



Universidad Austral de Chile

Facultad de Ciencias Agrarias
Escuela de Ingeniería en Alimentos

Producción y Caracterización de *mead* (Hidromiel) Espumante

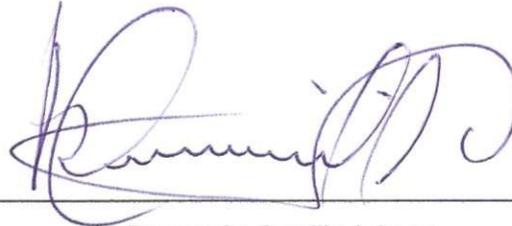
Memoria presentada como parte de los
requisitos para optar al título de
Ingeniero en Alimentos

Rodrigo Alberto Hott Buschmann

VALDIVIA-CHILE

2015

PROFESOR PATROCINANTE:



Sr. Bernardo Carrillo López

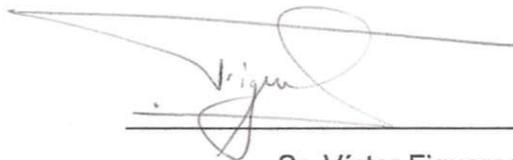
Ing. Agrónomo, Master en Ciencia e
Ingeniería de Alimentos
Instituto de Ciencia y Tecnología de los Alimentos

PROFESORES INFORMANTES:



Sr. Ociel Muñoz Farfán

Bioquímico, Dr. Ciencias Químicas
Instituto de Ciencia y Tecnología de los Alimentos



Sr. Víctor Figueroa Arcila

Profesor de Estado en Matemáticas, Doctor en
Economía Aplicada
Facultad Ciencias Económicas y Administrativas

INDICE DE MATERIAS

| Capitulo | | Página |
|-----------------|----------------------------------|---------------|
| | RESUMEN | 1 |
| | SUMMARY | 2 |
| 1 | INTRODUCCIÓN | 3 |
| 2 | REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA | 5 |
| 2.1 | Mercado | 5 |
| 2.2 | Situación apícola nacional | 5 |
| 2.3 | Elaboración del producto | 6 |
| 2.4 | Comercialización | 6 |
| 2.5 | Ingredientes | 7 |
| 2.5.1 | Miel | 7 |
| 2.5.2 | Levadura | 9 |
| 2.5.2.1 | Metabolismo de la levadura | 9 |
| 2.5.2.2 | Mecanismo fermentativo | 10 |
| 2.5.3 | Agua | 11 |
| 2.5.4 | Fermentación maloláctica | 13 |
| 2.5.5 | Otros | 13 |
| 2.6 | <i>Mead</i> | 14 |
| 2.7 | Método Champenoise o tradicional | 15 |
| 2.8 | Evaluación del producto | 16 |
| 3 | MATERIAL Y MÉTODO | 18 |

| | | |
|-------|---------------------------------------------------------|----|
| 3.1 | Ubicación del estudio | 18 |
| 3.2 | Diseño experimental | 18 |
| 3.3 | Material | 19 |
| 3.4 | Control de temperatura | 19 |
| 3.5 | Método | 19 |
| 3.6 | Método de elaboración | 19 |
| 3.7 | Metodología analítica | 23 |
| 3.7.1 | Perfil melisopalinológico de la miel | 23 |
| 3.7.2 | Determinación de índice de refracción | 23 |
| 3.7.3 | Determinación de acidez | 23 |
| 3.7.4 | Determinación de pH | 23 |
| 3.7.5 | Determinación de color | 23 |
| 3.7.6 | Determinación de azúcares | 24 |
| 3.7.7 | Determinación de alcohol | 24 |
| 3.7.8 | Panel sensorial | 25 |
| 3.8 | Extracción de muestras | 25 |
| 3.9 | Reactivos | 25 |
| 4 | PRESENTACIÓN Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS | 26 |
| 4.1 | Temperatura y tiempo de elaboración | 26 |
| 4.2 | Resultados de propiedades físicas y químicas de la miel | 27 |
| 4.3.1 | Resultados del perfil melisopalinológico | 27 |
| 4.3.2 | Resultados evolución de índice de refracción | 28 |
| 4.3.3 | Resultados de la evolución de la acidez | 29 |
| 4.3.4 | Resultados de la evolución del pH | 31 |

| | | |
|-------|---------------------------------------|----|
| 4.3.5 | Resultados de color | 32 |
| 4.3.6 | Resultados cuantificación de azúcares | 33 |
| 4.3.7 | Graduación alcohólica | 34 |
| 4.4 | Evaluación sensorial | 36 |
| 4.5 | Aceptabilidad | 37 |
| 5 | CONCLUSIONES | 39 |
| 6 | BIBLIOGRAFÍA | 40 |
| 7 | ANEXOS | 43 |

INDICE DE CUADROS

| Cuadro | | Página |
|---------------|------------------------------------------------------------------------------------|---------------|
| 1 | Características y composición de azúcares de mieles de distintos orígenes florales | 8 |
| 2 | Estequiometria g/mol formados de la fermentación alcoholica | 11 |
| 3 | Efectos de iones en el agua en la cerveza | 12 |
| 4 | Distintos estilos de <i>mead</i> | 13 |
| 5 | Azúcar final en el producto después del degüelle | 16 |
| 6 | Características de mead según BJCP (<i>Beer Judge Certification Program</i>) | 17 |
| 7 | Estimación del alcohol potencial de los distintos tratamientos | 20 |
| 8 | Comparativo de ambas mieles de los análisis químicos a la materia prima | 27 |
| 9 | Azucres totales al inicio y al final de la fermentación | 34 |
| 10 | Cuantificación del contenido alcohólico de miel (mL etanol/100mL) | 35 |

INDICE DE FIGURAS

| Figura | | Página |
|---------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------|
| 1 | Evolución de los precios de exportación de miel según país de origen (USD/kg) | 5 |
| 2 | Fermentación aeróbica y anaeróbica de <i>S. cerevisiae</i> | 10 |
| 3 | Estequiometria de la fermentación alcohólica | 10 |
| 4 | Ecuación de la ley de los gases ideales | 11 |
| 5 | Esquema método Champenoise | 15 |
| 6 | Diseño de los fermentadores para la elaboración del “vino” de miel | 18 |
| 7 | Línea de flujo de la elaboración mead espumante con degüelle en botella | 22 |
| 8 | Temperatura de fermentación y maduración del mosto en fermentadores aislados | 26 |
| 9 | Evolución de la fermentación de la <i>mead</i> polifloral (M1), representada por el índice de refracción en °Brix durante los 91 días en el fermentador. | 28 |
| 10 | Evolución de la fermentación de la <i>mead</i> monofloral (M2), representada por el índice de refracción en °Brix durante los 91 días en el fermentador. | 29 |
| 11 | Desarrollo de acidez durante la fermentación y maduración de la <i>mead</i> Polifloral (M1) | 30 |
| 12 | Desarrollo de acidez durante la fermentación y maduración de la <i>mead</i> Monofloral (M2) | 31 |

| | | |
|----|---------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| 13 | Evolución del pH en <i>mead</i> polifloral M1 | 31 |
| 14 | Evolución del pH en <i>mead</i> monofloral M2 | 32 |
| 15 | Resultados de frecuencia de color en <i>mead</i> embotellada | 33 |
| 16 | Comparación de contenido de azúcar inicial sobre el contenido alcohólico obtenido | 35 |
| 17 | Resultados de aceptabilidad de <i>mead</i> espumante de miel polifloral ulmo, tiaca y voqui | 36 |
| 18 | Resultados de aceptabilidad de <i>mead</i> espumante de miel monofloral ulmo | 37 |
| 19 | Gráfico de aceptabilidad sensorial con los distintos tratamientos del espumante <i>mead</i> | 38 |

INDICE DE IMÁGENES

| Imagen | | Página |
|---------------|------------------------------|---------------|
| 1 | Pasteurización del mosto | 21 |
| 2 | Enfriado y aireado del mosto | 21 |
| 3 | Fermentación alcohólica | 21 |

