hidrólisis, la deshidratación y la dimerización de los productos resultantes: se sintetiza la isosacarosana de sabor amargo, cuya fórmula condensada equivale a la del disacárido menos una molécula de agua; al incrementar la temperatura se acelera la deshidratación y se produce la caramelana (C₂₄H₃₆O₁₈), que corresponde a dos sacarosas eliminadas de 4 moléculas de agua. Posteriormente se sintetiza el carameleno, C₃₆H₅₀O₂₅, sustancia oscura y amarga que representa tres residuos del azúcar menos ocho moléculas de agua.

Un calentamiento excesivo da origen a la caramelina o humina, de peso molecular muy alto (C₁₂₅H₁₈₈O₈₀) y sabor desagradable. Cada una de estas sustancias se presenta en forma de partículas coloidales cuyo diámetro varía de 0.46 a 4.33 nm. (BADUI DERGAL, 2006)

9.1. Química de las reacciones de deshidratación de Fructosa a 5HMF

La deshidratación de la fructosa se define generalmente como la eliminación de tres moléculas de agua del sustrato. Esta reacción se suele realizar en presencia de un catalizador ácido como donador de protones y un disolvente como medio de reacción.

Los mecanismos de reacción de deshidratación de fructosa fueron reportados por primera vez por Haworth y Jones (1944). Propusieron que es una forma cíclica de fructosa, que conduce a la formación de 5HMF. Esto también fue sugerido por (Antal *et al.*, 1990), quienes afirmaron que la formación de 5HMF se veía favorecida por pasar por un anillo de fructofuranosa. El mismo grupo también propuso que la transformación de la fructosa en 5HMF podría realizarse mediante una vía de anillo abierto. No se prefirió esta vía debido a las altas barreras de activación involucradas en las vías de anillo abierto (Nimlos *et al.*, 2006). Se han llevado a cabo varios estudios en medios acuosos para investigar los mecanismos de las reacciones de deshidratación de la fructosa a 5HMF (Amarasekara *et al.*, 2008). Todos estos estudios se centraron en la transformación de la fructosa en 5HMF, más que en los diferentes intermedios producidos. Amarasekara *et al.*, (2008) realizaron un estudio de resonancia magnética nuclear (RMN) de una reacción de deshidratación de fructosa catalizada por DMSO.

Este estudio concluyó que la deshidratación de la fructosa ocurre en dos formas de furanosa de D-fructosa por la eliminación de tres moléculas de agua. Caratzoulas y Vlachos (2011) (AMHAMED, 2017)

CAPÍTULO VII: Análisis de mostos comerciales de la industria local

1. Datos analíticos de la industria

En este capítulo se hará un breve repaso de los datos mas relevantes, para nuestra investigación, para luego hacer foco en la comparación con el ensayo realizado, de manera de validar que los datos son concordantes a los manejados en la industria

Argentina. Se tomo como base el estudio realizado por (BARRESI, 2022), en el cual se analizaron un total de 31 muestras comerciales de mosto concentrado, de las cuales el

45,16% (n=14) eran de MCU (Mosto Concentrado de Uva) y el 54,84% (n=17) eran de MCUP (Mosto Concentrado de Uva Pasterizado), elaborados con distintas tecnologías y procedimientos de trabajo; todo lo cual da un panorama amplio y real de la analítica local.

2. Contenido de HMF

Según datos relevados por (BARRESI, 2022) en diversas muestras comerciales de mosto concentrado de uva (MCU) y mosto concentrado de uva pasterizado (MCUP), podemos observar que el HMF se presenta en todos los casos, de manera variable, de acuerdo a los protocolos de trabajo, tecnología y origen de la materia prima.

En la Tabla 18 HMF encontrado en muestras comerciales de mosto concentrado de la provincia de Mendoza 2022, (Barresi, 2022) Tabla 18 podemos observar marcadas diferencias en los contenidos de HMF en los mostos concentrados de uva, pero con contenidos menores a los observados para los mostos concentrados de uva pasterizados en la Tabla 19.

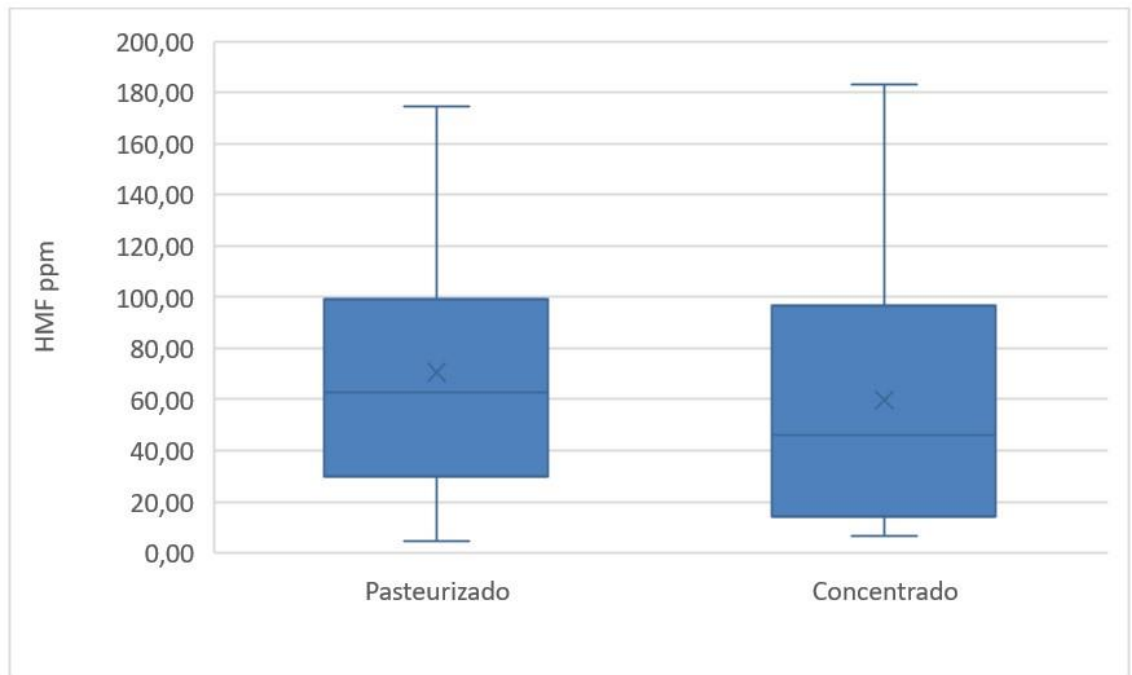
Tabla 18 HMF encontrado en muestras comerciales de mosto concentrado de la provincia de Mendoza 2022, (Barresi, 2022)

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 19 HMF encontrado en muestras comerciales de mosto concentrado pasterizado de la provincia de Mendoza 2022, (Barresi, 2022)

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 61 Comparativa de valores para hidroximetilfurfural MCU y MCUP



En la Tabla 20 se puede observar un resumen de los contenidos promedio de HMF. Debido a la gran amplitud en cuanto a los contenidos de HMF, demostrada con los mínimos y máximos, se acentúa una gran desviación estándar.

Tabla 20 HMF promedio y estadísticos de muestras comerciales de Mendoza, elaborado en base a Barresi 2022

Tipo de mosto	X (ppm)	s	Min	Max
MCU	59,828	51,864	6,770	183,280
MCUP	70,576	48,300	4,520	174,500

Si tomamos en cuenta el promedio general de ambos grupos, las diferencias se mantienen, pero con diferencias poco significantes. De igual manera los mínimos y máximos de cada serie se acercan

Según (GUTIERREZ & RICAGNO, 2010) los niveles industriales aceptables de HMF deben ser < 40 ppm. Por tal, se puede clasificar las muestras antes descritas en base a dicho parámetro de calidad obteniendo que

- Solo el 50% ($n = 7$) de las muestras de MCU cumplen
- Solo el 29,4% ($n = 5$) de las muestras de MCUP cumplen

Esto demuestra que en la industria local debemos ampliar los controles respecto a la formación de HMF, tanto en los parámetros durante la elaboración del mosto concentrado, como en los parámetros de almacenamiento.

Respecto a los límites legales, no se han podido encontrar antecedentes de límites o valores aceptables, siendo el contenido de HMF un indicador de deterioro normal.

Por otro lado, se debe resaltar que los mostos concentrados de uva, normalmente contienen anhídrido sulfuroso, ya que son elaborados a partir de mosto sulfitado. De esta manera el anhídrido sulfuroso se combina con el HMF, generando un bloqueo de la función aldehído retrasando su combinación y evolución en otros compuestos. Por otro lado, al ser mostos sulfitados, no se puede determinar su contenido de HMF con técnicas de espectrofotometría.

En cuanto a los tratamientos utilizados para la elaboración; los procesos de clarificación como la 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).

3. Contenido de Acidez total a pH 8,2

De igual manera se muestran los resultados de acidez total, tanto en MCU y MCUP

Tabla 21 acidez total de MCU de Mendoza (BARRESI, 2022)

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	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	22,6
14	Concentrado	18,65	0,07	18,57	18,71

Tabla 22 acidez total de MCU de Mendoza (BARRESI, 2022)

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	10,5	10,54
9	Pasteurizado	9,53	0,07	9,47	9,61
10	Pasteurizado	11,48	0,02	11,48	11,5
11	Pasteurizado	9,96	0,03	9,93	9,98
12	Pasteurizado	9,95	0,05	9,9	9,99
13	Pasteurizado	13,6	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	12,5	12,56

De los mismos podemos extraer como métricas generales

Tabla 23 acidez total promedio y estadísticos de muestras comerciales de Mendoza, elaborado en base a Barresi 2022

Tipo de mosto	X (ppm)	s	Min	Max
MCU	14,625	4,478	7,950	22,460
MCUP	10,311	1,459	8,080	13,600

4. pH

Por último analizaremos el pH, tanto en MCU y MCUP, de manera luego utilizar para comparar con los ensayos y establecer límites normales a los utilizados en la industria local.

Tabla 24 pH promedio y estadísticos en muestras comerciales de Mendoza, en base a (BARRESI, 2022)

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	3,2	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	2,2
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	2,12	2,12

4.1. Tabla 25 pH promedio y estadísticos en muestras comerciales de Mendoza, en base a (BARRESI, 2022)

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	2,3
3	Pasteurizado	2,94	0,02	2,93	2,96
4	Pasteurizado	3,33	0,03	3,3	3,36
5	Pasteurizado	2,7	0,01	2,7	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	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	3,7
16	Pasteurizado	3,31	0,01	3,31	3,32
17	Pasteurizado	3,31	0,01	3,3	3,32

Podemos observar en la Tabla 26 los valores promedio, máximos y mínimos encontrados y los cuales son cercanos a los extremos experimentales elegidos en los ensayos.

Tabla 26 acidez total promedio y estadísticos de muestras comerciales de Mendoza, elaborado en base a (BARRESI, 2022)

Tipo de mosto	X (ppm)	s	Min	Max
MCU	2,591	0,535	1,780	3,580
MCUP	3,152	0,424	2,280	3,820

Dentro del análisis interno se puede ver que los pH promedio de la industria son bajos, lo cual es tecnológicamente correcto de manera de asegurar la estabilidad microbiológica de los mostos.

CAPÍTULO VIII: Diseño metodológico

1. Tipo de estudio

El presente estudio corresponde a una investigación de tipo documental y de campo, en el cual se trata de establecer si hay correlación entre el contenido de metales y la cinética de formación del HMF, mediante ensayos de variación sobre la misma matriz, a fin de relacionar los distintos efectos

1.1. Material y métodos

Las determinaciones fisicoquímicas se realizaron por triplicado bajo los métodos oficiales de la (A.O.A.C, 1995) y OIV, llevadas a cabo en un mismo espacio de tiempo y los resultados estadísticamente contemplados.

1.2. Materiales, Reactivos y Equipos Para Análisis Físico-Químicos

Tabla 27 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.		

Métodos analíticos

Tabla 28 Métodos de análisis 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 Analisis, 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.
Espectometria directa	
Hidroximetilfurfural	AOAC Official Meth. 980.23 (1995)

Determinación	Antecedente
Pardeamiento no enzimático	(Manayay & Ibarz, 2010); (Buera, 1986).
Test de Singleton y Kraml	(Kramling & Singleton, 1969)
Flavonoles	(Lacueva et al., 1997)
Melanoidinas	(Patrignani & González-Forte, 2021); (Kang, 2016); (Yilmaz & Toledo, 2005).

1.3. Análisis estadísticos

Todas las determinaciones de cada muestra se realizan por triplicado. Dichos datos son procesados y puestos bajo análisis estadístico.

Los resultados fueron estadísticamente contemplados a través de estadísticos descriptivos y multicolinealidad, análisis de la varianza (ANOVA), componentes principales, test de Tukey, matriz de confusión y correlaciones y análisis discriminante (AD), según corresponda.

2. Ensayos de pardeamiento no enzimático

Se han planteado dos ensayos a fin de poder comprender las reacciones involucradas desde dos puntos de vista:

- a- Ensayo de clarificación y modificación del pH, previo a la concentración del mosto
- b- Ensayo de clarificación y modificación del pH, de un mosto virgen y el concentrado obtenido a partir de él, realizando un posterior almacenamiento a temperatura controlada

Dentro de la matriz de muestras (n=9), se ha trabajado sobre 3 factores diferenciales, pH (testigo 3,1; pH alto 4,2 y pH bajo 2) y dos niveles de clarificación, mediante el uso de M-Meno, el cual tiene como función eliminar Cobre y otros metales.

El M-Meno es un clarificante a base de un copolímero adsorbente de PVI/PVP. Se fabrican mediante la polimerización entre N-vinilimidazol (n° CAS 1072-63-5) y Nvinil-2-pirrolidona (n° CAS 88-12-0), con una proporción de 9:1. La N,N' divinilimidazolidin-2-ona (CAS no. 13811-50) se utiliza como agente de reticulación en un nivel de menos del 2% en peso de la cantidad total de los monómeros. Los copolímeros adsorbentes de PVI/PVP se añaden al mosto o vino de acuerdo con las fichas descritas en el Código de Prácticas Enológicas de la OIV en cantidades de menos de 500 mg/l para evitar los defectos causados por un contenido excesivo de metales o para reducir concentraciones de metales indeseablemente altas. Su principal acción es la eliminación de Cobre, pero tienen efecto de absorción secundario con Zn, Fe, Pb, Cd, Ar y Hg, en menor proporción.

Con el fin de evitar fermentaciones indeseadas en las muestras para los ensayos mencionados, se adicionó 20 ml/Hl de dimetil-dicarbonato (DMDC). Dicho compuesto es un eficaz antimicrobiano que penetra en la célula e inactiva las enzimas lo que conlleva a la destrucción de los microorganismos. Una vez destruido el microorganismo, reacciona con el agua del medio en forma rápida formando minúsculas cantidades de metanol y dióxido de carbono.

Para la corrección de pH en los casos de pH 3,21 y 4,20 se adicionó NaOH de 99% de pureza en escama y homogenizó. Para pH 2 se incorporó ácido sulfúrico de 98% de pureza. Dichas correcciones fueron testeadas por phmetro.

Posteriormente se subdividieron las submuestras en envases de 180 ml de vidrio, de cierre hermético y fueron almacenadas al abrigo de la luz y temperatura constante de 25°C hasta su uso.

Para los tratamientos de pardeamiento acelerado se utilizó una estufa de laboratorio de microbiología, seteada a las temperaturas indicadas según cada ensayo y la temperatura testada con termómetros patrón. Una vez finalizados los tratamientos las muestras fueron refrigeradas a 8°C hasta su análisis correspondiente.

Respecto a la medición de melanoidinas se tomó la experiencia de Kang (2016) donde determinó el grado de oscurecimiento asociado con la progresión de la reacción de Maillard a 280, 360 y 420 nm. En la primera etapa de la reacción de Maillard, los azúcares reductores reaccionan con los aminoácidos, dando lugar a compuestos incoloros, que no se absorben en la región visible (Renn & Sathe, 1997). Por esta razón, la formación de los primeros compuestos se controló a 280 nm y el grupo de compuestos se formó en una etapa más avanzada a 360 nm, finalmente, progreso de la reacción implica la producción de compuestos finales y de alto peso molecular, denominados melanoidinas, con grupos cromóforos que tienen un máximo de absorbancia característica a 420 nm. (Morales & Jiménez-Pérez, 2004)

3. Ensayo I

Este ensayo buscó determinar los parámetros principales en cuanto a la cinética de formación de compuestos de pardeamiento no enzimático y tratar de dilucidar cual es el mecanismo preponderante en cada pH al cual se realiza el experimento, dado que los procesos involucrados tienen alta variabilidad de acuerdo con los sustratos presentes y las condiciones del medio. En este caso se buscó un sustrato o matriz de reactivos estable en cuanto a azúcares reductores y aminoácidos; pero variable en cuanto a la cantidad de

cationes metálicos y el pH, él cual se asemejan a los valores normales de trabajo en la industria.

La concentración de los mostos sulfitados se realizó de un modo directo, en una olla a presión atmosférica, libre y sin condensador para evaluar la peor situación posible, dado que a nivel industrial se trabaja a baja presión, a fin disminuir la temperatura de ebullición, y por tal, el tratamiento térmico necesario para producir la concentración.

Se verificó HMF y las absorbancias de los mostos, para establecer los cambios en las tonalidades, matiz, incluyendo 294 nm, descripta como descriptor del aumento de Melanoidinas de bajo peso molecular (PATRIGNANI & GONZÁLEZ FORTE, 2021).

Tabla 29 Ensayo I de pardeamiento no enzimático de mosto sulfitado con pH modificado y agregado de clarificante de metales (M-MENO). Efecto sobre los procesos de concentración

pH	Testigo	50 g/hl M-Meno	250 g/hl M-Meno
2	3	4	8
3,1	2	5	7
4,2	1	6	9

Nota. * numeración fue asignada según el origen de analisis

Los datos relevados durante el proceso de concentración se detallan en el Anexo 2 (Datos de concentración de mostos sulfitados – Ensayo I). En los mismos podemos observar que hay una variación lógica y aceptable en cuanto a la duración de los procesos, debido a la metodología utilizada.

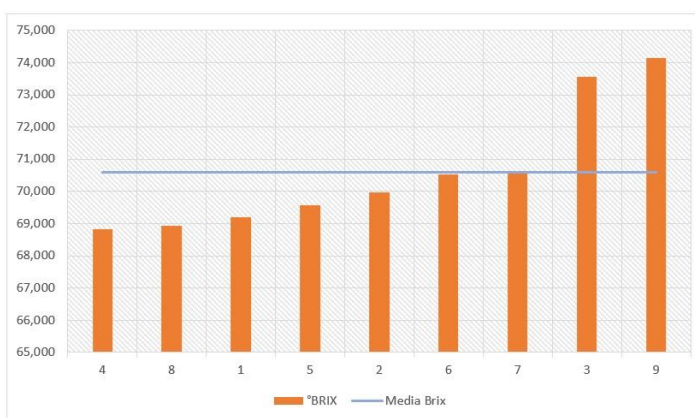
Los mostos concentrados obtenidos fueron analizados y tratados estadísticamente (Anexo 3), obteniendo

Tabla 30 Datos fisicoquímicos de mostos concentrados - Ensayo I

Cod	Tipo de mosto	Clarificación	pH pre concentración	°BRIX	Azúcares Reductores (g/L)	Acidez Total (g/kg a 65°Bx)	pH (65°Bx)
3	Concentrado	ST	2	73,567	865,205	17,639	3,103
4	Concentrado	50	2	68,833	878,217	17,372	3,007
8	Concentrado	250	2	68,933	885,288	13,961	2,627
2	Concentrado	ST	3,1	69,970	863,950	11,698	4,093
5	Concentrado	50	3,1	69,567	873,155	11,625	4,057
7	Concentrado	250	3,1	70,633	868,552	7,761	3,977
1	Concentrado	ST	4,2	69,200	923,360	9,354	7,220
6	Concentrado	50	4,2	70,533	886,543	7,791	4,590
9	Concentrado	250	4,2	74,133	930,472	4,620	5,193

Se puede observar que hay una variación entre los puntos finales de concentración, por lo cual posteriormente se homogeneizará los datos de Brix y absorbancias a 65° Brix.

Figura 62 Brix de mostos concentrados - Ensayo I



3.1. Contenido de metales

Los metales presentes fueron analizados por medio de espectrometría de llama con absorción atómica, para la cuantificación de los principales metales presentes en los mismos. Se toma como principales metales de influencia al hierro y cobre, debido a su conocido efecto catalizador en diversas reacciones, adicionalmente se analiza el potasio, calcio, magnesio, manganeso, cromo y níquel.

Tabla 31 Analisis de metales de mostos concentrados - Ensayo I

COD	Clarificación	pH pre concentración	Hierro Total a 20 brix (ppm)	Cobre Total a 20 brix (ppm)	Potasio Total a 20 brix (ppm)	Calcio Total a 20 brix (ppm)	Magnesio Total a 20 brix (ppm)	Cinc Total a 20 brix (ppm)	Manganeso Total a 20 brix (ppm)	Cromo Total a 20 brix (ppm)	Niquel Total a 20 brix (ppm)
3	ST	2,0	8,515	0,061	1500,000	109,091	76,901	1,462	0,877	<LC=0,15 (LD=0,05 mg/kg)	<LC=0,5 (LD=0,2 mg/kg)
2	ST	3,1	8,374	0,141	1311,111	122,222	76,901	1,462	0,877	<LC=0,15 (LD=0,05 mg/kg)	<LC=0,5 (LD=0,2 mg/kg)
1	ST	4,2	8,251	0,101	1416,080	119,598	76,901	1,462	0,877	<LC=0,15 (LD=0,05 mg/kg)	<LC=0,5 (LD=0,2 mg/kg)
4	50	2,0	7,990	0,118	1523,529	107,843	74,203	0,696	0,870	<LC=0,15 (LD=0,05 mg/kg)	<LD = 0,2 mg/kg)
5	50	3,1	7,990	0,127	1523,529	117,647	74,203	0,696	0,870	<LC=0,15 (LD=0,05 mg/kg)	<LD = 0,2 mg/kg)
6	50	4,2	7,333	0,127	1420,588	117,647	74,203	0,696	0,870	<LC=0,15 (LD=0,05 mg/kg)	<LD = 0,2 mg/kg)
8	250	2,0	7,051	0,051	1739,394	114,141	75,872	0,814	0,901	<LC=0,15 (LD=0,05 mg/kg)	<LD = 0,2 mg/kg)
7	250	3,1	7,106	0,090	1714,573	127,638	75,872	0,814	0,901	<LC=0,15 (LD=0,05 mg/kg)	<LD = 0,2 mg/kg)
9	250	4,2	3,360	0,041	1596,954	136,041	75,872	0,814	0,901	<LC=0,15 (LD=0,05 mg/kg)	<LD = 0,2 mg/kg)

Nota. LC: Límite de cuantificación
LD: Límite de detección

ST: Sin tratamiento

50: clarificado con 50 g/hl de M-Meno

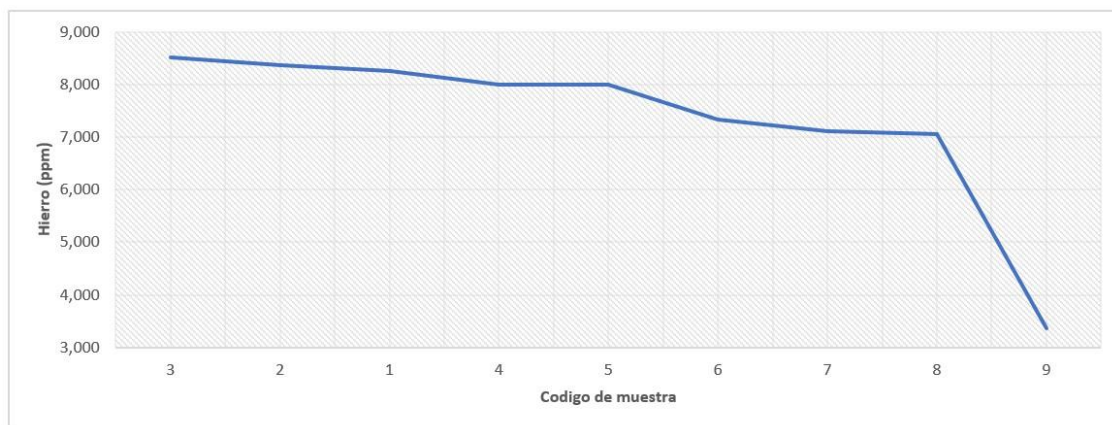
250: clarificado con 250 g/hl de M-Meno

En cuanto a los datos de cationes metálicos, se puede observar una disminución apreciable en las muestras tratadas con el clarificante (ST > 50 > 250), en cuanto al Hierro, y en menor proporción en el Cobre, el cual disminuyó, pero de manera poco homogénea, posiblemente por competencia entre ambos cationes o efecto de ionización del clarificante, debido a la variación del pH del medio.

Tabla 32 Variación de Fe y Cu según los tratamientos de clarificación – Ensayo I

COD	Clarificación	pH pre concentración	Hierro Total a 20 brix (ppm)	Δ respecto anterior	Δ acumulada	Cobre Total a 20 brix (ppm)	Δ respecto anterior	Δ acumulada
3	ST	2,0	8,515			0,061		
2	ST	3,1	8,374	-1,66%		0,141	133,33%	
1	ST	4,2	8,251	-1,46%	-3,10%	0,101	-28,93%	65,83%
4	50	2,0	7,990	-3,16%	-6,16%	0,118	17,06%	94,12%
5	50	3,1	7,990	0,00%	-6,16%	0,127	8,33%	110,29%
6	50	4,2	7,333	-8,22%	-13,88%	0,127	0,00%	110,29%
7	250	3,1	7,106	-3,11%	-16,55%	0,090	-29,03%	49,25%
8	250	2,0	7,051	-0,77%	-17,20%	0,051	-44,16%	-16,67%
9	250	4,2	3,360	-52,34%	-60,54%	0,041	-19,59%	-32,99%

Figura 63 Variación de hierro según el nivel de clarificación – Ensayo I




























También es apreciable diferencias significativas en los contenidos de Cinc y Níquel en los tratamientos con clarificante.

3.2. Absorbancias

Una vez dicho esto, analizaremos las diferencias en las absorbancias observadas en los distintos tratamientos. Se puede notar que, ordenando las absorbancias en orden de aumento de la clarificación y aumento del pH, hay una tendencia de aumento de las absorbancias, de abajo hacia arriba y de derecha a izquierda, principalmente en las longitudes de 280 nm y 294 nm, lo cual pone en evidencia la formación de melanoidinas de bajo peso molecular.

