

**UNIVERSIDAD DE CHILE
FACULTAD DE CIENCIAS AGRONOMICAS
ESCUELA DE PREGRADO**

Memoria de Título

**EFECTO DE LA UTILIZACIÓN DE UVA Y SUS DERIVADOS COMO
INGREDIENTE EN LA ELABORACIÓN DE CERVEZA**

BENJAMÍN MARTÍNEZ ACUÑA

Santiago de Chile
2021

**UNIVERSIDAD DE CHILE
FACULTAD DE CIENCIAS AGRONOMICAS
ESCUELA DE PREGRADO**

Memoria de Título

**EFFECTO DE LA UTILIZACIÓN DE UVA Y SUS DERIVADOS COMO
INGREDIENTE EN LA ELABORACIÓN DE CERVEZA**

**EFFECT OF THE USE OF GRAPES AND THEIR DERIVATES AS AN
INGREDIENT IN BREWING**

BENJAMÍN MARTÍNEZ ACUÑA

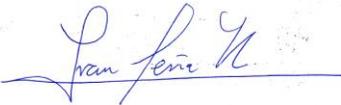
Santiago de Chile
2021

**UNIVERSIDAD DE CHILE
FACULTAD DE CIENCIAS AGRONOMICAS
ESCUELA DE PREGRADO**

**EFFECTO DE LA UTILIZACIÓN DE UVA Y SUS DERIVADOS COMO
INGREDIENTE EN LA ELABORACIÓN DE CERVEZA**

Memoria para optar al Título Profesional de:
Ingeniero Agrónomo

Benjamín Alonso Martínez Acuña

Profesor Guía		Calificaciones
Álvaro Peña N. Ingeniero Agrónomo. Dr.		7,0
Profesores evaluadores		
Andrés Muñoz-Sáez Ingeniero Agrónomo. MSc. PhD.		6,5
Gabriela Lankin V. Ingeniero Agrónomo. MSc. PhD.		6,6

Santiago de Chile

2021

ÍNDICE DE CONTENIDOS

1.-RESUMEN	1
1.1.-Palabras clave	1
2.-ABSTRACT	2
2.1.-Key words.....	2
3.-INTRODUCCIÓN.....	3
3.1.-Objetivo general	5
4.-MATERIALES Y MÉTODOS.....	6
4.1.-Lugar de estudio	6
4.2.-Materiales	6
4.3.-Metodología.....	6
5.-RESULTADO Y DISCUSIÓN	7
5.1.-Historia y evolución de la cerveza.....	7
5.2.-Aspectos legales de la elaboración de cerveza	8
5.3.-Descripción de ingredientes tradicionales y adjuntos	9
5.3.1.-Agua.....	9
5.3.2.-Malta.....	10
5.3.3.-Lúpulo.....	11
5.3.4.-Levadura	13
5.3.5.-Adjuntos utilizados en la producción de cerveza.....	13
5.4.-La uva en la elaboración de cerveza y las cerveza tipo Italian Grape Ale (IGA).....	14
5.5.-Aspectos químicos, físicos y sensoriales de la uva y de cervezas elaboradas con uva.....	16
7.-CONCLUSIÓN	35
8.-BIBLIOGRAFÍA	36

1.-RESUMEN

Hoy en día gran parte de los consumidores de cerveza han comenzado a exigir productos nuevos, con aromas y sabores fuera de lo convencional, lo que ha significado un gran desafío para la industria cervecera, viéndose en la obligación de buscar nuevas técnicas de elaboración, o hacer uso de adjuntos, que corresponden a materias primas fuera de las cuatro principales que son: agua, malta, lúpulo y levadura.

Uno de los estilos que ha ido tomando fuerza dentro del mundo cervecero, son las *Italian Grape Ale*, las cuales son cervezas elaboradas con uva o sus derivados de variedades blancas o tintas, y son un excelente ejemplo de innovación. En Chile al ser un país reconocido por las uvas producidas, resulta interesante conocer el resultado de las posibles opciones de uso de estos adjuntos en la elaboración de este tipo de cerveza. Es por esto que en este trabajo se recopilaron y analizaron distintos estudios donde se utilizó la uva o sus derivados con el fin de identificar sus efectos físicos, químicos y sensoriales producidos durante la elaboración de cerveza del estilo *Italian Grape Ale*. Los principales atributos descritos fueron, el contenido de alcohol, el contenido total de polifenoles y flavonoides, la capacidad antioxidante y evaluaciones sensoriales. Los resultados entregaron una clara tendencia al aumento en la graduación alcohólica, el contenido total de polifenoles y flavonoides, y la capacidad antioxidante, y con una buena aceptabilidad por parte de los consumidores, siendo de gran ayuda para aquel o aquella que quiera elaborar una cerveza fuera de lo común.

1.1.-Palabras clave

Cerveza con uva, *Italian Grape Ale*, mosto de uva, sapa.

2.-ABSTRACT

Nowadays, most beer consumers have begun to demand new products, with unconventional aromas and flavors, which has meant a great challenge for the brewing industry, being forced to look for new brewing techniques, or to make use of adjuncts, which correspond to raw materials other than the four main ones: water, malt, hops and yeast.

One of the styles that has been gaining strength in the brewing world are the Italian Grape Ale, which are beers made with grapes or their derivatives of white or red varieties and are an excellent example of innovation. In Chile, being a country renowned for the grapes produced, it is interesting to know the result of the possible options for the use of these adjuncts in the production of this type of beer. This is why in this work different studies where grapes or their derivatives were used were compiled and analyzed in order to identify their physical, chemical and sensory effects produced during the brewing of Italian Grape Ale style beer. The main attributes described were alcohol content, total polyphenol and flavonoid content, antioxidant capacity and sensory evaluations. The results showed a clear trend towards an increase in alcohol content, total polyphenol and flavonoid content, and antioxidant capacity, with good consumer acceptability, which is of great help to those who want to brew a beer that is out of the ordinary.

2.1.-Key words

Grape beer, Italian Grape Ale, grape must, sapa

3.-INTRODUCCIÓN

La cerveza, una bebida alcohólica producida de la fermentación de cereales, era conocida desde la antigüedad más remota. La primera información data de la época de los Sumerios, Mesopotamia (5.000 A.C), quienes desarrollaron un brebaje similar a la cerveza conocido como “siraku” y que era obtenido por la fermentación de granos, siendo las responsables de su elaboración, las mujeres de las comunidades. En ese entonces existía el Código de Hammurabi, donde se reglamentaba la elaboración y consumo de cerveza, llegando al punto de pena de muerte a quienes no cumplieran. A medida que pasaba el tiempo, la cerveza fue cambiando, siendo los egipcios quienes introdujeron uno de sus característicos componentes: la malta, y fueron los primeros en innovar con la adición de adjuntos como la miel, jengibre, azafrán y comino, para agregarle textura, sabor y color a la bebida. En cuanto a la llegada de esta bebida al país, fue en tiempos de la Independencia, junto con el comercio proveniente de Europa (ACECHI, s.n), y a mediados del siglo XIX se masificó llegando a varias regiones del país. En Chile, de acuerdo con la Ley n°18.455 es posible definir cerveza como aquella bebida fermentada obtenida a partir de cebada malteada, levadura, lúpulo y agua. Hoy en día, la ley sólo acepta estas materias primas, aunque se permite la adición de extractos fermentables, tales como arroz, maíz o azúcar, debiendo contener como mínimo un 65% de cebada malteada, y en el caso de utilizarse azúcar como extracto fermentable, ésta no debe exceder un 20% del extracto total (SAG, 2010).

Existen tres principales tipos de cervezas que se clasifican según su proceso de fermentación. Las cervezas “Ale” que fermentan a temperaturas de 20 a 25 ° C, donde *Sacharomyces cerevisiae* es la levadura utilizada, y esta se ubica en la parte superior del estanque al final de la fermentación. Las cervezas “Lager”, que fermentan entre 8 a 15 ° C, y se usa *Sacharomyces pastorianus* como levadura, la cual sedimenta en el fondo del estanque al término del proceso (Blake, 2009). Y, por último, las cervezas “Lambic”, en las cuáles se busca una fermentación espontánea (ACECHI, s.n).

Hoy en día, existe una gran gama de estilos de cervezas, uno de estos son las poco conocidas nacionalmente cervezas con mosto de uva, ya sea blanca o tinta. Esta mezcla es preparada hace décadas, siendo Italia el país pionero, pero fue en el año 2015 cuando la Beer Judge Certification Program (BJCP) decidió agregar como estilo propio a *Italian Grape Ale* (IGA). Thomson (2016) menciona la preparación de una *Italian Grape Ale* por Riccardo Franzosi, la cual consiste en triturar y cocinar la uva brevemente para reducir la cantidad de levaduras salvajes que se encuentran en el hollejo. Luego este mosto previamente cocinado, mezclarlo con una cerveza rubia ya fermentada para así dar paso a una segunda fermentación originada por las levaduras presentes en la uva, y finalmente, buscar una buena maceración con las pieles de la uva. Por otro lado, Ángelo Ruggiero, cervecero italiano, señala haber cocido el mosto previamente durante 3 horas hasta que el volumen se haya reducido en un 40% (siendo este mosto embotellado y almacenado por 2 meses) y agregado al final del proceso de ebullición (Fermento Birra, 2016). Sin embargo,

Moscoso¹ indica que el momento en el cual se agrega el mosto de uva puede variar, ya sea al momento del macerado, cocción, *whirlpool*, etc., y que no solo se puede usar mosto de uva, sino que también el orujo, los granos, o reducciones del mosto.

Para su elaboración la malta base puede ser *pils*, *pale*, o maltas especiales. En el caso de las uvas, estas pueden ser provenientes de distintas variedades. El mosto utilizado puede representar hasta un 40% de la receta. Levaduras utilizadas pueden ser *ale* o de vino, las cuales suelen mostrar un carácter neutro o más bien frutal. Finalmente, se pueden utilizar una amplia gama de variedades de lúpulo en bajas cantidades para no opacar los productos principales que serían la malta junto con la uva (BJCP, 2015).

Dentro de las características sensoriales que identifican a este estilo, se encuentran: aroma, apariencia, sabor y sensación en boca (BJCP, 2015). El perfil aromático de esta cerveza tiene notables características a uva, pero éstas no predominan sobre los otros aromas. Caracteres entregados por la malta son generalmente restringidos mientras que el aroma a lúpulo puede variar. No existe presencia de aroma a diacetilo (componente indeseable en cervezas), y en caso de que se presente, su contenido límite es de 0,15 miligramos por litro (15 ppm) (Barth, 2013). Con respecto a la apariencia, el color varía desde dorado, rojizo/rubí, hasta marrón oscuro, siendo rojizo/rubí cuando se ocupan variedades de uva tinta, este último debido al contenido de antocianos, que son los pigmentos rojos presentes en la uva (Zoecklein *et al.*, 2001). Por otro lado, están los flavonoles, que son pigmentos de color amarillo encontrados en pequeñas concentraciones en uvas tintas y blancas. Hoy en día están relacionados a vinos blancos, asociado a la oxidación y envejecimiento de estos (Schneider, 1995). El sabor es bastante variado, si es una uva blanca, presentará sabores a frutos de carozos y tropicales (damasco, durazno, piña) y sabores a frutos rojos (cereza, fresa) con uvas tintas. El carácter frutal también puede ser de origen fermentativo, siendo el acetato de etilo el componente principal que entrega estas características (Barth, 2013). El dulzor es debido a la cantidad de azúcares presentes o al alcohol. Algunas notas de sabor amargo son comunes y pueden ser beneficiosas para su aceptabilidad. Este sabor es expresado en IBU², que equivale a miligramos de isohumulona por litro. Este compuesto deriva de la isomerización del alfa ácido más abundante (humulona) durante el proceso de ebullición (Barth, 2013). Almaguer *et al.*, (2014) señalan que la composición de alfa ácidos de los lúpulos es característico de cada variedad, sin embargo, depende más del tiempo de cosecha.