INDICE DE ANEXOS

| Anexo | | Página |
|--------------|-------------------------------------------------------------------------------|---------------|
| 1 | Exportación de miel chilena al mundo 2010 | 44 |
| 2 | <i>Blueberry Mead, Cyser, Spice Mead y sparkling Tej</i> | 45 |
| 3 | Mercado de exportación de espumantes (Chile) | 46 |
| 4 | Insumos correspondientes al embotellado | 47 |
| 5 | Viniflora CH35 (Datos técnicos) | 48 |
| 6 | Ensayo adaptado de la DLG para la degustación de <i>mead</i> | 49 |
| 7 | Ingredientes | 50 |
| 8 | Imágenes de la elaboración | 51 |
| 9 | Perfil melisopalinológico de la miel 1 polifloral y miel 2 monofloral ulmo | 55 |
| 10 | Perfil de azúcares | 57 |
| 11 | Curva alcoholes | 58 |
| 12 | Resultados panel sensorial | 59 |
| 13 | LEY 18445 | 61 |

RESUMEN

El término hidromiel o aguamiel entra en conflicto con productos bastante distintos, ya que no existe una definición concreta y sólida, debido a que la variedad de productos es poco homogénea, incluso siendo utilizado para nombrar bebidas no alcohólicas, bastante distintas del producto que se pretende elaborar. Por estas razones se denomina al producto por el nombre establecido por el diccionario inglés de Cambridge, *Mead*.

En este estudio se elaboró y caracterizó hidromiel espumante (“vino”), elaborada bajo la metodología “Champenoise” o Tradicional. Se estudió la fermentación alcohólica (FA) de la dilución de miel en agua a tres de concentraciones azúcar inicial, a partir de dos mieles de distinto origen floral (monofloral y polifloral). Para mejorar la calidad sensorial del “vino” se utilizó una cepa bacteriana de fermentación maloláctica (FML), madurando durante 90 días. Luego fue embotellada en botella de espumantes para mejorar la presentación del producto, utilizando el método de segunda fermentación alcohólica en botella. El producto se carbonató, y además se clarificó naturalmente mediante sedimentación, sedimento que fue retirado una vez acumulado en la tapa, y luego fue secuencialmente encorchada, utilizando un relleno de un licor de expedición y la miel para endulzar a una categoría “demi-sec”.

Se midió sólidos solubles, acidez, pH y graduación alcohólica del espumante. También se realizó un panel sensorial de consumidores, los cuales evaluaron aspectos relacionados con la calidad del producto.

Los resultados obtenidos del análisis mostraron que el producto presentó una acidez y pH entre los límites de calidad de “vino” requeridos. Se obtuvieron productos de una graduación alcohólica entre 7,41 a 15,71 mL/100mL, y una aceptabilidad de 21,2 y 22,6 de 25 puntos máximo, para miel monofloral y polifloral, respectivamente. El espumante se categorizó como demi-sec, de carbonatación suave y con una transparencia satisfactoria, pero quedaron algunas partículas aun remanentes debido a sólidos insolubles presentes en la miel.

SUMMARY

Spanish “aguamiel” or “hidromiel” term or conflicts with quite different products, as there is no concrete and solid definition, because the variety of products is very homogeneous, even being used to name soft drinks, quite different from the product intended to develop. For these reasons the product is called as established by the English Cambridge dictionary, Mead.

This study prepared and characterized sparkling mead ("wine"), made under the "Champenoise" or traditional methodology. Alcoholic fermentation (AF) was studied by diluting honey water three initial sugar concentrations, from two different floral honeys origin (monofloral and polyfloral). A bacterial strain of malolactic fermentation (MLF) was used, maturing for 90 days to improve the sensory quality of the "wine". Then it was bottled in bottles of sparkling to improve the presentation of the product, using the method of second fermentation in the bottle. The product was carbonated, and also "demi-sec was clarified naturally by settling sediment was removed once accumulated in the lid, and then was sequentially corked using a filler of a liqueur and honey to sweeten a category".

There was measured soluble solids, acidity, pH and alcohol content of the “wine”. Consumer sensory panel, which evaluated aspects of product quality was also performed.

The results of the analysis showed that the product had an acidity and pH limits as "wine" required. Products of an alcoholic strength between 7.41 to, 15.71 mL / 100 mL, and acceptability 21.2 and 22.6 of a maximum 25 points to monofloral and polyfloral respectively honey is obtained. The foaming was categorized as demi-sec, soft carbonation and a satisfactory transparency but were still some remaining particles due to insoluble solids in honey.

1 INTRODUCCIÓN

En orden para delimitar el alcance de esta memoria es necesario definir el producto en proceso, *mead*. La palabra *mead* es un sustantivo, y el diccionario de Cambridge la define como, “Una bebida alcohólica hecha de miel, que se consumía en el pasado”; comprende una amplia gama de brebajes fermentados, utilizando miel como ingrediente principal. Las variaciones de ingredientes, procesos, equipos o incluso geográficas; influyen en el producto resultante, muchas veces únicas para cada región del planeta (GUPTA y SHARMA, 2009).

Históricamente el origen de las *mead* se remonta al hombre nómada. “Es un hecho, que muchos historiadores, tanto paleolíticos, como neolíticos, concluyen, es que la *mead* es el primer bebestible fermentado. Por alguna razón, la idea de un colector de agua lluvia en un panal en el corcoveo de un árbol u otro artilugio con forma de bol (con el fermentado siendo descubierto por un humano de pasó) es la teoría con más adeptos.” (SCHRAMM, 2003), en lo que si hay consenso, es que la elaboración de *mead* “antecede el cultivo del suelo” (TOUSSAINT-SAMAT, 2009).

Es importante señalar que la cerveza se ha definido como un producto similar a *mead*, “Para mantener una propia perspectiva internacional, la cerveza es simplemente definida como el producto de la fermentación de un medio acuoso, el cual contiene azúcares derivados principalmente de cereales. La etapa de fermentación es catalizado principalmente por levadura” (BOULTON y QUIAN, 2001). Esta definición es bastante útil; en este caso los azúcares son derivados principalmente de miel de abeja. Si bien es cierto que cerveza y *mead* son similares, también se pueden incluir técnicas vitivinícola, tales como fermentación maloláctica, uso de preservantes (Sulfitos y benzoatos), maduraciones en frío, entre otras. Por lo tanto, existen instituciones como la “organización internacional de la viña y el vino (OIV)”, “Instituto Cerveceros de Investigación y Enseñanza (VLB)”, entre otras, que han trabajado durante décadas formando profesionales y tecnología en las cuales se basa la reglamentación vigente establecida por el SAG (CHILE, SERVICIO AGRÍCOLA y GANADERO, SAG, 1985).

Planteamiento del problema

Dado que *mead* es un producto casi desconocido en Chile, y existe poca experiencia en su elaboración; el desarrollo de un producto comercial exitoso y que sorprenda el mercado es necesario para así crear una nueva tendencia de consumo en un público conocedor y bien informado, considerando además la buena calidad de la miel nativa endémica de Chile, por lo tanto, se pretende dar un valor agregado a la materia prima.

Se tiene entonces que es posible elaborar *mead* espumante aplicando técnicas vitivinícolas para obtener un producto sensorialmente apetecible.

Objetivo general

Elaborar “*mead*” tradicional (hidromiel) a partir de una mezcla de miel y agua, la que se inicia con una fermentación alcohólica, seguido por una fermentación maloláctica (utilizada por la industria vitivinícola), y utilizando una segunda fermentación alcohólica en botella para carbonatar y obtener un producto espumante.

Objetivos específicos

- Establecer las etapas y/o proceso de fermentación necesarios para elaborar *mead* espumante.
- Realizar y establecer los parámetros para una fermentación maloláctica del vino de miel.
- Determinar las características fisicoquímicas del producto.
- Implementar el método tradicional para el degüelle en botella de *mead* espumante.
- Comparar los parámetros observados para *meads* elaborados a partir de dos mieles de distintos orígenes florales (polifloral y monofloral).