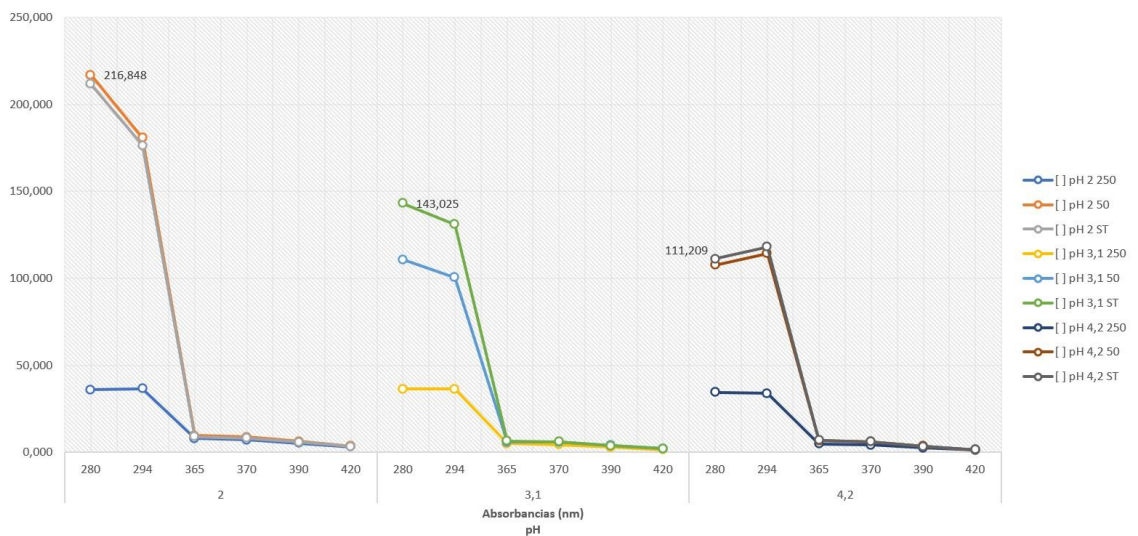
Tabla 33 Absorbancias en los distintos tratamientos - Ensayo I

Clarificación	Absorbancia (nm)	pH pre concentración			
		2	3,1	4,2	
ST	280	211,658	143,025	111,209	
	294	176,412	131,004	118,147	
	365	8,972	6,475	6,966	
	370	8,239	6,026	6,117	
	390	5,767	3,777	3,398	
	420	3,296	2,068	1,529	
	520	1,007	0,450	0,425	
	620	0,009	0,009	0,008	
50	280	216,848	110,735	107,570	
	294	180,751	100,466	114,212	
	365	9,644	5,952	6,611	
	370	8,847	5,921	5,986	
	390	6,282	3,885	3,484	
	420	3,627	2,035	1,430	
	520	0,708	0,463	0,536	
	620	0,009	0,009	0,009	
250	280	35,937	36,391	34,543	
	294	36,642	36,391	33,902	
	365	7,915	4,985	4,904	
	370	7,164	4,387	4,289	
	390	5,203	2,864	2,513	
	420	3,151	1,423	1,291	
	520	0,925	0,298	0,797	
	620	0,504	0,121	0,494	

Representando gráficamente el perfil de absorbancias en Figura 64, se visualiza lo antes expresado. A enumerar:

- 1- Hay un aumento exponencial en 280 nm y 294 nm en todos los casos
- 2- El aumento en 280 y 294 nm es mayor a medida que el pH es menor
- 3- El aumento de las absorbancias es significativo entre las muestras ST (sin tratamiento) y las clarificadas, aumentado a medida que aumenta el nivel de clarificación, y por tal disminuye la cantidad de metales presentes en el MCU
- 4- Se observa que las diferencias en las absorbancias son poco significativas a mas de 365 nm; pero se estima que los tratamientos térmicos no han sido lo suficientemente largos para la polimerización de las melanoidinas.

Figura 64 perfil de absorbancias de los distintos tratamientos de clarificación y según el pH - Ensayo I



Representando gráficamente el perfil de absorbancias en la Figura 64, ordenando los tratamientos en base a los niveles de clarificación y dejando como variable el pH, se visualiza que:

- 1- Hay una marcada disminución en las absorbancias a medida que se intensifica las clarificaciones y por tal con la disminución de los metales
- 2- Dentro de un mismo grupo de clarificaciones, se cumple el punto anterior, pero a medida que aumentan los niveles de clarificación, el efecto del pH disminuye hasta ser casi despreciable, con la dosificación de 250 g/hl (Figura 64)

Figura 65 perfil de absorbancias en los distintos pH según los tratamientos de clarificación - Ensayo I

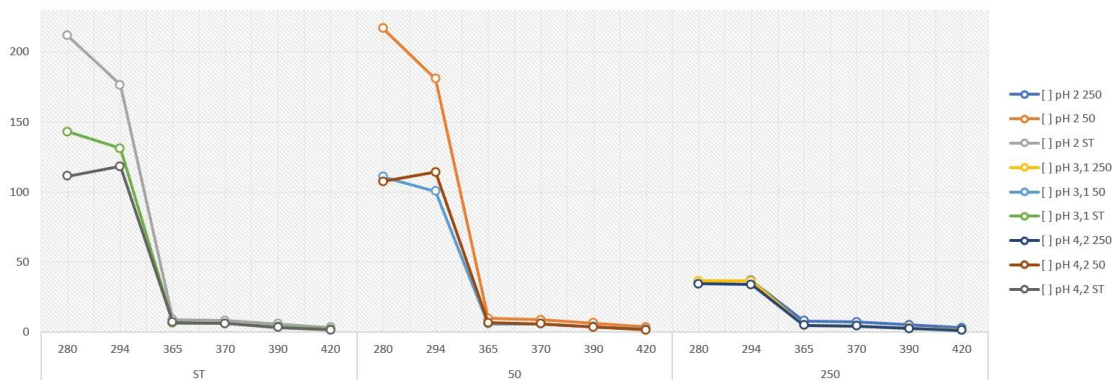
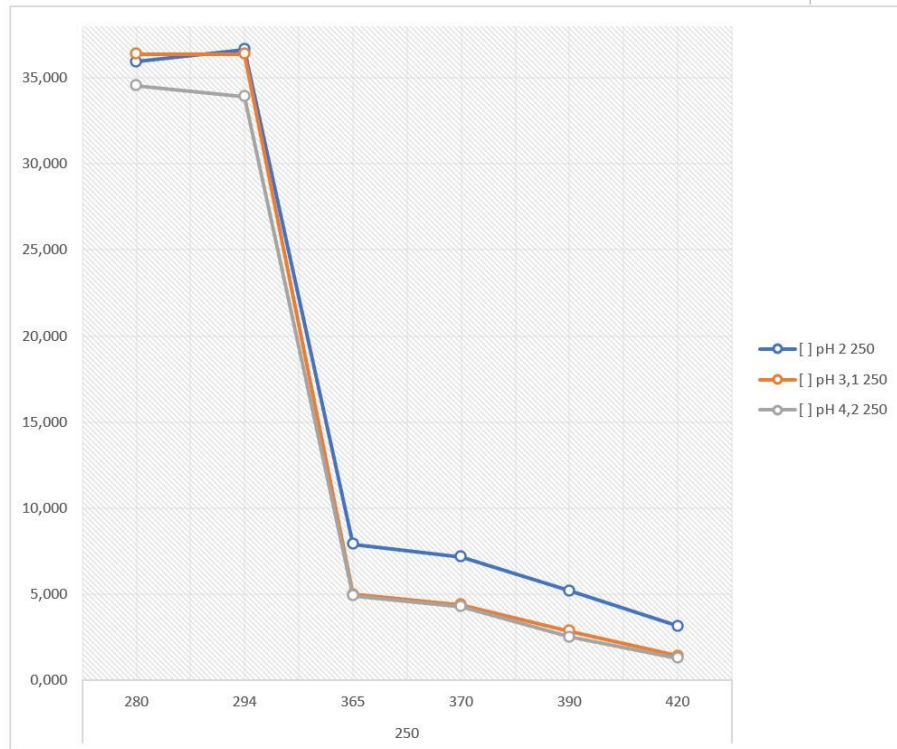


Figura 66 perfil de absorbancias en los distintos pH con clarificación de 250 g/hl - Ensayo I

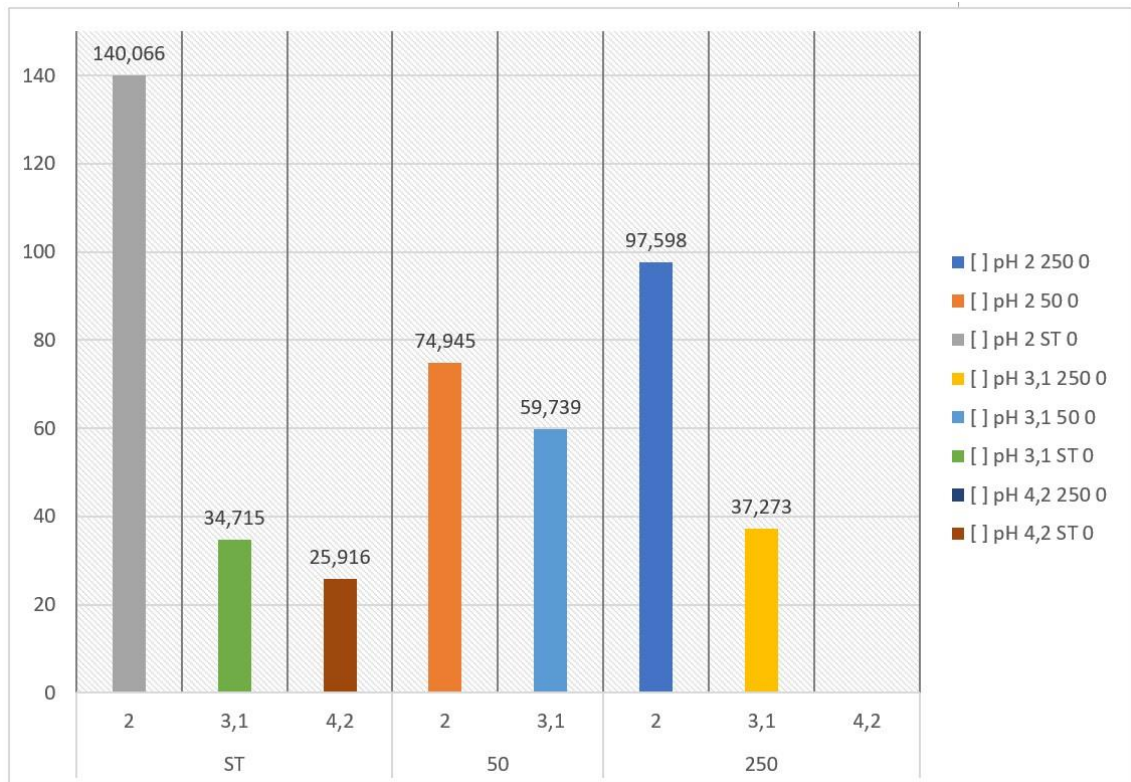


3.3. Contenido de HMF

Podemos observar en la Figura 67 que se cumple la misma mecánica que en el caso de las absorbancias. Hay mayores niveles de HMF en las muestras de pH = 2 y a medida que aumenta el pH, la concentración disminuye.

Por otro lado, a medida que aumenta el nivel de clarificación hay una disminución en los contenidos de HMF, pero con una tendencia menos estable que en el caso de las absorbancias, ya que, comparando internamente por grupo de clarificación, esto se cumple, pero no de manera lineal entre grupos. En todos los casos los tratamientos de 250 (clarificación mas intensa y menor cantidad de metales), son los que contienen menor cantidad de HMF.

Figura 67 Contenido de HMF según el pH y nivel de clarificación - Ensayo I



3.4. Conclusiones del ensayo I

Hay una tendencia marcada en cuanto a la disminución en las absorbancias a 280 nm y 294 nm, demostrando que hay una disminución en la formación de melanoidinas de bajo peso molecular. En cuanto al contenido de HMF, se observa que hay un efecto de disminución, en los tratamientos mas clarificados y con menores tenores de cationes metálicos, pero entre grupos no hay homogeneidad en las tendencias, lo cual es posiblemente efecto de las diferencias en los tratamientos térmicos generados durante la concentración; razón por la cual se amplían los estudios en un segundo ensayo

4. Ensayo II

Este ensayo buscó determinar si la disminución en la concentración de cationes metálicos tiene efectos en la formación de compuestos derivados del pardeamiento no oxidativo, y en especial en el HMF como indicador de dicha reacción, durante los procesos de almacenamiento del mosto. El ensayo se realizó a partir de un mosto virgen, el cual fue

tratado por electrodiálisis, de manera de disminuir los cationes, en reemplazo de protones hidrogeno; logrando la eliminación parcial de Hierro y Cobre principalmente. Los datos analíticos originales del mismo se pueden observar en la siguiente

Tabla 34 Datos analíticos del mosto virgen empleado - Ensayo II

Azucar reductor (g/l)	Acidez total a pH 8,2 (g/l)	Acido Acético (g/l)	pH	SO2 Libre (mg/l)	SO2 Total (mg/l)	Cloruro ppm
149,87	5,18	0,41	3,21	5	51	0,33

El mosto concentrado empleado fue obtenido a partir del mosto virgen antes descrito. Los datos analíticos se describen a continuación

Tabla 35 Datos analíticos del mosto concentrado empleado - Ensayo II

Azucar reductor (g/l)	Acidez total a pH 8,2 (g/l)	Acido Acético (g/l)	pH	SO2 Libre (mg/l)	SO2 Total (mg/l)	Cloruro ppm
867,3	23,4	0,5	2,39	15	76	0,33

Todos los analisis estadísticos de las determinaciones principales se encuentran en el anexo IV

Ambos mostos, tanto el virgen como el concentrado, fueron dividido en tres partes iguales y se procedió a su clarificación con M-Meno, dejando un testigo ST (sin tratamiento), 50 (clarificación de 50 g/hl) y 250 (clarificación de 250 g/hl). Los tres tratamientos se dividieron nuevamente en tres partes equivalentes y los pH fueron corregidos con ácido sulfúrico o hidróxido de sodio, según corresponda, de manera de ajustar a pH=2, pH=3,1 y pH=4,2.

Las temperaturas de almacenamiento fueron determinadas en 35°C y 55°C, ambas evaluadas en una duración de 60 y 112 horas; de modo de poder observar la cinética de formación de MRP como las melanoidinas y la formación de HMF.

Las muestras fueron denominadas según la **Tabla 36**.

Tabla 36 Ensayo II de pardeamiento no enzimático acelerado a pH modificado y agregado de clarificante de metales (M- MENO)

Tratamiento	Sin clarificar			50 g/hl de M-Meno			250 g/hl de M-Meno			Temperatura y Tiempo	
	pH	pH 2	pH 3,21	pH 4,2	pH 2	pH 3,21	pH 4,2	pH 2	pH 3,21	pH 4,2	T1
Muestra de mosto virgen	1*	2	3	4	5	6	7	8	9	55 °C durante 60 h y 112 h	35 °C durante 60 h y 112 h
Muestra de mosto concentrado	10	11	12	13	14	15	16	17	18		

Nota. * numeración correlativa de muestras ensayadas.

4.1. Analisis de metales – Ensayo II

Observamos los datos analizados en los diferentes tratamientos en las siguientes tablas.

Tabla 37 Contenidos de Fe, Cu, K y Ca en mostos vírgenes - Ensayo II

Tipo de mosto	Hierro Total		Cobre Total		Potasio Total	Calcio Total a
	a 20° brix (ppm)	Δ Hierro	a 20° brix (ppm)	Δ Cobre	a 20° brix (ppm)	20° brix (ppm)
Mosto Virgen	1,871		0,058		818,713	163,743
Mosto Virgen + 50 g/hl M-Meno	1,481	-21%	0,051	-13%	1511,392	206,329
Mosto Virgen + 250 g/hl M-Meno	0,279	-81%	0,016	-68%	853,488	167,442

Tabla 38 Contenidos de Fe, Cu, K y Ca en mostos concentrados - Ensayo II

Tipo de mosto	Hierro Total		Cobre Total		Potasio Total	Calcio Total a
	a 65° brix (ppm)	Δ Hierro	a 65° brix (ppm)	Δ Cobre	a 65° brix (ppm)	65° brix (ppm)
Mosto Concentrado	6,331		0,234		2314,669	549,357
Mosto Concentrado + 50 g/hl M-Meno	5,948	-6%	0,228	-3%	2752,750	533,000
Mosto Concentrado + 250 g/hl M-Meno	5,135	-14%	0,195	-14%	2557,750	581,750

Podemos notar que, en los tratamientos sobre los mostos vírgenes, el efecto del clarificante fue muy eficaz, obteniendo valores sumamente bajos de hierro (-81% respecto al testigo) y cobre (-68% respecto al testigo). En cuanto a los tratamientos sobre los mostos concentrados, también se genera una disminución en los tenores de hierro y cobre, pero en menor cuantía (-14% respecto al testigo).

4.2. Resultados del pardeamiento acelerado a 35°C y 55°C según cada tratamiento en mosto virgen y concentrado

Tabla 39 Resultado de HMF según tratamientos a 35°C sobre Mosto Virgen

Resultado de HMF según tratamientos a 35°C sobre Mosto Virgen						
pH i	Temperatura	Horas de tratamiento	ST	50 g/Hl	250 g/Hl	
2	35	0	2,546	2,546	2,546	
2	35	60	3,260	3,400	2,790	
2	35	112	5,220	4,110	6,460	
3,1	35	0	2,546	2,546	2,546	
3,1	35	60	2,580	2,610	2,630	
3,1	35	112	4,930	4,820	5,410	
4,2	35	0	2,546	2,546	2,546	
4,2	35	60	2,610	2,820	2,980	
4,2	35	112	8,650	6,750	6,530	

Figura 68 Resultado de HMF según tratamientos a 35°C sobre Mosto Virgen

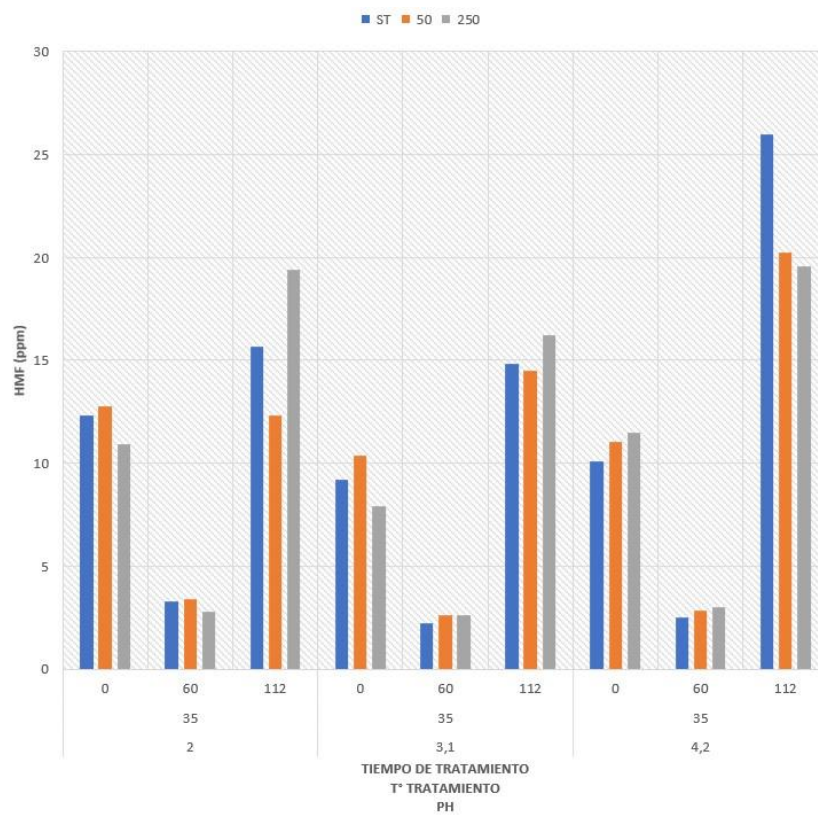


Tabla 40 Resultado de HMF según tratamientos a 55°C sobre Mosto Virgen

Resultado de HMF según tratamientos a 55°C sobre Mosto Virgen						
pH i	Temperatura	Horas de tratamiento	ST	50 g/Hl	250 g/Hl	
2	55	0	2,546	2,546	2,546	
2	55	60	35,130	31,770	22,110	
2	55	112	40,230	67,440	58,380	
3,1	55	0	2,546	2,546	2,546	
3,1	55	60	7,860	7,400	7,850	
3,1	55	112	22,280	26,800	19,960	
4,2	55	0	2,546	2,546	2,546	
4,2	55	60	5,000	1,510	1,070	
4,2	55	112	8,913	15,420	7,430	

Figura 69 Resultado de HMF según tratamientos a 55°C sobre Mosto Virgen

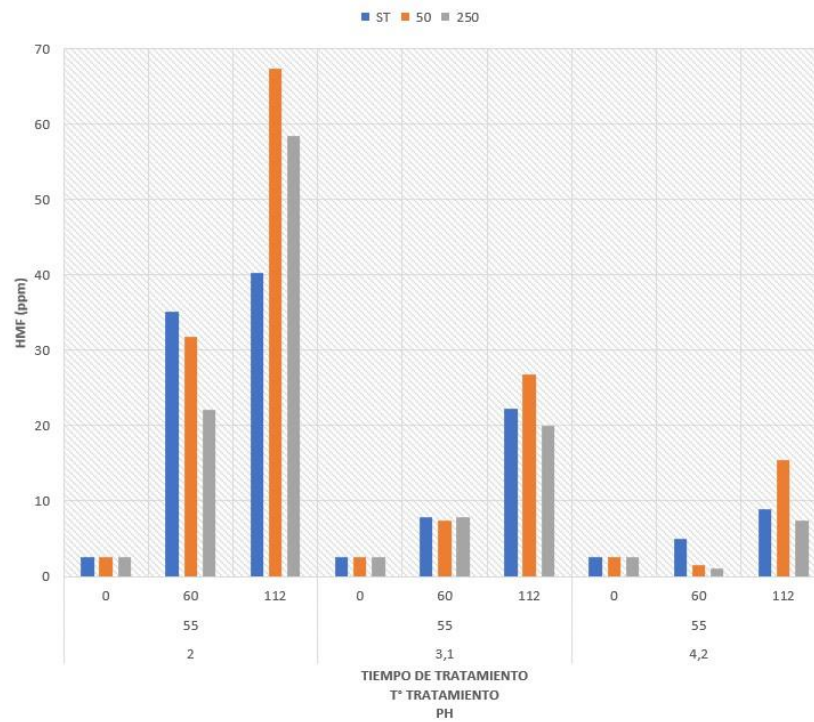


Figura 70 Resultado de HMF según tratamientos a 35°C sobre Mosto Concentrado

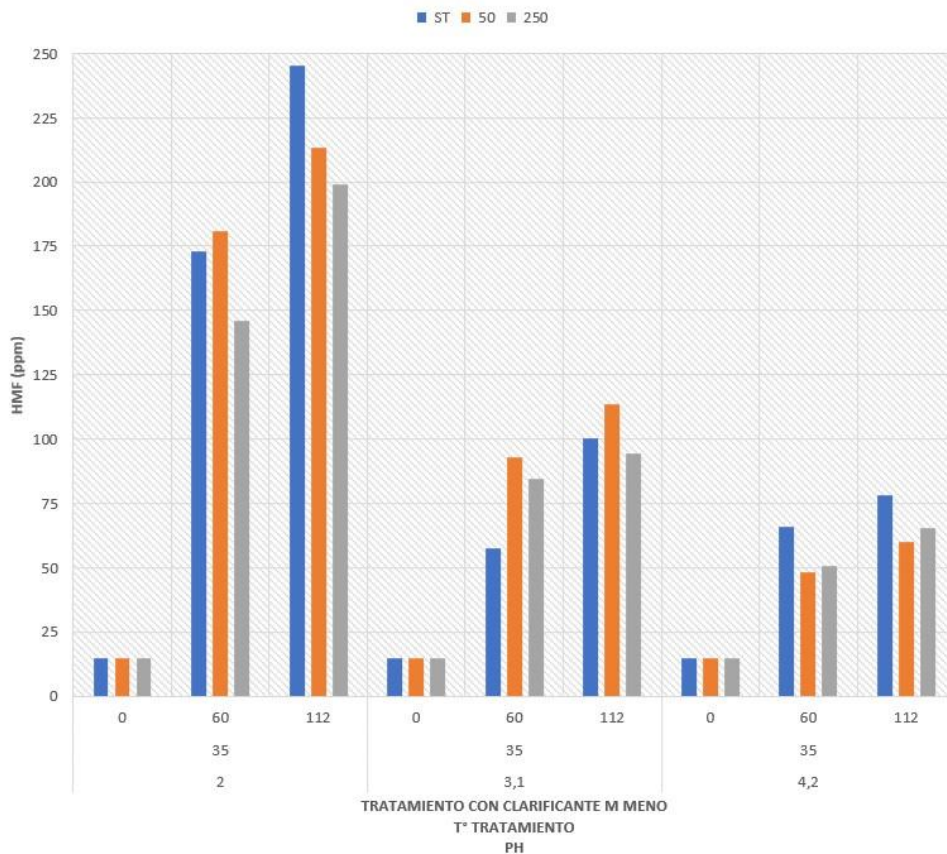
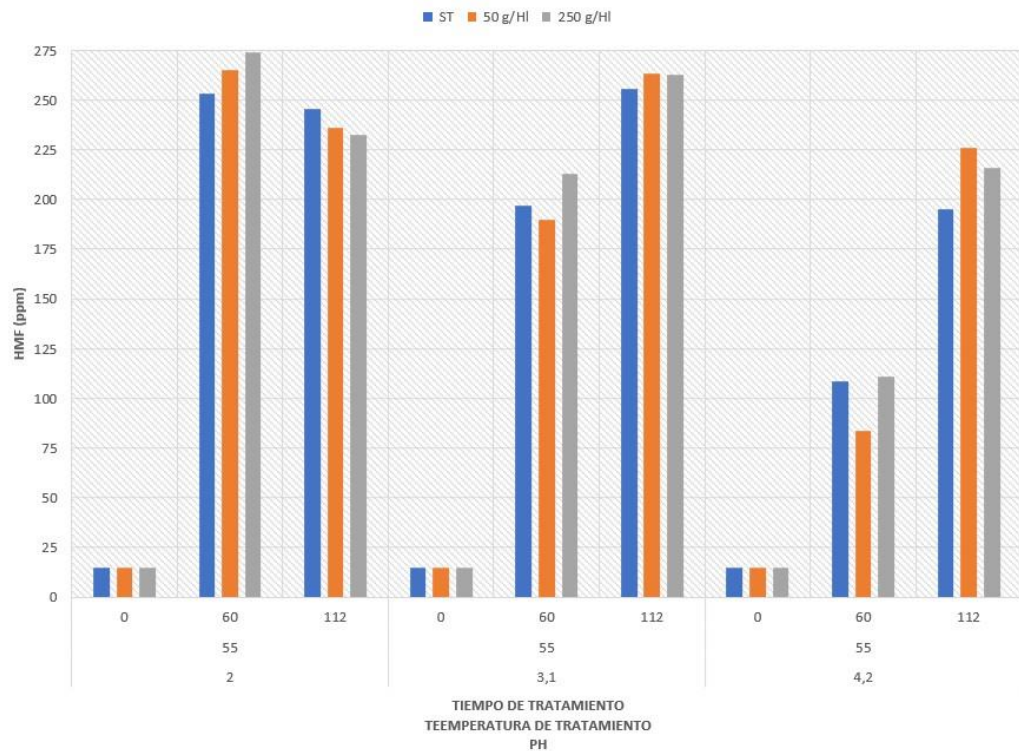