Estudios indican que la uva tiene un efecto sobre la concentración de polifenoles totales y contenido de alcohol. Así lo demostró Sanna y Pretti (2015), al comparar cervezas tipo *pilsner* y de trigo con adición de mostos de las variedades Malvasía (blanca) y Cannonau (tinta) de Cerdeña (Italia), donde observaron aumentos significativos de polifenoles totales en ambos casos. Por otra parte, Veljovic *et al.*, (2010) y Nardini y Garaguso (2019), estudiaron el efecto de la adición de mostos de las variedades Prokupac y Moscatel de Hamburgo, y fruta entera respectivamente. En ambos estudios, los resultados indicaron que

¹ Comunicación personal: Daniel Moscoso, Ingeniero Agrónomo con mención en Enología, fundador y maestro cervecero de Cervecería Ergo.

² International Bitterness Units, unidad de medida para el amargor.

el contenido de alcohol y la concentración de polifenoles totales aumentaron sin alterar las propiedades sensoriales de una cerveza convencional. También fue posible ver un aumento en la tasa de fermentación y el crecimiento de las levaduras en una cerveza con adición de mosto debido a una mayor concentración de azúcares simples provenientes de la uva (Veljovic *et al.*, 2015)

Este estilo (IGA) ha ido tomando mayor relevancia dentro de las grandes y pequeñas cervecerías a nivel nacional. Por ejemplo, la cervecería Kross, con su cerveza llamada K15 donde usaron mosto de uva pisquera (Lúpulos Hueimen, 2018). Por otro lado, la cervecería Szot, mezcló una cerveza tripel con mosto de un vino de la variedad Syrah. Y otro caso es la cervecería Ergo la cual ha elaborado cervezas con ambos tipos de uva, blanca (Moscatel de Alejandría y Sauvignon blanc) y tinta (País y tintorera)¹.

Dado el aumento considerable de la producción de cervezas artesanales y que en Chile no existe de forma masiva la producción del estilo de cerveza *Italian Grape Ale* (IGA), se plantea la siguiente revisión bibliográfica, debido a que no hay revisiones exhaustivas con respecto al tema y resulta interesante conocer y comprender el efecto que tiene la uva sobre una cerveza. A su vez podría ser una buena oportunidad para pequeños productores de uva. Es por eso que se define el siguiente objetivo:

3.1.-Objetivo general

Describir efectos de la utilización de uva y sus derivados como ingrediente sobre la composición química, física y sensorial en la elaboración de cerveza.

4.-MATERIALES Y MÉTODOS

4.1.-Lugar de estudio

El estudio se realizó en las dependencias de la Facultad de Ciencias Agronómicas de la Universidad de Chile.

4.2.-Materiales

Para llevar a cabo esta Memoria de Título se consultaron distintas bases de datos como por ejemplo Web of Science, Science Direct y Google Scholar. Donde se obtuvieron distintas fuentes de información bibliográfica tales como:

- Memorias de título y tesis de distintas universidades nacionales e internacionales
- Libros de literatura científica relacionados con el tema de estudio
- Artículos de revistas científicas impresas o disponibles en internet

Preferentemente se utilizó información a partir de fuentes publicadas desde el año 2000. Sin excluir información relevante, publicada en años anteriores, cuyo idioma fuese español, inglés o italiano.

Como complemento se realizaron entrevistas a expertos en el tema y maestros cerveceros.

4.3.-Metodología

En primer lugar, se realizó una búsqueda exhaustiva, objetiva y reproducible con uso de las bases de datos ya mencionadas. Para ello se utilizaron las siguientes palabras claves o *Keywords: Beer History, fruit beer, Italian grape ale, grape ale, sapa, wine beer, cervezas con mosto de uva, italian craft beer, grape characterization, etc.* Luego se efectuó una búsqueda manual de referencias identificadas en los artículos seleccionados. Posteriormente y luego de revisar la información seleccionada se organizaron principalmente según formato en el cual se aplicó la uva. Finalmente se analizaron y discutieron los resultados recopilados y se realizó la conclusión.

5.-RESULTADO Y DISCUSIÓN

5.1.-Historia y evolución de la cerveza

La primera bebida fermentada que conoció el hombre fue la cerveza, ya que cuando los seres humanos dejaron de ser cazadores nómades y se agruparon y comenzaron a trabajar la tierra, cultivaron los granos (Jackson, 1994), por lo que se cree que la cerveza apareció junto con el pan de cebada, el cual posiblemente fue olvidado a la intemperie, y junto con la humedad y la presencia de levaduras que han existido siempre en todo el mundo, se produjo una fermentación natural (Fonseca, 2007; Yubero, 2015).

Hacia el 5.000 A.C. los sumerios en Mesopotamia lograron desarrollar un brebaje equivalente a la cerveza, siendo esta bebida muy nutritiva, pero a la vez tenía un efecto secundario, haciendo que los consumidores se sintieran “alegres, maravillados y felices” (ACECHI, s.n; Jackson, 1994).

Durante el imperio de Babilonia, el consumo dejó de ser libre, debido al primer cuerpo de leyes de la historia de la humanidad, creado en el siglo XVIII A.C. donde se encontraba el código Hammurabi, que imponía normas que regulaban la elaboración, con el fin de regular la calidad y el consumo, y evitar que fuese excesivo y produjese intoxicaciones (Yubero, 2015).

A medida que el cultivo de granos se fue expandiendo, los africanos, en el sur más cálido, comenzaron a elaborar cervezas de sorgo y mijo. Por otro lado, los asiáticos en el este más húmedo cultivaron arroz y comenzaron a fabricar sake y los eslavos del norte por otra parte cultivaron centeno, creando una versión de cerveza llamada “kvass”; y por último los europeos occidentales comenzaron con el trigo y la cebada (Jackson, 1994).

Pero fueron los egipcios los primeros en innovar en el proceso de elaboración de cerveza, tanto en la preparación de la malta, como en la adición de nuevos aromas, con la ayuda de miel, jengibre, azafrán y comino, con el fin de entregar textura, sabor y color a la bebida (ACECHI, s.n).

Durante la Edad Media, cuando la cerveza llegó a Europa, vivió su mayor desarrollo, ya que los monjes asumieron su producción, guardando el secreto de su receta, quienes la llamaron “cerevisa monacorum”, dándole así su denominación de origen. Fue en esta época cuando la cerveza cambió drásticamente de sabor por dos razones: introducción del lúpulo como ingrediente aromatizante y conservante, y la aparición de un nuevo método de conservación de la cerveza en frío que sería el origen de *lager*.

En Chile, la cerveza llegó en tiempos de la Independencia junto con el comercio proveniente de Europa. Según registros indican que la primera cerveza chilena surgió en 1822 en Santiago, y fue nombrada como “La Chimba”.

La primera cervecera que se instaló fue en Valdivia lo hizo el año 1825, impulsada por Andrés Blest, siendo sus cervezas también distribuidas en la capital. Sin embargo, la verdadera masificación cervecera comenzó a mediados del siglo XIX, cuando la cerveza llegó a varias regiones del país. En 1850, comenzó a funcionar la fábrica de cerveza de Joaquín Plagemann, quien el año 1889 se fusionó con la “Fábrica de Cerveza de Limache” creando la “Fábrica Nacional de Cerveza”, que en 1902 se convertiría en Compañía Cervecerías Unidas (CCU). En 1896 se instaló la planta de cerveza más austral del mundo (actual Cervecera Austral S.A.), promovida por José Fischer y que sigue funcionando hasta hoy en el mismo lugar (ACECHI, s.n).

En 2002 surgió la Asociación de Productores de Cerveza de Chile AG o ACECHI.

Y es así como el mercado ha ido aumentando de forma significativa, existiendo más de 500 cerveceras artesanales en Chile, esparcidas por todo el territorio nacional, con un consumo per cápita para el año 2018 de 50 litros, valor que en comparación al año 2001 (25 litros), aumentó en un 100% (ACECHI, 2019), de lo cual se podría esperar un aumento a la fecha actual.

5.2.-Aspectos legales de la elaboración de cerveza

Según la Ley 18.455, donde se habla de la producción de bebidas alcohólicas fermentadas, indica que la cerveza sólo podrá elaborarse con cebada malteada, lúpulo, levadura y agua, conteniendo como mínimo un 65 por ciento de cebada malteada. Sin embargo, se permite la adición de extractos fermentables, principalmente medio grano y puntas de arroz, láminas y productos de la molienda del maíz, en la forma y proporción que determine el reglamento. Asimismo, se permite el uso de azúcares refinadas como extracto fermentable el cual no puede exceder de un 20 por ciento del extracto fermentable total.

También se indica que la cerveza debe reunir los siguientes requisitos:

- a) Aspecto claro y brillante, salvo en cervezas especiales.
- b) Sabor, color y aroma característicos.
- c) Estar exenta de cuerpos ajenos a los ingredientes utilizados.
- d) Estar libre de microorganismos patógenos.
- e) Estar libre de levaduras y otros microorganismos en estado activo, exceptuando las cervezas no estabilizadas biológicamente.
- f) Tener un pH que fluctúe entre 3,8 y 4,5.

Cabe destacar cada país tiene sus propias leyes, con parámetros y requisitos distintos tanto para el proceso de elaboración, como para las características del producto final. Es por eso que la ley mencionada anteriormente solo aplica en Chile.

5.3.-Descripción de ingredientes tradicionales y adjuntos

5.3.1.-Agua

La cerveza está compuesta por cerca de un 90% de agua (Barth, 2013), siendo un ingrediente principal, debido a la gran cantidad utilizada para su elaboración, cumpliendo un rol importante en el proceso de malteado y maceración, ya que es usada para controlar temperaturas ya sean altas o bajas (Barth, 2013). Antiguamente la producción y elaboración de cerveza se vio limitada por la disponibilidad de agua, ya que estaba destinada al consumo local. Hoy en día, cuando la provisión de agua no es un problema, sí lo puede ser la calidad de ésta, la cual, dependiendo de su composición y de los ingredientes agregados, puede determinar el carácter de la cerveza (Pilla y Vinci, 2013). El agua siempre contiene sustancias adicionales, las cuales, si no son de utilidad, son consideradas como contaminante y pueden ser retiradas. Sin embargo, Barth (2013) menciona que la cerveza no puede ser elaborada con agua totalmente pura, ya que el proceso en el cual los azúcares provenientes de la malta se transforman en alcohol, dependen de la presencia de trazas de iones metálicos como el ion calcio (Ca^{2+}), cobre (Cu^{2+}) y el ion zinc (Zn^{2+}). Sin embargo, la presencia de otros iones también tiene un efecto sobre la cerveza como se indica en el Cuadro 1. También el sabor es influenciado por ciertos componentes, tales como el bicarbonato (HCO_3^-) y el sulfato (SO_4^{2-}). Por ejemplo, aguas ricas en carbonatos son ideales para las cervezas de tipo *stouts* y las *porter*; las aguas ricas en sulfato de calcio ayudan a que la cerveza sea más clara y realzan las propiedades organolépticas del lúpulo, mientras que un agua con una débil mineralización otorga suavidad a la cerveza (Pilla y Vinci, 2013).

Cuadro 1. Efecto de iones en la cerveza. (Barth, 2013)

Ion	Fórmula	Efecto
Bicarbonato	HCO_3^-	Incremento del pH
Calcio	Ca^{2+}	Disminución del pH
Cloruro	Cl^-	Dulzura, plenitud, equilibrio de sulfato
Hierro (II)	Fe^{2+}	Metálico, astringencia
Hidronio	H_3O^+	Disminución del pH, mejora el amargor
Magnesio	Mg^{2+}	Requerido por la levadura
Sodio	Na^+	Dulzor, acidez en altos niveles
Sulfato	SO_4^{2-}	Sequedad, astringencia, mejora el amargor

Por otro lado, el pH del agua puede ser de gran importancia, si se considera el rol de las proteínas, las cuales se ven involucradas en el proceso de fermentación, en la calidad de la espuma, y en la claridad o turbidez de la cerveza (Barth, 2013).

5.3.2.-Malta

Cuando se habla de malta, hace referencia a granos los cuales fueron germinados e inactivados con calor mediante un proceso de secado, posteriormente pueden ser sometidos a un proceso de tostado, logrando así distintas apariencias y por ende otorgar distintas características organolépticas a la cerveza (Figura 1).



Figura 1. Granos malteados con distintos niveles de tostado.