2 REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

2.1 Mercado

Comprende la compra, elaboración y comercialización, en cualquier nivel de producción de los productos elaborados en base a miel fermentada. La variedad de insumos utilizados son productos que se comercializan tanto a niveles zonales y específicos para cada región, o productos globales que satisfacen industrias, que responden a tendencias del mercado y laboratorios con calidades y cualidades muy variadas en sus productos.

2.2 Situación apícola nacional.

A nivel nacional, el 2010 existían 10 mil 523 explotaciones que poseen actividad apícola y que manejan un apiario de más de 454 mil colmenas. Estas se encuentran en todo el país, excepto la región de Magallanes, concentrándose principalmente entre Valparaíso y La Araucanía. El 82% de la producción de miel chilena proviene de especies vegetales melíferas del bosque nativo (CHILE. OFICINA DE ESTUDIOS y POLÍTICAS AGRARIAS. ODEPA, 2010). El 2010 se exportó el considerable volumen de 8.601 toneladas de miel natural (Anexo 1).

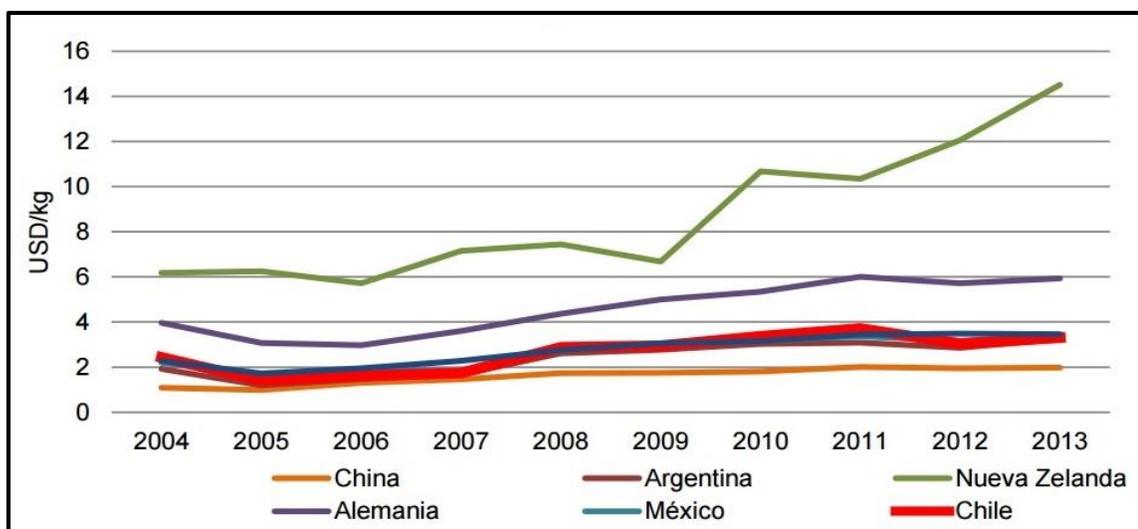


Figura 1. Evolución de los precios de exportación de miel según país de origen (USD/kg). Fuente CHILE. ODEPA (2013).

En Chile existen pocas producciones comerciales de hidromiel y aun no muy desarrolladas. El producto es desconocido, y por lo tanto, no existe un mayor seguimiento de éste. La producción de “chicha de miel” es un arte rural que casi desaparece, y el producto vagamente existe en alguna documentación chilena.

En lo que respecta a la miel chilena, el precio de exportación no superaba los 3,5 USD/kg, precio que está muy por debajo otros productores, como Nueva Zelandia, que superó los 14,50 USD/kg en 2013 (Figura 1).

2.3 Elaboración del producto.

Respecto a la elaboración de *mead*, esta es básicamente similar a la cerveza o el vino. La elaboración es estrictamente en “batch”, y requiere cerca de un año para la fermentación y maduración, por lo tanto, se debe considerar la disponibilidad de fermentadores de un tamaño previamente especificado para cada batch y luego ser embotellado con diligencia, para así evitar una excesiva manipulación, evitando a su vez contaminación. Según BOULTON y QUAIN (2001), esto es bastante simple, malas prácticas higiénicas resultarán en un producto de mala calidad, y en consecuencia malas ventas.

El proceso se limita a los equipos de pasteurización por batch, enfriado de mosto y luego fermentador. La comercialización se adecua a las preferencias del mercado; la amplia gama de recursos para presentar el producto sólo se restringen a la imaginación de los diseñadores y las capacidades de la empresa.

2.4 Comercialización.

Existen algunos productores chilenos que geográficamente están muy dispersos. Generalmente la presentación chilena es una botella de cerveza, por lo tanto el consumidor puede reconocer un producto similar a cervezas artesanales (Ver Anexo 2). Internacionalmente se presenta como un “vino de miel”, el cual se asemeja a vinos blancos, o también los dorados, dependiendo del origen de la miel, a incluso oscuros o tintos utilizando taninos de frutas (Ver Anexo 2).

Según el Diario Financiero, el boom de los vinos espumantes alcanzó el 230,1% de crecimiento en la última década, acumulando 3,7 millones de litros exportados a noviembre del 2014, alcanzando un valor promedio de 4,26 USD/L (CHILE. DIARIO

FINANCIERO, 2014) (Ver Anexo 3). El potencial y marketing que genera un producto de aperitivo lo señala también Diario Financiero "Su consumo se ha relacionado y contextualizado con ocasiones nocturnas y premium". La presentación clásica de los espumantes es una botella de champaña (Ver Anexo 4).

La elaboración de espumantes consta de métodos tales como el Champenoise, Charmat, Tradicional, Cava u otros nombres, pero todos cumplen la finalidad de mejorar el producto mediante una clarificación tradicional, la cual es muy útil para agregar valor a un producto. "En el año 2011, bajo el nombre de "*Santa Digna Estelado*", la viña Miguel Torres lanzó al mercado nacional la cosecha 2010 del primer espumante elaborado con variedad *País*, producto desarrollado en el marco de un proyecto cofinanciado por el Ministerio de Agricultura, a través de la Fundación para la Innovación Agraria (FIA)". (ORGANIZACIÓN DE LAS NACIONES UNIDAS PARA LA ALIMENTACIÓN Y LA AGRICULTURA, FAO, 2014)

2.5 Ingredientes

Para la elaboración de un *mead* tradicional existen tres ingredientes macro: miel de distintos orígenes florales, una biodiversidad de levaduras que produzcan fermentación alcohólica, y el agua con distintas calidades organolépticas.

También se requieren adjuntos, como nutrientes de levadura, bacterias de fermentación maloláctica y sus nutrientes para posibilitar esta fermentación.

2.5.1 Miel. Se entiende por miel la sustancia dulce natural producida por abejas *Apis mellifera* a partir del néctar de las plantas o de secreciones de partes vivas de éstas o de excreciones de insectos succionadores de plantas que quedan sobre partes vivas de las mismas y que las abejas recogen, transforman y combinan con sustancias específicas propias, y depositan, deshidratan, almacenan y dejan en el panal para que madure y añeje. (FAO, 2001)

De acuerdo a la Norma Chilena 2981 Of.2005 (CHILE. INSTITUTO NACIONAL DE NORMALIZACIÓN. INN, 2005), para la denominación de origen botánico mediante ensayo melisopalínológico, la miel se puede tipificar, de acuerdo a la flora melífera usada por la abeja para obtener néctar y polen, en los tipos: monofloral donde el 45% de los granos de polen corresponden a una misma especie vegetal, bifloral donde al menos un 50% de los granos de polen presentes corresponden a un conjunto de dos especies

vegetales y no difiere más de un 5% entre ellas y polifloral donde exista una presencia significativa de granos de polen de tres o más especies vegetales, sin que ninguna de ellas alcance un porcentaje mayor o igual que 45%.

La flora chilena presenta 5.981 especies nativas, correspondiendo el 50% a especies endémicas. De éstas, no más de un 10% han sido estudiadas químicamente. (MONTENEGRO *et al.*, 2008). De este modo la posibilidad de distintos tipos de mieles y sus distintas características, indican la amplitud de la variedad de características que se pueden aportar a distintos “varietales” de *mead*.