Figura 71 Resultado de HMF según tratamientos a 55°C sobre Mosto Concentrado

Resultado de HMF según tratamientos a 55°C sobre Mosto Concentrado						
pH i	Temperatura	horas de tratamiento	ST	50 g/Hl	250 g/Hl	
2	55	0	14,607	14,607	14,607	
2	55	60	253,276	265,291	273,745	
2	55	112	245,612	236,045	232,554	
3,1	55	0	14,607	14,607	14,607	
3,1	55	60	197,086	189,764	213,075	
3,1	55	112	255,356	263,237	262,790	
4,2	55	0	14,607	14,607	14,607	
4,2	55	60	108,427	83,540	111,119	
4,2	55	112	195,306	225,934	215,781	

Figura 72 Resultado de HMF según tratamientos a 55°C sobre Mosto Concentrado



4.3. Resultados de pardeamiento acelerado a 35°C y 55°C según pH e HMF obtenido en Mosto Virgen

Tratamiento a 35°C

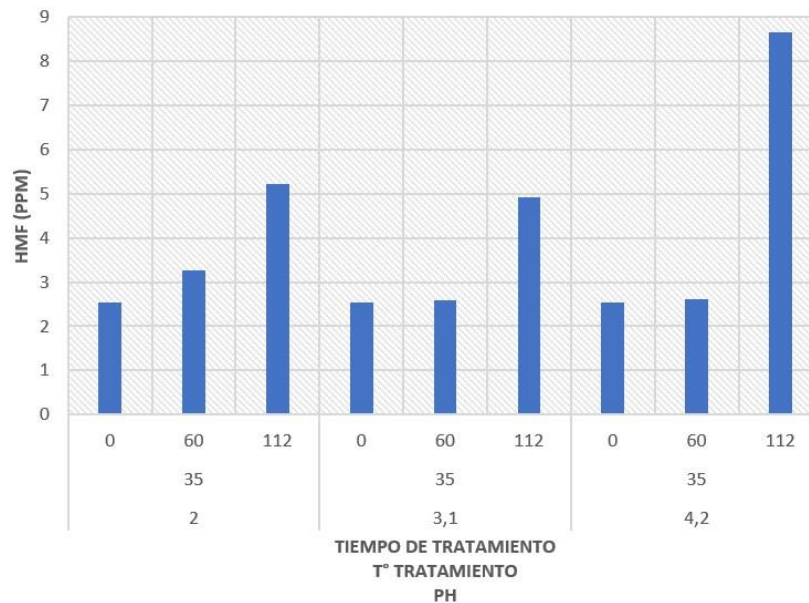
Tabla 41 Resultado de HMF según pH y temperatura a 35°C en Mosto Virgen

Resultado de HMF según pH en Mosto Virgen tratado a 35°C					
pH i	Temperatura	horas de tratamiento	HMF (ppm)	Δ previo	Δ total
2	35	0	2,546		
2	35	60	3,260	+ 28,04%	
2	35	112	5,220	+ 60,12%	+ 105,02%
3,1	35	0	2,546		
3,1	35	60	2,580	+ 1,33%	
3,1	35	112	4,930	+ 91,08%	+ 93,63%
4,2	35	0	2,546		
4,2	35	60	2,610	+ 2,51%	
4,2	35	112	8,650	+ 231,41%	+ 239,74%

Se observó que la muestra tratada inicialmente a pH 4,2 y expuesta por 112 horas a 35°C fue quien presento el mayor contenido de HMF formado (8,65 ppm), lo cual concuerda con los mecanismos de formación, en los cuales, las reacciones de Maillard se

favorecen a pH altos. Dentro las series a distintos pH se puede observar que el aumento total en las series de pH=2 y pH=3,1 son similares; pero en pH=4,2 el aumento de HMF llega al 239,74% del valor original, superando los valores máximos a pH 2 y 3,1 en un 65,7% y 75,5% respectivamente.

Figura 73 Resultado de HMF según pH y temperatura en Mosto Virgen tratado a 35°C



Tratamiento a 55°C

Tabla 42 Resultado de HMF según pH y temperatura a 55°C en Mosto Virgen

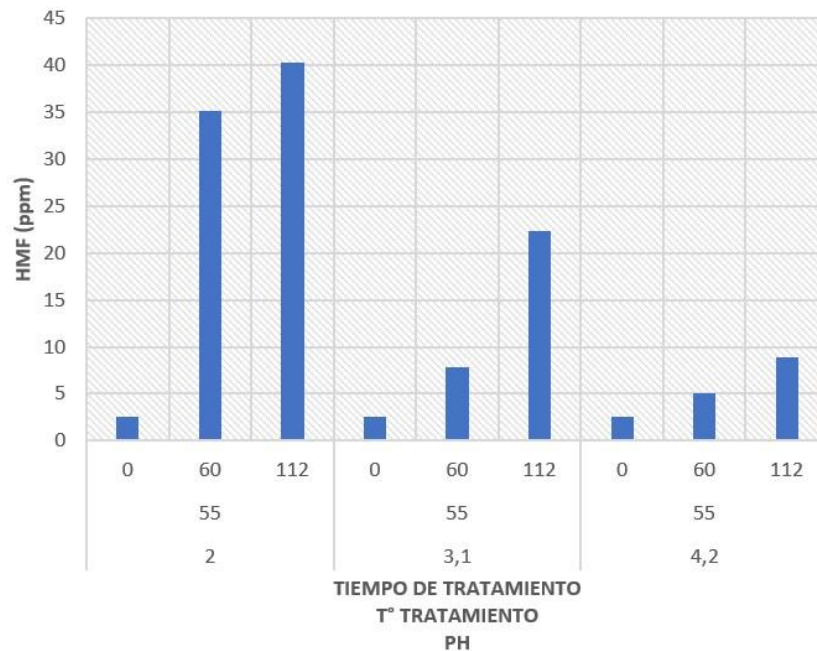
Resultado de HMF según pH en Mosto virgen tratado a 55°C					
pH	Temperatura	horas de tratamiento	HMF (ppm)	Δ	Δ total
2	55	0	2,546		
2	55	60	35,128	+ 1279,97%	
2	55	112	40,233	+ 14,53%	+ 1480,49%
3,1	55	0	2,546		
3,1	55	60	7,864	+ 208,93%	
3,1	55	112	22,282	+ 183,33%	+ 775,33%
4,2	55	0	2,546		
4,2	55	60	5,000	+ 96,41%	
4,2	55	112	8,913	+ 78,25%	+ 250,13%

Por otro lado en la Tabla 42 se observó que la muestra tratada a pH=2 y expuesta durante 112 horas a 55°C presentó el mayor contenido de HMF (40,233 ppm) y en

Segundo lugar la muestra tratada a pH 3,1 y expuesta durante 112 horas a 35°C (22,28 ppm).

En base a esta observación se puede indicar que a temperaturas relativamente bajas (35°C) el pardeamiento tiene una mayor velocidad a pH más altos (pH=4,2); pero si la temperatura es alta, el pH mas bajo favorece la producción de HMF, posiblemente por un efecto de deshidratación de la fructosa.

Figura 74 HMF según pH y temperatura a 55°C en Mosto Virgen



En ambas figuras, la tendencia es de marcado aumento en las concentraciones de HMF y en valores acumulados totales es notable el aumento con el incremento de la temperatura de trabajo.

4.4. Resultados de pardeamiento acelerado a 35°C y 55°C según pH e HMF obtenido en Mosto Concentrado

En las se observó en la Tabla 43 (tratamiento a 35°C) y Tabla 44 (tratamiento a 55°C) una tendencia de marcado aumento en el contenido de HMF formado, en las muestras con pH 2. A medida que aumentó el pH de las muestras, disminuyó el contenido de HMF total formado, pero con una diferencia menos apreciable en los tratamientos a 55°C. Esto resulta interesante de continuar estudiando ya que se observa una expresa influencia de los pH más ácidos respecto al pardeamiento.

Tabla 43 promedio de HMF según pH y temperatura (35°C) en Mosto Concentrado

HMF según pH y temperatura de tratamiento en Mosto Concentrado					
pH i	Temperatura	Tiempo (h)	HMF (ppm)	Δ	Δ total
2	35°C	0	14,607		
		60	55,521	+ 280,09%	
		112	73,050	+ 31,57%	+ 400,09%
3,1	35°C	0	14,607		
		60	26,149	+ 79,01%	
		112	34,230	+ 30,9%	+ 134,33%
4,2	35°C	0	14,607		
		60	18,296	+ 25,25%	
		112	22,654	+ 23,81%	+ 55,08%

Figura 75 promedio de HMF según pH y temperatura (35°C) en Mosto Concentrado

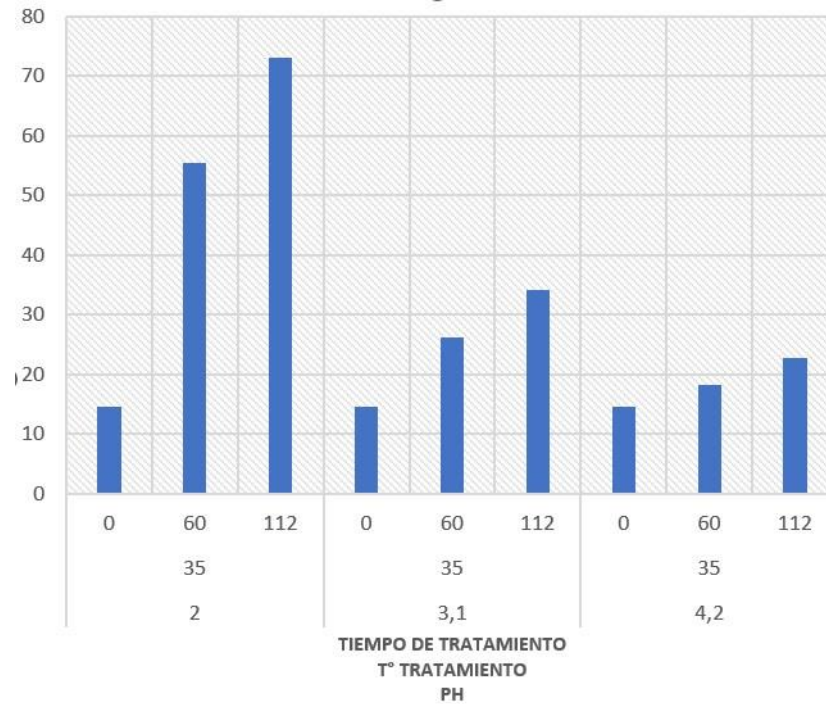
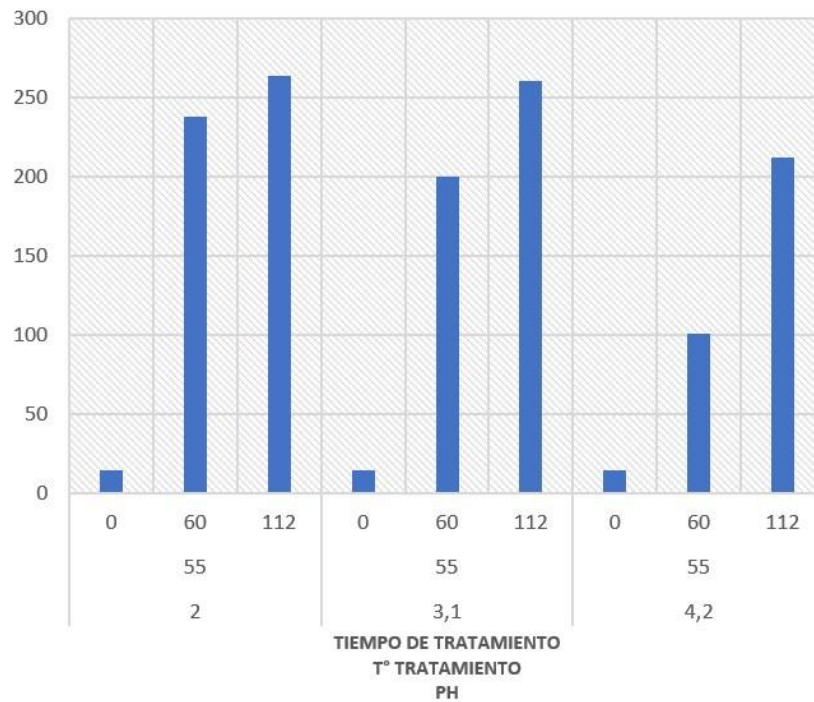


Tabla 44 promedio de HMF según pH y temperatura (55°C) en Mosto Concentrado

HMF según pH y temperatura de tratamiento en Mosto Concentrado					
pH i	Temperatura	Tiempo (h)	HMF (ppm)	Δ	Δ total
2	55°C	0	14,607		
		60	238,104	+ 1530,02%	
		112	264,070	+ 10,9%	+ 1707,79%
3,1	55°C	0	14,607		
		60	199,975	+ 1269%	
		112	260,461	+ 30,24%	+ 1683,08%
4,2	55°C	0	14,607		
		60	101,028	+ 591,62%	
		112	212,340	+ 110,17%	+ 1353,65%

Figura 76 promedio de HMF según pH y temperatura (55°C) en Mosto Concentrado



4.5. Resultados del incremento del contenido de HMF % respecto del valor inicial en Mosto Virgen y Concentrado

Tabla 45 Incremento % HMF respecto al valor inicial en Mosto Virgen

Incremento % HMF respecto al valor inicial en Mosto Virgen			
pH i	Temperatura	Horas de tratamiento	Incremento % HMF respecto al valor inicial
2	35°C	60	28,044
		112	105,027
3,1		60	1,335
		112	93,637
4,2		60	2,514
		112	239,749
2	55°C	60	1279,980
		112	1480,493
3,1		60	208,936
		112	775,336
4,2		60	96,419
		112	250,134

Tabla 46 Incremento % HMF de 35 °C a 55 °C en Mosto Virgen

Incremento % HMF de 35 °C a 55 °C en Mosto Virgen			
pH i	Temperatura	Horas de tratamiento	Incremento % HMF de 35 °C a 55 °C
2		60	4464
		112	1310
3,1	35°C vs 55°C	60	15546
		112	728
4,2		60	3736
		112	4

Tabla 47 Incremento % HMF respecto al valor inicial en Mosto Concentrado

Incremento % HMF respecto al valor inicial en Mosto Concentrado			
pH i	Temperatura	Horas de tratamiento	Incremento % HMF respecto al valor inicial
2		60	280
		112	400
3,1	35°C	60	79
		112	134
4,2		60	25
		112	55
2		60	1530
		112	1708
3,1	55°C	60	1269
		112	1683
4,2		60	592
		112	1354

Tabla 48 Incremento % HMF de 35 °C a 55 °C en Mosto Concentrado

Incremento % HMF de 35 °C a 55 °C en Mosto Concentrado			
pH i	Temperatura	Horas de tratamiento	Incremento % HMF de 35 °C a 55 °C
2		60	446
		112	327
3,1	35°C vs 55°C	60	1506
		112	1153
4,2		60	2243
		112	2357

Figura 77 Valores de HMF según pH y temperatura de tratamiento en Mosto Virgen unificados

Valores de HMF según pH y temperatura de tratamiento en Mosto Virgen			
pH i	Temperatura	Tiempo (h)	HMF (ppm)
2		0	2,546
		60	3,260
		112	5,220
3,1	35°C	0	2,546
		60	2,580
		112	4,930
4,2		0	2,546
		60	2,610
		112	8,650
2		0	2,546
		60	35,128
		112	40,233
3,1	55°C	0	2,546
		60	7,864
		112	22,282
4,2		0	2,546
		60	5,000
		112	8,913

Se observó una tendencia clara en la formación de HMF en aquellas muestras tratadas a pH 2, en las que fueron tratadas a 55°C durante 112 horas. En cambio aquellas que fueron tratadas a 35°C presentan un mayor contenido a pH 4,2. En las figuras 40, 41 y 42 se observan las tendencias por cada tratamiento de pH y temperatura, denotando en los tres casos regresiones de $r^2=1$ y una ecuación del tipo polinómica de grado 2.

Figura 78 Comportamiento del pardeamiento acelerado del mosto virgen según contenido de HMF hallado en muestras de pH 2

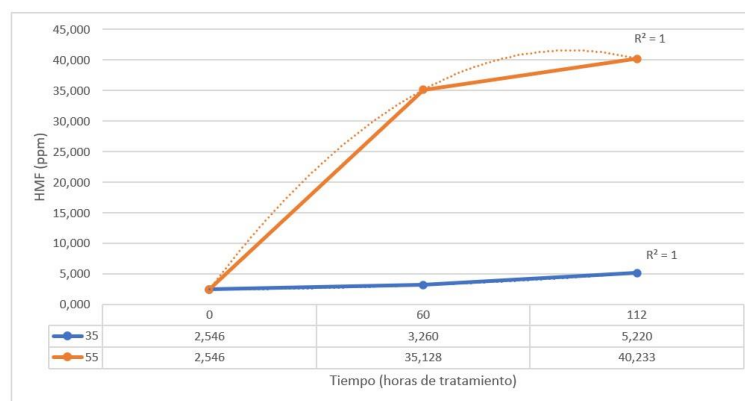


Figura 79 Comportamiento del pardeamiento acelerado del mosto virgen según contenido de HMF hallado en muestras de pH 3,1



Figura 80 Comportamiento del pardeamiento acelerado del mosto virgen según contenido de HMF hallado en muestras de pH 4,2

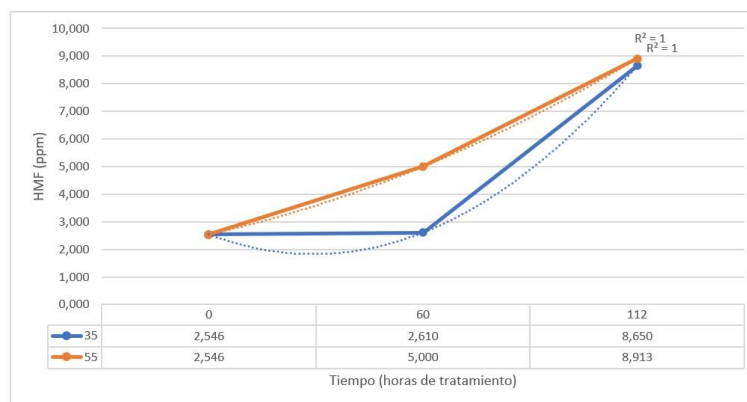


Tabla 49 Valores de HMF según pH y temperatura de tratamiento en Mosto Concentrado unificados

Valores de HMF según pH y temperatura de tratamiento en Mosto Concentrado			
pH i	Temperatura	Tiempo (h)	HMF (ppm)
2		0	14,607
		60	55,521
		112	73,050
3,1	35°C	0	14,607
		60	26,149
		112	34,230
4,2		0	14,607
		60	18,296
		112	22,654
2		0	14,607
		60	238,104
		112	264,070
3,1	55°C	0	14,607
		60	199,975
		112	260,461
4,2		0	14,607
		60	101,028
		112	212,340

Se observó una tendencia clara en la formación de HMF en aquellas muestras tratadas a pH 2, tanto las que fueron tratadas a 35°C y 55°C durante 112 horas. A medida que aumentó el pH, disminuyó el contenido de HMF formado. En las figuras 43, 44 y 45 se observan las tendencias por cada tratamiento de pH y temperatura, denotando en los tres casos regresiones de $r^2=1$ y una ecuación del tipo polinómica de grado 2.

Figura 81 Comportamiento del pardeamiento acelerado del mosto concentrado según contenido de HMF hallado en muestras de pH 2

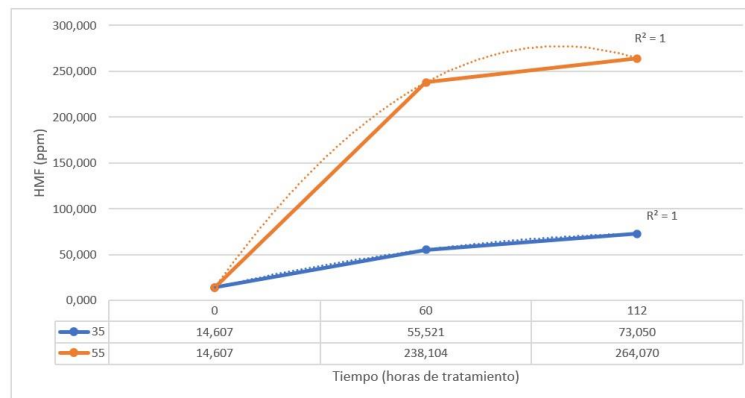


Figura 82 Comportamiento del pardeamiento acelerado del mosto concentrado según contenido de HMF hallado en muestras de pH 3,1

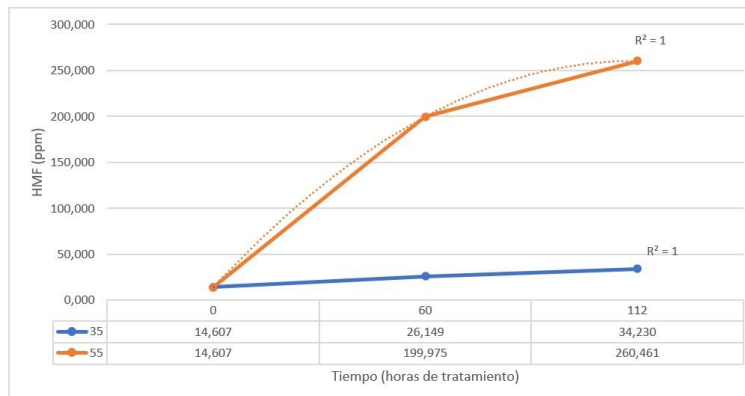
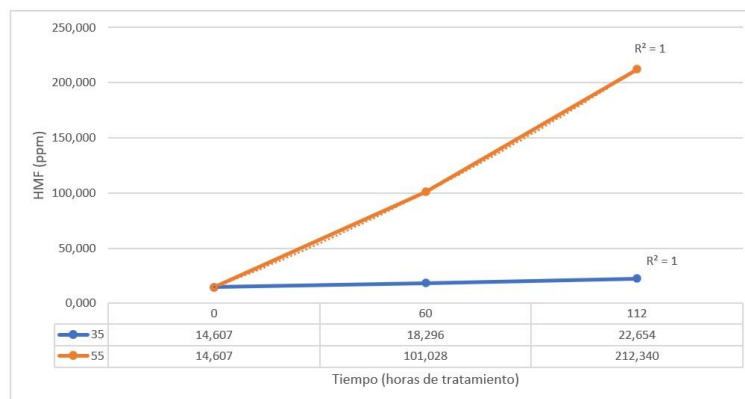


Figura 83 Comportamiento del pardeamiento acelerado del mosto concentrado según contenido de HMF hallado en muestras de pH 4,2



4.6. Resultados de absorbancias representativas de melanoidinas en las muestras de mosto virgen y concentradas tratadas a distinto pH y térmicamente

Tabla 50 Resultados de absorbancias del Ensayo de pardeamiento enzimático acelerado en Mosto Virgen

Resultados del Ensayo de pardeamiento enzimático acelerado en Mosto Virgen								
pH i	Temperatura	Tiempo (h)	280 nm	294 nm	365 nm	420 nm	Intensidad Colorante	Matiz
2		0	1,535	1,497	0,370	0,063	0,454	4,333
		60	3,786	3,105	0,302	0,042	0,363	5,524
		112	4,201	3,218	0,275	0,050	0,369	4,450
3,1	35 °C	0	1,535	1,497	0,370	0,063	0,454	4,333
		60	3,461	2,838	0,286	0,044	0,356	4,955
		112	3,685	2,819	0,307	0,072	0,434	3,379
4,2		0	1,535	1,497	0,370	0,063	0,454	4,333
		60	3,571	2,893	0,349	0,070	0,495	4,086
		112	3,561	2,683	0,324	0,077	0,473	3,355
2		0	1,535	1,497	0,370	0,063	0,454	4,333
		60	7,224	6,622	0,334	0,062	0,442	4,226
		112	15,428	12,510	0,339	0,070	0,558	4,714
3,1	55 °C	0	1,535	1,497	0,370	0,063	0,454	4,333
		60	6,255	5,430	0,339	0,058	0,433	4,483
		112	7,261	5,916	0,349	0,080	0,548	4,000
4,2		0	1,535	1,497	0,370	0,063	0,454	4,333
		60	4,500	3,711	0,364	0,060	0,488	4,800
		112	5,763	4,915	0,369	0,100	0,648	3,600

Se puede observar una clara predominancia en las absorbancias presentadas a 280 nm y 294 nm. Ambas longitudes de onda son indicadoras de formación de MRP primarios, de bajo peso molecular. Probablemente el tiempo de formación para alcanzar etapas

intermedias y finales, deba ser superior a las realizadas en el presente ensayo, razón por la cual no se ve un aumento significativo en las absorbancias mayores a 320 nm y sobre todo en 420 nm (FOGLIANO, 1999).

A su vez, se presentan marcadamente mayores absorbancias en aquellas muestras tratadas a 55°C en concordancia con el aumento del tratamiento térmico.

La intensidad colorante resulta de la suma de las absorbancias a 370 nm, 390 nm y 420 nm y a su vez, el matiz resulta del cociente entre las absorbancias a 370 nm y 420 nm. El primero es indicador de la intensidad del color presentado (en este caso de mostos blancos) y el segundo es una medida de referencia de la oxidación de los mismos. En la Tabla 50 se puede observar una elevación de la intensidad en aquellas muestras tratadas a pH 4,2 a 55°C. A modo general, se observó un aumento de la intensidad colorante a medida que aumentaba el pH.