La malta puede ser proveniente de varios tipos de grano, pero la mayoría de las cervezas están hechas a partir de granos de cebada (*Hordeum vulgare*) debido que generalmente presentan menos problemas técnicos. Por ejemplo, muy rara vez se maltea el maíz, ya que su grasa se enrancia, por otro lado, si bien el trigo se maltea a grandes escalas, especialmente para la elaboración de algunos tipos de pan, el desarrollo de microorganismos durante la germinación en la superficie del grano puede provocar algunos problemas (Suarez, 2013).

El trigo es usado para ciertos estilos, mientras que, para estilos especiales o regionales, es común el uso de avena, centeno, sorgo, mijo, entre otros.

La malta es usada como fuente de almidón, el cual es producido por la semilla durante el proceso de germinación, y también proporciona enzimas que van a romper el almidón en

azúcares más simples que con la ayuda de las levaduras dan inicio al proceso de fermentación alcohólica.

5.3.3.-Lúpulo

El lúpulo (*Humulus lupulus*) es una planta perenne y trepadora de la familia de las *Cannabaceae*. Su flor luce como pequeños copos, y son usados para el flavor³ de la cerveza. Hoy en día existen muchas variedades de lúpulo como “Cascade” y “Saaz”. Todas entregan amargor, pero a medida que se utilizan diferentes variedades, los sabores serán distintos.

Las flores del lúpulo contienen glándulas de color amarillo en su interior, llenas de una resina llamada lupulina (Suarez, 2013). Además, los taninos contenidos en la parte verde de la flor ayudan en cuanto a la clarificación de la cerveza en la fase de cocción del mosto, al unirse y precipitar junto con las proteínas (Pilla y Vinci, 2013). Barth (2013), menciona que, dentro de los muchos componentes presentes en la lupulina, los más importantes son los alfa ácidos, los cuales durante la etapa de ebullición son convertidos lentamente en iso-alfa ácidos que son los que darán amargor a la cerveza. Este proceso se denomina isomerización, y los alfa ácidos, el más abundante es la humulona, la cual tras el proceso recién mencionado cambia su estructura y es llamada isohumulona, como se muestra en la Figura 2.

Es de gran importancia la isohumulona, ya que es con este compuesto que se mide el amargor en las cervezas, mediante una escalada de unidades de amargor o como es conocida internacionalmente “International Bitterness Units” o IBU, que es equivalente a miligramos de isohumulona por litro (Barth, 2013).

³ Término que implica la percepción sensorial de todos los sentidos, además del gusto.

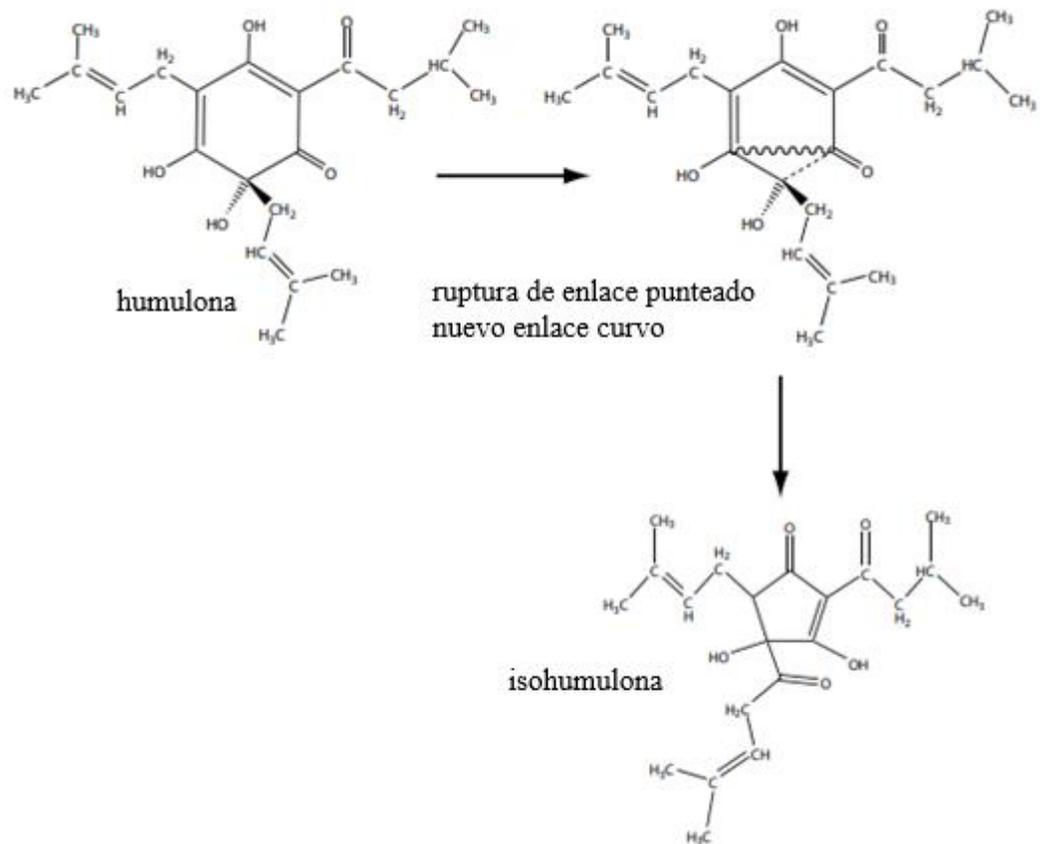


Figura 2. Proceso de isomerización de la humulona. (Barth, 2013).

Para la comercialización del lúpulo se ocupan y producen distintos formatos, alguno de los cuales son (Barth, 2013):

- **Conos de lúpulos:** Corresponden a las flores femeninas de la planta, las cuales son difícil de manejar, y es necesario un gran volumen en comparación a los demás formatos.
- **Pellets:** Es el proceso más simple de los conos de lúpulo, donde son molidos hasta convertirlos en polvo, y luego son comprimidos hasta formar los pellets. El polvo debe ser tamizado antes del prensado para aumentar la concentración de lupulina
- **Pellets isomerizado:** A diferencia del pellets, se le añade un pequeño porcentaje de óxido de magnesio (MgO) antes del prensado. Se usan pellets isomerizados ya que, permiten un menor tiempo de ebullición, ahorrando energía y disminuyendo los costos.
- **Extracto de lúpulo:** El lúpulo es molido junto con dióxido de carbono líquido, donde los componentes que otorgan el flavor son disueltos en el solvente. Después

de la adición del dióxido de carbono, los compuestos forman un aceite espeso llamado extracto de lúpulo.

- **Extracto isomerizado:** Es una versión neutralizada con hidróxido de potasio con el fin de aumentar su solubilidad. Tiene una gran ventaja en la isomerización en cuanto a los pellets.
- **Extracto hidrogenado:** El extracto de lúpulo o extracto isomerizado es tratado para remover algunos dobles enlaces. Esto inhibe la contaminación lumínica, haciendo posible un embotellado en botellas claras.

5.3.4.-Levadura

La levadura es un hongo unicelular eucarionte, que transforma los glúcidos y aminoácidos en alcohol y dióxido de carbono (Suarez, 2013). Ingrediente principal en el proceso de fermentación.

Cientos de especies de levadura han sido caracterizadas. Sin embargo, dos de ellas son usualmente utilizadas en el proceso de elaboración de cerveza. *Saccharomyces cerevisiae*, conocida como levadura de fermentación superior, usada en cervezas tipo *ale*, y *Saccharomyces pastorianus*, conocida como levadura de fermentación inferior, usada en cervezas tipo *lager*. Esta clasificación se debe a las condiciones en las que deben estar, y a la parte del fermentador en las que terminan al final del proceso de fermentación. También existen otras especies del género *Brettanomyces* que son usadas en cervezas estilo Belgian ale llamadas *lambic* (Barth, 2013).

5.3.5.-Adjuntos utilizados en la producción de cerveza

Los adjuntos o complementos son materiales que suplementan y/o complementan la malta, aportando almidón o azúcar adicional.

La mayoría de los adjuntos de cereales como el arroz o maíz, tienen un color potencial entre 1 y 2 SRM⁴. Mientras que azúcares provenientes de la caña, remolacha o maíz, tienen un SRM igual a 0, pero algunos productos azucarados tratados con calor pueden ser tan oscuros, alcanzando 275 SRM (Barth, 2013).

Por otro lado, Moscoso¹ define adjunto como toda aquella materia prima que no esté dentro de los cuatro ingredientes principales (agua, malta, levadura, lúpulo), las cuales pueden ser

⁴ Escala con la cual se mide el color de la cerveza mediante la absorción de luz cuya longitud de onda es de 430 nanómetros.

agregadas en distintas etapas del proceso de elaboración de la cerveza, dependiendo del ingrediente, y de que características organolépticas se quieren obtener.

También menciona que otros productos podrían considerarse como adjuntos, como por ejemplo distintas especias o chips de madera, que, si bien no aportan azúcares fermentables, sí aportan otros elementos que son de interés. En el caso de las especias aportan aceites esenciales, y los chips de madera podrían aportar otros compuestos como la vainillina que se ocupan para algunos tipos de cerveza en particular.

Por ejemplo, para algunas cervezas especiales es posible hacer uso desde hierbas, frutas, granos, hasta ají, pepino, maní e incluso existe una cerveza elaborada en Michigan, llamada “Short’s Bloody Mary” la cual dentro de sus ingredientes es posible encontrar tomate fermentado, eneldo, pimienta y apio (Alfonse, 2013).

En Chile un buen ejemplo es la cervecería Alameda Beer Company, quienes han creado cervezas muy innovadoras, en las cuales han utilizado ingredientes poco comunes dentro del mundo cervecero. Lo hicieron con su cerveza llamada “Terremoto” donde ocuparon lactosa, piña, granadina y pipeño. Otro ejemplo es la imperial stout de la misma cervecería, donde añadieron nibs de cacao, vainas de vainilla, y kilos de golosinas populares en Chile. (Alameda Beer Company, s.n).

El uso de adjuntos va de la mano con la innovación dentro del mercado de la cerveza, ya sea nacional como internacional. Debido a que en la mayoría de los casos se ocupan para entregar sabores y aromas particulares que hagan de la cerveza un producto único. Así lo rectifica Wood⁵ quien comenta que, si bien el uso de adjuntos en la cerveza es algo que ha sucedido durante siglos, encuentra que le da una complejidad más allá a la cerveza en general que solo los cuatro ingredientes originales no pueden siempre lograr.

Del mismo modo Moscoso¹ indica que le agrada el uso de adjuntos porque amplía las variedades de cerveza que se puedan elaborar, siempre y cuando no se trate de engañar al consumidor de que ocuparon o para qué lo ocuparon.

5.4.-La uva en la elaboración de cerveza y las cerveza tipo Italian Grape Ale (IGA)

A medida que el consumo de cerveza ha ido aumentando desde hace muchos años, los consumidores han ido exigiendo mayor calidad y variedad de nuevos productos, por lo que los productores de cerveza, principalmente los pequeños productores, han ido cambiando tanto su forma de elaborar cerveza, como los ingredientes que se han comenzado a utilizar dentro del proceso de elaboración.

Ingredientes que aportan una fuente importante de extractos fermentables y actúan a su vez como agentes aromatizantes. Por este motivo, los cerveceros comenzaron a utilizar distintos

⁵ Comunicación personal: Benjamín Wood, Socio Fundador, Director de Ventas y Marketing de Beervana, Alameda Beer Company, El Honesto Mike y El Pulento Joe.

adjuntos, dentro de los cuales encontramos las frutas, quienes en su mayoría contienen altos contenidos de azúcares fermentables (glucosa y fructosa), y que dependiendo del momento en el cual se agregan ayudarán de una u otra manera en el proceso de la elaboración de la cerveza, dependiendo de la cantidad y el momento en cual se agregue, si es antes, durante, o después de la fermentación alcohólica, y además pueden ser utilizados para entregar características a la cerveza, como por ejemplo, color, aroma, sabor, espuma, cuerpo, entre otras (Stewart, 2016).