Cuadro 1. Características y composición de azúcar en mieles de distintos orígenes florales.

| Origen | Color | pH | Fructosa | Glucosa | Sacarosa | Maltosa | Azúcares mayores |
|------------------------|-------|------|----------|---------|----------|---------|------------------|
| Alfalfa | 4 | 3,88 | 39,1 | 33,4 | 2,6 | 6,0 | 0,9 |
| Aster | 7 | 4,68 | 37,6 | 31,3 | 0,8 | 8,5 | 1,0 |
| <i>Tamarix aphylla</i> | 8 | 4,09 | 39,7 | 37,6 | 1,3 | 4,2 | 0,3 |
| Sauco | 4 | 4,05 | 37,9 | 31,5 | 1,2 | 6,9 | 1,4 |
| Mora | 8 | 4,50 | 37,6 | 24,9 | 1,3 | 11,3 | 2,5 |
| Arándano | 8 | 4,36 | 37,2 | 31,0 | 0,8 | 9,1 | 0,8 |
| Alforfón | 10 | 3,97 | 33,6 | 23,9 | 0,9 | 12,3 | 4,8 |
| Trébol rosado | 2 | 3,83 | 39,2 | 30,7 | 1,4 | 7,5 | 1,6 |
| Trébol blanco | 5 | 3,84 | 38,4 | 30,7 | 1,0 | 7,3 | 1,6 |
| CranBerry | 9 | 4,37 | 35,6 | 28,1 | 1,0 | 8,0 | 3,0 |
| Eucaliptus | 6 | 4,14 | 39,4 | 32,2 | 1,4 | 6,8 | 0,8 |
| Uva | 12 | 4,03 | 34,4 | 25,4 | 1,1 | 11,5 | 1,6 |
| Menta | 1 | 4,01 | 38,8 | 33,3 | 2,1 | 4,9 | 1,0 |
| Naranja | 4 | 3,67 | 39,3 | 31,8 | 1,9 | 6,5 | 1,3 |
| Frambuesa | 8 | 4,04 | 34,5 | 28,5 | 0,5 | 8,7 | 3,6 |
| Tupelo | 7 | 3,87 | 43,3 | 26,0 | 1,2 | 8,0 | 1,1 |

Fuente: SCHRAMM (2003).

Según el origen floral de la miel su contenido de azúcares puede variar significativamente. En el Cuadro 1 aparecen mieles de distinto origen floral, su composición en azúcares, y el pH, color y la humedad. Según GÓMEZ (1996a), el sabor dulce no es igual para todas las mieles, ya que no todas tienen la misma composición de azúcares. Los hidratos de carbono representan el 80-82% del contenido total de la miel. Se dividen en monosacáridos, disacáridos, trisacáridos y otros oligosacáridos, que componen en la media, el 69; 7,5; 1,5 y 1,5%, respectivamente.

2.5.2 Levadura. Para lograr la fermentación alcohólica, requerida para cualquier bebida alcohólica y sus derivados, se utilizan cepas de levadura, principalmente *Saccharomyces cerevisiae*. “El género *Saccharomyces* es sin duda la levadura más comercialmente explotada. De las 14 especies, solo *S. cerevisiae* contribuye a tres mayores procesos industriales basados en levadura. (i) Industria alcohólica de bebidas (ambas cervecera y vitivinícola), (ii) panadera y (iii) la producción de biomasa, realzadores y sabores. Sin embargo, de obvia importancia industrial, el híbrido de fermentación baja, *S. pastorianus* (syn. *S. carlsbergensis*) es exclusivo para fermentaciones lager. *S. bayanus* es el pequeño socio (a *S. cerevisiae*) en la industria vitivinícola.” (BOULTON y QUIAIN, 2001)

Por su parte, SARPI (2000), elaboró una producción piloto de 100 L de hidromiel con levaduras aisladas de la propia miel. En este caso se inoculó el mosto con *Rhodotorula glutinis* y *Zygosaccharomyces rouxii*, obteniendo una hidromiel con un contenido impurezas volátiles como ácidos y alcoholes metílicos por sobre lo permitido por la ley 18.445 (Anexo 13). Generalmente la flora natural de la miel, en este caso levaduras, no se comportó adecuadamente, en tal, el producto fermentó con un alto contenido de impurezas.

2.5.2.1 Metabolismo de la levadura. Los componentes químicos presentes en el mosto pueden ser utilizado como nutriente. *S. cerevisiae* es heterótrofo, anaerobio facultativo el cual dependiendo de la concentración de oxígeno y tipo de carbohidrato puede comportarse exclusivamente como aerobio y oxidativo, o por el contrario fermentativo. Por tanto, *S. cerevisiae* presenta un metabolismo versátil y adaptable a una variedad de condiciones, y más profundamente, el entorno provoca cambios en su fisiología (BRIGGS *et al.*, 2004). Como género *Saccharomyces* pueden asimilar un amplio rango

de compuestos de carbono orgánico. Los más comunes son carbohidratos, incluyendo mono-, di-, y trisacáridos, dextrinas y almidones. Algunas especies pueden utilizar pentosas, aunque esto excluye las levaduras de cerveza.

Las levaduras no pueden asimilar nitrógeno gaseoso, sin embargo, fuentes simples de nitrógeno inorgánico tales como sales de amonio pueden ser utilizadas. Un diverso rango de fuentes orgánicas de nitrógeno pueden ser asimilados (Soumalainen y Oora, 1971, citado en BRIGGS *et al.*, 2004), incluyendo amino ácidos, péptidos, aminas, pirimidinas y purinas. Por ejemplo, las aminas, son utilizadas como fuente de nitrógeno únicamente en presencia de fuentes adicionales de carbono y energía.

Las levaduras poseen mecanismos para regular el ingreso de nutrientes a la célula (CARTWRIGHT *et al.*, 1989). La membrana plasmática forma la principal barrera semipermeable por la cual todos los nutrientes deben pasar. Las células tienen sistemas para sentir la naturaleza y concentración de los nutrientes en el medio externo. A su vez cuentan con la capacidad de asimilar compuestos individuales de mezclas complejas en un orden específico.

2.5.2.2 Mecanismo fermentativo. Según KUNZE (2006), la conversión de la glucosa en 2 piruvatos, a través de 10 etapas intermedias, se denomina glicólisis. Tiene lugar en todas las células de plantas, animales y seres humanos. Posteriormente (Figura 2), se conduce el piruvato a las mitocondrias y se lo degrada completamente, a través del ciclo de ácido cítrico y la cadena de respiración, en muchas etapas intermedias a CO_2 y H_2O , con una enorme ganancia de energía (36 ATP/mol). La levadura es el único ser vivo que, bajo determinadas circunstancias, como la ausencia de aire, puede conmutar a fermentación alcohólica, partiendo del piruvato, esta genera 2 ATP según la vía Embden-Meyerhof-Parnes se obtienen 2 mol de etanol y 2 mol de CO_2 (Figura 3).

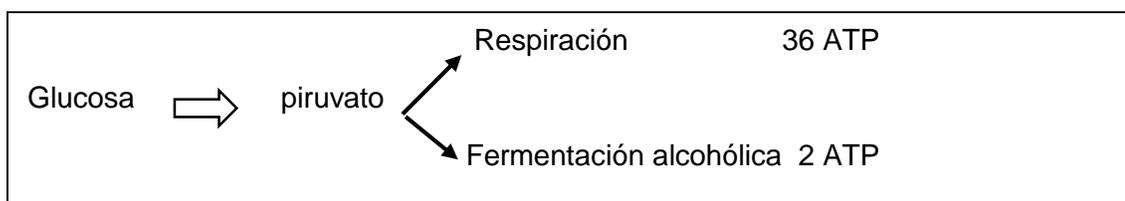


Figura 2. Fermentación aeróbica y anaeróbica de *S. cerevisiae*

Fuente: KUNZE (2006).