Tabla 51 Resultados del Ensayo de pardeamiento enzimático acelerado en Mosto Concentrado

Resultados del Ensayo de pardeamiento enzimático acelerado en Mosto Concentrado								
pH i	Temperatura	Tiempo (h)	280 nm	294 nm	365 nm	420 nm	Intensidad Colorante	Matiz
2		0	15,393	11,254	0,438	0,169	0,746	2,059
		60	23,460	19,130	1,570	0,330	2,230	3,848
		112	29,061	22,144	1,601	0,385	2,372	3,333
3,1	35 °C	0	15,393	11,254	0,438	0,169	0,746	2,059
		60	19,740	16,370	1,600	0,340	2,280	3,794
		112	23,127	17,729	1,613	0,374	2,399	3,579
4,2		0	15,393	11,254	0,438	0,169	0,746	2,059
		60	22,231	18,884	2,171	0,548	3,337	3,273
		112	22,634	18,050	1,980	0,564	3,218	2,947
2		0	15,393	11,254	0,438	0,169	0,746	2,059
		60	35,481	35,481	2,623	0,776	4,489	3,000
		112	136,827	111,538	3,750	1,154	7,115	3,250
3,1	55 °C	0	15,393	11,254	0,438	0,169	0,746	2,059
		60	38,514	35,551	2,638	0,738	4,203	2,973
		112	97,327	83,564	3,366	0,990	6,733	3,600
4,2		0	15,393	11,254	0,438	0,169	0,746	2,059
		60	34,360	32,150	2,760	0,830	4,630	2,831
		112	61,667	55,294	3,824	1,373	7,941	2,929

En relación al contenido de HMF que se vio favorecido a pH bajos (pH=2), paralelamente, los compuestos del tipo melanoidinicos aumentaron a medida que se disminuyó el pH en el medio tanto en muestras tratadas de mosto virgen como de mosto concentrado. En principio se podría postular que la reacción prioritaria que se presentó en el presente ensayo fue de caramelización, aunque no se puede descartar la presencia de la reacción de Maillard.

4.7. Resultados de las absorbancias estudiadas en las muestras de mosto virgen y concentradas, tratadas a distinto pH, tiempos y temperaturas

A continuación, se puede observar todo el espectro estudiado, donde las longitudes de onda son indicadoras de las etapas de desarrollo de las melanoidinas y del pardeamiento no enzimático:

- Temprana (280 nm y 294 nm)

- Intermedia (365 nm)
- Finales (420 nm, 520 nm y 620 nm)

Figura 84 Resultados de absorbancias estudiadas en las muestras de mosto virgen tratadas a distintos pH, tiempo y t° (35°C)

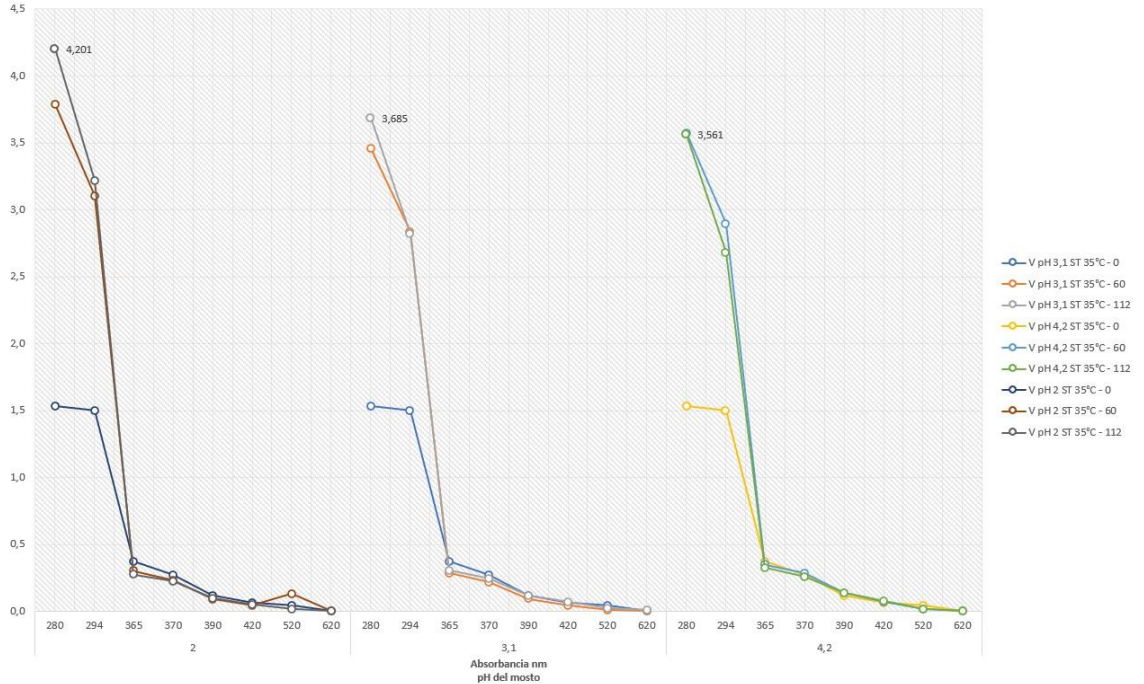
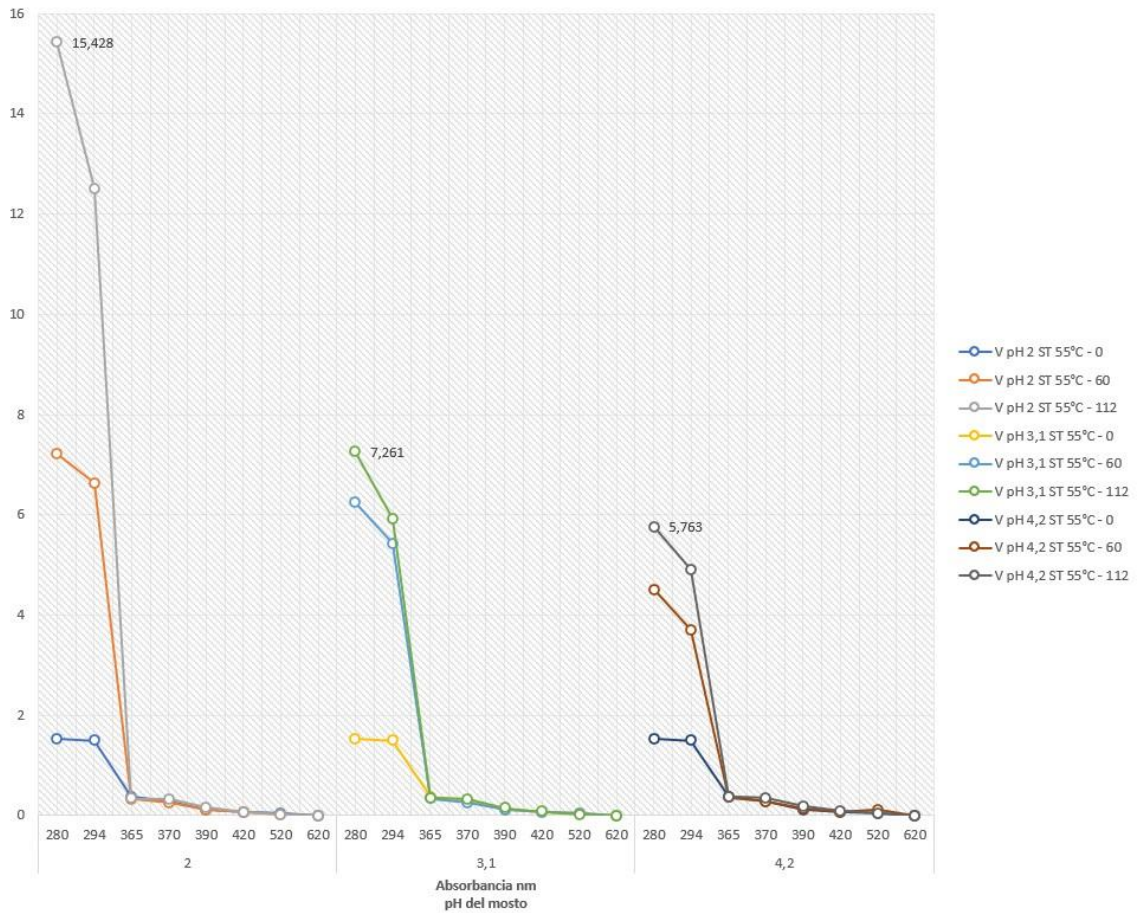


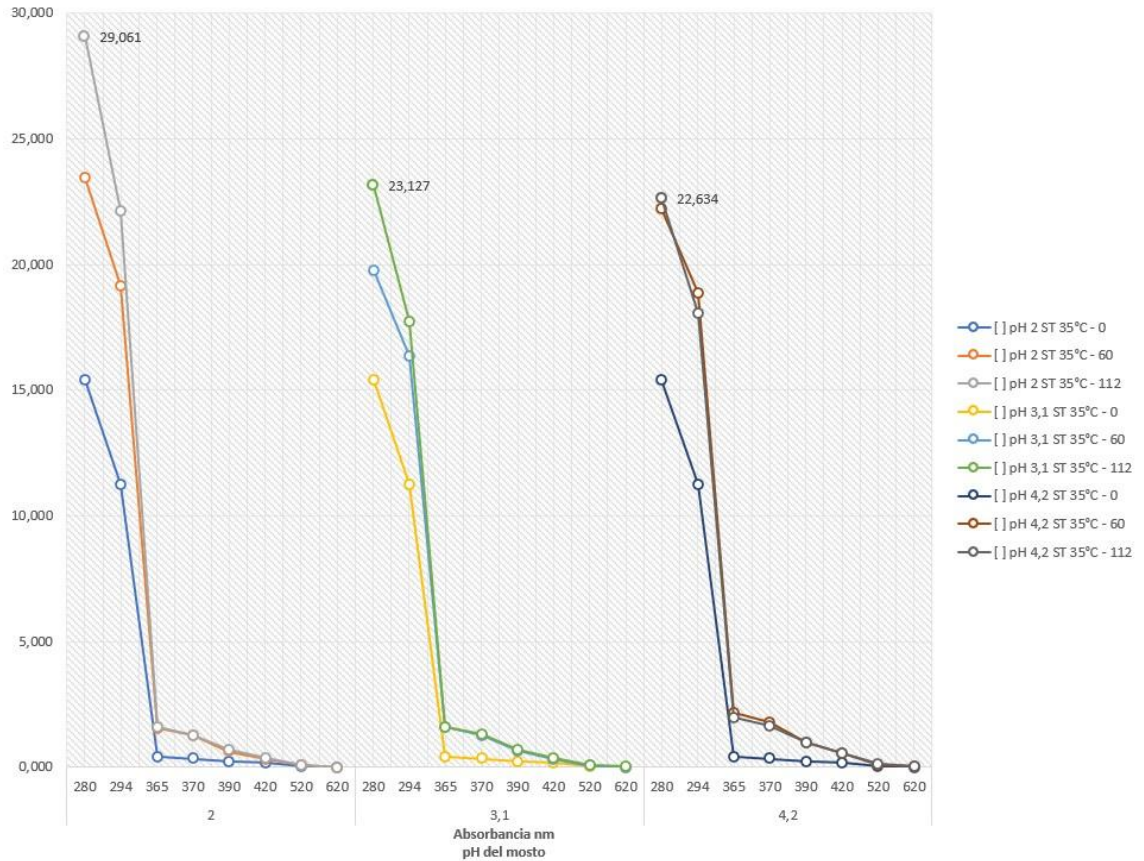
Figura 85 Resultados de absorbancias estudiadas en las muestras de mosto virgen tratadas a distintos pH, tiempo y t° (55°C)



En la Figura 84 y la Figura 85 se observan la serie de absorbancias de los mostos vírgenes, en los distintos tiempos de tratamiento.

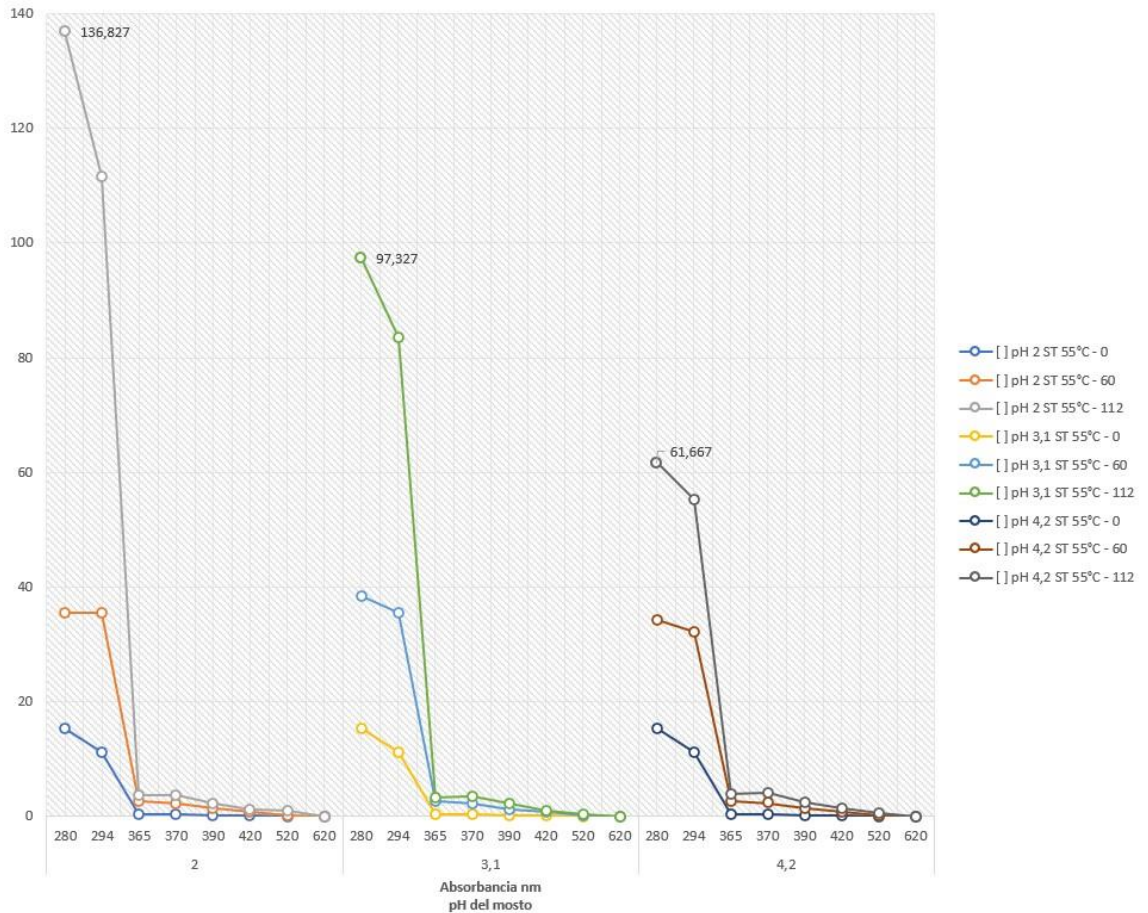
Los mayores aumentos se pueden observar en las absorbancias de aquellas muestras tratadas a pH bajo (pH=2) y con disminución sostenida a medida que aumenta el pH. Se observó que el mayor incremento entre los tiempos trabajados (0 h y 112 h) el mayor incremento se presentó en las primeras 60 h y en las posteriores 52 h fueron menores las velocidades de incremento.

Figura 86 Resultados de absorbancias estudiadas en las muestras de mosto concentrado tratadas a distintos pH, tiempo y t° (35°C)



En las Figura 86 y Figura 87, podemos observar las series de absorbancias en mostos concentrados a distintos pH, con tratamiento a 35°C y 55°C. En las mismas se vuelve a repetir las tendencias antes vistas en los mostos vírgenes, es decir, el aumento de las absorbancias es más significativo en los pH más bajos (pH=2) y disminuye a medida que aumenta el pH. Se puede ver claramente que el nivel final de absorbancia a 280 nm se incrementa de manera exponencial por el aumento de la temperatura; pasa de 29,061 ppm en 112 h a 35°C pH=2 a 136,827 ppm en 112 h a 55°C pH=2 (aumento del 470,83% respecto al tratamiento equivalente)

Figura 87 Resultados de absorbancias estudiadas en las muestras de mosto concentrado tratadas a distintos pH, tiempo y t° (55°C)



Las diferencias marcadas entre el mosto virgen del concentrado pueden estar dadas por diversos motivos, algunos posibles son, por la concentración de azúcares y baja a_w en el concentrado. A su vez, este último al haber pasado por un proceso de deshidratación previo, fue suficiente para formar MRP iniciales y estimular la cinética de reacción posterior.

Las absorbancias finales de 420 nm, 520 nm y 620 nm son ínfimas en comparación a las de etapas iniciales, lo que permite postular que la formación y polimerización de productos finales, melanoidinas, no están presentes en una concentración importante. Probablemente se requieran mayores tiempos de reacción para que ocurra el proceso bioquímico.

Trasladado al proceso tecnológico impartido en la industria local, permite postular que los mostos concentrados obtenidos serán ricos en MRP iniciales pero que, a medida que se almacene el producto obtenido a temperaturas bajas, no se incrementará considerablemente los compuestos polimerizados de dicha reacción.

Sin embargo, aunque no se presente una concentración preocupante de melanoidinas, si habrá un importante incremento del contenido de HMF. Este último al sea un compuesto de formación intermedia, protagonizará probablemente el conjunto de productos de reacción iniciales. Resulta interesante plantear dicho aldehído como marcador químico indicador de tratamiento y eficiencia térmica sobre mosto de uva. Siendo útil su análisis durante las diversas etapas de proceso.

4.8. Resultados de las absorbancias estudiadas en las muestras de mosto virgen y concentradas, tratadas a distinto pH, procesos de clarificación, tiempos y temperaturas

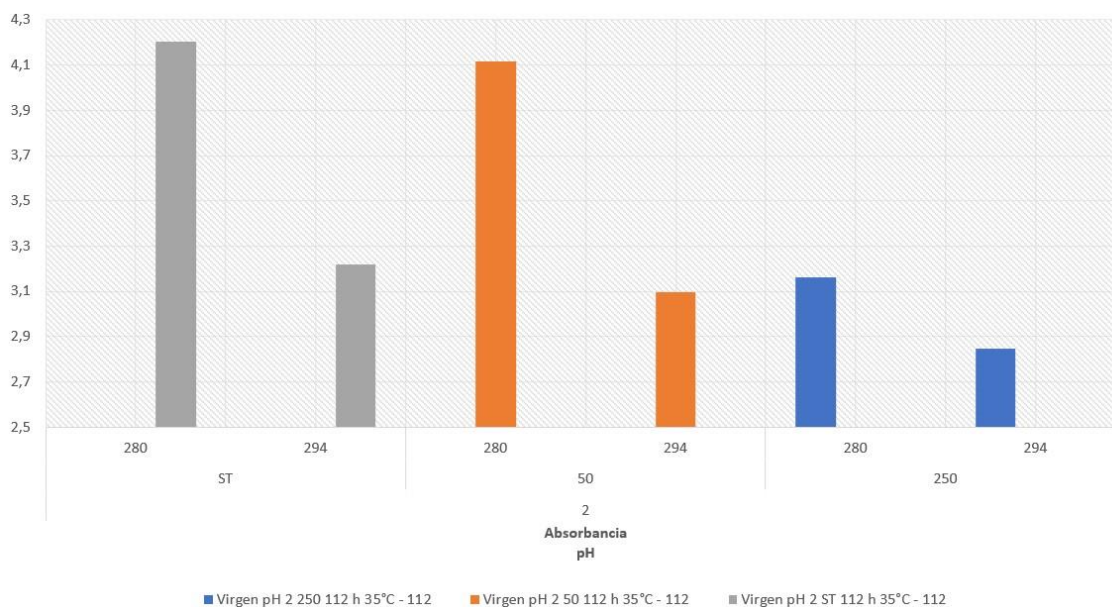
En este apartado se comparará principalmente el punto final de los tratamientos (112 horas de tratamiento) en las dos temperaturas estudiadas, 35°C y 55°C y en las absorbancias más relevantes encontradas, es decir, 280 nm y 294 nm.

Tratamientos a 35°C

Tabla 52 absorbancias en mosto vírgenes con 112 horas de tratamiento térmico, según el nivel de clarificación y pH

Valores de absorbancia según pH, clarificación y temperatura de tratamiento en Mosto Virgen				
pH i	Temperatura	Clarificación	280 nm	294 nm
2	35°C	ST	4,201	3,218
		50	4,116	3,095
		250	3,164	2,847
	55°C	ST	15,425	12,513
		50	13,786	11,149
		250	12,445	9,827
3,1	35°C	ST	3,685	2,819
		50	3,374	2,476
		250	5,689	2,253
	55°C	ST	7,261	5,916
		50	6,367	5,269
		250	6,389	4,985
4,2	35°C	ST	3,561	2,683
		50	3,095	2,234
		250	3,313	2,169
	55°C	ST	5,763	4,915
		50	5,317	4,423
		250	4,935	3,769

Figura 88 absorbancias en mosto virgen con 112 horas de tratamiento térmico a 35°C, según el nivel de clarificación – pH 2



A pH 2 se puede observar que hay una clara tendencia a la baja, en cuanto a las absorbancias estudiadas

Figura 89 absorbancias en mosto virgen con 112 horas de tratamiento térmico a 35°C, según el nivel de clarificación – pH 3,1

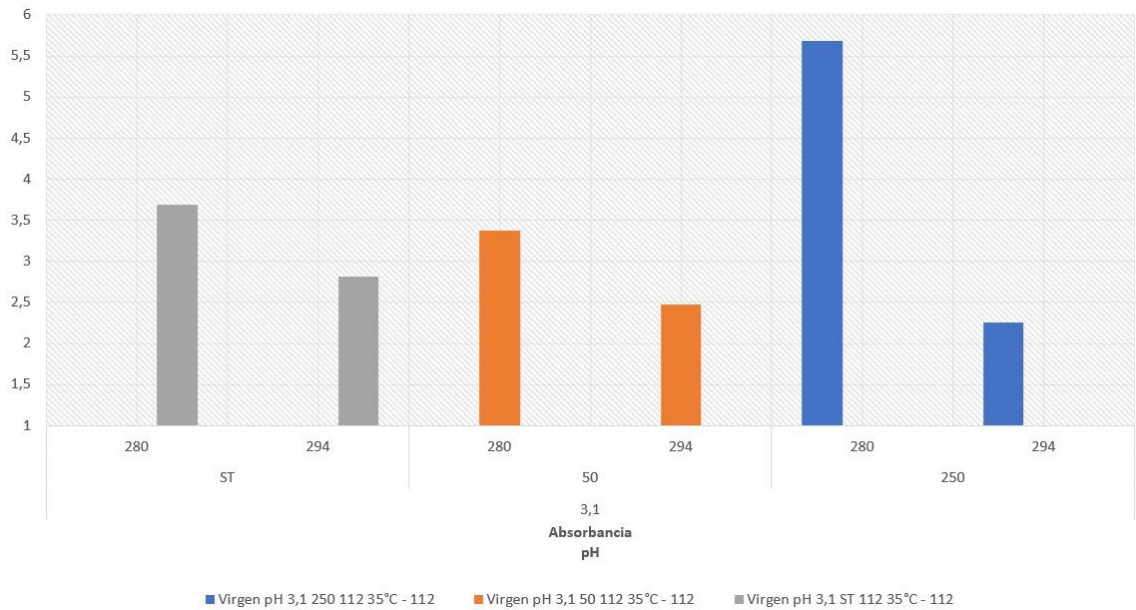
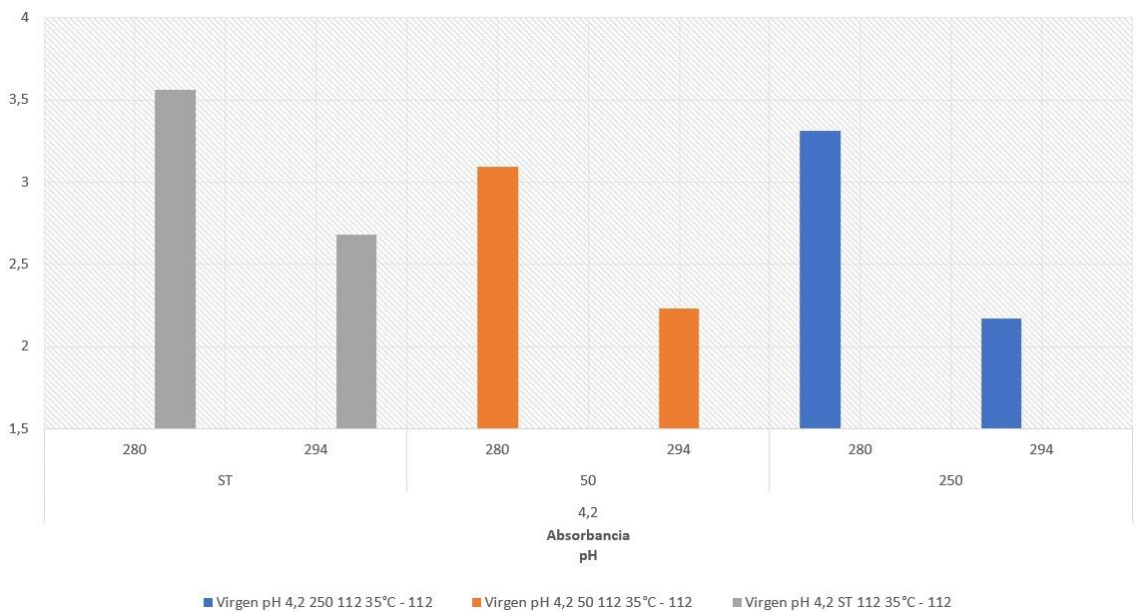


Figura 90 absorbancias en mosto virgen con 112 horas de tratamiento térmico a 35°C, según el nivel de clarificación – pH 4,2



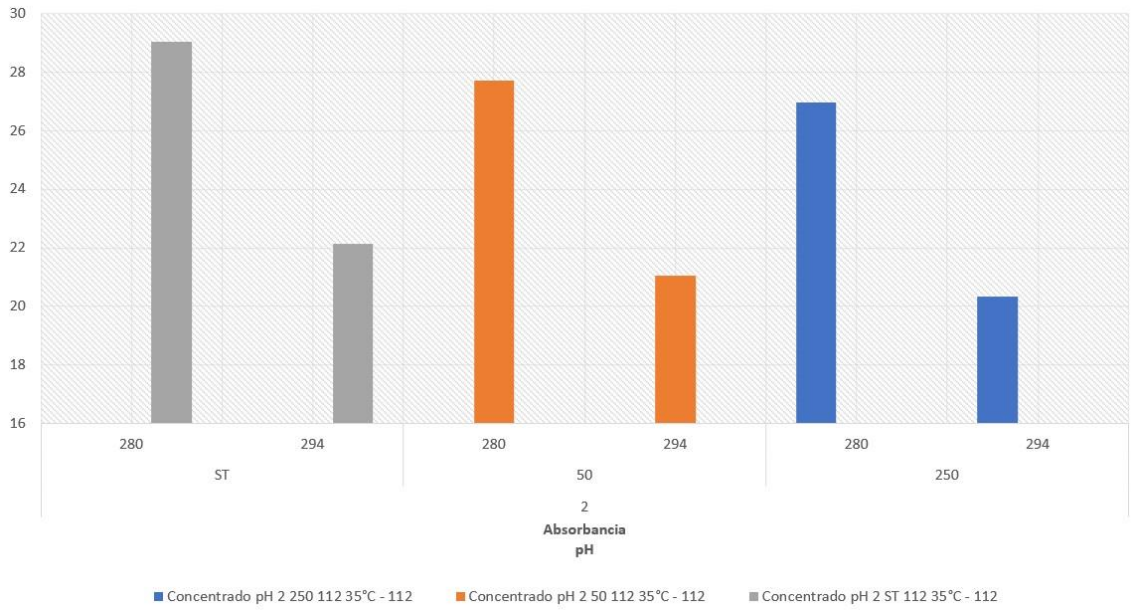
A pH 3,1 y 4,2, la tendencia cambia su sentido y se denota que, aunque, hay una baja de los testigos (ST, sin tratamiento) respecto a los valores de 50 g/hl de clarificante, posteriormente hay una elevación en el tratamiento de 250 g/hl, sobre todo en 280 nm, indicador de formación de Melanoidinas primarias.