Uno dentro de la inmensa variedad de adjuntos es la uva, la que hoy en día se ocupa debido a las características que le entrega a la cerveza, ya sean aromas, sabores o colores. Sin embargo, los inicios de la uva dentro de la cerveza comenzaron hace décadas, siendo Italia el país pionero, donde los cerveceros quisieron mezclar lo mejor de los dos mundos que tienen, el vino y la cerveza, creando así las cervezas con mosto de uva. Estas cervezas comenzaron a popularizarse dentro de Italia y fue en el año 2015 cuando fue agregada como estilo propio dentro de la guía de estilos de cervezas BJCP⁶, como *Italian Grape Ale* (The Beer Times, s.n).

Este estilo en particular ocupa la uva y/o sus derivados dentro de la elaboración de cerveza como adjunto. Las características organolépticas que obtiene la cerveza después de ser mezclada van a depender principalmente del tipo de uva que se esté utilizando, ya sea uva blanca o tinta, además de por supuesto el maestro cervecero. (The Beer Times, s.n).

Moscoso¹ indica que efectivamente la cerveza se ve afectada con la adición de mosto de uva, en características tales como el color, el alcohol, la densidad final, la atenuación, la acidez total, el pH, el tiempo que demora en producir la cerveza, etc., junto con eso aparecen nuevos aromas, y mucho más, pero esto va a depender de las diferentes formas de producir este estilo de cerveza.

Fue en el año 2019 cuando una cerveza elaborada por la cervecería Ergo en colaboración con Malas decisiones y Prócer, llamada “Ergo Sin Sol”, fue ganadora de múltiples medallas internacionales, por ejemplo, Mejor cerveza Chilena 2019 en Copa Cervezas de América (CCA) y oro en Copa Cervezas de América 2019. Esta cerveza es una *Grape Ale* elaborada con mosto de cebada malteada y uvas de cepa Cinsault de Magdalena Alto, Valle de Itata. Con un perfil aromático complejo, con notas a caramelo, higos secos, corteza de pan debido a las maltas, mermelada de frambuesa proveniente de la uva, y leves notas a coco y vainilla debido a su maduración durante 1 año en barricas de Roble Americano, consiguiendo así un perfecto equilibrio (Cerveza Prócer, s.n).

Moscoso¹ junto con su equipo de trabajo están haciendo que este estilo en particular sea un potencial a nivel nacional, ya que son referentes de las *Grape Ale* en Chile y lo más probable que también a nivel Latinoamericano. Esto debido al tiempo y dedicación que han entregado para lograr una identidad nacional en cervezas.

⁶ Beer Judge Certification Program.

5.5.-Aspectos químicos, físicos y sensoriales de la uva y de cervezas elaboradas con uva

La uva (*Vitis vinifera*), es un arbusto caducifolio perteneciente a la familia de las Vitáceas (*Vitaceae*), cuyo fruto es una baya de forma ovalada de la cual se pueden distinguir dos partes, las semillas y el pericarpo o tejidos que la envuelve. En el pericarpo es posible diferenciar tres tipos de tejidos, el más interno llamado endocarpo con una textura más gelatinosa, luego el mesocarpo que se sitúa en la parte intermedia de la baya y que ocupa el mayor volumen de esta, y por último el exocarpo, que es el tejido más externo que contiene la epidermis recubierta por una cera. Comúnmente, el exocarpo es conocido como hollejo, y el endocarpo junto con el mesocarpo constituyen lo que se conoce como pulpa de la baya. (Flanzy, 2000).

En las uvas los componentes proceden principalmente de la pulpa de la baya, que representan en entre un 83% a 91% de esta. Dentro de los componentes se pueden encontrar: agua, glúcidos, lípidos, prótidos, elementos minerales y compuestos fenólicos, los cuales se muestran en el Cuadro 2 (Flanzy, 2000).

En la baya, un 90% de los sólidos solubles corresponden a azúcares, los cuales se acumulan principalmente en la pulpa con concentraciones entre 150 y 300 g/L. Del total de los azúcares presentes, el 95-99% están en forma de hexosas, principalmente glucosa y fructosa (Figura 3), que corresponden a las principales azúcares fermentables, y el resto está constituido en su mayoría por sacarosa, y algunas pentosas (ramnosa, ribosa, maltosa, xilosa, entre otros) (Boulton *et al.*, 2002; Keller, 2010; Fanzone, 2012). Tanto la glucosa como la fructosa proceden de la hidrólisis enzimática de la sacarosa (Figura 4), formada durante la asimilación de clorofila (Flanzy, 2000).

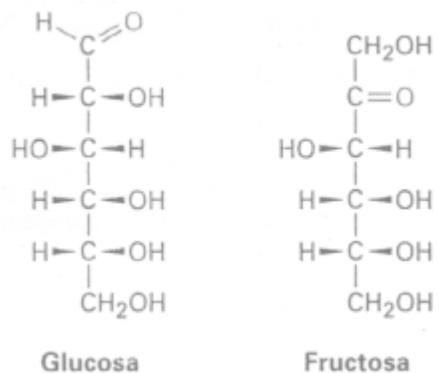


Figura 3. Representación de forma acíclica en proyección de Fischer, de glucosa y fructosa.

A medida que la uva comienza a madurar la cantidad de fructosa aumenta, siendo en bayas maduras la concentración máxima de hexosas que oscilan entre 150 y 350 g/L de zumo, este valor varía según las cepas utilizadas (Flanzy, 2000).

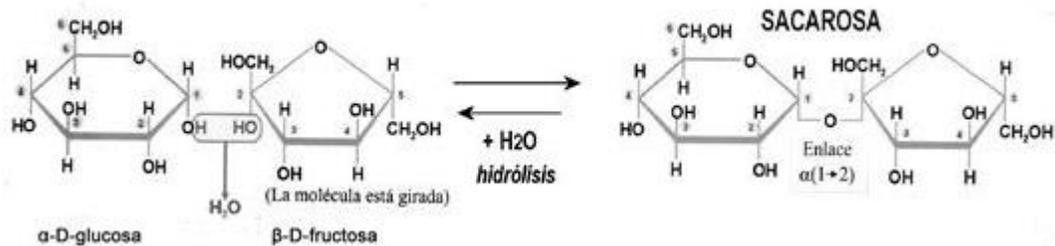


Figura 4. Representación del proceso de hidrólisis de la sacarosa. (Corchón, L. s.a.)

También se encuentran compuestos aromáticos en la uva que son de interés en la elaboración de cerveza, ya que contribuyen de manera importante en la calidad final del producto. En la cerveza los aceites esenciales son los componentes aromáticos que entregan sabor y aroma, los cuales provienen principalmente del lúpulo. Dentro de estos aceites se encuentran ésteres, mezcla de alcoholes, aldehídos, cetonas, ácidos y el grupo más importante que corresponde a los terpenos, siendo el humuleno, cariofileno, mirceno y farneseno los terpenos principales. Estos compuestos aromáticos, son sustancias muy volátiles, por lo que pocas moléculas sobreviven al proceso de elaboración, debido a las altas temperaturas. (Suárez, 2013).

Sin embargo, como se mencionó anteriormente, uno de los motivos del uso de adjuntos son los aromas que se pueden obtener, por lo que la uva es un buen ejemplo. En la uva estos compuestos tienen un precursor (ácido mevalónico) que coincide con la ruta de síntesis de importantes hormonas, tales como: giberelinas, citoquininas y ácido abscísico (Peña, 2011).

Dentro de las sustancias volátiles típicas de la cepa, se encuentran las pirazinas (características de la familia Cabernets que incluye a Cabernet Sauvignon, Carmenere y Merlot), las cuales entregan un aroma típico a pimienta verde o notas herbáceas, y los terpenoles (característicos de los moscateles), que pueden entregar variados aromas debido a que existen distintos compuestos de este mismo tipo, encontrándose dentro de estos aromas notas florales (rosa, tila, nardos), a miel y cera de abeja, etc. (Flanzy, 2000). Sin embargo, la cantidad de aromas es enorme, lo que resulta atractivo para aquellos maestros cerveceros que buscan una identidad en su producto final.

Otros de los compuestos presentes en la uva que son de interés en la elaboración de cerveza, son los compuestos fenólicos, los cuales se dividen en dos grupos, los compuestos flavonoides, que están contenidos en los hollejos, semillas y raspones, y los no flavonoides que se encuentran principalmente en la pulpa de la uva (Flanzy, 2000). El contenido de estos compuestos fenólicos varía dependiendo de la especie de uva que se utilice (Rebello

et al., 2013). Del mismo modo el metabolismo de estos compuestos y el desarrollo de la composición química de la uva, se verán afectados también por condiciones climáticas como sequías, intensidad luminosa y el calor (Teixeira *et al.*, 2013).

Tanto las uvas como las hojas son ricas fuentes de compuestos fenólicos, y en la baya es posible encontrarlos en la piel, pulpa y semillas. Cabe destacar que estos diferentes tejidos tienen diferentes contenidos y composiciones de compuestos fenólicos. Por ejemplo, la piel contiene taninos y pigmentos, la pulpa por otro lado aporta jugo, pero no pigmentos, y las semillas al igual que la piel contiene taninos (Sikuten *et al.*, 2020).

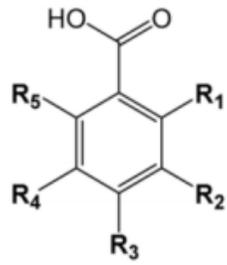
En el primer grupo se encuentran las catequinas, antocianinas, procianidinas y otros flavonoides, mientras que los no flavonoides consisten principalmente en ácidos fenólicos (Figura 5) (Sanna y Pretti, 2015). Estos compuestos pueden contribuir directamente sobre características de la cerveza, como la estabilidad coloidal y de la espuma, las propiedades sensoriales, como el sabor y aroma, y la duración del producto (Zhao *et al.*, 2010). Además, estos compuestos fenólicos juegan un rol importante en la capacidad antioxidante de la cerveza, asociados a efectos benéficos. Así lo rectifica Veljovic *et al.*, (2012) donde indica que efectivamente la capacidad antioxidante de las cervezas depende del contenido de polifenoles y de compuestos de Maillard.

Los polifenoles son los responsables del color y de la astringencia de las uvas, en el caso de los vinos, también son quienes entregan amargor al producto final, y a su vez contribuyen al perfil olfativo del producto que se esté elaborando (Zoecklein *et al.*, 2001).

Aquellos compuestos que contribuyen de forma sobresaliente al color de las especies tintas son conocidos como antocianos, correspondientes a compuestos flavonoides, los que representan una parte importante de los flavonoides de la baya de uva tinta. Principalmente se ubican en el hollejo y en las 3 ó 4 primeras capas celulares del hipodermo (Flanzy, 2000).

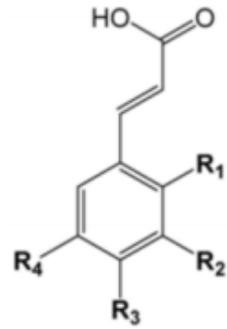
En el caso de las cervezas, los compuestos fenólicos provienen principalmente de la cebada (malta) (70-80%) y de los lúpulos (20-30%), los cuales pertenecen a las materias primas básicas para la producción de cerveza (Veljovic *et al.*, 2012).

Dentro de los compuestos fenólicos en la cerveza, es posible encontrar compuestos no flavonoides como el ácido gálico, ácido vainillínico, ácido cafeico, ácido ferúlico, entre otros. También es posible encontrar flavonoles, como el kaempferol, miricetina y quercetina. En cuanto a flavanoles, la cerveza presenta monómeros como (+)-catequina y su isómero la (-)-epicatequina, y taninos, estos últimos monómeros mencionados pertenecen a los principales 3-flavanoles presentes en la uva (Flanzy, 2000).



Ácido gálico: $R_1 = H$; $R_2 = R_3 = R_4 = OH$

Ácido vainillínico: $R_1 = H$; $R_2 = OCH_3$;
 $R_3 = OH$; $R_4 = H$



Ácido cafeico: $R_1 = OH$; $R_2 = R_3 = H$

Ácido ferúlico: $R_1 = OCH_3$; $R_2 = R_3 = H$

Figura 5. Fórmulas estructurales de ácidos fenólicos en la uva (Sikuten *et al.*, 2020).