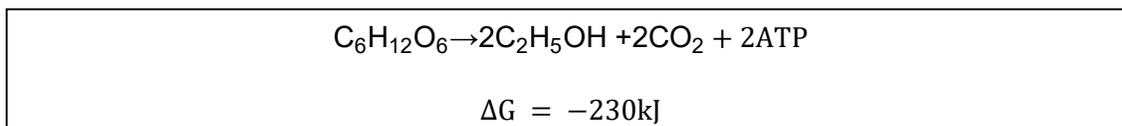


Figura 3. Estequiometria de la fermentación alcohólica

Fuente: KUNZE (2006).

Si se calculan cuantitativamente los productos formados según su masa atómica, resultan las relaciones que aparecen en el Cuadro 2.

Cuadro 2. Estequiometria g/mol formados de la fermentación alcohólica

| $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$ | \rightleftharpoons | $2 \text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$ | \oplus | 2CO_2 |
|-------------------------------------|----------------------|-----------------------------------|----------|-----------------|
| C : 72 | | 48 | | 24 |
| H : 12 | | 12 | | |
| O : 96 | | 32 | | 64 |
| 180 | | 92 | | 88 |

Fuente: KUNZE (2006).

De 1 mol de glucosa (180g) se forman durante la fermentación alcohólica 92g de alcohol y 88g de CO_2 . Es decir, que el azúcar es separado en partes casi iguales en masa de alcohol y CO_2 . En esto, la porción volumétrica del dióxido de carbono es incomparablemente más grande que la del alcohol, dado que los gases tienen una densidad substancialmente menor (KUNZE, 2006). Para relacionar esto con *mead*, la fermentación del mosto original producirá 51,1g etanol por cada 100g de azúcar por L en el mosto, y 48,9g de CO_2 el cual se libera al ambiente. Prácticamente la fermentación en botella cumple el mismo tecnicismo, pero el CO_2 formado es requerido, por lo tanto la tapa de la botella funciona como barrera de este. Bajo la ecuación general de los gases ideales (Figura 4) se puede calcular la cantidad de CO_2 requerido para alcanzar los 3,5 bar requeridos para categorizarse como espumante.

Figura 4. Ecuación de la ley de los gases ideales

$$PV = nRT \quad , \text{donde la constante } R = 0,0821 \frac{\text{L} * \text{atm}}{\text{mol} * \text{K}}$$

Fuente: BOULTON y QUAIN (2001).

Los 3,5 bar equivalen a 3,45423 atm a 20°C (293,15°K), por lo tanto para un volumen de 0,75L de la botella de espumante, se requieren 0,108mol de CO₂ (4,74g). La glucosa requerida al embotellar es de un mínimo de 9,7g para lograr la fermentación que carbonata el vino en la botella.

2.5.3 Agua. Utilizada como ingrediente para cualquier producto alimenticio debe cumplir con un requerimiento mínimo que es el ser potable. Esta se define como el agua que cumple con todos los requisitos físicos, químicos, bacteriológicos y de desinfección establecidos en la Norma NCH 409/1, que aseguran su inocuidad y aptitud para el consumo humano.

Cuadro 3. Efectos de iones en el agua en la cerveza

| Ion | Efecto |
|----------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Bicarbonato (HCO ₃ ⁻) | Aumenta el pH del mosto. |
| Fosfatos (HPO ₃ ²⁻) | Bajan el pH del mosto, interactúan con iones de calcio. |
| Oxalato de Calcio (Ca(COO) ₂) | Forma cristales en fermentación, disminuye el pH y favorecen la floculación de la levadura. |
| Magnesio (Mg ²⁺) | Requerido por la enzima piruvato decarboxilasa, imparte sabores amargos. |
| Sodio (Na ⁺) | NaCl mejorador de sabores, iones de potasio pueden tener efectos laxantes. |
| Hierro (Fe ²⁺) | Produce oxidación, depositándose en las tuberías y bloqueando filtros, etc. Oscurece el mosto e imparte sabores metálicos. |
| Cobre (Cu ²⁺) | Tóxico y mutagénico para las levaduras en altas concentraciones. |
| Amonio (NH ₃) | Indica contaminación del agua, en la cual es muy soluble, tóxico. |
| Sulfatos (SO ₄ ²⁻) | Produce sabores "secos" y amargos, imparte gran cantidad de sabores al ser metabolizados por la levadura. |
| Clorhidratos (Cl) | Aporta sabores salinos y contribuye a caracteres mas profundos y sabrosos. Limita la floculación de levaduras, pero produce mejor dispersión coloidal y clarificación. |

| | |
|---------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Nitratos y nitritos (NO ₃ ⁻ , NO ₂ ⁻) | Puede provenir de contaminaciones de agua por fertilizantes, la preocupación es que bacterias contaminantes pueden reducir nitratos a nitritos los cuales son potenciales nitrosaminas cancerígenas. |
| Silicatos (SiO ₃ ²⁻) | Altas concentraciones pueden dañar las levaduras. |
| Fluoruro (F ⁻) | Sin efectos perceptibles. |

Fuente: BRIGGS *et al.* (2004)

El cuadro 3 muestra claramente como la presencia de iones en el agua afecta el producto, especialmente los iones presentes en esta (BRIGGS *et al.*, 2004), los iones que tienen un mayor rol en cervecería y de presencia en aguas utilizadas en cerveza son los iones bicarbonato (HCO₃⁻), fosfatos (HPO₃²⁻), oxalato de calcio (Ca(COO)₂), magnesio (Mg²⁺), sodio (Na⁺), hierro (Fe²⁺), cobre (Cu²⁺), amonio (NH₃), zinc (Zn²⁺), sulfatos (SO₄²⁻), clorhidratos (Cl⁻), nitratos y nitritos (NO₃⁻, NO₂⁻), silicatos (SiO₃²⁻) y fluoruros (F⁻).

2.5.4 Fermentación maloláctica. Una vez concluida la fermentación alcohólica, el producto posee una acidez “baja” y pH bajo. Básicamente la fermentación maloláctica es producida por una bacteria, la cual metaboliza el ácido málico y otros ácidos que pueden estar presentes en el producto fermentado alcohólico. Como producto se obtiene ácido láctico y sabores que producen una sensación de “boca llena”, esto crea vinos más complejos y con una sensación organoléptica mucho más completa para el consumidor.

Las cepa más utilizada es *Oenococcus oeni*; en cambio *Lactobacillus plantarum*, *Pediococci ssp.* y *Lactobacillus ssp.*, son menos confiables y más lentas. Comercialmente existen cepas de características muy bien estudiadas y seleccionadas de propiedad de laboratorios. El Anexo 5 muestra un estudio realizado por el laboratorio CHR Hansen sobre la evolución del ácido málico en vino tinto.

2.5.5 Otros. Son bien conocidas, las bebidas fermentadas tradicionales como vino, cerveza o sidras, tienden a tener amplias variaciones en sus características organolépticas, ya sea por ingredientes o distintas técnicas de elaboración. El Cuadro 4 muestra los distintos “estilos” de Mead en el mundo.

Cuadro 4. Distintos estilos de *mead*

| |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <i>Sack mead</i> , <i>mead</i> muy dulce y fuerte. |
| <i>Melomel mead</i> fermentada o saborizada con frutas |
| <i>Cyser</i> , <i>Melomel</i> hecha con manzanas, jugo de manzanas o cidra de manzana. |
| <i>Pyment</i> , <i>Melomel</i> hecha de uvas o jugo de uvas, también puede referirse a vino que fue fermentado o endulzado con miel. |
| <i>Hippocras</i> , <i>Pyment</i> con adición de especias |
| <i>Metheglin</i> , <i>Mead</i> fermentada o saborizada con especias |
| <i>Braggot</i> , <i>bragot</i> o <i>bracket</i> , <i>mead</i> hecha con granos malteados de cebada, también puede ser una cerveza endulzada con miel la cual fermentara. |
| <i>Capsicumel</i> , <i>capsimel</i> , <i>mead</i> hecha con ají picante. |
| <i>Tej mead</i> clásica etíope con especias tradicionales. |
| <i>Rhodomel</i> es una versión romana con pétalos de rosas. |

Fuente: SCHRAMM (2003)

También las culturas llamaron las *mead* bajos distintos nombres como *Zythus* y *Corma* por los celtas, *Soma* y *Amrita* por los Arios, *Ambrosia* y *Néctar* por los Griegos.