En términos absolutos, podemos observar en la Tabla 52, que las mayores absorbancias a 280 y 294 nm se reportan en las muestras ST y las menores en los tratamientos mas clarificados (250 g/hl), tanto a 35°C como a 55°C

Tabla 53 absorbancias en mosto concentrado con 112 horas de tratamiento térmico, según el nivel de clarificación y pH

Valores de absorbancia según pH, clarificación y temperatura de tratamiento en Mosto concentrado				
pH i	Temperatura	Clarificaciór	280 nm	294 nm
2	35°C	ST	29,061	22,144
		50	27,701	21,035
		250	26,967	20,327
	55°C	ST	136,827	111,538
		50	166,311	135,016
		250	137,476	112,621
3,1	35°C	ST	23,127	17,729
		50	23,984	18,446
		250	22,016	16,895
	55°C	ST	97,327	83,564
		50	98,317	84,000
		250	117,282	99,094
4,2	35°C	ST	22,634	18,050
		50	21,540	17,100
		250	30,974	16,431
	55°C	ST	61,667	55,294
		50	75,047	67,757
		250	59,500	54,400

Figura 91 absorbancias en mosto concentrado con 112 horas de tratamiento térmico a 35°C, según el nivel de clarificación – pH 2



En los tratamientos, sobre mostos concentrados, se observa que a pH 2, las absorbancias siguen la misma mecánica que en el mosto virgen, y baja de manera escalonada de ST a 50 y 250

Figura 92 absorbancias en mosto concentrado con 112 horas de tratamiento térmico a 35°C, según el nivel de clarificación – pH 3,1

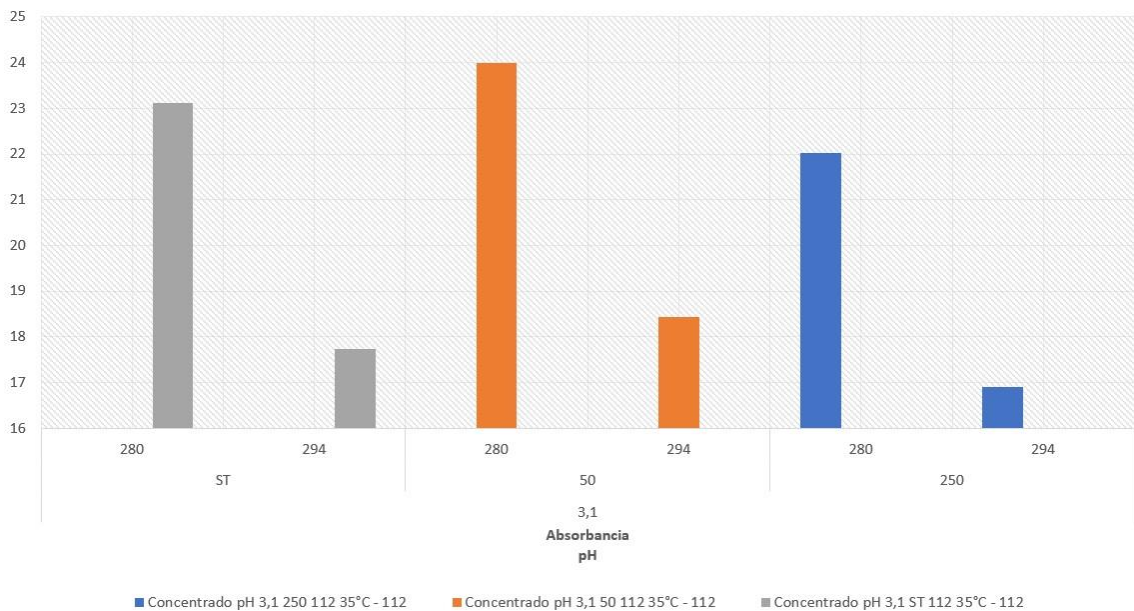
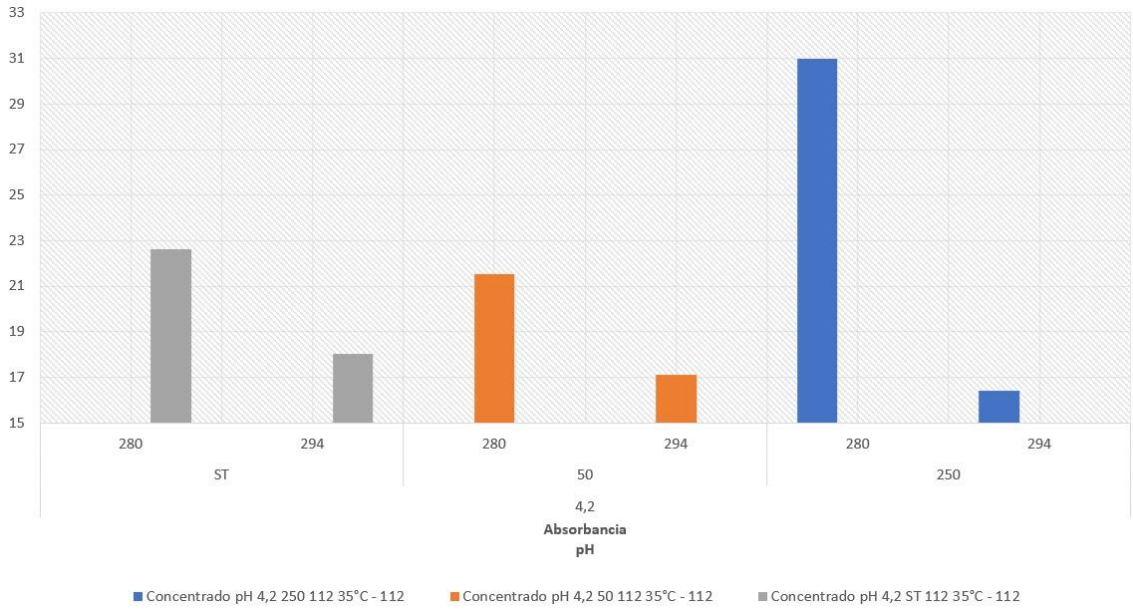


Figura 93 absorbancias en mosto concentrado con 112 horas de tratamiento térmico a 35°C, según el nivel de clarificación – pH 4,2



A pH 3,1 la caída en las absorbancias con el aumento de la clarificación es menos significativo y a pH 4,2 hay un gran aumento en 280 nm solamente.

Tratamientos a 55°C

Figura 94 absorbancias en mosto virgen con 112 horas de tratamiento térmico a 55°C, según el nivel de clarificación – pH 2

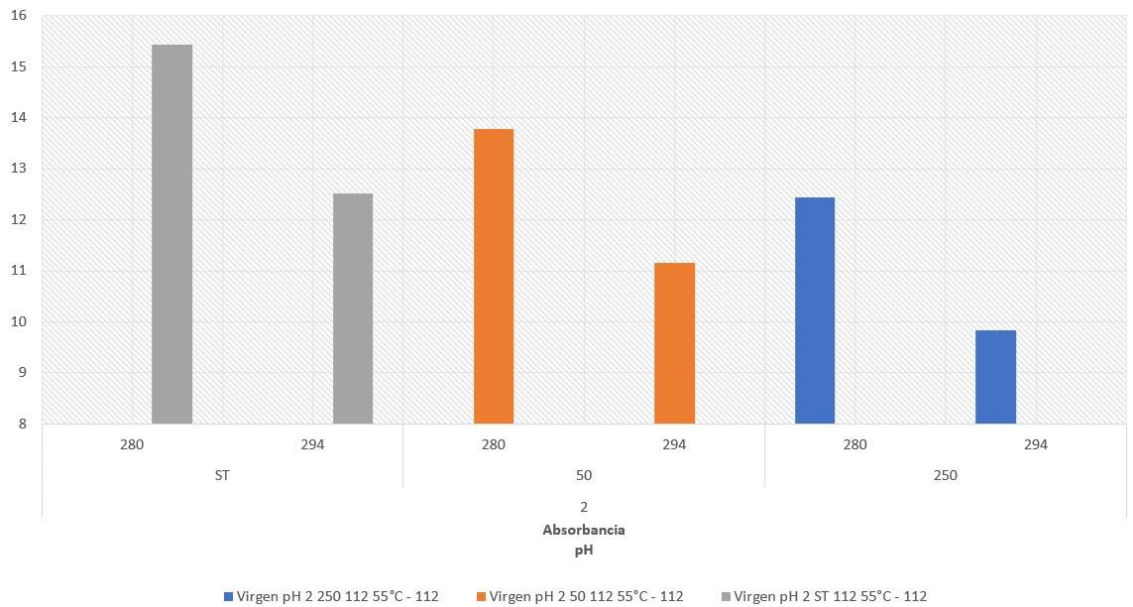


Figura 95 absorbancias en mosto virgen con 112 horas de tratamiento térmico a 55°C, según el nivel de clarificación – pH 3,1

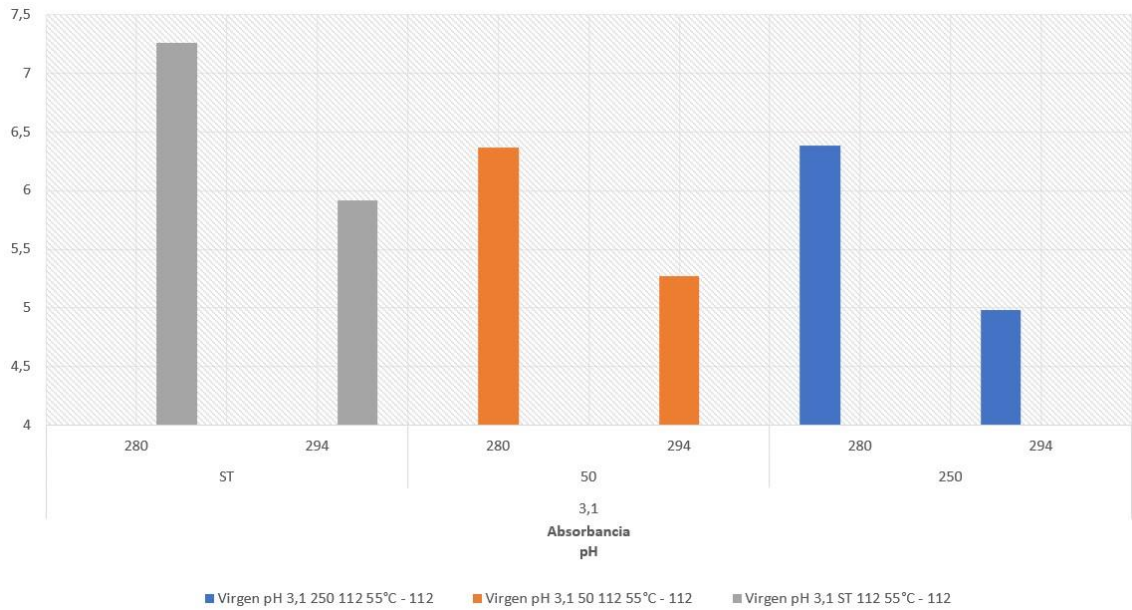
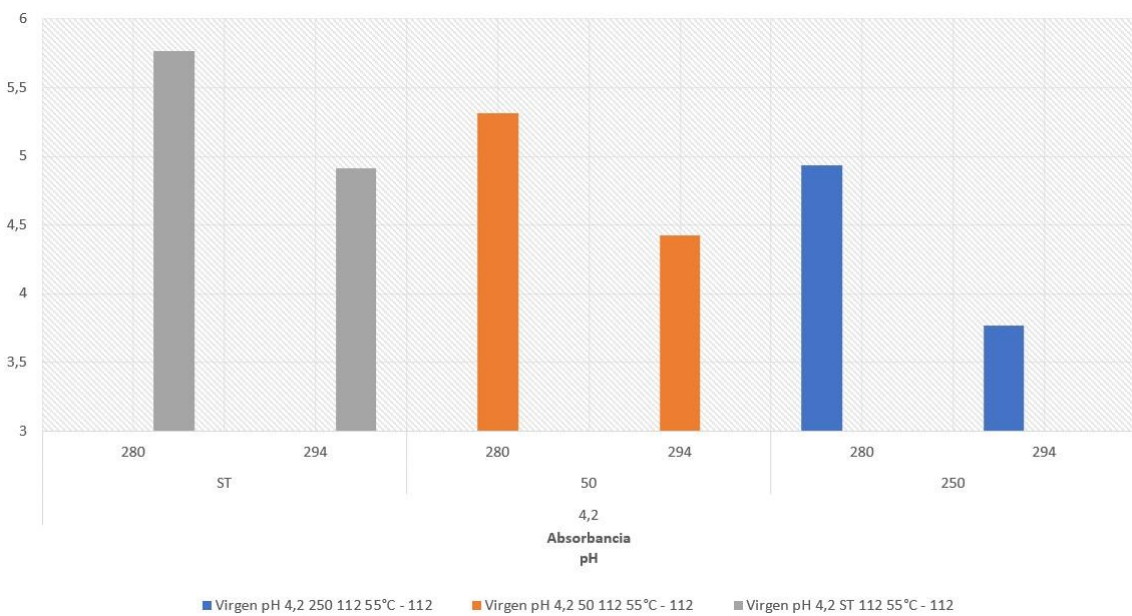


Figura 96 absorbancias en mosto virgen con 112 horas de tratamiento térmico a 55°C, según el nivel de clarificación – pH 4,2



En los tratamientos de mosto virgen a 55°, se puede observar una tendencia clara de disminución de las absorbancias, con el incremento de la clarificación. Por lo antes dicho, podemos afirmar que el comportamiento de los mostos tratados a 35°C y 55°C es similar a pesar de la temperatura. En términos nominales, el aumento de las absorbancias aumenta directamente con la intensidad del tratamiento térmico aplicado.

Figura 97 absorbancias en mosto concentrado con 112 horas de tratamiento térmico a 55°C, según el nivel de clarificación – pH 2

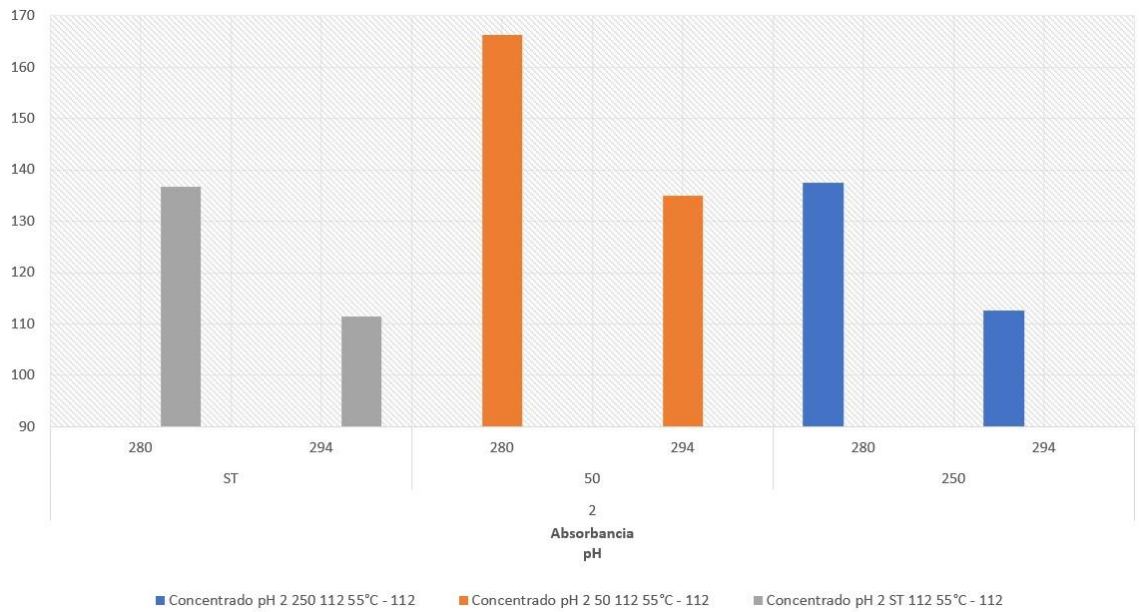


Figura 98 absorbancias en mosto concentrado con 112 horas de tratamiento térmico a 55°C, según el nivel de clarificación – pH 3,1

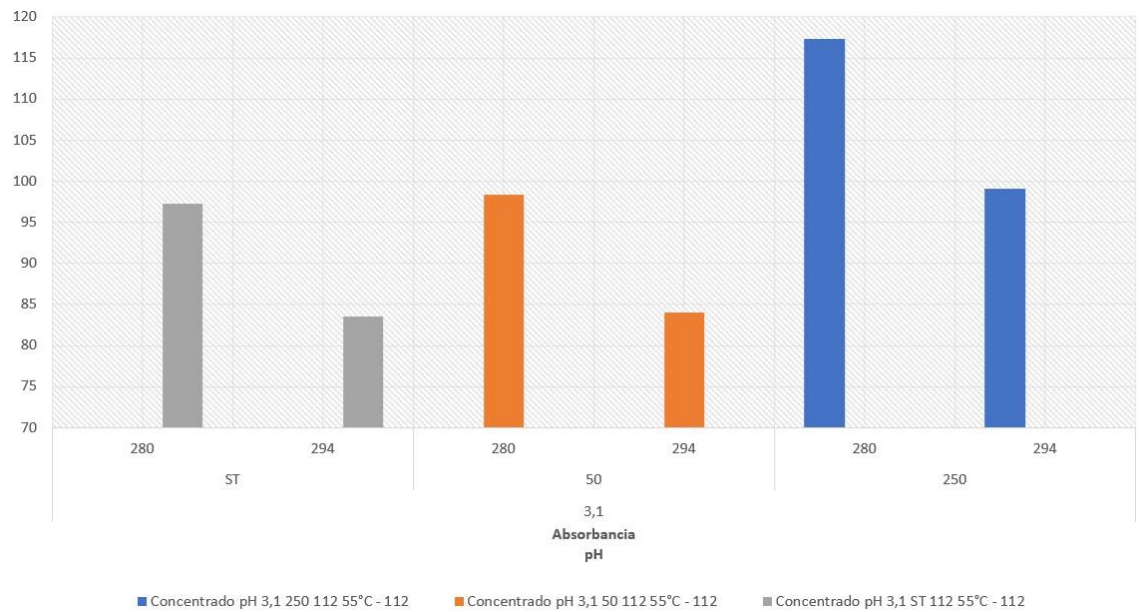
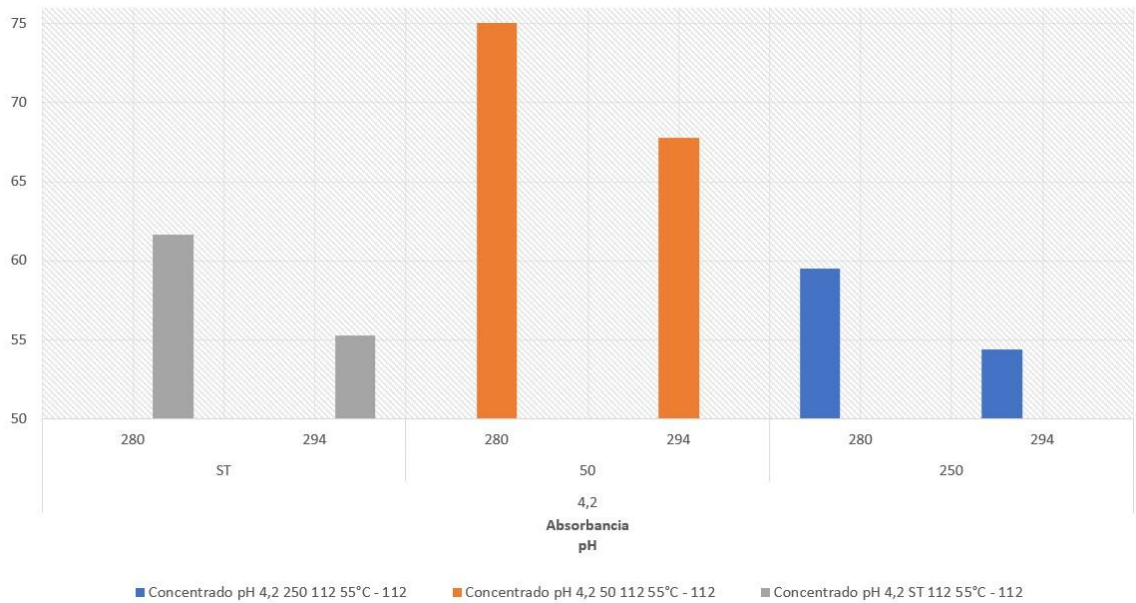


Figura 99 absorbancias en mosto concentrado con 112 horas de tratamiento térmico a 55°C, según el nivel de clarificación – pH 4,2



En los tratamientos térmicos en mostos concentrados a 55°C por 112 horas, no se puede observar una tendencia clara, ya que la diferencia inter grupo es menor, por lo que se presume una menor necesidad de catalizadores para aumentar la velocidad de las reacciones químicas, apalancado en el aumento de la concentración y la temperatura.

CAPÍTULO IX: Conclusiones

Respecto al Ensayo I se observó una tendencia clara en la formación de HMF en aquellas muestras tratadas a pH 2, tanto las que fueron tratadas a 35°C y 55°C durante 112 horas. A medida que aumentó el pH, disminuyó el contenido de HMF formado. Las curvas de comportamiento observadas son del tipo polinómicas de grado dos. Por otro lado, se ha podido comprobar el inicio de la formación de melanoidinas primarias de bajo peso molecular, según el aumento de la absorbancia a 280 y 294 nm. Se estima que el tratamiento térmico no fue lo suficientemente extenso para producir el aumento en 420 nm (melanoidinas de alto peso molecular).

Se estima que el aumento de la producción de HMF y producción de melanoidinas es principalmente desencadenado por procesos de deshidratación de la fructosa. En todos los casos los tratamientos clarificados, y por tanto con menores tenores de cationes metálicos, los contenidos de HMF y absorbancias a 280 nm y 294 nm

Ensayo II. Se ha corroborado que los tenores de HMF son mayores en los pH bajos, al igual que en el ensayo I. En cuanto a los tratamientos de clarificación, sobre mostos almacenados a 35°C, tienen diferencia significativa entre sí, con tendencia a obtener menor contenido de HMF y absorbancias a 280 nm y 294 nm. En los tratamientos sobre mostos concentrados, las diferencias, son poco significantes y con tendencias poco estables. Se estima que la reactividad entre los azúcares y los aminoácidos se ve incrementada, por la concentración de ambos, por deshidratación.

En cuanto a la formación de HMF, se puede notar que la concentración es directamente proporcional a la temperatura de almacenamiento. También se ha estipulado, que aun en temperaturas de almacenamiento normales, se produce HMF, razón por la cual, para evitar el aumento del mismo, se deben almacenar los mostos concentrados a temperaturas menores a 10°C.

Queda pendiente para futuras investigaciones evaluar la incidencia como activador o antagónico del resto de la matriz química que conforma el mosto (ácidos orgánicos, ácidos hidroxicinámicos, proteínas, etc.), principalmente en el caso del mosto concentrado, debido al aumento proporcional de los reactivos y el aumento de la velocidad de reacción.

Índice bibliográfico

(s.f.).

A.O.A.C. (1995). *Official Methods of Analysis* (16 ed.). Washington DC: Association of Official Analytical Chemists.

ABLIN, A. (2012). *Subsecretaria de alimentos y bebidas. Ministerio de Economía de Argentina*. Recuperado el 17 de 12 de 2022, de <https://alimentosargentinos.magyp.gob.ar/HomeAlimentos/Publicaciones/revistas/nota.php?id=261>

AGUILERA PALACIOS, E. X. (2017). *Tesis: Estudio de sistemas bifuncionales para la obtención de 5-(hidroximetil)-2-Furaldehído y ácido 5-(hidroximetil)-Furan-2-Carboxílico*. Colombia: UNIVERSIDAD PEDAGÓGICA Y TECNOLÓGICA DE COLOMBIA. Obtenido de https://repositorio.uptc.edu.co/bitstream/001/2583/1/TGT_1203.pdf

Alimentos Argentinos, M. d. (2018). *Protocolo de calidad para mosto concentrado de uva*. Recuperado el 17 de 12 de 2022, de https://alimentosargentinos.magyp.gob.ar/HomeAlimentos/Sello/sistema_protocolos/Protocolo_Mosto_de_Uva.pdf

ALIQUÓ, G. A., GUALPA, J. L., BOURSIQUOT, J.-M., & FANZONE, M. (Abril de 2017). Identity and parentage of some South American grapevine cultivars present in Argentina. *Australian Journal of Grape and Wine Research*, 23(3), 452-460.

AMHAMED, O. (2017). *Tesis: Production of 5-Hydroxymethylfurfural in Novel Deep Eutectic Solvents*. Inglaterra: The University of Birmingham. Obtenido de <https://etheses.bham.ac.uk/id/eprint/7964/1/Omar18PhD.pdf>

ASTIASARÁN, I., & MARTÍNEZ, J. A. (2000). *Alimentos. Composición y*

propiedades. Madrid: McGraw-Hill Interamerica.

BADUI DERGAL, S. (2006). *Química de los alimentos. Cuarta edición*. Mexico: Pearson.

BARRESI, S. D. (2022). Pardeamiento no enzimático en mosto concentrado de uva, desde una perspectiva de parámetros de calidad. Mendoza, Argentina: Universidad Católica Argentina, Facultad Don Bosco.

BRENNAN, & G., J. (2006). *Food processing Handbook*. Editorial Wiley-vch.

Buera, M. d. (1986). *Cinética de las reacciones de pardeamiento no enzimático entre azúcares y glicina en soluciones de alta actividad de agua*. Facultad de Ciencias Exactas y Naturales. Universidad de Buenos Aires. Obtenido de http://digital.bl.fcen.uba.ar/Download/Tesis/Tesis_1971_Buera.pdf

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_actu_aliz_2020-09.pdf

CAÑIZARES, M. (2017). Los Salesianos de Rodeo del Medio (Mendoza, Argentina) y la creación de la escuela de vitivinicultura. 39-62.