Cuadro 2. Composición del racimo de uva en % sobre peso fresco (Flanzy, 2000).

Raspones 3 a 6%		Agua	78-80
		Osas	0,5-1,5
		Ácidos orgánicos	0,5-1,6
		pH	4-4,5
		Taninos	2-7
		Minerales	2-2,5
		Compuestos nitrogenados	1-1,5
Piel 7% a 12% media 9,6%		Agua	78-80
		Ácidos orgánicos	0,8-1,6
		Taninos	0,4-3
		Antocianos	0-0,5
		Compuestos nitrogenados	1,5-2
		Minerales	1,5-2
		Ceras	1-2
Baya 94%-97%		Sustancias aromáticas	
		Agua	25-45
		Compuestos glúcidos	34-36
		Taninos	4-10
		Compuestos nitrogenados	4-6,5
		Minerales	2-4
		Lípidos	13-20
Pepitas 0% a 6% media 4,4%			
Pulpa 83% a 91%			

En cuanto a la uva, Chile es el primer exportador frutícola del hemisferio sur y líder exportador mundial de uva de mesa, llegando a cerca de 50.000 (ha) de superficie destinada a la producción de uva de mesa para el año 2019 (ODEPA, s.a), también se encuentra en el

cuarto lugar de países productores de vino a nivel mundial (OIV, 2020), por lo que es posible encontrar distintas variedades, ya sean uvas de mesa o destinadas para la producción de vino (tinto o blanco) y de excelente calidad, las que hoy en día son usada por los maestros cerveceros como ingrediente adjunto.

Dentro de las variedades de uva de mesa más relevantes en Chile debido a su volumen de exportación, se encuentran Red Globe, Crimson Seedless, Thompson Seedless o Sultanina, Flame Seedless y Autumn Royal (INIA-INDAP, 2017).

Lutz *et al.*, (2011), dentro de su estudio midieron el contenido de fenoles y antocianinas, también midieron el contenido de algunos compuestos fenólicos en particular como el ácido gálico, ácido cafeico y (+)-catequina de cuatro variedades de uva de mesa: Autumn Royal, Crimson Seedless, Red Globe y Ribier, que corresponden a variedades azules y rojas cultivadas en el Valle de Aconcagua, Valparaíso, Chile (Cuadros 3 y 4).

Cuadro 3. Contenido de fenoles y antocianinas de distintas variedades de uva de mesa. Elaboración propia en base a (Lutz *et al.*, 2011).

Cultivar	Fenoles (mg GAE/L)	Antocianinas (mg cianidina 3-glucósido/L)
Autumn Royal	564.6 ± 2.8 a	51.7 ± 7.5 a
Crimson Seedless	275.1 ± 5.7 b	11.3 ± 1.7 c
Red Globe	238.4 ± 27.6 b	6.7 ± 0.9 c
Ribier	498 ± 19.7 a	32.1 ± 5.3 b

(n = 4). Valores con distintas letras indican una diferencia significativa ($P < 0.05$). Contenido de fenoles expresado en mg de ácido gálico/L de jugo de uva.

Cuadro 4. Contenido de ácido gálico, ácido cafeico y (+)-catequina de extractos obtenidos del jugo de distintas variedades de uva de mesa. Elaboración propia en base a (Lutz *et al.*, 2011).

Cultivar	Ácido Gálico	Ácido Cafeico	(+)-Catequina
Autumn Royal	0,45 ± 0.01 a	0,35 ± 0.01 a	1,13 ± 0.09 a
Crimson Seedless	0,38 ± 0.01 ab	0,34 ± 0.02 ab	1,03 ± 0.05 a
Red Globe	0,30 ± 0.00 b	0,25 ± 0.00 c	1,32 ± 0.16 a
Ribier	0,42 ± 0.05 a	0,30 ± 0.01 b	1,66 ± 0.25 a

(n = 4). Valores con distintas letras indican una diferencia significativa ($P < 0.05$).

En cuanto a uvas para la elaboración de vino tinto se encuentran variedades como: País, Carmenere, Cabernet Sauvignon, Merlot, Syrah, Pinot Noir, entre otras. Y variedades blancas tales como: Moscatel Rosada, Pedro Jimenez, Moscatel de Alejandría, Chardonnay y Sauvignon Blanc (SAG, 2018).

A continuación, es posible observar el contenido de distintos compuestos, flavonoides y no flavonoides de distintas variedades de uva, blancas y tintas (Cuadros 5 y 6). Sin embargo, estos valores solo son de referencia ya que son uvas producidas en otros países, y tal como se mencionó anteriormente el metabolismo y por ende el contenido total de compuestos fenólicos de una uva puede verse afectado por las condiciones climáticas donde se produzcan.

Cuadro 5. Compuestos no flavonoides en variedades de uva tinta y blanca. Elaboración propia en base a (Sikuten *et al.*, 2020).

Cultivar (país de origen*)	Ácido gálico	Ácido vainillínico	Ácido cafeico	Ácido ferúlico
Variedades tintas				
Pinot Noir (FRA)	2.42 ^a	0.014 ^b	0.54 ^d	2.12 ^d
Cabernet Sauvignon (FRA)	3.66 ^a	108.5 ^c	0.59 ^d	1.59 ^d
Merlot (FRA)	3.66 ^a	197.9 ^c	0.53 ^d	2.20 ^d
Syrah (FRA)	5.85 ^a	-	0.67 ^d	6.98 ^d
Variedades blancas				
Sauvignon Blanc (FRA)	4.25 ^a	264.7 ^c	0.49 ^d	13.95 ^d
Chardonnay (FRA)	2.78 ^a	249.8 ^c	0.58 ^d	10.94 ^d

* País de origen: FRA-Francia. Los resultados se expresan de la siguiente manera: ^a mg/kg muestra congelada; ^b mg/kg peso fresco (germoplasma); ^c µg/100 g peso fresco de uvas; ^d mg/kg muestra congelada.

Cuadro 6. Compuestos flavonoides en variedades de uva tinta y blanca. Elaboración propia en base a (Sikuten *et al.*, 2020).

Cultivar (país de origen*)	Kaempferol	Miricetina	Quercetina	Catequina	Epicatequina
Variedades tintas					
Pinot Noir (FRA)	0 ^a	88.1 ^a	28.5 ^a	2.4 ^c	0.7 ^c
Cabernet Sauvignon (FRA)	71.4 ^a	95.4 ^a	76.7 ^a	2.6 ^c	0.9 ^c
Merlot (FRA)	65.9 ^a	150 ^a	67.4 ^a	5.5 ^c	1.9 ^c
Syrah (FRA)	118.3 ^a	181.8 ^a	358.6 ^a	6.4 ^c	2 ^c
Variedades blancas					
Sauvignon Blanc (FRA)	2.0 ^b	0 ^b	8.9 ^b	9.5 ^d	3.4 ^d
Chardonnay (FRA)	8.4 ^b	0 ^b	17 ^b	23 ^d	5.8 ^d

* País de origen: FRA-Francia. Los resultados se expresan de la siguiente manera: ^a mg/kg peso seco; ^b mg/kg peso fresco de la baya de la uva; ^c mg/kg baya; ^d mg/kg uva fresca.

Con los resultados reflejados en los Cuadros 5 y 6, es posible entender que, si bien existe una notoria diferencia tanto en compuestos flavonoides como no flavonoides entre variedades blancas y tintas las cuales eran de esperar, también las existe entre las mismas variedades tintas, o en el caso de las variedades blancas, diferencias entre ellas mismas. Esto demuestra la gran complejidad que puede haber entre variedades independiente que sean blancas o tintas en cuanto a su composición química.

Del mismo modo De la Cerda *et al.*, (2015), evaluaron el contenido de compuestos fenólicos de bajo peso molecular como lo son el ácido gálico, ácido vainillínico, (+)-catequina, (-)-epicatequina, entre otros, de cuatro variedades de uva cultivadas en el Valle Maipo, Chile. Las variedades blancas correspondían a Sauvignon Blanc (SB) y Chardonnay (CH) y las variedades rojas a Cabernet Sauvignon (CS) y Carménère (CA) (Cuadro 7).

Cuadro 7. Compuestos fenólicos de bajo peso molecular (mg kg^{-1}) de orujo de uva de cuatro distintas variedades. Elaboración propia en base a (De la Cerda *et al.*, 2015).

Cultivar	Ácido Gálico	Ácido Vainillinico	Catequina	Epicatequina
Variedades rojas				
CS	10.5 ± 2.4 a	8.4 ± 0.6 a	87.7 ± 3.3 a	68.4 ± 5.1 a
CA	19.9 ± 5.3 ab	8.7 ± 1.6 a	178.3 ± 22.2 a	130.9 ± 22.5 a
Variedades blancas				
SB	25.9 ± 2.3 b	ND	477.2 ± 36.8 b	506.1 ± 67.0 b
CH	13.2 ± 0.5 b	ND	194.8 ± 21.1 a	409.0 ± 67.1 b

Valores corresponden a la media \pm la desviación estándar de mediciones por triplicado. Letras distintas dentro de una columna representa una diferencia estadísticamente significativa entre cultivares según test de Tukey, $P < 0.05$. ND, no detectado.

En el Cuadro 7 en cuanto al ácido gálico es posible observar que CS estadísticamente muestra valores mayores que SB y CH que corresponden a variedades blancas, sin embargo, CA cuenta con valores estadísticamente similares a las variedades blancas. En los valores de ácido vainillinico solo se expresan los valores de las variedades tintas las cuales son iguales estadísticamente. En los valores de catequina SB muestra una notable superioridad sobre los demás cultivares, independiente si son blancas o tintas. Finalmente, en los valores de epicatequina es posible observar una diferencia estadística entre variedades tintas y blancas, donde las blancas son aquellas con valores superiores.

Un estudio realizado por Piazzon *et al.*, (2010), muestra el contenido de fenoles y la capacidad antioxidante de distintos tipos de cerveza (Cuadros 8 y 9), valores que sirven como testigo al momento de compararlas con cervezas a las que se les han agregado uva o sus derivados dentro del proceso de elaboración.

Cuadro 8. Contenido total de polifenoles de distintos tipos de cerveza (Piazzon *et al.*, 2010).

Tipo de cerveza	Polifenoles (GAE mg/L)	<i>t</i> de Student
sin alcohol	366 ± 73	a
<i>lager</i>	452 ± 86	bc
<i>pilsner</i>	484 ± 37	bc
trigo	504 ± 44	ab
<i>ale</i>	563 ± 52	bc
abbey	622 ± 77	bc
bock	875 ± 168	c

El contenido total de polifenoles se expresa en mg equivalentes de ácido gálico (GAE)/L de cerveza. Valores corresponden a la media ± SE, n = 5. Valores con distintas letras indican que existe una diferencia estadísticamente significativa ($P < 0.05$).

Cuadro 9. Capacidad antioxidante de distintos tipos de cerveza según método FRAP (Piazzon *et al.*, 2010).

Tipo de cerveza	FRAP ($\mu\text{mol de Fe}^{2+}/\text{L}/4\text{min}$)	<i>t</i> de Student
sin alcohol	1525 ± 217	a
<i>lager</i>	2189 ± 199	b
<i>pilsner</i>	2172 ± 157	b
trigo	2403 ± 72	b
<i>ale</i>	3125 ± 46	c
abbey	3558 ± 301	c
bock	4663 ± 863	c

La capacidad antioxidante mediante el método FRAP es expresada como $\mu\text{mol de Fe}^{2+}/\text{L}$ de cerveza. Valores corresponden a la media ± SE, n = 5. Valores con distintas letras indican que existe una diferencia significativa ($P < 0.05$).

En el Cuadro 8 donde se muestra contenido total de polifenoles de distintos tipos de cerveza, expresado en miligramos de ácido gálico por litro de cerveza, que corresponde a uno de los ácidos fenólicos de gran interés en la cerveza (González *et al.*, 2001). Mientras

que en el Cuadro 9, en el caso de la capacidad antioxidante según el método FRAP, esta es expresada como micromoles de Fe²⁺ por litro de cerveza (Piazzon *et al.*, 2010).