2.6 *Mead*

Según Ioyrish (1974), citado por GUPTA y SHARMA (2009), “*mead* es una bebida alcohólica hecha de miel. Es una de las bebidas fermentadas más antiguas y fácilmente elaboradas del mundo. Es nutritiva, conteniendo muchos elementos requeridos por el organismo y tiene excelentes efectos en la digestión y el metabolismo”. Hay que considerar que la elaboración de un *mead* es estricta y de “baja manipulación”, y que la miel evidentemente es un producto sensible, principalmente a daños por tratamientos térmicos excesivos. La preservación del producto en el tiempo es posible gracias a la formación de alcohol, el pH bajo y formación de ácidos como el málico o láctico, y finalmente por las características naturales antibacterianas de la miel. En un estudio CARVALHO *et al.* (2010), identificaron 24 especies de levaduras nativas en miel, siendo mayoritariamente *Candida magnoliae* (25%), *Rhodotorula mucilaginosa* (17%), y *Zygosaccharomyces mellis* (12.5%), encontrándose *Candida* spp. sobre un 45% de

los aislados. Similar a lo analizado por SARPI (2000), quien aisló *Rhodotorula glutinis* y *Zygosaccharomyces rouxii*, de miel proveniente Chiloé.

Por otra parte, en un estudio donde se define el proceso de elaboración de *mead* se señala que: “La preparación de una bebida alcohólica es dependiente de varios factores, tales como la materia prima, microorganismos, aditivos, prácticas de vinificación, proceso de maduración, etc. El contenido alcohólico puede variar entre 7 a 22%. Variando la proporción de la dilución entre la miel y el agua y el punto en que se detiene la fermentación, diferentes tipos de *meads* pueden elaborarse. El *mead* puede ser seco y similar al vino tradicional de uva o dulce y con cuerpo, o incluso si continúa fermentando en el embotellado, *mead* espumante similar al vino blanco espumante también puede producirse.” (GUPTA y SHARMA, 2009).

2.7 Método *Champenoise* o tradicional

Método originario de champán en Francia en el que Dom Pierre Perignon aplicó la técnica en vinos blancos, creó un nuevo producto en el año 1694, los vinos espumantes. El método aparece resumido en la Figura 5.



Figura 5. Esquema método Champenoise¹

¹ <https://vinosychampagne.wordpress.com/champagnes/>

Secuencialmente, un vino base de miel, alcohólico y con sus características organolépticas resaltadas gracias a la fermentación maloláctica, debe ser seleccionado y si se requiere mezclado con vinos provenientes de distintas mieles de variados orígenes florales. Se embotella con azúcar y levadura de segunda fermentación, y es tapado con tapa corona de 29mm. La fermentación alcohólica que se provocará en la botella será reducida y generará un aumento considerable en el dióxido de carbono disuelto en el líquido y como consecuencia una mayor presión al interior de la botella (3,5bar es el mínimo para declararse vino espumante); en cambio no habrá un aumento considerable de alcohol y se producirán sedimentos de levadura en la botella. Este sedimento será fundamental en la guarda, provocando sabores más complejos en el vino, razón del guarde de las botellas durante prolongado tiempo (1 año en adelante).

Para finalizar la elaboración se debe limpiar la botella de sedimentos, los cuales son arrastrados por la gravedad hacia la tapa corona de la botella donde se acumulan. Para este fin las botellas se depositan inclinadas en 45° con la tapa al suelo y se mueven en torno a su eje central a razón de un cuarto de giro diario. Una vez acumulados los sedimentos, se congela la levadura acumulada en forma de tapón y al abrir la botella este tapón sale completo empujado por la presión al interior de la botella; para rellenar el líquido perdido por este destape se le agrega un licor de expedición el cual contiene azúcar para dar el término según el consumidor prefiera los espumantes (Cuadro 5).

Cuadro 5. Clasificación del espumante según la azúcar agregada en el producto después del degüelle

| Clasificación | Contenido de azúcar g/L |
|-------------------------------------|------------------------------------|
| Brut Nature (sin adición de azúcar) | 0–3 |
| Extra Brut | 0–6 |
| Brut | 0–12 |
| Extra Dry, Extra Sec, Extra seco | 12–17 |
| Dry, Sec, Seco | 17–32 |
| Demi-sec, Semi-seco | 32–50 |
| Doux, Sweet, Dulce | 50+ |

Fuente: Official Journal of the European Union (2009).

2.8 Evaluación del producto

Cuadro 6. Características de mead según BJCP (Beer Judge Certification Program)

24 A, B & C. Mead Seca, semi y Dulce

Aroma: Los aromas a miel deben dominar, y es moderadamente a muy dulce y usualmente expresa el aroma a néctar de flores. Si la variedad de miel es declarada, el aroma puede denotarse caracteres reflejados por la miel (diferentes variedades tienen diferentes intensidades y carácter).

Apariencia: La claridad debe ser buena a brillante. Cristal transparente, partículas observables son indeseables. Ejemplos altamente carbonatados usualmente generan espuma breve similar a champaña. Algunos aspectos de las burbujas deben ser observados, tales como, tamaño, persistencia, cantidad o apariencia de la misma. Generalmente se prefieren burbujas más pequeñas. El color puede variar ampliamente, dependiendo de las características de la miel, u otros ingredientes.

Sabor: Moderado a notorio carácter de miel, y puede presentar un carácter predominante a la variedad de miel declarada. Moderado a alto dulzor residual con un dulce y completo final. Sulfuros, amargos o pastosos sabores son indeseables.

Paladar: Primero hay que referirse al dulzor declarado, cuerpo, nivel de carbonatación o cualquier otro ingrediente. El cuerpo es generalmente medio-lleño a muy lleño. Algunas incluso alcanzan cierta acidez.

Impresión general: Similar en balance, cuerpo, final y intensidad de sabor a un vino blanco seco. Una agradable mezcla de caracteres a miel, dulzor, frutas y alcohol. La complejidad y el balance de los sabores, son elementos sensoriales muy deseables, sin inconsistencias en el color, aroma, sabor o sabor residual.

Características

| | |
|--------------------|----------------------------------------------------------------------------------------|
| Densidad original: | Hidromiel: 1.035 – 1.080 g/L Estándar: 1.080 – 1.120 g/L Sack: 1.120 - 1.170 g/L |
|--------------------|----------------------------------------------------------------------------------------|

| | |
|-----------------|-----------------------------------------------------------------------------|
| Densidad final: | Seca: 0.990-1.010 g/L Semi-dulce:1.010-1.025g/L Dulce: 1.025-1.050g/L |
|-----------------|-----------------------------------------------------------------------------|

| | |
|---------------------|-----------------------------------------------------------|
| Alcohol por volumen | Hidromiel: 3.5-7.5 % Estándar: 7.5-14% Sack: 14-18% |
|---------------------|-----------------------------------------------------------|

Fuente BJCP (2008)

Fundado en 1985, BJCP (Beer Judge Certification Program) es hoy en día la entidad que mundialmente certifica los estilos y jueces de cerveza, *mead* y sidras. La edición del 2008 es la más actualizada y describe cómo deben caracterizarse y ser juzgados más de 100 estilos diferentes de cerveza, e incluye una sección de *mead*. El Cuadro 6 es una traducción de las características de cata de *mead* según BJCP (2008).

La prueba escogida para el análisis sensorial se basa en el esquema de degustación según el cual se realiza la verificación de calidad de la DLG (Sociedad Alemana de Agricultura) para cerveza, este se adaptó del original (Anexo 6), reemplazando el lúpulo por acidez (en este caso por su ausencia en el producto e incorpora la descripción de BJCP (2008), en su perfil de degustación. El método alemán consiste en una escala de uno a cinco puntos midiendo aspectos relativos a la calidad del producto.