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>

- ECHAVARIA VÉLEZ, A. P., IBARZ, A., & PAGÁN, J. (diciembre de 2012).
 Melanoidins Formed by Maillard Reaction in Food and Their Biological
 Activity. *Food Engineering Reviews*, 4:203-223. doi:10.1007/s12393-012-9057-
 9
- FAHRETTIN GOGUS, S. K., & EREN, S. (2005). Hydroxymethyl furfural content of
 concentrated food product. *International Journal of Food Properties*, 8: 367–
 375. doi:10.1081/JFP-200060257
- FLANZY, Claude. (2000). *Enología: fundamentos científicos y tecnológicos* (Primera
 ed.). Madrid: Ediciones Mundi-Prensa.
- FOGLIANO, V. (1999). Formation of coloured Maillard reaction products in a
 glutenglucose model system. *Food Chemistry*, 66, 293-299.
- GENES ATENCIO, L. E. (2017). Tesis: Glicobióticos: Desarrollo de caramelos con
 propiedades funcionales. Sevilla: Universidad de Sevilla.
- GÓMEZ VÁZQUEZ, Á. H. (2020). Tesina: La reacción de Maillard y su impacto en la
 salud. Sevilla, España: Universidad de Sevilla, Facultad de Farmacia.
- GUTIERREZ, S., & RICAGNO, N. (2010). Trabajo de Investigación Monográfico:
 Comercialización de Mosto de Uva. Montevideo, Uruguay: UR. FCEA.
- HANNAM, K., & MIDWOOD, A. (Septiembre de 2015). Amino Acid Composition of
 Grape (*Vitis vinifera* L.) Juice in Response to Applications of Urea to the Soil or
 Foliage. *American Journal of Enology and
 Viticulture*, 47-55.
 doi:10.5344/ajev.2015.15015
- Hodge, J. E. (1953). Chemistry of browning reactions in model systems. *Agric. Food
 Chem*, 928-943.

- IKAN, R. (1996). *The Maillard reaction. Consequences for the chemical and life sciences*. Inglaterra: John Wiley & Sons Ltd. doi:ISBN 0-471-96300-3
- Instituto Nacional de Vitivinicultura. (2019). *Informe variedad Criolla Grande*. Subgerencia de Estadísticas y Asuntos Técnicos Internacionales.
- INV. (Febrero de 1989). *Ley general de vinos, N° 14.878*. Obtenido de https://pinot.inv.gov.ar/web_inv/pdf/legislacion/Ley14878.pdf
- Jiménez, L. F. (2010). *Manual de tecnología de alimentos: fundamentos de operaciones y procesos en tecnología de alimentos*. San Juan: Facultad de Ciencias de la Alimentación, Bioquímica y Farmacia de la Universidad Católica de Cuyo.
- Kang, O. J. (2016). Evaluation of melanoidins formed from black garlic after different thermal processing steps. *Preventive nutrition and food science*, 21(4), 398. doi:10.3746/pnf.2016.21.4.398
- Kang, O. J. (2016). Physicochemical characteristics of black garlic after different thermal processing steps. *Preventive nutrition and food science*, 21(4), 348-405. doi:10.3746/pnf.2016.21.4.348
- Kramling, T. E., & Singleton, V. L. (1969). An estimate of the nonflavonoid phenols in wines. *American Journal of Enology and Viticulture*, 20(2), 86-92.
- KRISHNAKUMAR, T., & VISVANATHAN, R. (2014). Acrylamide in Food Products: A Review. *Journal of Food. Processing & Technology*, 5(7). doi:10.4172/2157-7110.1000344
- KROH, & Lothar, W. (1994). Caramelisation in food and beverages. *Food Chemistry* 51, 373-379.
- Lacueva, A. C., Lamuela-Raventós, R. M., Buxaderas, S., & de la Torre-Boronat, M. D. (1997). Influence of variety and aging on foaming properties of cava (sparkling wine). *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 45(7), 2520-2525.

- LUND, M. N., & RAY, C. A. (2017). Control of Maillard Reactions in Foods: Strategies and Chemical Mechanisms. *Journal Agricultural Food Chemistry*, 65, 4537–4552. doi:10.1021/acs.jafc.7b00882
- Manayay, D., & Ibarz, A. (2010). Modelamiento de la cinética de reacciones del pardeamiento no enzimático y el comportamiento reológico, en el proceso térmico de jugos y pulpas de fruta. *Scientia Agropecuaria*, 1(2), 155-168. doi:/10.17268/sci.agropecu.2010.02.06
- MARTÍNEZ VILLANUEVA, I. N. (2017). Tesis: Obtención de 5-Hidroximetilfurfural a partir de Glucosa proveniente de corteza de Pino y Eucalipto, utilizando caalizadores sólidos en medio acuoso. Concepción, Chile: Universidad de Concepción.
- Morales, F., & Jiménez-Pérez, S. (2004). Peroxyl radical scavenging activity of melanoidins in aqueous systems. *Eur Food Res Technol*, 218, 515-520.
- MORENO, J., & PEINADO, R. (2012). *Enological Chemistry*. Academic Press.
- OIV. (2021). *Compendium of International Methods of Wine and Must Analysis* (Vol. 1). Paris, Francia. Recuperado el 1 de 2 de 2023, de <https://www.oiv.int/public/medias/7907/oiv-vol1-compendium-of-internationalmethods-of-analysis.pdf>
- OREGLIA, F. (1978). *Enología teorico-practico* (segunda ed., Vol. 2). Buenos Aires, Argentina: Ediciones Instituto Salesiano de artes graficas.
- Ovando Velasquez, E. R. (2014). Determinación de parametros optimos para la elaboración de mosto concentrado desulfitado (MCD) de uva Moscatel de Alejandría. La Paz, Bolivia: UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRES - Facultad de tecnología.

- PANDOLFI, C., & CUELLO, I. (12 de Febrero de 2005). *ACEnología. Revista de enología científica y profesional*. Obtenido de Reseña de la viticultura Argentina: https://www.acenologia.com/ciencia69_03/
- PARKER, J. K., ELMORE, S., & METHVEN, L. (2014). *Flavour Development, Analysis and Perception in Food and Beverages*. Woodhead Publishing . doi:9781782421115
- PATRIGNANI, M., & GONZÁLEZ FORTE, L. d. (Enero de 2021). Characterization of melanoidins derived from Brewers' spent grain: new insights into their structure and antioxidant activity. *International Journal of food science + Technology*, Volume 56, Issue1, Pág. 384-391. doi:10.1111/ijfs.14653
- PRIETO, J. A., SARI, S., TORRES, R. F., & ARUANI, A. (2020). III Jornadas internacionales de investigación, ciencia y universidad. *Caracterización agronómica de variedades criollas de vid*. Universidad Juan Agustín Maza.
- RAJCHASOM, S. (2014). Tesis: Characterising the kinetics of high temperature browning in foods. Manawatu, Nueva Zelanda: Massey University.
- REINECCIUS, G. (2006). *Flavor chemistry and technology*. Boca Raton, FL: Taylor & Francis group. doi:ISBN 1-56676-933-7
- Renn, P. T., & Sathe, S. K. (1997). Effects of pH, temperature, and reactant molar ratio on L-leucine and D-glucose Maillard browning reaction in an aqueous system. *J Agric Food Chem*, 45, 3782-3787.
- 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
- RIBÉREAU-GAYON, P. (2003). *Tratado de Enología. Tomo I. Microbiología del vino. Vinificaciones*. Buenos Aires: Hemisferio Sur.

- ROJO, M. C., CRISTIANI, M., N., S., Gonzales, M. L., LERENA, M. C., MERCADO, L. A., & M., C. (10 de Septiembre de 2010). Reduction of *Zygosaccharomyces rouxii* Population in Concentrated Grape Juices by Thermal Pasteurization and Hydrostatic High Pressure Processing. *Food and Bioprocess Technology*. Obtenido de <https://doi.org/10.1007/s11947-019-02251-9>
- 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.
- SENGAR, G. (Septiembre de 2014). Food caramels: a review. *Journal of Food Science and Technology -Mysore*. doi:10.1007/s13197-012-0633-z
- TORRES PALAZZOLO, C. (Marzo de 2015). Tesis: Determinación de la contaminación con *Zygosaccharomyces rouxii* durante la elaboración de jugos de uva concentrados. Mendoza, Argentina: Universidad Nacional de Cuyo.
- Yilmaz, Y., & Toledo, R. (2005). Antioxidant activity of water-soluble Maillard reaction products. *Food chemistry*, 93(2), 273-278.

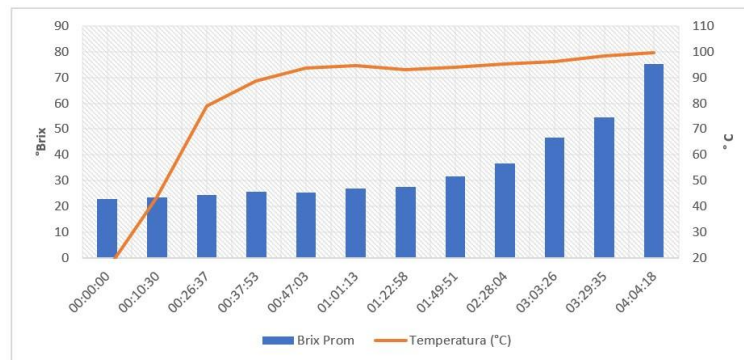
1. Anexo 1 – Evolución de Hc cultivadas de Vid en Argentina

AÑO	MENDOZA				SAN JUAN				OTRAS PROVINCIAS				TOTALES	
	Hc	% Hc totales	Δ %		Hc	% Hc totales	Δ %		Hc	% Hc totales	Δ %		Hc	Δ %
1.960	172.863	71,28%			44.468	18,34%			25.193	10,39%			242.524	
1.961	181.151	71,10%	4,79%		48.196	18,92%	8,38%		25.435	9,98%	0,96%		254.782	5,05%
1.962	184.664	71,08%	1,94%		48.785	18,78%	1,22%		26.334	10,14%	3,53%		259.783	1,96%
1.963	188.734	71,12%	2,20%		49.974	18,83%	2,44%		26.649	10,04%	1,20%		265.357	2,15%
1.964	192.098	70,88%	1,78%		51.065	18,84%	2,18%		27.846	10,27%	4,49%		271.009	2,13%
1.965	194.764	70,55%	1,39%		51.806	18,77%	1,45%		29.482	10,68%	5,88%		276.052	1,86%
1.966	199.592	70,94%	2,48%		52.542	18,67%	1,42%		29.218	10,38%	-0,90%		281.352	1,92%
1.967	205.732	71,69%	3,08%		52.543	18,31%	0,00%		28.689	10,00%	-1,81%		286.964	1,99%
1.968	209.515	71,22%	1,84%		54.888	18,66%	4,46%		29.758	10,12%	3,73%		294.161	2,51%
1.969	210.525	71,57%	0,48%		54.492	18,52%	-0,72%		29.150	9,91%	-2,04%		294.167	0,00%
1.970	211.263	71,06%	0,35%		56.595	19,04%	3,86%		29.458	9,91%	1,06%		297.316	1,07%
1.971	213.506	71,25%	1,06%		56.277	18,78%	-0,56%		29.881	9,97%	1,44%		299.664	0,79%
1.972	227.027	72,85%	6,33%		56.101	18,00%	-0,31%		28.519	9,15%	-4,56%		311.647	4,00%
1.973	228.310	72,14%	0,57%		57.624	18,21%	2,71%		30.569	9,66%	7,19%		316.503	1,56%
1.974	240.305	72,85%	5,25%		58.689	17,79%	1,85%		30.864	9,36%	0,97%		329.858	4,22%
1.975	250.155	72,36%	4,10%		62.577	18,10%	6,62%		32.995	9,54%	6,90%		345.727	4,81%
1.976	252.150	72,48%	0,80%		61.661	17,72%	-1,46%		34.085	9,80%	3,30%		347.896	0,63%
1.977	252.748	72,07%	0,24%		63.223	18,03%	2,53%		34.709	9,90%	1,83%		350.680	0,80%
1.978	252.928	72,32%	0,07%		63.308	18,10%	0,13%		33.482	9,57%	-3,54%		349.718	-0,27%
1.979	230.925	73,00%	-8,70%		58.203	18,40%	-8,06%		27.227	8,61%	-18,68%		316.355	-9,54%
1.980	232.349	72,69%	0,62%		59.517	18,62%	2,26%		27.765	8,69%	1,98%		319.631	1,04%
1.981	233.690	72,60%	0,58%		60.072	18,66%	0,93%		28.142	8,74%	1,36%		321.904	0,71%
1.982	234.808	72,38%	0,48%		61.243	18,88%	1,95%		28.356	8,74%	0,76%		324.407	0,78%
1.983	232.096	72,09%	-1,15%		61.220	19,01%	-0,04%		28.659	8,90%	1,07%		321.975	-0,75%
1.984	217.936	71,23%	-6,10%		60.612	19,81%	-0,99%		27.433	8,97%	-4,28%		305.981	-4,97%
1.985	208.075	70,58%	-4,52%		60.215	20,42%	-0,65%		26.531	9,00%	-3,29%		294.821	-3,65%
1.986	199.134	70,20%	-4,30%		59.000	20,80%	-2,02%		25.539	9,00%	-3,74%		283.673	-3,78%
1.987	190.982	69,52%	-4,09%		58.780	21,40%	-0,37%		24.943	9,08%	-2,33%		274.705	-3,16%
1.988	185.069	68,96%	-3,10%		58.967	21,97%	0,32%		24.349	9,07%	-2,38%		268.385	-2,30%
1.989	178.324	68,53%	-3,64%		57.741	22,19%	-2,08%		24.134	9,28%	-0,88%		260.199	-3,05%
1.990	146.709	69,74%	-17,73%		46.150	21,94%	-20,07%		17.515	8,33%	-27,43%		210.374	-19,15%
1.991	145.651	69,60%	-0,72%		46.100	22,03%	-0,11%		17.517	8,37%	0,01%		209.268	-0,53%
1.992	145.218	69,56%	-0,30%		45.828	21,95%	-0,59%		17.706	8,48%	1,08%		208.752	-0,25%
1.993	145.429	69,63%	0,15%		46.841	22,43%	2,21%		16.593	7,94%	-6,29%		208.863	0,05%
1.994	144.539	68,88%	-0,61%		47.571	22,67%	1,56%		17.728	8,45%	6,84%		209.838	0,47%
1.995	144.174	68,53%	-0,25%		48.486	23,05%	1,92%		17.731	8,43%	0,02%		210.391	0,26%
1.996	143.765	68,25%	-0,28%		48.868	23,20%	0,79%		18.002	8,55%	1,53%		210.635	0,12%
1.997	142.819	68,32%	-0,66%		48.105	23,01%	-1,56%		18.118	8,67%	0,64%		209.042	-0,76%
1.998	143.698	68,28%	0,62%		48.535	23,06%	0,89%		18.215	8,66%	0,54%		210.448	0,67%
1.999	142.275	68,36%	-0,99%		47.506	22,82%	-2,12%		18.356	8,82%	0,77%		208.137	-1,10%
2.000	141.081	70,15%	-0,84%		45.285	22,52%	-4,68%		14.747	7,33%	-19,66%		201.113	-3,37%
2.001	143.052	70,08%	1,40%		45.951	22,51%	1,47%		15.130	7,41%	2,60%		204.133	1,50%
2.002	143.897	69,79%	0,59%		46.335	22,47%	0,84%		15.963	7,74%	5,51%		206.195	1,01%
2.003	144.562	69,53%	0,46%		47.072	22,64%	1,59%		16.273	7,83%	1,94%		207.907	0,83%
2.004	146.440	69,62%	1,30%		47.192	22,43%	0,25%		16.723	7,95%	2,77%		210.355	1,18%
2.005	150.299	70,08%	2,64%		47.162	21,99%	-0,06%		16.996	7,93%	1,63%		214.457	1,95%
2.006	153.803	70,04%	2,33%		48.324	22,01%	2,46%		17.468	7,95%	2,78%		219.595	2,40%
2.007	157.051	70,21%	2,11%		48.795	21,81%	0,97%		17.832	7,97%	2,08%		223.678	1,86%
2.008	158.148	70,27%	0,70%		48.844	21,70%	0,10%		18.070	8,03%	1,33%		225.062	0,62%
2.009	159.288	70,20%	0,72%		49.443	21,79%	1,23%		18.181	8,01%	0,61%		226.912	0,82%
2.010	160.453	70,29%	0,73%		49.441	21,66%	0,00%		18.377	8,05%	1,08%		228.271	0,60%
2.011	155.044	70,97%	-3,37%		47.011	21,52%	-4,91%		16.399	7,51%	-10,76%		218.454	-4,30%
2.012	158.688	71,07%	2,35%		47.639	21,34%	1,34%		16.944	7,59%	3,32%		223.271	2,21%
2.013	158.564	70,98%	-0,08%		47.747	21,37%	0,23%		17.092	7,65%	0,87%		223.403	0,06%
2.014	160.992	71,11%	1,53%		47.933	21,17%	0,39%		17.472	7,72%	2,22%		226.397	1,34%
2.015	159.648	71,06%	-0,83%		47.394	21,09%	-1,12%		17.634	7,85%	0,93%		224.676	-0,76%
2.016	158.565	70,83%	-0,68%		47.533	21,23%	0,29%		17.770	7,94%	0,77%		223.868	-0,36%
2.017	155.879	70,61%	-1,69%		46.787	21,19%	-1,57%		18.105	8,20%	1,89%		220.771	-1,38%
2.018	153.029	70,14%	-1,83%		46.667	21,39%	-0,26%		18.473	8,47%	2,03%		218.169	-1,18%
2.019	151.495	70,43%	-1,00%		45.337	21,08%	-2,85%		18.271	8,49%	-1,09%		215.103	-1,41%
2.020	151.233	70,43%	-0,17%		44.923	20,92%	-0,91%		18.564	8,65%	1,60%		214.720	-0,18%
2.021	148.996	70,61%	-1,48%		43.595	20,66%	-2,96%		18.426	8,73%	-0,74%		211.017	-1,72%
PROMEDIO	181.063	70,82%			51.787	20,26%			22.803	8,92%			255.653	
VARIACIÓN 1960-2021	- 23.867		-13,81%		- 873		-1,96%		- 6.767		-26,86%		- 31.507	-12,99%

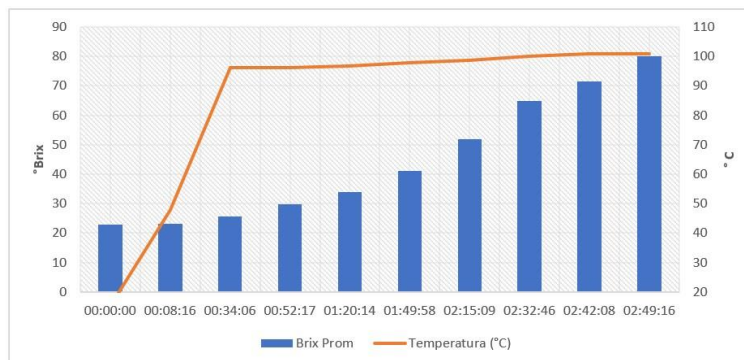
2. Anexo 2 – Datos de concentración de mostos sulfitados – Ensayo I

Nota: Todas las mediciones de brix fueron tomadas a la temperatura de operación

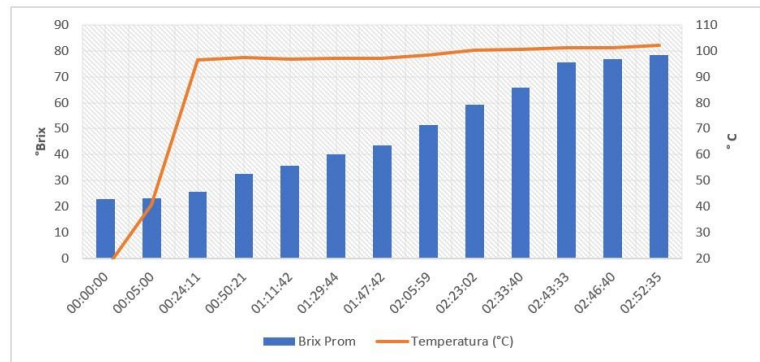
Concentración de Mosto pH=3,1. Sin clarificación						
Tiempo (h:mm:ss)	Temperatura (°C)	Brix 1	Brix 2	Brix 3	Brix Prom	
00:00:00	15,4	22,9	22,9	22,9	22,900	
00:10:30	43,4	23,6	23,4	23,6	23,533	
00:26:37	78,8	24,4	24,5	24,4	24,433	
00:37:53	88,7	25,4	25,6	25,6	25,533	
00:47:03	93,8	25,2	25,2	25,4	25,267	
01:01:13	94,6	27,0	27,0	27,0	27,000	
01:22:58	93,2	27,6	27,6	27,4	27,533	
01:49:51	93,9	31,4	31,6	31,6	31,533	
02:28:04	95,1	36,8	36,8	36,8	36,800	
03:03:26	96,1	46,6	46,8	46,8	46,733	
03:29:35	98,3	54,4	54,4	54,4	54,400	
04:04:18	99,6	73,5	73,5	79,2	75,400	



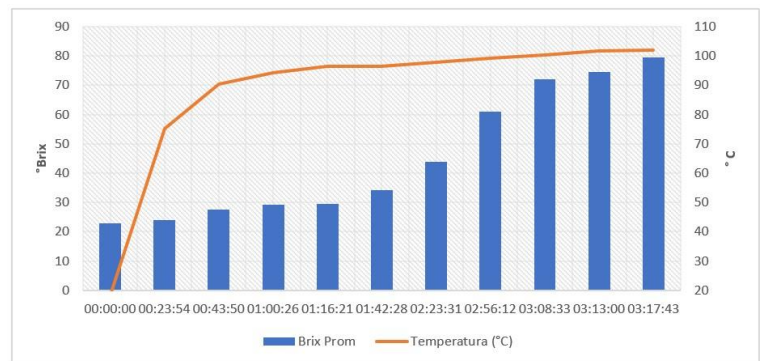
Concentración de Mosto pH=2. Sin clarificación						
Tiempo (h:mm:ss)	Temperatura (°C)	Brix 1	Brix 2	Brix 3	Brix Prom	
00:00:00	15,4	22,9	22,9	22,9	22,900	
00:08:16	47,9	23,0	23,1	23,2	23,100	
00:34:06	96,2	25,6	25,7	25,8	25,700	
00:52:17	96,1	29,6	29,7	29,7	29,667	
01:20:14	96,8	33,8	33,8	33,8	33,800	
01:49:58	97,8	41,2	41,2	41,2	41,200	
02:15:09	98,6	51,8	51,8	51,8	51,800	
02:32:46	100,1	64,8	64,8	64,8	64,800	
02:42:08	101,0	71,4	71,4	71,4	71,400	
02:49:16	101,0	80,1	80,1	80,1	80,100	



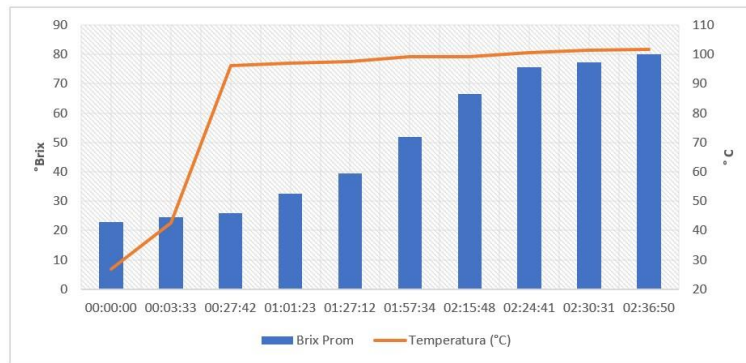
Concentración de Mosto pH=4,2. Sin clarificación						
Tiempo (h:mm:ss)	Temperatura (°C)	Brix 1	Brix 2	Brix 3	Brix Prom	
00:00:00	15,4	22,9	22,9	22,9	22,900	
00:05:00	40,6	23,0	23,0	23,0	23,000	
00:24:11	96,6	25,6	25,6	25,7	25,633	
00:50:21	97,4	32,6	32,6	32,6	32,600	
01:11:42	96,7	35,8	35,8	35,8	35,800	
01:29:44	97,1	40,2	40,3	40,2	40,233	
01:47:42	97,2	43,4	43,4	43,4	43,400	
02:05:59	98,5	51,2	51,2	51,4	51,267	
02:23:02	100,3	59,4	59,4	59,4	59,400	
02:33:40	100,5	65,7	66,0	66,0	65,900	
02:43:33	101,1	75,6	75,6	75,6	75,600	
02:46:40	101,2	76,8	76,8	77,1	76,900	
02:52:35	102,0	78,3	78,3	78,6	78,400	



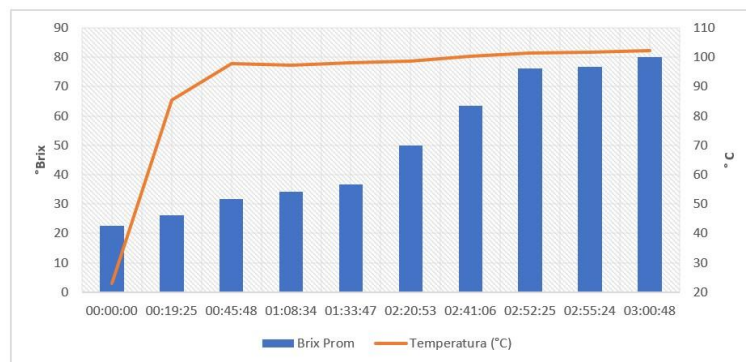
Concentración de Mosto pH=3,1. Clarificación M-Meno 50 g/hl						
Tiempo (h:mm:ss)	Temperatura (°C)	Brix 1	Brix 2	Brix 3	Brix Prom	
00:00:00	18,5	22,9	22,7	22,9	22,833	
00:23:54	75,1	23,9	23,9	23,9	23,900	
00:43:50	90,5	27,5	27,5	27,5	27,500	
01:00:26	94,3	29,3	29,3	29,3	29,300	
01:16:21	96,5	29,4	29,4	29,4	29,400	
01:42:28	96,4	34,2	34,2	34,2	34,200	
02:23:31	97,8	44,0	44,0	44,0	44,000	
02:56:12	99,3	60,9	60,9	60,9	60,900	
03:08:33	100,2	72,0	72,0	72,0	72,000	
03:13:00	101,8	74,4	74,4	74,4	74,400	
03:17:43	102,0	79,5	79,5	79,5	79,500	