Cabe destacar que los valores mostrados en los Cuadros 8 y 9, solo son para crear una idea de como serían las cervezas de cada tipo, lo cual no quiere decir que siempre sea así, pero se esperarían valores cercanos. También indicar que tanto en el contenido total de polifenoles, como la capacidad antioxidante, muestran diferencias significativas dependiendo del tipo de cerveza (Piazzon *et al.*, 2010).

Por ejemplo, Nardini y Garaguso (2019) caracterizaron cervezas con adiciones de distintas frutas, donde midieron el contenido total de polifenoles y flavonoides, la capacidad antioxidante y en contenido de alcohol (Cuadros 10 y 11).

Cuadro 10. Características de cerveza con adición de frutas y cervezas convencionales. Elaboración propia en base a (Nardini y Garaguso, 2019).

Código de cerveza	Estilo	País de producción	Tipo de fruta	Graduación alcohólica %
CHER 1	<i>ale</i>	Italia	cereza	6.0
RASP 1	<i>lambic</i>	Bélgica	frambuesa	5.0
PEAC	<i>ale</i>	Italia	durazno	8.0
APRI	<i>ale</i>	Italia	damasco	7.0
GRAP	<i>ale</i>	Italia	uva	8.0
PLUM	<i>ale</i>	Italia	ciruela	7.0
ORAN	<i>ale</i>	Italia	cáscara de naranja	6.0
APPL	<i>ale</i>	Italia	pera	5.2
ALE 1	<i>ale</i>	Bélgica	-	6.6
ALE 2	<i>ale</i>	Italia	-	5.2
ALE 3	<i>ale</i>	Italia	-	5.8
LAMB	<i>lambic</i>	Bélgica	-	7.0
LAGE	<i>lager</i>	Italia	-	4.8

CHER 1, cereza; RASP 1, frambuesa; PEAC, durazno; APRI, damasco; GRAP, uva; PLUM, ciruela; ORAN, naranja; APPL, manzana; ALE, *ale*; LAMB, *lambic*; LAGE, *lager*.

En el Cuadro 10 es posible observar una notable diferencia en cuanto al porcentaje de alcohol entre cervezas a las cuales se le añadieron distintas frutas, y cervezas convencionales. Si bien entre frutas no son iguales los valores, se observan valores mayores en comparación a las cervezas del estilo *ale*. Este aumento de porcentaje de alcohol, y la diferencia entre las distintas frutas se debe a la cantidad de azúcares fermentables presentes en cada una. En el caso de la cerveza con uva (encerrada con margen rojo), se podría deducir que tanto las uvas como los duraznos son aquellas frutas con mayor contenido de azúcares fermentables, los cuales después del proceso de fermentación alcohólica son convertidos en etanol y se ve reflejado en el porcentaje de alcohol de cada cerveza.

Cuadro 11. Capacidad antioxidante (FRAP y ABTS), contenido total de polifenoles y flavonoides de cervezas con frutas y cervezas convencionales. Elaboración propia en base a (Nardini y Garaguso, 2019).

Código de cerveza	Polifenoles totales (GAE mg/L)	Flavonoides totales (mg de (+)-catequina/L)	FRAP (mM Fe₂SO₄)	ABTS (mM Trolox)
CHER 1	767 ± 13 ^a	221.8 ± 3.3 ^a	9.76 ± 0.11 ^a	3.53 ± 0.06 ^a
RASP 1	465 ± 6 ^f	90.4 ± 0.5 ^g	5.71 ± 0.09 ^d	2.35 ± 0.04 ^e
PEAC	510 ± 5 ^e	87.3 ± 1.3 ^g	4.56 ± 0.06 ^c	1.86 ± 0.03 ^d
APRI	454 ± 12 ^f	70.4 ± 0.9 ^h	4.20 ± 0.05 ^f	1.66 ± 0.04 ^f
GRAP	631 ± 10 ^b	148.9 ± 2.0 ^d	6.85 ± 0.18 ^d	2.81 ± 0.01 ^b
PLUM	598 ± 7 ^c	138.8 ± 3.5 ^e	5.66 ± 0.02 ^c	1.93 ± 0.02 ^{c,d}
ORAN	639 ± 4 ^b	92.4 ± 0.7 ^c	5.65 ± 0.04 ^b	2.67 ± 0.09 ^b
APPL	399 ± 11 ^g	67.9 ± 0.4 ⁱ	3.08 ± 0.07 ^g	1.62 ± 0.02 ^f
ALE 1	446 ± 13 ^f	51.9 ± 1.1 ^l	3.73 ± 0.17 ^h	1.69 ± 0.03 ^f
ALE 2	383 ± 7 ^h	59.0 ± 0.9 ^m	3.38 ± 0.04 ^h	1.55 ± 0.02 ^g
ALE 3	482 ± 10 ⁱ	73.2 ± 0.6 ^f	4.39 ± 0.18 ^{d,f}	2.03 ± 0.04 ^c
LAMB	403 ± 5 ^g	59.0 ± 0.7 ^m	3.31 ± 0.03 ^h	1.29 ± 0.02 ^h
LAGE	321 ± 9 ^l	63.5 ± 0.8 ⁿ	2.80 ± 0.04 ⁱ	1.55 ± 0.06 ^g

CHER 1, cereza; RASP 1, frambuesa; PEAC, durazno; APRI, damasco; GRAP, uva; PLUM, ciruela; ORAN, naranja; APPL, manzana; ALE, *ale*; LAMB, lambic; LAGE, *lager*. FRAP, poder antioxidante reductor de hierro; ABTS, ácido 2,2'-azino-bis (3-etilbenzotiazolin-6-sulfónico). Valores corresponden a la media ± SE (contenido de polifenoles y flavonoides, n = 5; FRAP y ABTS, n = 3). Valores con distintas letras indican que existe una diferencia significativa ($P < 0.05$, *t* de Student).

Como se aprecia en el Cuadro 11, hay claras diferencias entre la cerveza mezclada con uva y otras convencionales de estilo *ale*. El total de polifenoles es evidentemente mayor en cervezas con adición de uva en comparación a las cervezas *ale* convencionales, esto debido al contenido adicional de polifenoles agregados por las frutas en este caso por la uva. Por otro lado, la cantidad de flavonoides expresado en miligramos de (+)-catequina por litro de cerveza, que al igual que los polifenoles las cervezas con uva tienen un valor mucho mayor a los de las cervezas convencionales. De igual manera, la capacidad antioxidante según el método FRAP (Ferric-Reducing Antioxidant Power o Capacidad antioxidante para Reducir el ion Férrico) y ABTS (2,2'- azinobis 3-etilbenzotiazolina-6-sulfonato) fue mayor en cervezas con adición de uva en comparación a cervezas convencionales de estilo *ale* (Nardini y Garaguso, 2019), esto se debe a la directa relación entre el total de polifenoles y la capacidad antioxidante (Piazzon *et al.*, 2010).

Por otro lado, Veljovic *et al.*, (2010), analizaron y compararon propiedades fisicoquímicas y contenido total de polifenoles, entre una cerveza comercial y cervezas con distintas proporciones (alta y baja) de mosto de uva de las variedades Prokupac y Moscatel de Hamburgo. Los valores obtenidos de las propiedades fisicoquímicas se pueden observar en el Cuadro 12, mientras que el contenido total de fenoles en el Cuadro 13.

Cuadro 12. Propiedades fisicoquímicas de cervezas. Elaboración propia en base a (Veljovic *et al.*, 2010).

Parámetro	Cb^a	Pl^b	Ph^b	Hl^c	Hh^c
Alcohol (% [v/v])	5.00	6.95	7.36	7.00	7.48
IBU	27	26	24	26	25
Color (unidades EBC)	5.9	27.1	30.4	24.8	28.3
CO₂ (g/L)	4.98	6.03	6.18	6.11	6.23

^a Cerveza comercial. ^b Cerveza con menor (Pl) y mayor (Ph) proporción de mosto Prokupac.

^c Cerveza con menor (Hl) y mayor (Hh) proporción de mosto Moscatel de Hamburgo.

En el Cuadro 12 es posible observar el porcentaje de alcohol, IBU, color (EBC) y CO₂. En cuanto al porcentaje de alcohol, se puede ver un aumento no menor por parte de las cervezas con adición de mosto de uva de las variedades Prokupac y Moscatel de Hamburgo con menor y mayor proporción de mosto en comparación a la cerveza comercial, también existe diferencia entre altas y bajas concentraciones de mosto en ambas variedades, obteniendo un resultado mayor en cervezas con mayores proporciones de mosto, independiente de la variedad usada. Esto se puede explicar debido al contenido de azúcares fermentables presentes en los mostos de ambas variedades, azúcares que luego del proceso de fermentación son transformados en alcohol.

En cuanto al IBU los valores arrojados por todas las muestras es bastante similar, lo que indica que este parámetro no se ve afectado por la adición de mosto de las variedades Prokupac y Moscatel de Hamburgo en altas y bajas proporciones, ya que el amargor lo entrega en su totalidad el lúpulo.

Por otro lado el color expresado en unidades EBC, se vió fuertemente alterado por adición de mosto de ambas variedades, independiente de la proporción. Esto debido a que tanto Prokupac como Moscatel de Hamburgo son variedades tintas, las cuales tienen altos contenidos de antocianos que afectan directamente el color de la cerveza.

Por último en relación al contenido de CO₂, podemos observar un aumento si es que se adiciona mosto de uva. Esto producto a los azúcares que no fueron fermentados y que pasaron a la segunda fermentación, más conocida como carbonatación, donde azúcares son transformados en CO₂, lo que entrega el gas a la cerveza, y podría afectar positiva o negativamente la tomabilidad de la cerveza y por ende la aceptabilidad del consumidor.

Cuadro 13. Contenido total de fenoles de cervezas (TPC)^a (Veljovic *et al.*, 2010).

Muestra	TPC (mg GAE/L) ± SD
Cerveza comercial	319.4 ± 12.3
Pl^b	346.2 ± 16.4
Ph^b	406.5 ± 20.6
HI^c	348.8 ± 9.1
Hh^c	432.6 ± 11.3
Vino tinto	1405.9 ± 56.7

^a Desviación estándar media ± SD realizados por triplicado. ^b Cerveza con menor (Pl) y mayor (Ph) proporción de mosto Prokupac. ^c Cerveza con menor (HI) y mayor (Hh) proporción de mosto Moscatel de Hamburgo.

Al igual que los valores obtenidos por Nardini y Garaguso (2019), es posible observar un claro aumento en el porcentaje de alcohol al mezclar una cerveza con mosto de uva, en este caso de las variedades Prokupac y Moscatel del Hamburgo, del mismo modo, reflejado en el Cuadro 13, el contenido total de polifenoles fue mayor en cervezas mezcladas con mosto de ambas variedades, independiente de la proporción, debido al contenido de polifenoles presentes en la uva.

Otro estudio de Sanna y Pretti (2015), quienes midieron el contenido de polifenoles totales (Cuadro 14) y la capacidad antioxidante (Cuadro 15) de distintas muestras, correspondientes a cervezas elaboradas con distintas técnicas o ingredientes, por ejemplo,

las muestras B9 y BB corresponden a cervezas a las cuales se les añadió *sapa*⁷ de las variedades Malvasia (blanca) y Cannonau (tinta) respectivamente, las muestras N y R son cervezas que fueron añejadas en barriles de madera de roble por 2 y 13 meses respectivamente, barriles que anteriormente habían contenido vinos tintos en su interior. Las muestras T y E, corresponden a cervezas añejadas por 3 años en barricas que habían contenido vino tinto y blanco respectivamente. También se agregaron muestras de vino tinto (C), vino blanco (L) y una cerveza de estilo *pilsner* (P).

Cuadro 14. Contenido total de polifenoles y flavonoides de distintas muestras. (Sanna y Pretti, 2015).