3 MATERIAL Y MÉTODO

3.1 Ubicación del estudio

El presente producto fue elaborado en laboratorio de propiedades de los alimentos ubicado en el Instituto de Ciencias y Tecnología de los Alimentos de la Universidad Austral de Chile sede Valdivia.

3.2 Diseño experimental

Para elaborar 4 botellas de 750 ml del espumante mead y considerando un volumen de 500ml totales que serán destinados a muestreo se deben llenar los fermentadores con un mínimo de 3,5 L. Por seguridad del volumen necesario para las 4 botellas por batch se elaboraran 3,75L de mosto. Las diluciones reciben una codificación M1 para miel polifloral y M2 para miel monofloral, seguidas por su código de dilución donde V1 contiene 16g de miel en 100mL de mosto, V2 (20g/100mL de mosto) y V3 (24g/100mL de mosto), la codificación y los fermentadores se pueden observar en la Figura 6.

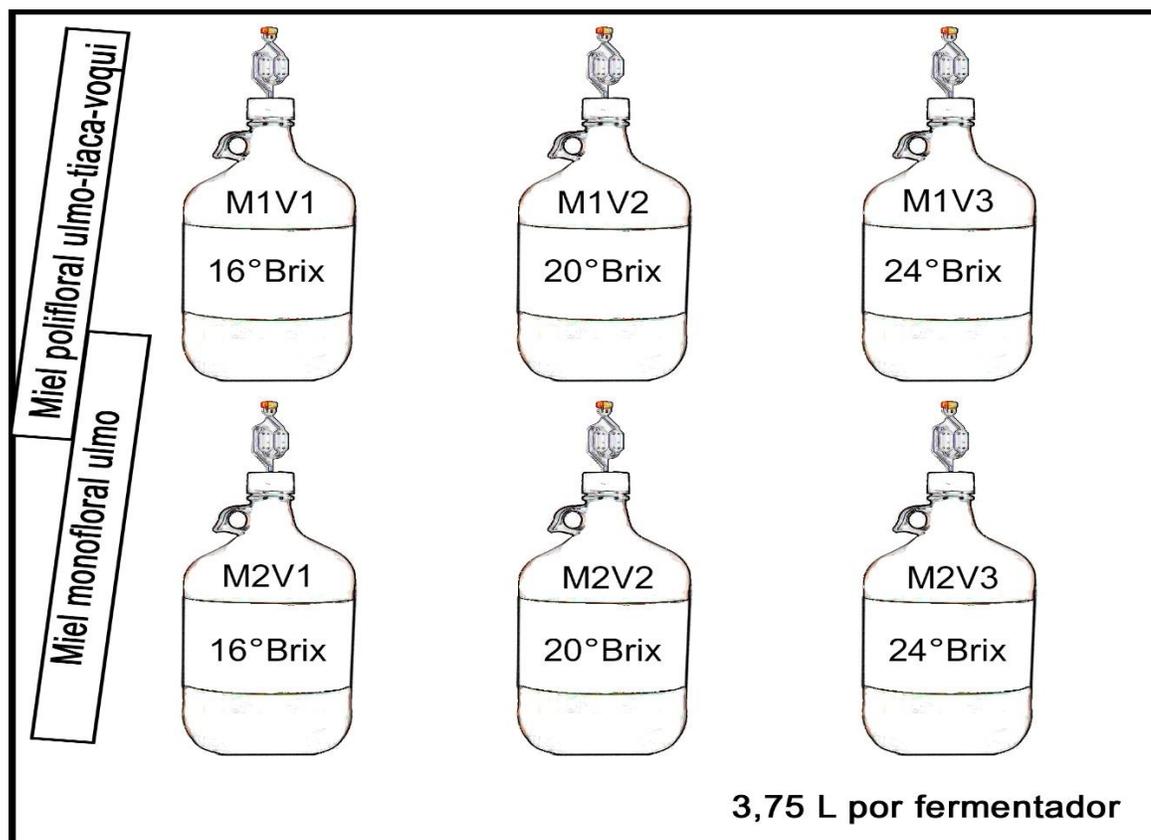


Figura 6. Diseño de los fermentadores para la elaboración del “vino” de miel

3.3 Material

Los análisis realizados para la *mead* elaborado fueron tanto físicos como químicos. Los materiales utilizados para la elaboración se describen en el Anexo 7.

3.4 Control de temperatura

El laboratorio que elabora la levadura de uso industrial, utilizada en el presente estudio perteneciente al grupo Lesaffre, recomienda la levadura "*cote des blancs*". Esta puede ser utilizada en un rango de temperaturas bastante amplio, la que puede ir de los 10 a 27°C. En el caso del estudio la *mead* se elaboró a una temperatura media de 21°C, la que se mantuvo constante durante todo el período. En caso de que hubiese algún problema de fermentación o maduración, uno de los primeros datos a revisar son de la temperatura de fermentación, esta debe encontrarse entre los rangos adecuados especialmente para la levadura.

3.5 Método

Se elaboraron seis batch, cuyo detalle se describe a continuación, y se puede observar en la línea de flujo del proceso (Figura 7).

3.6 Método de elaboración

Para la elaboración se utilizó una olla con salida de agua, la que se montó sobre un trípode, utilizando como fuente de calor un "mechero". Se pesó la muestra de miel y agua para alcanzar las concentraciones de 16, 20 y 24° Brix, de cada miel (Monofloral y polifloral), preparándose 3,75L batch de "vino base" de miel.

La miel se disolvió manteniendo una agitación constante y aplicando temperatura directamente desde el mechero, luego, una vez alcanzados 60°C, se pasteurizó el producto por 15 minutos (Imagen 1), a objeto de preservar la calidad del producto y reducir la presencia de bacterias que pudiesen afectar la calidad del producto. El mosto compuesto por una mezcla de miel y agua se enfrió y trasvasijó a un fermentador; alcanzada una temperatura de 30°C esta mezcla fue inoculada con la mezcla de levadura y nutriente (Imagen 2). El inóculo estaba compuesto por levadura proveniente de la cepa Epernay II, de nombre comercial "*cote des blancs*" y nutriente comercial (Sulfato diamonio) en dosis de 0,25g/L y 0,3125g/L respectivamente, reactivados en agua estéril.

La fermentación alcohólica (Imagen 3) de constante liberación de CO₂ se prolongó durante aproximadamente 14 días, tiempo en el cual se formó casi la totalidad del etanol del vino. Una vez disminuida la intensidad de generación de CO₂ visible por la liberación de aire en el “airlock”, se inoculó la bacteria maloláctica para continuar el desarrollo del producto durante 3 meses en total. Sobre la maduración, el laboratorio CHR Hansen (Viniflora®), describe que el mecanismo para lograr esto es debido al metabolismo del ácido cítrico por las bacterias, que se produce una vez que el ácido málico se ha agotado. Si una fuerte nota de mantequilla no se desea en el vino, entonces se sugiere que la fermentación maloláctica, debería ocurrir en la presencia de lías de levadura (sedimentaciones), o con cortezas de levaduras añadidas, ya que estos se unirán al diacetil (CHR Hansen, 2008). Ambas formulaciones se pueden estimar, según la estequiometría de la fermentación alcohólica (Cuadro 7).