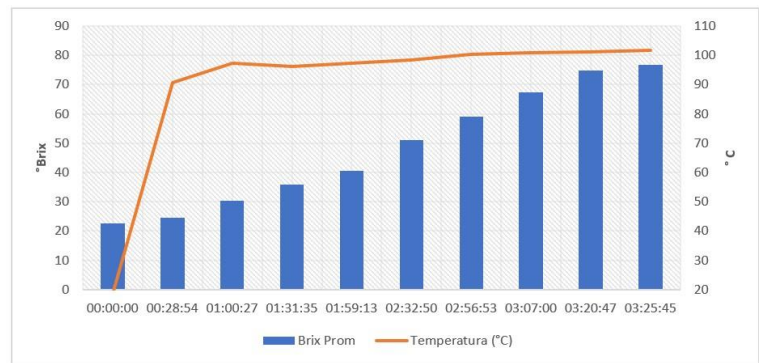
Concentración de Mosto pH=2. Clarificación M-Meno 50 g/hl						
Tiempo (h:mm:ss)	Temperatura (°C)	Brix 1	Brix 2	Brix 3	Brix Prom	
00:00:00	27,0	22,9	22,7	22,9	22,9	22,833
00:03:33	42,5	24,6	24,6	24,6	24,6	24,600
00:27:42	96,2	26,0	25,9	25,9	25,9	25,933
01:01:23	97,1	32,6	32,6	32,6	32,6	32,600
01:27:12	97,7	39,4	39,6	39,6	39,6	39,533
01:57:34	99,2	52,0	52,0	52,0	52,0	52,000
02:15:48	99,2	66,6	66,6	66,6	66,6	66,600
02:24:41	100,5	75,6	75,6	75,6	75,6	75,600
02:30:31	101,5	77,1	77,4	77,4	77,4	77,300
02:36:50	101,8	80,1	80,1	80,1	80,1	80,100



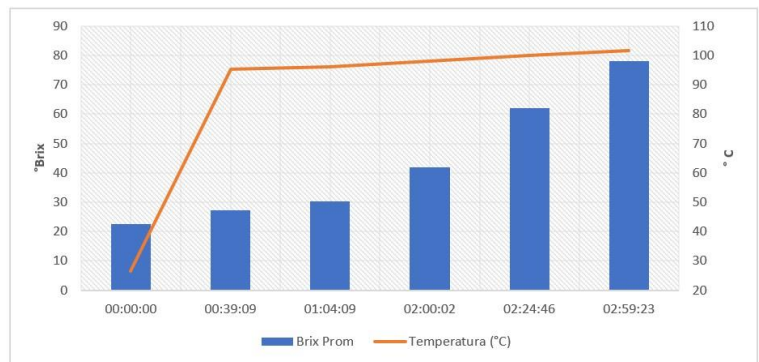
Concentración de Mosto pH=4,2. Clarificación M-Meno 50 g/hl						
Tiempo (h:mm:ss)	Temperatura (°C)	Brix 1	Brix 2	Brix 3	Brix Prom	
00:00:00	23,1	22,5	22,5	22,6	22,5	22,533
00:19:25	85,3	26,1	26,1	26,1	26,1	26,100
00:45:48	97,9	31,8	31,8	31,8	31,8	31,800
01:08:34	97,3	34,2	34,2	34,2	34,2	34,200
01:33:47	98,2	36,8	36,8	36,6	36,6	36,733
02:20:53	98,7	50,0	50,0	50,2	50,0	50,067
02:41:06	100,2	63,2	63,2	63,8	63,8	63,400
02:52:25	101,4	76,2	76,2	76,2	76,2	76,200
02:55:24	101,6	76,8	76,8	76,8	76,8	76,800
03:00:48	102,4	79,8	80,1	80,1	80,1	80,000



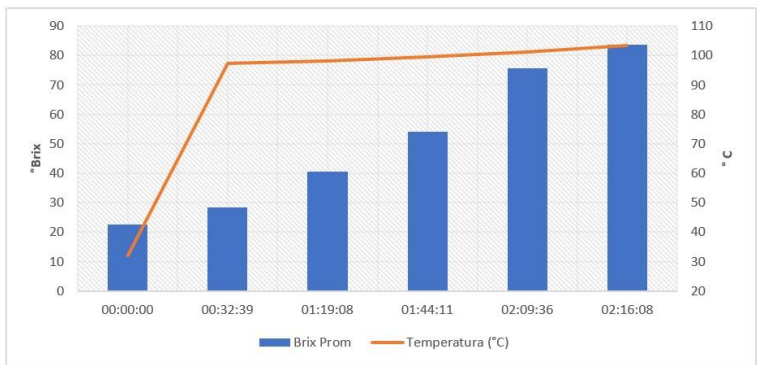
Concentración de Mosto pH=3,1. Clarificación M-Meno 250 g/hl						
Tiempo (h:mm:ss)	Temperatura (°C)	Brix 1	Brix 2	Brix 3	Brix Prom	
00:00:00	18,6	22,7	22,7	22,7	22,7	22,700
00:28:54	90,8	24,6	24,6	24,7	24,7	24,633
01:00:27	97,2	30,4	30,4	30,4	30,4	30,400
01:31:35	96,1	36,0	36,0	36,0	36,0	36,000
01:59:13	97,3	40,6	40,6	40,6	40,6	40,600
02:32:50	98,3	51,0	51,0	51,0	51,0	51,000
02:56:53	100,2	59,2	59,0	58,8	58,8	59,000
03:07:00	100,8	67,2	67,5	67,5	67,5	67,400
03:20:47	101,2	74,7	74,9	74,9	74,7	74,767
03:25:45	101,6	76,8	76,8	76,8	76,8	76,800



Concentración de Mosto pH=2. Clarificación M-Meno 250 g/hl						
Tiempo (h:mm:ss)	Temperatura (°C)	Brix 1	Brix 2	Brix 3	Brix Prom	
00:00:00	26,5	22,4	22,5	22,5	22,5	22,467
00:39:09	95,3	27,3	27,3	27,4	27,4	27,333
01:04:09	96,1	30,2	30,2	30,2	30,2	30,200
02:00:02	98,1	42,0	41,8	42,0	42,0	41,933
02:24:46	100,0	62,1	62,1	62,1	62,1	62,100
02:59:23	101,6	78,0	78,0	78,0	78,0	78,000



Concentración de Mosto pH=4,2. Clarificación M-Meno 250 g/hl					
Tiempo (h:mm:ss)	Temperatura (°C)	Brix 1	Brix 2	Brix 3	Brix Prom
00:00:00	32,2	22,5	22,6	22,6	22,567
00:32:39	97,2	28,3	28,3	28,3	28,300
01:19:08	98,2	40,6	40,6	40,6	40,600
01:44:11	99,5	54,2	54,0	54,0	54,067
02:09:36	101,3	75,6	75,6	75,6	75,600
02:16:08	103,3	83,7	83,7	83,7	83,700



3. Anexo 3 – Estadísticos de análisis fisicoquímicos – Ensayo I

Grados Brix				
Muestra	\bar{x}	σ	min	max
1	73,567	0,058	73,500	73,600
2	68,833	0,058	68,800	68,900
3	68,933	0,058	68,900	69,000
4	69,970	0,061	69,900	70,010
5	69,567	0,058	69,500	69,600
6	70,633	0,058	70,600	70,700
7	69,200	0,000	69,200	69,200
8	70,533	0,058	70,500	70,600
9	74,133	0,058	74,100	74,200

Acidez Total g/kg (65°Bx)				
Muestra	\bar{x}	σ	min	max
1	9,354	0,049	9,326	9,410
2	11,698	0,103	11,580	11,769
3	17,639	0,087	17,539	17,698
4	17,372	0,096	17,279	17,470
5	11,625	0,126	11,481	11,714
6	7,791	0,119	7,669	7,905
7	7,761	0,032	7,735	7,797
8	13,961	0,071	13,891	14,033
9	4,620	0,095	4,515	4,702

pH				
Muestra	\bar{x}	σ	min	max
1	7,220	0,010	7,210	7,230
2	4,093	0,021	4,070	4,110
3	3,103	0,015	3,090	3,120
4	3,007	0,006	3,000	3,010
5	4,057	0,035	4,020	4,090
6	4,590	0,050	4,540	4,640
7	3,977	0,006	3,970	3,980
8	2,627	0,006	2,620	2,630
9	5,193	0,012	5,180	5,200

HMF ppm a 65°Bx				
Muestra	\bar{x}	σ	min	max
1	25,916	0,076	25,828	25,960
2	34,715	0,141	34,574	34,856
3	140,066	0,141	139,925	140,207
4	74,945	0,000	74,945	74,945
5	59,739	0,079	59,647	59,785
6	130,885	0,079	130,839	130,976
7	37,273	0,000	37,273	37,273
8	97,598	0,000	97,598	97,598
9	0,000	0,000	0,000	0,000

Azúcares reductores g/l				
Muestra	\bar{x}	σ	min	max
1	923,360	0,725	922,523	923,778
2	863,950	0,725	863,532	864,787
3	865,205	0,725	864,787	866,042
4	878,217	0,763	877,338	878,719
5	873,155	0,725	872,318	873,573
6	886,543	0,725	886,124	887,379
7	868,552	0,000	868,552	868,552
8	885,288	0,725	884,869	886,124
9	930,472	0,725	930,054	931,309

1	16,067	0,058	16,100
---	--------	-------	--------

2	67,667	0,058	67,600	67,700
3	17,200	0,000	17,200	17,200
4	16,800	0,000	16,800	16,800
5	17,200	0,000	17,200	17,200
6	17,100	0,000	17,100	17,100
7	17,100	0,000	17,100	17,100
8	17,200	0,000	17,200	17,200
9	17,200	0,000	17,200	17,200
10	17,100	0,000	17,100	17,100
11	17,200	0,000	17,200	17,200
12	68,100	0,000	68,100	68,100
13	67,100	0,000	67,100	67,100
14	67,100	0,000	67,100	67,100
15	63,600	0,000	63,600	63,600
16	65,600	0,000	65,600	65,600
17	65,200	0,000	65,200	65,200
18	65,800	0,000	65,800	65,800
19	65,300	0,000	65,300	65,300
20	66,300	0,000	66,300	66,300
21	17,200	0,000	17,200	17,200
22	16,800	0,000	16,800	16,800
23	17,200	0,000	17,200	17,200
24	17,100	0,000	17,100	17,100
25	17,100	0,000	17,100	17,100
26	17,200	0,000	17,200	17,200
27	17,200	0,000	17,200	17,200
28	17,100	0,000	17,100	17,100
29	17,200	0,000	17,200	17,200
30	68,100	0,000	68,100	68,100
31	67,100	0,000	67,100	67,100
32	67,100	0,000	67,100	67,100
33	63,600	0,000	63,600	63,600
34	65,600	0,000	65,600	65,600
35	65,200	0,000	65,200	65,200
36	65,800	0,000	65,800	65,800
37	65,300	0,000	65,300	65,300
38	66,300	0,000	66,300	66,300
39	17,200	0,000	17,200	17,200

4. Anexo 3 – Estadísticos de análisis fisicoquímicos – Ensayo I

Grados Brix				
Muestra	\bar{x}	σ	$\frac{\text{min}}{16,000}$	max

	40	16,800			16,800	
	41	17,200	0,000	17,200	17,200	
	42	17,100	0,000	17,100	17,100	
	43	17,100	0,000	17,100	17,100	
	44	17,200	0,000	17,200	17,200	
	45	17,200	0,000	17,200	17,200	
	46	17,100	0,000	17,100	17,100	Muestra
	47	17,200	0,000	17,200	17,200	\bar{x} σ
	48	68,100	0,000	68,100	68,100	min
	49	67,100	0,000	67,100	67,100	3,290
max	50	67,100	0,000	67,100	67,100	
	51	63,600	0,000	63,600	63,600	
	52	65,600	0,000	65,600	65,600	
	53	65,200	0,000	65,200	65,200	
	54	65,800	0,000	65,800	65,800	
	55	65,300	0,000	65,300	65,300	
	56	66,300	0,000	66,300	66,300	

Acidez Total g/kg (65°Bx)

Muestra	\bar{x}	σ	min	max
1	9,123	0,066	9,057	9,188
2	22,463	0,139	22,328	22,605

pH

1	3,297	0,006		3,300
2	3,023	0,006	3,020	3,030

Grados Brix

Muestra	\bar{x}	σ	min	max
		0,000	16,800	

1	2,546	0,000		2,546
2	14,666	0,086	14,616	14,765
3	8,043	0,000	8,043	8,043
4	0,000	0,000	0,000	0,000
5	24,108	0,000	24,108	24,108
6	7,367	0,000	7,367	7,367
7	1,503	0,000	1,503	1,503
8	31,831	0,000	31,831	31,831
9	7,974	0,000	7,974	7,974
10	2,358	0,000	2,358	2,358
11	34,707	0,000	34,707	34,707
12	198,663	0,086	198,613	198,762
13	254,290	0,000	254,290	254,290
14	108,644	0,000	108,644	108,644
15	213,502	0,086	213,402	213,551
16	271,555	0,000	271,555	271,555
17	112,674	0,000	112,674	112,674
18	193,939	0,085	193,842	193,988
19	85,545	0,000	85,545	85,545
20	266,883	0,000	266,883	266,883
21	20,163	0,000	20,163	20,163
22	7,457	0,000	7,457	7,457
23	58,613	0,000	58,613	58,613
24	26,803	0,000	26,803	26,803
25	15,423	0,000	15,423	15,423
26	67,711	0,000	67,711	67,711
27	22,372	0,000	22,372	22,372
28	8,949	0,000	8,949	8,949
29	40,555	0,000	40,555	40,555
30	256,378	0,000	256,378	256,378
31	247,086	0,000	247,086	247,086
32	196,478	0,000	196,478	196,478
33	263,315	0,000	263,315	263,315
34	234,414	0,000	234,414	234,414
35	217,938	0,000	217,938	217,938
36	263,764	0,000	263,764	263,764
37	227,289	0,000	227,289	227,289

HMF ppm a 65°Bx

Muestra	\bar{x}	σ	min	max
			2,546	

HMF ppm a 65°Bx

Muestra	\bar{x}	σ	min	max
		0,000	236,989	236,989
38				236,989
39	2,663	0,000	2,663	2,663
	2,989	0,000	2,989	2,989
			41	2,817

	0,000	2,817	2,817	42	2,630	0,086
	2,530	2,679	43	2,834	0,000	2,834
	2,834	44	3,423	0,000	3,423	3,423
45		2,228	0,000	2,228	2,228	46
	2,525	0,000	2,525	2,525	47	3,275
			0,000	3,275	3,275	
48		19,361		0,086	19,312	
19,460	49	57,818		0,086	57,719	
57,868	50	22,012		0,000	22,012	
				22,012		
51		28,557		0,000	28,557	
28,557	52	48,666		0,000	48,666	
48,666	53	16,887		0,000	16,887	
16,887	54	31,332		0,086	31,282	
31,431	55	16,022		0,000	16,022	
				16,022		
56		60,552		0,000	60,552	60,552
57		5,475	0,000	5,475	5,475	58
		6,632	6,632	59	6,523	0,000
					6,523	6,523
60		4,883	0,000	4,883	4,883	61
6,820	0,000	6,820	6,820	62	4,151	
			0,000	4,151	4,151	
63		5,011	0,000	5,011	5,011	64
8,668	0,000	8,668	8,668	65	5,230	
			0,000	5,230	5,230	
66		33,817		0,000	33,817	
33,817	67	82,029		0,000	82,029	
82,029	68	26,294		0,000	26,294	
				26,294		
69		31,982		0,000	31,982	
31,982	70	67,354		0,000	67,354	
67,354	71	22,151		0,000	22,151	
				22,151		
72		38,467		0,000	38,467	
38,467	73	20,271		0,000	20,271	
				20,271		
74		71,440	0,000	71,440	71,440	

Azúcares reductores g/l				
Muestra	\bar{x}	σ	min	max
			200,821	202,077
1	201,658	0,725		
2	849,307	0,725	848,470	849,725
	215,883	0,000	215,883	215,883
	210,862	0,000	210,862	210,862
	215,883	0,000	215,883	215,883
	214,628	0,000	214,628	214,628
	214,628	0,000	214,628	214,628
8	215,883	0,000	215,883	215,883
9	215,883	0,000	215,883	215,883
10	214,628	0,000	214,628	214,628
11	215,883	0,000	215,883	215,883
	854,746	0,000	854,746	854,746
	842,195	0,000	842,195	842,195
14	842,195	0,000	842,195	842,195
15	798,265	0,000	798,265	798,265
16	823,368	0,000	823,368	823,368
17	818,347	0,000	818,347	818,347
18	825,878	0,000	825,878	825,878
19	819,602	0,000	819,602	819,602
20	832,154	0,000	832,154	832,154
21	215,883	0,000	215,883	215,883
22	210,862	0,000	210,862	210,862
23	215,883	0,000	215,883	215,883
24	214,628	0,000	214,628	214,628
25	214,628	0,000	214,628	214,628
26	215,883	0,000	215,883	215,883
27	215,883	0,000	215,883	215,883
28	214,628	0,000	214,628	214,628
29	215,883	0,000	215,883	215,883
30	854,746	0,000	854,746	854,746
31	842,195	0,000	842,195	842,195
32	842,195	0,000	842,195	842,195
33	798,265	0,000	798,265	798,265
34	823,368	0,000	823,368	823,368
35	818,347	0,000	818,347	818,347
36	825,878	0,000	825,878	825,878
37	819,602	0,000	819,602	819,602
38	832,154	0,000	832,154	832,154
39	215,883	0,000	215,883	215,883

Azucares reductores g/l				
Muestra	\bar{x}	σ	min	max
			210,862	210,862 40
		0,000		210,862
41	215,883	0,000	215,883	215,883
42	214,628	0,000	214,628	214,628
43	214,628	0,000	214,628	214,628
44	215,883	0,000	215,883	215,883
45	215,883	0,000	215,883	215,883
46	214,628	0,000	214,628	214,628
47	215,883	0,000	215,883	215,883
48	854,746	0,000	854,746	854,746
49	842,195	0,000	842,195	842,195
50	842,195	0,000	842,195	842,195
51	798,265	0,000	798,265	798,265
52	823,368	0,000	823,368	823,368
53	818,347	0,000	818,347	818,347
54	825,878	0,000	825,878	825,878
55	819,602	0,000	819,602	819,602
56	832,154	0,000	832,154	832,154

5. Anexo 4 – Estadísticos de análisis fisicoquímicos – Ensayo II

HMF ppm						
Tipo de mosto	pH	Horas de tratamiento	Estadísticos por cada análisis			
			X	s	Min	Max
Virgen	2	0	2,546	0,000	2,546	2,546
Virgen	2	60	16,694	14,291	2,817	34,707
Virgen	2	112	30,464	27,172	4,151	67,711
Virgen	3,1	0	2,546	0,000	2,546	2,546
Virgen	3,1	60	5,151	2,733	2,228	8,043
Virgen	3,1	112	14,118	9,473	4,883	26,803
Virgen	4,2	0	2,546	0,000	2,546	2,546
Virgen	4,2	60	2,211	0,720	1,059	2,989
Virgen	4,2	112	8,991	3,090	6,632	15,423
Concentrado	2	0	14,666	0,000	14,666	14,666
Concentrado	2	60	159,960	107,500	48,666	271,555
Concentrado	2	112	156,552	85,560	67,354	247,086
Concentrado	3,1	0	14,666	0,050	14,616	14,765
Concentrado	3,1	60	114,226	90,634	19,312	213,551
Concentrado	3,1	112	147,954	116,523	31,982	263,764
Concentrado	4,2	0	14,666	0,000	14,666	14,666
Concentrado	4,2	60	60,297	44,116	16,022	112,674
Concentrado	4,2	112	118,404	98,731	20,271	227,289

Brix						
Tipo de mosto	pH	Horas de tratamiento	Estadísticos por cada análisis			
			X	s	Min	Max
Virgen	2	0	16,067	0,000	16,067	16,067
Virgen	2	60	17,200	0,000	17,200	17,200
Virgen	2	112	17,200	0,000	17,200	17,200
Virgen	3,1	0	16,067	0,033	16,000	16,100
Virgen	3,1	60	17,167	0,049	17,100	17,200
Virgen	3,1	112	17,175	0,045	17,100	17,200
Virgen	4,2	0	16,067	0,000	16,067	16,067
Virgen	4,2	60	17,000	0,146	16,800	17,100
Virgen	4,2	112	17,025	0,136	16,800	17,100
Concentrado	2	0	67,667	0,000	67,667	67,667
Concentrado	2	60	66,333	0,631	65,600	67,100
Concentrado	2	112	66,333	0,650	65,600	67,100
Concentrado	3,1	0	67,667	0,033	67,600	67,700
Concentrado	3,1	60	65,833	1,891	63,600	68,100
Concentrado	3,1	112	65,833	1,949	63,600	68,100
Concentrado	4,2	0	67,667	0,000	67,667	67,667
Concentrado	4,2	60	65,867	0,898	65,200	67,100
Concentrado	4,2	112	65,867	0,926	65,200	67,100

Acidez Total g/kg						
Tipo de mosto	pH	Horas de tratamiento	Estadísticos por cada análisis			
			X	s	Min	Max
Virgen	2	0	9,123	0,000	9,123	9,123
Virgen	3,1	0	9,123	0,038	9,057	9,188
Virgen	4,2	0	9,123	0,000	9,123	9,123
Concentrado	2	0	22,463	0,000	22,463	22,463
Concentrado	3,1	0	22,463	0,080	22,328	22,605
Concentrado	4,2	0	22,463	0,000	22,463	22,463

pH						
Tipo de mosto	pH	Horas de tratamiento	Estadísticos por cada análisis			
			X	s	Min	Max
Virgen	2	0	3,297	0,000	3,297	3,297
Virgen	3,1	0	3,297	0,003	3,290	3,300
Virgen	4,2	0	3,297	0,000	3,297	3,297
Concentrado	2	0	3,023	0,000	3,023	3,023
Concentrado	3,1	0	3,023	0,003	3,020	3,030
Concentrado	4,2	0	3,023	0,000	3,023	3,023

Azúcares residuales (g/l)						
Tipo de mosto	pH	Horas de tratamiento	Estadísticos por cada análisis			
			X	s	Min	Max
Virgen	2	0	201,658	0,000	201,658	201,658
Virgen	3,1	0	201,658	0,418	200,821	202,077
Virgen	4,2	0	201,658	0,000	201,658	201,658
Concentrado	2	0	849,307	0,000	849,307	849,307
Concentrado	3,1	0	849,307	0,418	848,470	849,725
Concentrado	4,2	0	849,307	0,000	849,307	849,307

6. Índice de tablas

TABLA 1 RENDIMIENTOS HISTÓRICOS DE CRIOLLA GRANDE	15
TABLA 2 SUPERFICIE DE CRIOLLA GRANDE, POR AÑO DE IMPLANTACIÓN	17
TABLA 3 TONELADAS EXPORTADAS POR TIPO DE MOSTO	18
TABLA 4 EVOLUCIÓN DE EXPORTACIONES DEL MOSTO CONCENTRADO BLANCO	19
TABLA 5 EVOLUCIÓN HISTÓRICA DE MOSTO EXPORTADO POR ZONA DE DESTINO Y ANÁLISIS 2021	21
TABLA 6 VARIACIÓN DE LA PRODUCCIÓN DE UVAS CRIOLLAS ENTRE PERIODOS 2002-2021	23
TABLA 7 VARIACIÓN DE LA PRODUCCIÓN DE UVAS CRIOLLAS POR DEPARTAMENTO ENTRE PERIODOS 2002-2021	26
TABLA 8 PORCENTAJE DE PARTICIPACIÓN ANUAL EN LA PRODUCCIÓN DE UVAS CRIOLLAS POR DEPARTAMENTOS ENTRE PERIODOS 2002-2021	26
TABLA 9 VIDA ÚTIL DE ACUERDO CON LA TEMPERATURA DE ALMACENAMIENTO	41
TABLA 10 COMPOSICIÓN QUÍMICA APROXIMADA DE ALGUNAS FRUTAS FRESCAS (EN % DEL PESO FRESCO DE LA PORCIÓN COMESTIBLE)	55
TABLA 11 COMPOSICIÓN FÍSICA Y QUÍMICA DE LAS DIFERENTES FRACCIONES DE LA BAYA DE UVA (PORCENTAJE DE PESO FRESCO)	57
TABLA 12 ASPECTOS GENERALES DE LAS REACCIONES DE OSCURECIMIENTO	64
TABLA 13 PROPIEDADES FÍSICAS Y QUÍMICAS DEL 5-HIDROXIMETILFURFURAL	70
TABLA 14 OLORES PRODUCIDOS POR EL CALENTAMIENTO DE UN AMINOÁCIDO CON GLUCOSA	76
TABLA 15 PRODUCTO DE MAILLARD DERIVADOS DEL SISTEMA CISTINA	81
TABLA 16 CONTENIDO DE ACRILAMIDA EN ALIMENTOS	93
TABLA 17 COMPONENTES COLORANTES Y DE SABOR PRESENTES EN EL CARAMELO	108
TABLA 18 HMF ENCONTRADO EN MUESTRAS COMERCIALES DE MOSTO CONCENTRADO DE LA PROVINCIA DE MENDOZA 2022, (BARRESI, 2022)	114
TABLA 19 HMF ENCONTRADO EN MUESTRAS COMERCIALES DE MOSTO CONCENTRADO PASTERIZADO DE LA PROVINCIA DE MENDOZA 2022, (BARRESI, 2022)	114
TABLA 20 HMF PROMEDIO Y ESTADÍSTICOS DE MUESTRAS COMERCIALES DE MENDOZA, ELABORADO EN BASE A BARRESI	