Muestra	Polifenoles (GAE mg/L)	Diferencia estadística	Flavonoides (QCE mg/L)	Diferencia estadística
C	2038.6 ± 53.1	a	1742.5 ± 54.5	A
L	286.5 ± 1.9	bc	23.0 ± 8.4	Bc
P	331.9 ± 2.3	bde	79.6 ± 3.7	Bde
B9	362.8 ± 8.6	dh	161.2 ± 24.2	Dfg
BB	974.9 ± 5.7	i	810.5 ± 34.9	H
N	655.9 ± 18.9	ln	321.1 ± 5.6	Il
R	536.0 ± 7.3	fo	346.4 ± 28.4	Im
T	1035.3 ± 20.7	p	490.8 ± 7.4	N
E	634.2 ± 9.9	lq	182.2 ± 4.7	Fo

GAE, equivalentes a ácido gálico; QCE equivalentes a quercetina. Desviación estándar media ± SD realizados por triplicado. Valores con diferentes letras tiene una diferencia significativa según test de ANOVA, $P < 0,05$.

Como se puede observar en el Cuadro 14, el vino tinto (C) muestra la mayor cantidad de polifenoles totales y el vino blanco (L) la menor. Los resultados pueden estar relacionados al proceso de fermentación de vinos tintos debido al tiempo y temperatura de contacto con la piel y semillas de la uva (Li *et al.*, 2009).

Con respecto al contenido total de polifenoles, dejando de lado las muestras C y L, los valores dependieron del tipo de cerveza, por ejemplo, una cerveza tipo *pilsner* (P) en comparación con cualquier cerveza que haya sido añejada en barricas o con adición de *sapa*, los resultados son claramente diferentes, siendo la cerveza tipo *pilsner* la con valores

⁷ Mosto de uva concentrado mediante proceso de ebullición

inferiores. La misma tendencia se observó en los resultados con respecto a contenido total de flavonoides, donde la muestra C arrojó valores claramente superiores a la muestra L, lo que nos indica que existe una gran diferencia entre uvas de variedades tintas y blancas (siendo el mayor y menor valor respectivamente de todas las muestras). Luego siguen aquellas cervezas que fueron añejadas en barricas o mezcladas con *sapa* de variedades tintas, y finalmente aquellas añejadas o mezcladas con *sapa* de variedades blancas, que en comparación a una cerveza tipo *pilsner* son mayores.

También es posible evidenciar diferencias en la cantidad de polifenoles y flavonoides entre las muestras de cervezas mezcladas con *sapa*, donde la cerveza mezclada con *sapa* de variedad tinta (BB) arrojó valores estadísticamente superiores a la cerveza mezclada con *sapa* de una variedad blanca (B9), esto podría deberse al alto contenido de antocianos por parte de la variedad tinta, teniendo en cuenta que la variedad blanca carece de éstos. Algo similar ocurrió con las muestras de cervezas añejadas en barricas, donde los valores de aquellas cervezas añejadas en barricas que anteriormente habían almacenado vinos tintos (T) son mayores a aquellas cervezas que fueron almacenadas en barricas que habían contenido vinos blancos (E). Mientras que las muestras N y R no mostraron diferencias estadísticamente significativas, y se caracterizaron por obtener valores inferiores a la muestra T, debido al tiempo que fueron añejadas en barricas. Esta última diferencia, correspondiente al factor tiempo en barricas, lo cual se debe a que un tiempo de contacto más largo podría promover las reacciones bioquímicas entre la cerveza y los compuestos extraídos de la madera de la barrica, principalmente los altos contenidos de polifenoles (Alañón *et al.*, 2011; Sanna y Pretti, 2015).

Cuadro 15. Capacidad antioxidante de distintas muestras según método ABTS y FRAP. Elaboración propia en base a (Sanna y Pretti, 2015).

Muestra	ABTS (mg TE/L)	Diferencia estadística	FRAP ($\mu\text{mol Fe}^{2+}/\text{L}$)	Diferencia estadística
C	2156.8 \pm 80.3	a	38.1 \pm 1.2	A
L	341.6 \pm 1.2	bcd	6.3 \pm 0.1	Bc
P	249.3 \pm 10.5	be	3.7 \pm 0.1	D
B9	325.3 \pm 16.4	bg	5.7 \pm 0.2	Bg
BB	722.7 \pm 38.6	hi	12.9 \pm 0.1	Hi
N	443.7 \pm 15.2	cl	8.5 \pm 0.1	El
R	288.5 \pm 17.8	bm	6.0 \pm 0.8	Bm
T	753.5 \pm 17.8	hn	12.3 \pm 0.1	Hn
E	319.0 \pm 29.4	bo	6.2 \pm 0.1	Bo

FRAP, poder antioxidante reductor de hierro, expresado en $\mu\text{mol Fe}^{2+}/\text{L}$ de cerveza; ABTS, ácido 2,2'-azino-bis (3-etilbenzotiazolin-6-sulfónico), expresado en mg TE (equivalentes trolox) /L de cerveza. Desviación estándar media \pm SD realizados por triplicado. Valores con diferentes letras tiene una diferencia significativa según test de ANOVA, $P < 0,05$.

En el Cuadro 15 al igual que en el Cuadro 14 el vino (C) arrojó los mayores valores en cuanto a la capacidad antioxidante según el método ABTS y FRAP y luego vienen aquellas cervezas que fueron mezcladas con *sapa* de variedad tinta o añejadas en barricas de vino tinto, de lo contrario fueron las cervezas mezcladas con *sapa* de variedad blanca o añejadas en barricas de vino blanco, esto debido las diferencias en el contenido total de polifenoles entre uvas y vinos de variedades tintas y blancas.

Veljovic *et al.*, (2015), al igual que los estudios anteriores, midieron la cantidad total de polifenoles y la capacidad antioxidante (Cuadro 16). En este estudio se mezcló cerveza con uva de la variedad Prokupac. Se tenían tres muestras, la muestra B correspondiente a una cerveza convencional o control, P20 que corresponde a una cerveza con un 20% de uva Prokupac, y P30 una cerveza con un 30% de uva Prokupac.

Cuadro 16. Cantidad de polifenoles totales (TPC) y capacidad antioxidante según el método FRAP de muestras de cerveza. Elaboración propia en base a (Veljovic *et al.*, 2015).

Muestra	TPC (GAE mg/L)	FRAP (mM TE)
B	467.78 \pm 6.19 ^a	1.28 \pm 0.07 ^a
P20	550.00 \pm 15.00 ^b	2.64 \pm 0.02 ^b
P30	569.63 \pm 4.44 ^c	2.65 \pm 0.03 ^c

FRAP, poder antioxidante reductor férrico; TE, equivalentes trolox. B – cerveza control; P20, P30 – cerveza con 20 y 30% de uva Prokupac, respectivamente. Desviación estándar media \pm SD realizados por triplicado. Valores con diferentes letras tiene una diferencia significativa según test de Tukey, $P < 0,05$.

El en Cuadro 16 es posible observar un aumento en la cantidad de polifenoles totales entre la cerveza convencional y las con adición de uva, y a su vez una pequeña diferencia pero estadísticamente significativa entre los porcentajes de uva que se agregaron (20% y 30%).

De igual forma la capacidad antioxidante según el método FRAP, obtuvo valores similares a la cantidad total de polifenoles, donde P20 y P30 arrojaron mayores valores que B, que si bien la diferencia no es tan grande, a nivel estadístico si las hay.

Piazzon *et al.*, (2010), dentro de su estudio observaron y también analizaron si existía una relación entre el contenido total de polifenoles y la capacidad antioxidante según el método de FRAP (Figura 5). Y como era de esperar debido a los resultados expuestos

anteriormente por distintos autores, existe una relación directamente proporcional entre la cantidad total de polifenoles y la capacidad antioxidante FRAP.

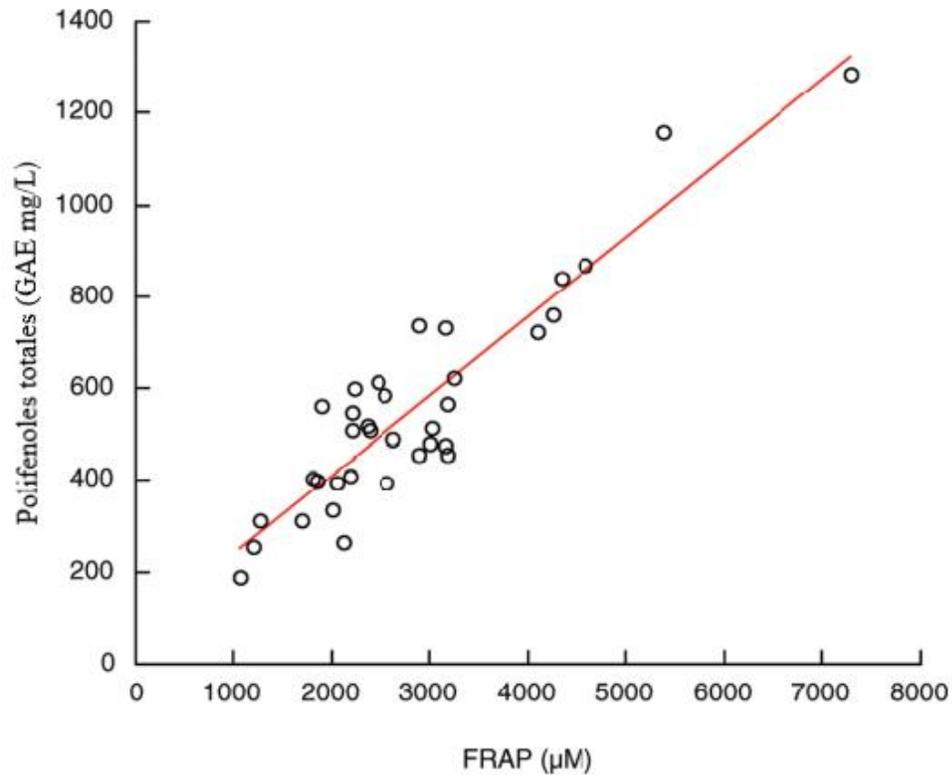


Figura 5. Relación entre el contenido total de polifenoles y la capacidad antioxidante según método FRAP (Piazzon *et al.*, 2010).

Así se ha visto demostrado en muchos estudios con resultados claros que indican que las propiedades antioxidantes dependen directamente del contenido total de polifenoles presentes en la cerveza (Nardini y Garaguso, 2019; Sanna y Pretti, 2015; Veljovic *et al.*, 2015; Zhao *et al.*, 2010).

Por ultimo y no menos importante es la aceptabilidad por parte del consumidor de cervezas elaboradas con uva o derivados de ella, ya sea la fruta entera, solo la pulpa, mosto, *sapa*, etc, lo cual fue estudiado por Veljovic *et al.*, (2010), quienes como se ha mencionado anteriormente, mezclaron cerveza con mosto de uva de las variedades Prokupac y Moscatel de Hamburgo, en altas y bajas proporciones.

La evaluación sensorial que hicieron consistió en analizar los siguientes atributos:

- **Fragancia:** atributo sensorial donde se perciben distintas sustancias volátiles percibidas mediante el olfato.
- **Sabor:** atributo sensorial que percibe sustancias solubles mediante los receptores gustativos presentes en la boca.
- **Aroma:** una combinación de atributos olfativos y gustativos percibidos durante la degustación.
- **Cuerpo:** efecto que produce la cerveza dentro de la boca, incluyendo el retrogusto.
- **Amargor:** un sabor potente percibido por receptores concentrados hacia la parte posterior de la lengua y garganta.
- **Frescor:** determinado por el porcentaje de alcohol, el CO₂ y el nivel de lúpulo de la cerveza.
- **Impresión general:** una interacción de todas las señales sensoriales.

Para llevar a cabo esta evaluación, usaron un panel de 20 personas, previamente entrenados y capacitados capaz de percibir los distintos atributos de la cerveza, donde después de analizar todos los datos, tanto en cerveza con mosto de uva Porkupac como con mosto de uva Moscatel de Hamburgo con altas y bajas concentraciones, llegaron a la conclusión de que es posible producir cervezas con mosto de uva con llamativas propiedades sensoriales, lo cual sería interesante para el consumidor por sus sabores únicos.