2022	115
TABLA 21 ACIDEZ TOTAL DE MCU DE MENDOZA (BARRESI, 2022)	117
TABLA 22 ACIDEZ TOTAL DE MCU DE MENDOZA (BARRESI, 2022)	118
TABLA 23 ACIDEZ TOTAL PROMEDIO Y ESTADÍSTICOS DE MUESTRAS COMERCIALES DE MENDOZA, ELABORADO EN BASE A BARRESI 2022	118
TABLA 24 PH PROMEDIO Y ESTADÍSTICOS EN MUESTRAS COMERCIALES DE MENDOZA, EN BASE A (BARRESI, 2022)	119
4.1. TABLA 25 PH PROMEDIO Y ESTADÍSTICOS EN MUESTRAS COMERCIALES DE MENDOZA, EN BASE A (BARRESI, 2022)	119
TABLA 26 ACIDEZ TOTAL PROMEDIO Y ESTADÍSTICOS DE MUESTRAS COMERCIALES DE MENDOZA, ELABORADO EN BASE A (BARRESI, 2022)	120
TABLA 27 MATERIALES, REACTIVOS Y EQUIPOS EMPLEADOS PARA ANÁLISIS FÍSICOQUÍMICOS	122
TABLA 28 MÉTODOS DE ANÁLISIS EMPLEADOS	122
TABLA 29 ENSAYO I DE PARDEAMIENTO NO ENZIMÁTICO DE MOSTO SULFITADO CON PH MODIFICADO Y AGREGADO DE CLARIFICANTE DE METALES (M-MENO). EFECTO SOBRE LOS PROCESOS DE CONCENTRACIÓN	126
TABLA 30 DATOS FÍSICOQUÍMICOS DE MOSTOS CONCENTRADOS - ENSAYO I	126
TABLA 31 ANÁLISIS DE METALES DE MOSTOS CONCENTRADOS - ENSAYO I	127
TABLA 32 VARIACIÓN DE FE Y CU SEGÚN LOS TRATAMIENTOS DE CLARIFICACIÓN – ENSAYO I	128
TABLA 33 ABSORBANCIAS EN LOS DISTINTOS TRATAMIENTOS - ENSAYO I	129
TABLA 34 DATOS ANALÍTICOS DEL MOSTO VIRGEN EMPLEADO - ENSAYO II	133
TABLA 35 DATOS ANALÍTICOS DEL MOSTO CONCENTRADO EMPLEADO - ENSAYO II	134
TABLA 36 ENSAYO II DE PARDEAMIENTO NO ENZIMÁTICO ACELERADO A PH MODIFICADO Y AGREGADO DE CLARIFICANTE DE METALES (M- MENO)	134
TABLA 37 CONTENIDOS DE FE, CU, K Y CA EN MOSTOS VÍRGENES - ENSAYO II	135
TABLA 38 CONTENIDOS DE FE, CU, K Y CA EN MOSTOS CONCENTRADOS - ENSAYO II	135
TABLA 39 RESULTADO DE HMF SEGÚN TRATAMIENTOS A 35°C SOBRE MOSTO VIRGEN	135
TABLA 40 RESULTADO DE HMF SEGÚN TRATAMIENTOS A 55°C SOBRE MOSTO VIRGEN	136
TABLA 41 RESULTADO DE HMF SEGÚN PH Y TEMPERATURA A 35°C EN MOSTO VIRGEN	139

TABLA 42 RESULTADO DE HMF SEGÚN PH Y TEMPERATURA A 55°C EN MOSTO VIRGEN	140
TABLA 43 PROMEDIO DE HMF SEGÚN PH Y TEMPERATURA (35°C) EN MOSTO CONCENTRADO	142
TABLA 44 PROMEDIO DE HMF SEGÚN PH Y TEMPERATURA (55°C) EN MOSTO CONCENTRADO	143
TABLA 45 INCREMENTO % HMF RESPECTO AL VALOR INICIAL EN MOSTO VIRGEN	144
TABLA 46 INCREMENTO % HMF DE 35 °C A 55 °C EN MOSTO VIRGEN	144
TABLA 47 INCREMENTO % HMF RESPECTO AL VALOR INICIAL EN MOSTO CONCENTRADO	145
TABLA 48 INCREMENTO % HMF DE 35 °C A 55 °C EN MOSTO CONCENTRADO	145
TABLA 49 VALORES DE HMF SEGÚN PH Y TEMPERATURA DE TRATAMIENTO EN MOSTO CONCENTRADO UNIFICADOS	147
TABLA 50 RESULTADOS DE ABSORBANCIAS DEL ENSAYO DE PARDEAMIENTO ENZIMÁTICO ACELERADO EN MOSTO VIRGEN .	149
TABLA 51 RESULTADOS DEL ENSAYO DE PARDEAMIENTO ENZIMÁTICO ACELERADO EN MOSTO CONCENTRADO	150
TABLA 52 ABSORBANCIAS EN MOSTO VÍRGENES CON 112 HORAS DE TRATAMIENTO TÉRMICO, SEGÚN EL NIVEL DE CLARIFICACIÓN Y PH	156
TABLA 53 ABSORBANCIAS EN MOSTO CONCENTRADO CON 112 HORAS DE TRATAMIENTO TÉRMICO, SEGÚN EL NIVEL DE CLARIFICACIÓN Y PH	158

7. índice de figuras

FIGURA 1 ESCUELA VITIVINÍCOLA DON BOSCO	11
FIGURA 2 ESQUEMA PARENTAL Y RELACIÓN ENTRE CULTIVARES DE CRIOLLAS	14

FIGURA 3 RANGOS NORMALES DE PESO DE BAYA Y SOLIDOS SOLUBLES DE UVAS CRIOLLAS EN ARGENTINA	14
FIGURA 4 RACIMO Y HOJA TÍPICA DE CRIOLLA GRANDE	16
FIGURA 5 CONSUMO DE VINO PER CÁPITA EN ARGENTINA (1960-2021)	17
FIGURA 6 TONELADAS TOTALES EXPORTADAS POR AÑO	18
FIGURA 7 EVOLUCIÓN DE EXPORTACIONES Y PRECIO POR TONELADA DEL MOSTO CONCENTRADO BLANCO	19
FIGURA 8 PORCENTAJE DE PARTICIPACIÓN POR CANTIDAD EXPORTADA	20
FIGURA 9 EVOLUCIÓN HISTÓRICA DE MOSTO EXPORTADO POR ZONA DE DESTINO	20
FIGURA 10 COMPOSICIÓN DE DESTINOS PRINCIPALES DEL MOSTO CONCENTRADO BLANCO DENTRO DE AMÉRICA	22
FIGURA 11 EVOLUCIÓN DE HA IMPLANTADAS EN ARGENTINA 1960 - 2021	22
FIGURA 12 EVOLUCIÓN DE HA IMPLANTADAS POR ZONA 1960-2021	23
FIGURA 13 EVOLUCIÓN DE SUPERFICIE IMPLANTADA DE CRIOLLA 2002-2021	23
FIGURA 14 EVOLUCIÓN DE PRODUCCIÓN DE CRIOLLA EN LA PROVINCIA DE MENDOZA (QQ), POR ZONAS ENTRE 2002-2021	24
FIGURA 15 DISTRIBUCIÓN DE LA PRODUCCIÓN DEL AÑO 2022 PARA MENDOZA (QQ).....	24
FIGURA 16 PORCENTAJE DE PRODUCCIÓN DE UVA CRIOLLA POR DEPARTAMENTO, AÑO 2002	25
FIGURA 17 PORCENTAJE DE PRODUCCIÓN DE UVA CRIOLLA POR DEPARTAMENTO, AÑO 2021	25
FIGURA 18 DIAGRAMA DE FLUJO DE ELABORACIÓN DE MOSTO CONCENTRADO BLANCO	29
FIGURA 19 DIAGRAMA DE FLUJO DE ELABORACIÓN DE MOSTO CONCENTRADO TINTO	32
FIGURA 20 ESQUEMA DE CONCENTRADOR DE TUBOS CORTOS	37
FIGURA 21 PORCENTAJE DE LEVADURAS OSMÓFILAS Y OSMOTOLERANTES EN JUC DE ARGENTINA (ROJO, 2014)	42
FIGURA 22 ISOTERMAS DE ADSORCIÓN Y DESORCIÓN. ADAPTADO DE BRENNAN	48
FIGURA 23 ESTRUCTURA DEL RACIMO	56
FIGURA 24 CORTE ESQUEMÁTICO DE UNA BAYA DE UVA MADURA	56
FIGURA 25 HEXOSAS	58
FIGURA 26 PENTOSAS.....	58
FIGURA 27 DISACÁRIDOS	58
FIGURA 28 ÁCIDOS ORGÁNICOS PRESENTES EN LA UVA	59

FIGURA 29 MECANISMO DE ACCIÓN DE LA REACCIÓN DE MAILLARD	66
FIGURA 30 (A) FORMA GENERAL DE UN COMPUESTO FURÁNICO. (B) MOLÉCULA DE 5-HIDROXIMETILFURFURAL	69
FIGURA 31 CONDENSACIÓN DE AZÚCARES Y AMINOÁCIDOS. FORMACIÓN DE BASE DE SCHIFF	71
FIGURA 32 FORMACIÓN DE BASE DE SCHIFF A PARTIR DE D-FRUCTOSA	71
FIGURA 33 REACCIONES DEL REORDENAMIENTO DE AMADORI	72
FIGURA 34 REORDENAMIENTO DE AMADORI	72
FIGURA 35 REORDENAMIENTO DE HEYNS	73
FIGURA 36 DEGRADACIÓN DE PRODUCTOS DE R. DE AMADORI A TRAVÉS DE 3-DEOXIOSONA	74
FIGURA 37 DEGRADACIÓN ES A TRAVÉS DE UN INTERMEDIARIO METIL-A-DICARBONILO	75
FIGURA 38 FORMACIÓN DE HMF A PARTIR DE 3-DEOXIGLICOSULOSA	75
FIGURA 39 FORMACIÓN DE HMF PARTIENDO DE COMPUESTOS A,B-INSATURADOS	76
FIGURA 40 ESQUEMA GENERAL DE REACCIONES DE FORMACIÓN DE MOLÉCULAS ODORANTES	78
FIGURA 41 REDUCTONAS Y DESHIDROXISONAS	79
FIGURA 42 DEGRADACIÓN DE CISTEÍNA Y FORMACIÓN DE 1,2,3-TRITHIA-5-CICLOHEPTENO	80
FIGURA 43 MECANISMO DE FORMACIÓN PIRROLINA, PIRROLIDINA, 1-ACETONILPIRROLIDINA Y 1-ACETONIL-2-PIRROLINA ...	82
FIGURA 44 MECANISMO PROPUESTO PARA LA FORMACIÓN DE PIPERIDINAS AND TETRAHIDROPIDRIDINAS A PARTIR DE LA PROLINA.....	83
FIGURA 45 MECANISMO PROPUESTO PARA LA FORMACIÓN DE PIRROLIZINAS A PARTIR DE LA PROLINA	84
FIGURA 46 PRODUCTOS IDENTIFICADOS EN LA DEGRADACIÓN DE STRECKER EN MEDIO MODELO METIONINA/AZÚCAR REDUCTOR	85
FIGURA 47 FORMACIÓN DE 2-(2-METHILTHIOETIL)-4,5-DIMETHILOXAZOLA Y 2-(2-METHILTHIOETIL)-4,5-DIMETIL-3-OXAZOLINA A PARTIR DE LA REACCIÓN DE METIONINA Y 2,3-BUTANODIONA	86
FIGURA 48 MECANISMO DE FORMACIÓN DE 3-METIL-2(1H)-PIRAZINONA A PARTIR DE LA REACCIÓN DE ASPARGINA Y GLUCOSA.....	87

FIGURA

49 MECANISMO PROPUESTO DE FORMACIÓN DE 2-ACETIL-PIRITO[3,4,D]-IMIDAZOL VÍA DEGRADACIÓN DE STRECKER DE HISTIDINA Y ALDEHÍDO PIRÚVICO	88
FIGURA 50 ESTRUCTURA TEÓRICA Y CONSTITUYENTES DE MELANOIDINAS (ADAPTADA DE KATO AND TSUCHIDA, 1981).....	89
FIGURA 51 FORMACIÓN DE ACRILAMIDA. PARKER ET AL. (2012)	91
FIGURA 52 CAMBIOS QUE OCURREN EN LOS ALIMENTOS EN FUNCIÓN DE LA ACTIVIDAD DEL AGUA	95
FIGURA 53 COMPUESTOS A-DICARBOILOS	102
FIGURA 54 MECANISMO DE BLOQUEO DEL METILGLOXAL POR MEDIO DE AMINOGUANIDINA	103
FIGURA 55 ADICIÓN DE EPICATEQUINA AL SISTEMA GLUCOSA – GLICINA	104
FIGURA 56 ADICIÓN DE EPICATEQUINA AL SISTEMA FRUCTOSA – GLICINA	104
FIGURA 57 ESQUEMA DE REACCIÓN DE LA EPICATEQUINA CON EL MGO (LUND Y RAY, 2017)	105
FIGURA 58 EJEMPLOS DE ESTRUCTURAS DE TIPO POLIFENÓLICAS QUE PUEDEN CONDENSAR A-CARBOILOS	105
FIGURA 59 ESQUEMA SIMPLIFICADO DE LA OXIDACIÓN DE EPICATEQUINA	107
FIGURA 60 COMPUESTOS SECUNDARIOS GENERADOS DURANTE LOS PROCESOS DE CAMELIZACIÓN	110
FIGURA 61 COMPARATIVA DE VALORES PARA HIDROXIMETILFURFURAL MCU Y MCUP	115
FIGURA 62 BRIX DE MOSTOS CONCENTRADOS - ENSAYO I	127
FIGURA 63 VARIACIÓN DE HIERRO SEGÚN EL NIVEL DE CLARIFICACIÓN – ENSAYO I	128
FIGURA 64 PERFIL DE ABSORBANCIAS DE LOS DISTINTOS TRATAMIENTOS DE CLARIFICACIÓN Y SEGÚN EL PH - ENSAYO I	130
FIGURA 65 PERFIL DE ABSORBANCIAS EN LOS DISTINTOS PH SEGÚN LOS TRATAMIENTOS DE CLARIFICACIÓN - ENSAYO I	131
FIGURA 66 PERFIL DE ABSORBANCIAS EN LOS DISTINTOS PH CON CLARIFICACIÓN DE 250 G/HL - ENSAYO I	131
FIGURA 67 CONTENIDO DE HMF SEGÚN EL PH Y NIVEL DE CLARIFICACIÓN - ENSAYO I	132
FIGURA 68 RESULTADO DE HMF SEGÚN TRATAMIENTOS A 35°C SOBRE MOSTO VIRGEN.....	136

FIGURA

FIGURA 69 RESULTADO DE HMF SEGÚN TRATAMIENTOS A 55°C SOBRE MOSTO VIRGEN	137
FIGURA 70 RESULTADO DE HMF SEGÚN TRATAMIENTOS A 35°C SOBRE MOSTO CONCENTRADO	137
FIGURA 71 RESULTADO DE HMF SEGÚN TRATAMIENTOS A 55°C SOBRE MOSTO CONCENTRADO	138
FIGURA 72 RESULTADO DE HMF SEGÚN TRATAMIENTOS A 55°C SOBRE MOSTO CONCENTRADO	138
FIGURA 73 RESULTADO DE HMF SEGÚN PH Y TEMPERATURA EN MOSTO VIRGEN TRATADO A 35°C	140
FIGURA 74 HMF SEGÚN PH Y TEMPERATURA A 55°C EN MOSTO VIRGEN	141
FIGURA 75 PROMEDIO DE HMF SEGÚN PH Y TEMPERATURA (35°C) EN MOSTO CONCENTRADO	
142 76 PROMEDIO DE HMF SEGÚN PH Y TEMPERATURA (55°C) EN MOSTO CONCENTRADO	143
FIGURA 77 VALORES DE HMF SEGÚN PH Y TEMPERATURA DE TRATAMIENTO EN MOSTO VIRGEN UNIFICADOS	145
FIGURA 78 COMPORTAMIENTO DEL PARDEAMIENTO ACELERADO DEL MOSTO VIRGEN SEGÚN CONTENIDO DE HMF HALLADO EN MUESTRAS DE PH 2	146
FIGURA 79 COMPORTAMIENTO DEL PARDEAMIENTO ACELERADO DEL MOSTO VIRGEN SEGÚN CONTENIDO DE HMF HALLADO EN MUESTRAS DE PH 3,1	146
FIGURA 80 COMPORTAMIENTO DEL PARDEAMIENTO ACELERADO DEL MOSTO VIRGEN SEGÚN CONTENIDO DE HMF HALLADO EN MUESTRAS DE PH 4,2	147
FIGURA 81 COMPORTAMIENTO DEL PARDEAMIENTO ACELERADO DEL MOSTO CONCENTRADO SEGÚN CONTENIDO DE HMF HALLADO EN MUESTRAS DE PH 2	148
FIGURA 82 COMPORTAMIENTO DEL PARDEAMIENTO ACELERADO DEL MOSTO CONCENTRADO SEGÚN CONTENIDO DE HMF HALLADO EN MUESTRAS DE PH 3,1	148
FIGURA 83 COMPORTAMIENTO DEL PARDEAMIENTO ACELERADO DEL MOSTO CONCENTRADO SEGÚN CONTENIDO DE HMF HALLADO EN MUESTRAS DE PH 4,2	148
FIGURA 84 RESULTADOS DE ABSORBANCIAS ESTUDIADAS EN LAS MUESTRAS DE MOSTO VIRGEN TRATADAS A DISTINTOS PH,	

FIGURA

TIEMPO Y T° (35°C)
151

FIGURA 85 RESULTADOS DE ABSORBANCIAS ESTUDIADAS EN LAS MUESTRAS DE MOSTO VIRGEN TRATADAS A DISTINTOS PH,

TIEMPO Y T° (55°C)
152

FIGURA 86 RESULTADOS DE ABSORBANCIAS ESTUDIADAS EN LAS MUESTRAS DE MOSTO CONCENTRADO TRATADAS A DISTINTOS

PH, TIEMPO Y T° (35°C)
153

FIGURA 87 RESULTADOS DE ABSORBANCIAS ESTUDIADAS EN LAS MUESTRAS DE MOSTO CONCENTRADO TRATADAS A DISTINTOS

PH, TIEMPO Y T° (55°C)
154

FIGURA 88 ABSORBANCIAS EN MOSTO VIRGEN CON 112 HORAS DE TRATAMIENTO TÉRMICO A 35°C, SEGÚN EL NIVEL DE

CLARIFICACIÓN – PH 2
156

FIGURA 89 ABSORBANCIAS EN MOSTO VIRGEN CON 112 HORAS DE TRATAMIENTO TÉRMICO A 35°C, SEGÚN EL NIVEL DE

CLARIFICACIÓN – PH 3,1
157

FIGURA 90 ABSORBANCIAS EN MOSTO VIRGEN CON 112 HORAS DE TRATAMIENTO TÉRMICO A 35°C, SEGÚN EL NIVEL DE

CLARIFICACIÓN – PH 4,2
157

91 ABSORBANCIAS EN MOSTO CONCENTRADO CON 112 HORAS DE TRATAMIENTO TÉRMICO A 35°C, SEGÚN EL NIVEL

DE CLARIFICACIÓN – PH 2
159

FIGURA 92 ABSORBANCIAS EN MOSTO CONCENTRADO CON 112 HORAS DE TRATAMIENTO TÉRMICO A 35°C, SEGÚN EL NIVEL

DE CLARIFICACIÓN – PH 3,1
159

FIGURA 93 ABSORBANCIAS EN MOSTO CONCENTRADO CON 112 HORAS DE TRATAMIENTO TÉRMICO A 35°C, SEGÚN EL NIVEL

DE CLARIFICACIÓN – PH 4,2
160

FIGURA 94 ABSORBANCIAS EN MOSTO VIRGEN CON 112 HORAS DE TRATAMIENTO TÉRMICO A 55°C, SEGÚN EL NIVEL DE

FIGURA

CLARIFICACIÓN – PH 2
160

FIGURA 95 ABSORBANCIAS EN MOSTO VIRGEN CON 112 HORAS DE TRATAMIENTO TÉRMICO A 55°C, SEGÚN EL NIVEL DE

CLARIFICACIÓN – PH 3,1
161

FIGURA 96 ABSORBANCIAS EN MOSTO VIRGEN CON 112 HORAS DE TRATAMIENTO TÉRMICO A 55°C, SEGÚN EL NIVEL DE

CLARIFICACIÓN – PH 4,2
161

FIGURA 97 ABSORBANCIAS EN MOSTO CONCENTRADO CON 112 HORAS DE TRATAMIENTO TÉRMICO A 55°C, SEGÚN EL NIVEL

DE CLARIFICACIÓN – PH 2
162

FIGURA 98 ABSORBANCIAS EN MOSTO CONCENTRADO CON 112 HORAS DE TRATAMIENTO TÉRMICO A 55°C, SEGÚN EL NIVEL

DE CLARIFICACIÓN – PH 3,1
162

FIGURA 99 ABSORBANCIAS EN MOSTO CONCENTRADO CON 112 HORAS DE TRATAMIENTO TÉRMICO A 55°C, SEGÚN EL NIVEL

DE CLARIFICACIÓN – PH 4,2
163

8. Índice general

AGRADECIMIENTOS	4
RESUMEN	5
ABSTRACT	7
CAPÍTULO I: ANTECEDENTES PRODUCTIVOS Y DE LA VITICULTURA ARGENTINA.....	8
1. VITICULTURA EN ARGENTINA	8
1.1. <i>Historia de la vitivinicultura en Argentina</i>	9
2. MERCADO DEL MOSTO	11
2.1. <i>Uva criolla</i>	13
3. ARGENTINA Y EL MERCADO DEL MOSTO	17
4. PRODUCCIÓN DE UVA EN ARGENTINA.....	22
CAPÍTULO II: PROCESOS DE ELABORACIÓN DE MOSTOS	27
1. LEGISLACIÓN	27
1.1. <i>Denominaciones de los diversos tipos de mostos</i>	27
1.2. <i>Legislación respecto al código alimentario argentino</i>	28
CAPÍTULO III: ESPECIFICACIONES TÉCNICAS Y DE CALIDAD.	29

1.	ELABORACIÓN DE MOSTO SULFITADO	29
1.1.	<i>Elaboración de mosto sulfitado blanco</i>	29
1.2.	<i>Elaboración de mosto sulfitado tinto</i>	31
1.3.	<i>Elaboración de mostos concentrados</i>	33
1.4.	<i>Normas de calidad</i>	43
1.5.	<i>Mosto concentrado rectificado</i>	44
1.6.	<i>Mosto concentrado ácido</i>	44
1.7.	<i>Especificaciones técnicas</i>	45
	PROCESOS DE CONSERVACIÓN POR EVAPORACIÓN	47
1.	ACTIVIDAD DE AGUA	47
2.	CÁLCULO DE EVAPORACIÓN	49
3.	INFLUENCIA DE LA CONCENTRACIÓN SOBRE LA COMPOSICIÓN QUÍMICA DEL MOSTO	50
4.	ESTABILIDAD BIOLÓGICA	51
5.	ESTABILIDAD QUÍMICA	
	52 CAPÍTULO V: COMPOSICIÓN QUÍMICA DE LAS FRUTAS	54
1.1.	<i>Composición de las bayas de Uva</i>	55

1.2. *Composición del mosto de Uva*

57 **CAPÍTULO VI:**

REACCIONES OXIDATIVAS Y NO OXIDATIVAS

63

1.	REACCIONES OXIDATIVAS NO ENZIMÁTICAS	63
1.1.	<i>Reacciones de pardeamiento no oxidativo</i>	65
2.	GENERALIDADES DE LA REACCIÓN DE MAILLARD	65
2.1.	<i>5-hidroximetilfurfural (HMF)</i>	68
2.2.	<i>Química de la reacción de Maillard</i>	70
2.3.	<i>Formación de amino compuestos aromáticos específicos de la reacción de Maillard</i>	79
2.4.	<i>Formación de Melanoidinas</i>	89
2.5.	<i>Formación de Acrilamida</i>	90
3.	FACTORES QUE AFECTAN LA REACCIÓN DE MAILLARD	93
3.1.	<i>Temperatura y tiempo de calentamiento</i>	96
4.	IMPACTO ORGANOLÉPTICO DE LAS MELANOIDINAS	97
5.	CONTENIDO DE HMF EN ALIMENTOS	98
6.	EFFECTO DE LOS PRODUCTOS DE LA REACCIÓN DE MAILLARD SOBRE LA SALUD	100
7.	COMPUESTOS DE INHIBICIÓN DE PRODUCTOS INTERMEDIOS DE LA REACCIÓN DE MAILLARD	102

7.1.	<i>Polifenoles como inhibidores de compuestos intermedios de Maillard</i>	103
8.	QUÍMICA DEL CARAMELO	107
9.	CARAMELIZACIÓN	109
9.1.	<i>Química de las reacciones de deshidratación de Fructosa a 5HMF</i>	111
CAPÍTULO VII: ANÁLISIS DE MOSTOS COMERCIALES DE LA INDUSTRIA LOCAL		113
1.	DATOS ANALÍTICOS DE LA INDUSTRIA	113
2.	CONTENIDO DE HMF	113
3.	CONTENIDO DE ACIDEZ TOTAL A PH 8,2	117
4.	PH	118
4.1.	<i>Tabla 25 pH promedio y estadísticos en muestras comerciales de Mendoza, en base a (BARRESI, 2022)</i>	119
CAPÍTULO VIII: DISEÑO METODOLÓGICO		121
1.	TIPO DE ESTUDIO	121
1.1.	<i>Material y métodos</i>	121
1.2.	<i>Materiales, Reactivos y Equipos Para Análisis Físico-Químicos</i>	122
1.3.	<i>Análisis estadísticos</i>	123
2.	ENSAYOS DE PARDEAMIENTO NO ENZIMÁTICO	123
3.	ENSAYO I	125

3.1.	<i>Contenido de metales</i>	127
3.2.	<i>Absorbancias</i>	128
3.3.	<i>Contenido de HMF</i>	132
3.4.	<i>Conclusiones del ensayo I</i>	133
4.	ENSAYO II	133
4.1.	<i>Análisis de metales – Ensayo II</i>	134
4.2.	<i>Resultados del pardeamiento acelerado a 35°C y 55°C según cada tratamiento en mosto virgen y concentrado</i>	135
4.3.	<i>Resultados de pardeamiento acelerado a 35°C y 55°C según pH e HMF obtenido en Mosto Virgen</i>	139
4.4.	<i>Resultados de pardeamiento acelerado a 35°C y 55°C según pH e HMF obtenido en Mosto Concentrado</i>	141
4.5.	<i>Resultados del incremento del contenido de HMF % respecto del valor inicial en Mosto Virgen y Concentrado</i>	144
4.6.	<i>Resultados de absorbancias representativas de melanoidinas en las muestras de mosto virgen y concentradas tratadas a distinto pH y térmicamente</i>	149
4.7.	<i>Resultados de las absorbancias estudiadas en las muestras de mosto virgen y concentradas, tratadas a distinto pH, tiempos y temperaturas</i>	151
4.8.	<i>Resultados de las absorbancias estudiadas en las muestras de mosto virgen y concentradas,</i>	

tratadas a distinto pH, procesos de clarificación, tiempos y temperaturas 155

CAPÍTULO IX: CONCLUSIONES 164

ÍNDICE BIBLIOGRÁFICO 166

1.	ANEXO 1 – EVOLUCIÓN DE HC CULTIVADAS DE VID EN ARGENTINA 174
2.	ANEXO 2 – DATOS DE CONCENTRACIÓN DE MOSTOS SULFITADOS – ENSAYO I 175
3.	ANEXO 3 – ESTADÍSTICOS DE ANALISIS FISICOQUÍMICOS – ENSAYO I..... 180
4.	ANEXO 3 – ESTADÍSTICOS DE ANALISIS FISICOQUÍMICOS – ENSAYO I..... 182
5.	ANEXO 4 – ESTADÍSTICOS DE ANALISIS FISICOQUÍMICOS – ENSAYO II..... 188
6.	ÍNDICE DE TABLAS..... 190
7.	ÍNDICE DE FIGURAS 193
8.	ÍNDICE GENERAL 198