Por otro lado Ledesma (2013), quiso tomar la gran problemática en Chile y los productores de uva de las variedades País y Moscatel de Alejandría, en la región del BioBio, quienes producían en excedente las uvas de dichas variedades, por lo que los precios comenzaron a disminuir, y junto con la fuerte presión por parte de las forestales hizo que los vitivinicultores reemplazaran su cultivo de vid por plantaciones forestales. Es por eso que buscó nuevas alternativas de uso para dichas uvas, elaborando: chicha, txacoli y cerveza híbrida como el la definió. Para elaborar esta cerveza híbrida se agregó mosto de uva de las variedades Moscatel de Alejandría y País después del proceso de maceración de la cebada, con el fin de agregar azúcar fermentables para así llegar a la graduación alcohólica esperada y a su vez agregar sabores y aromas particulares de cada variedad de uva en particular, pero a diferencia de los estudios anteriores, llegó a la conclusión de que la calidad de esta cerveza híbrida no tuvo una buena aceptación por parte de los consumidores, ya que según menciona, éstos asociaron sus descriptores aromáticos con vinos defectuosos.

7.-CONCLUSIÓN

Luego de una exhausta revisión bibliográfica para desarrollar este trabajo respecto a los efectos por parte de la uva o sus derivados (mosto, *sapa*, fruta entera o solo la pulpa) sobre características físicas, químicas y sensoriales de una cerveza, es posible concluir que:

- La graduación alcohólica de cervezas mezclada con uva o sus derivados, siempre será mayor a una convencional, esto debido al alto contenido de azúcares fermentables presentes en la uva.
- El contenido total de polifenoles, flavonoides y capacidad antioxidante aumenta a medida que se agrega uva o sus derivados a la cerveza, esto debido al alto contenido de compuestos fenólicos presentes en la uva, los cuales varían según variedad.
- La aceptabilidad por parte de los consumidores en su mayoría es buena, lo que es un incentivo para los productores de cerveza, tanto a nivel nacional como internacional.
- Las cervezas *Italian Grape Ale*, son una excelente oportunidad tanto para las cervecerías y microcervecerías, como para grandes y pequeños productores de uva, ya que cada vez este estilo está tomando más protagonismo dentro del mercado cervecero debido a su particularidad organoléptica.

8.-BIBLIOGRAFÍA

Alameda Beer Company. [en línea]. Chile. Recuperado en: <https://alamedabeer.cl/collections/cervezas_artesanales>. Consultado el: 17 de enero de 2021.

Alañón, M., L. Castro-Vázquez, M. Díaz-Maroto, M. Gordon y M. Pérez-Coello. 2011. A study of the antioxidant capacity of oak Wood used in wine ageing and the correlation with polyphenol composition. *Food Chemistry*. 128: 997-1002 p.

Alfonse, N. 2013. Nine beers with unexpected ingredients. [en línea]. *Paste Magazine*. Recuperado en: <<https://www.pastemagazine.com/drink/9-beers-with-unexpected-ingredients/>>. Consultado el: 24 de febrero de 2021.

Almaguer, C., C. Schönberger, M. Gastl, E. Arendt and T. Becker. 2014. *Humulus lupulus* - a story that begs to be told. A review. *Journal of the Institute of Brewing*. 120(4): 289-314 p.

Asociación de Productores de Cervezas Chile (ACECHI). 2019. Consumo per cápita de cerveza en Chile, 2005 a 2018. 1p.

Asociación de Productores de Cervezas Chile (ACECHI). La cerveza [en línea]. Recuperado en: <<https://acechi.cl/la-cerveza>>. Consultado el: 16 de abril de 2019.

Barth, R. 2013. *The Chemistry of Beer: The Science in the Suds*. John Wiley & Sons, Inc., New Jersey, United States.

Bascur, G. 2013. Plan de negocios de una cervecería artesanal en la Región Metropolitana. Tesis Magister. Universidad de Chile, Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas, Santiago, Chile. 101 p.

Beer Judge Certification Program (BJCP). 2015. Guía de Estilos de Cerveza. [en línea]. Estados Unidos. Recuperado en: <<https://www.thebeertimes.com/guia-de-estilos-de-cerveza-bjcp-2015-espanol/>>. Consultado el: 28 de mayo de 2020.

Blake, J. 2009. Characterization of Hybrid Strains of *Saccharomyces pastorianus* for Desiccation Tolerance and Fermentation Performance. North Carolina State University, United States. 101 p.

Boulton, R., V. Singleton, L. Bisson y R. Kunkee. 2002. *Principles and Practices of Winemaking*. Springer Science+Business Media. Davis, California, United States.

Cerveza Prócer. [en línea]. Chile. Recuperado en: <<https://www.cervezaprocer.cl/producto/sin-sol/>>. Consultado el: 12 de enero de 2021.

Corchón, L. Los disacáridos. [en línea]. Recuperado en: <<https://www.asturnatura.com/articulos/glucidos/disacaridos.php>>. Consultado el: 23 de noviembre de 2020.

- De la Cerda, A., R. López, H. Nuñez, Á. Peña y E. Obreque. 2015. Phenolic composition and antioxidant capacity of pomaces from four grape varieties (*Vitis vinifera* L.). *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 95(7): 1521-1527 p.
- Fanzone, M. 2012. Caracterización de la composición fenólica de uvas y vinos de la variedad Malbec (*Vitis vinifera* L.): su relación con el origen geográfico, factores vitivinícolas y valor comercial. 357 p. Tesis Doctoral. Universitat Rovira i Virgili, Tarragona, España.
- Fermento Birra. 2016. Come produrre in casa una birra con mosto d'uva. [en línea]. *Fermento Birra*. Recuperado en: <<https://www.fermentobirra.com/produrre-casa-birra-mosto-duva/>>. Consultado el: 7 de noviembre de 2020.
- Fonseca, V. 2007. Breve historia de la cerveza. [en línea]. *VirtualPro*. 64(1), 32-36 p. Recuperado en: <<https://www.virtualpro.co/editoriales/20070501-ed.pdf>>. Consultado el: 17 de noviembre de 2020.
- González, M., P. Muñoz y V. Valls. 2001. Actividad antioxidante de la cerveza: estudio in vitro e in vivo. Centro de Información Cerveza y Salud (CICS). 57 p.
- Jackson, M. 1994. Cerveza. El Ateneo, Buenos Aires, Argentina.
- Keller, M. 2010. The Science of Grapevines: Anatomy and Physiology. 2^{da} edición. Elsevier Inc., Washington, United States.
- Ledesma, J. 2013. Desarrollo y evaluación de nuevas bebidas fermentadas de uvas tradicionales de la Región del BioBío, orientadas al nicho de mercado de la cerveza artesanal. Ministerio de Agricultura - Fundación para la Innovación Agraria (FIA). 54 p.
- Li, H., X. Wang, Y. Li, P. Li y H. Wang. 2009. Polyphenolic compounds and antioxidant properties of selected China wines. *Food Chemistry*, 112: 454-460 p.
- Lúpulos Hueimen. 2018. [en línea]. Región de Los Ríos, Chile. Recuperado en: <<https://www.lupulohueimen.cl/single-post/2018/11/04/Kross-presenta-a-K15-su-cerveza-experimental-de-aniversario>>. Consultado el: 27 de mayo de 2020.
- Lutz, M., K. Jorquera, B. Cancino, R. Ruby y C. Henriquez. 2011. Phenolics and Antioxidant Capacity of Table Grape (*Vitis vinifera* L.) Cultivars Grown in Chile. *Journal of Food Science*, 76: 1088-1093 p.
- Nardini, M. and I. Garaguso. 2019. Characterization of bioactive compounds and antioxidant activity of fruit beers. [en línea]. *Food Chemistry*. 305. Recuperado en: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0308814619315523>>. Consultado el: 17 de julio de 2020.
- Peña, A. 2011. Cambios composicionales de la baya durante el proceso de maduración y su importancia en la calidad de la uva y el vino. Grupo de Investigación Enológica (GIE). Departamento de Agroindustria y Enología. Facultad de Ciencias Agronómicas. Universidad de Chile. 5 p.

- Piazzon, A., Forte, M. and Nardini, M. 2010. Characterization of phenolics content and antioxidant activity of different beer types. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 58: 10677-10683 p.
- Pilla, S. and Vinci, G. 2013. Cervezas de todo el mundo: Enciclopedia práctica. De Vecchi. Barcelona, España.
- Rebello, L., E. Lago-Vanzela, M. Barcia, A. Ramos, P. Stringheta, R. Da-Silva *et al.* 2013. Phenolic composition of the berry parts of hybrid grape cultivar BRS Violeta (BRS Rubea-IAC 1398-21) using HPLC-DAD-ESI-MS/MS. *Food Research International*. 54: 354-366 p.
- Servicio Agrícola y Ganadero (SAG). 2010. Ley 18.445 [en línea]. Recuperado en: <http://www.vinosdechile.cl/media/archivos/Decreto_n78.pdf>. Consultado el: 16 de abril de 2019.
- Servicio Agrícola y Ganadero (SAG). 2018. Informe Ejecutivo: Producción de vinos 2018.
- Sanna, V. and L. Pretti. 2015. Effect of wine barrel ageing or sapa addition on total polyphenol content and antioxidant activities of some Italian craft beers. *International Journal of Food Science and Technology*, 50(3): 700-707 p.
- Schneider, V. 1995. Evaluation of small amounts of flavonoid phenols in white wines by colorimetric assays. *American Journal of Enology and Viticulture*, 46(2): 274-277 p.
- Sikuten, I., P. Stambuk, Z. Andabaka, I. Tomaz, Z. Markovic, D. Stupic *et al.* 2020. Grapevine as a rich source of polyphenolic compounds. *Molecules*, 25(23): 51 p.
- Stewart, G. 2016. Adjuncts. pp 27-46 In: Charles, W (Ed). *Brewing Materials and Processes*- Academic Press, Edimburgo, Escocia. 347 p.
- Suárez, M. 2013. Cerveza: componentes y propiedades. Magister Universitario en Biotecnología Alimentaria. Oviedo, España: Universidad de Oviedo. 88 p.
- Teixeira, A., J. Eiras-Dias, S. Castellarin, y H. Gerós. 2013. Berry Phenolics of Grapevine under Challenging Environments. *International Journal of Molecular Sciences*, 14: 18711-18739 p.
- The Beer Times. [en línea]. Italian Grape, el renacer de la cerveza artesanal italiana. Recuperado en: <<https://www.thebeertimes.com/italian-grape-ale-el-renacer-de-la-cerveza-artesanal-italiana/>>. Consultado el: 24 de noviembre de 2020.
- Thomson, P. 2016. Border crossing: Bringing together the best of both worlds, Italy is leading the way in the creation of beer-wine hybrids. *Tastes of Italia*, 60-67 p.
- Torres, E., S. Rivera, V. Muena, F. Corradini, P. Sepúlveda, P. Abarca *et al.* 2017. Manual de cultivo de uva de mesa. Boletín INIA N°18. Instituto de Desarrollo Agropecuario (INDAP) – Instituto de Investigaciones Agropecuarias (INIA), Chile. 152p.

Veljovic, M., R. Djordjevic, I. Leskosek-Cukalovic, N. Lakic, S. Despotovic, S. Pecic *et al.* 2010. The Possibility of Producing a Special Type of Beer Made from Wort with the Addition of Grape Must. *Journal of the Institute of Brewing*, 116(4): 440-444.

Veljovic, M., S. Despotovic, S. Pecic, S. Davidovic, R. Djordjevic, P. Vukosavljevic *et al.* 2012. The influence of raw materials and fermentation conditions on the polyphenol content of grape beer. *In: 6th Central European Congress on Food (CEFood2012)*. Serbia. University of Belgrade-Faculty of Agriculture, Serbia. 1137-1141 p.

Veljovic, M., S. Despotovic, M. Stojanovic, S. Pecic, P. Vukosavljevic, M. Belovic *et al.* 2015. The fermentation kinetics and physicochemical properties of special beer with addition of prokupac grape variety. *Chemical Industry & Chemical Engineering Quarterly*, 21(3): 391-397 p.

Yubero, I. 2015. Cerveza. *Distribución y Consumo*, 3: 45-55 p.

Zhao, H., W. Chen, J. Lu and M. Zhao. 2010. Phenolic profiles and antioxidant activities of commercial beers. *Food Chemistry*, 119: 1150–1158 p.

Zoecklein, B., Fugelsang, K. Gump, B. y Nury, F. 2001. *Análisis y Producción de Vino*. Acribia, Zaragoza, España.