Cuadro 7. Estimación del alcohol potencial de los distintos tratamientos

| | | |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|--|
| $C_6H_{12}O_6 \rightarrow 2C_2H_5OH + 2CO_2 + 2ATP$ | | |
| Brix iniciales 24° 240 g/L=1,333mol _{C₆H₁₂O₆} /L; por lo tanto | | |
| 2,666mol _{C₂H₅OH} /L=122,81g/L | | |
| Estimación alcohol por volumen 15,56° | | |
| Brix iniciales 20° 200 g/L=1,110mol _{C₆H₁₂O₆} /L; por lo tanto 2,221 _{C₂H₅OH} /L=102,34g/L | | |
| Estimación alcohol por volumen 12,97° | | |
| Brix iniciales 16° 160 g/L=0.889mol _{C₆H₁₂O₆} /L; por lo tanto 1,777 _{C₂H₅OH} /L=81.87g/L | | |

| Molécula | Peso de un mol | Densidad a 20°C |
|-------------------------------------------------------|----------------|-----------------|
| Glucosa C ₆ H ₁₂ O ₆ | 180,06 g/mol | Solido |
| Etanol C ₂ H ₅ OH | 46,07 g/mol | 0,78924 g/L |
| Dióxido de Carbono CO ₂ | 44,01 g/mol | Gaseoso |

Para realizar el proceso de degüelle (Anexo 8), se enfrió el cuello de la botella, boca abajo, cercano al punto de congelación. La botella debe ser girada horizontal para destaparse y el “tapón de levadura” es expulsado por la presión del gas en la botella. Continuamente la botella se dispone verticalmente, y con una técnica manual se regula la presión al interior de la botella con el ambiente; esto es necesario debido al gas formado en el “cuello” de la botella. Este proceso elimina parte del contenido. Para

alcanzar nuevamente el volumen de la botella se agrega un licor de expedición, el cual se compone principalmente por mead, azúcar de terminación de dulzor (en este caso miel), y generalmente a todo espumante se agrega otro alcohol destilado para aportar características y mejorar la terminación del producto.

El producto quedó listo para ser consumido inmediatamente después de que se ubica el corcho definitivo, generalmente se consumirá frío (2 a 5 °C) y se enfoca en complementar la gama de vinos espumosos de uva, así como también sidras espumantes.

Imagen 1. Pasteurización del mosto.



Imagen 2. Enfriado y aireado del mosto.



Imagen 3. Fermentación alcohólica.



La imagen 1 muestra la dilución y pasteurización del mosto a 60° por 15 minutos. Continuando el proceso, la imagen 2 fue captada mientras el mosto salía de la olla y se enfriaba por intercambio de calor. Al llenarse este fermentador el mosto cae y al golpearse con el fondo se airea naturalmente; esto funciona para batch pequeños y evita mayor contaminación por contacto con una bomba de aireado. La imagen 3 es durante la fermentación alcohólica del producto, un “airlock” permite la liberación del exceso de presión generado por el CO₂ formado por la fermentación. La ampolleta está conectada a un controlador de temperatura, el cual se configuró a 21°C. La Figura 7 muestra un esquema de la línea de flujo en la elaboración de mead espumante.

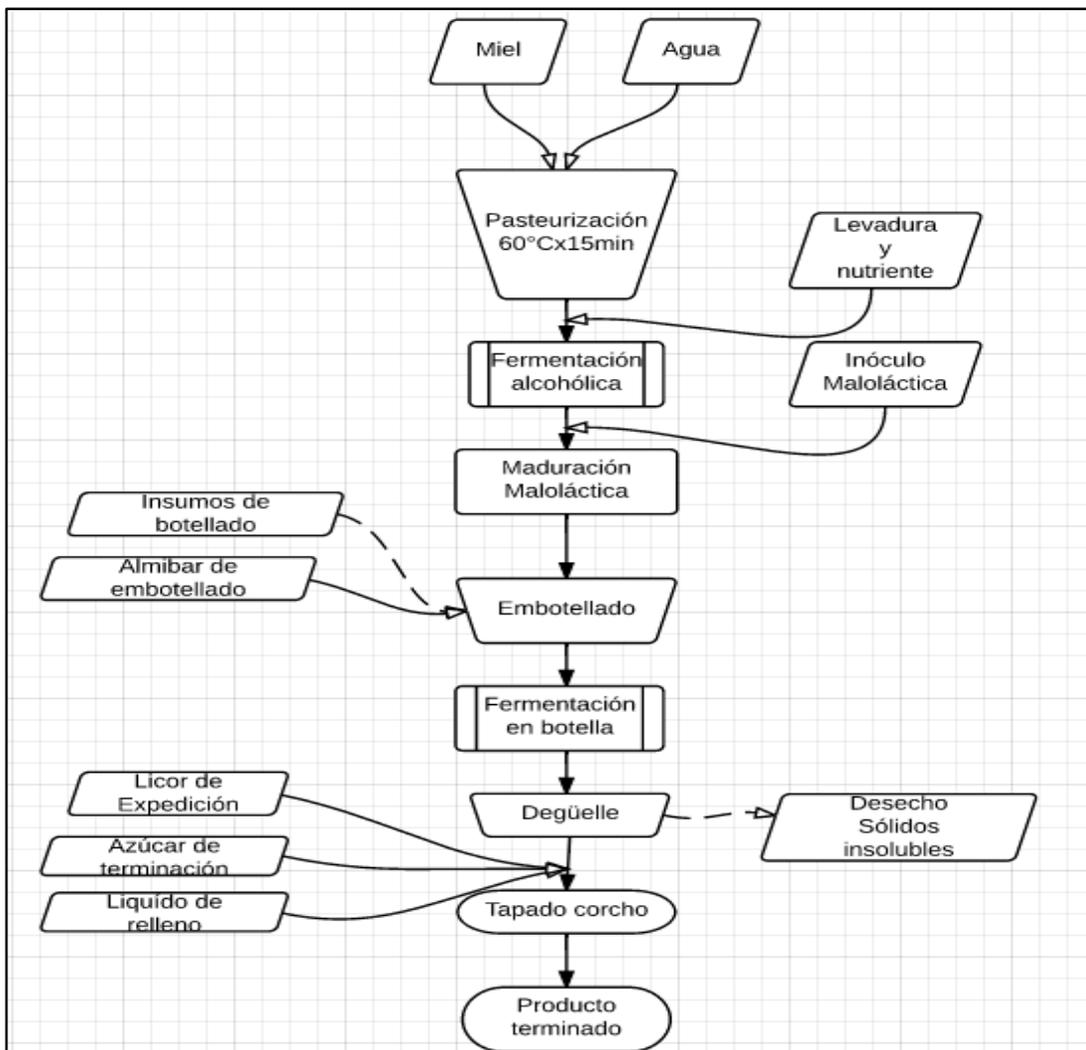


Figura 7. Línea de Flujo de la elaboración de mead espumante con degüelle en botella

3.7 Metodología analítica

A continuación se presenta la metodología utilizada para las distintas determinaciones. Se tomaron muestras del producto a intervalos de tiempo previamente definidos: el mosto original (día 0) durante la fermentación alcohólica (día 2), una vez finalizada la fermentación alcohólica (día 7), al inocular la bacteria de fermentación maloláctica (día 14), durante la maduración maloláctica (día 50), al embotellar el producto (día 90) y finalmente una muestra por separado al producto terminado listo para ser consumido para medir el color final.

Los distintos análisis responden a parámetros claves en este producto según (BRIGGS *et al.*, 2004). Además se añade el análisis para la determinación del perfil melisopalinológico, específico para miel.

3.7.1 Perfil melisopalinológico de la miel. Antes de su utilización, ambas materias primas (miel) fueron analizadas bajo la NCh 2981.Of 2005 (CHILE. INN, 2005), para obtener el perfil melisopalinológico de los distintos polen presentes en estas.

3.7.2 Determinación de índice de refracción. Según la NCh 3026 (CHILE. INN, 2006) sobre extracción de muestras y métodos de ensayo para miel, el método para medir sólidos totales en la miel es la refractometría. Las muestras obtenidas durante la fermentación se analizaron mediante un refractómetro tipo abbé, entregando directamente el valor del contenido de sólidos presentes.

3.7.3 Determinación de acidez. Se determinó la acidez de las muestras mediante el método establecido por la NCh 3019 (INN, 2006), similar a OIV-MA-AS313-01 (OIV, 2015). Para ello se titularon las muestras con NaOH 0,05 N, utilizando fenolftaleína como indicador al viraje de color en el punto isoeléctrico.

3.7.4 Determinación de pH. Se determinó el pH de las muestras mediante el método potenciométrico, OIV-MA-AS313-15-pH (OIV, 2015), el cual mide la diferencia de potencial entre dos electrodos sumergidos en el líquido. Uno de esos dos electrodos tendrá un potencial en función del pH del líquido, mientras que el otro está fijo y en un potencial conocido, el cual constituye el electrodo de referencia.

3.7.5 Determinación de color. La prueba de respuesta triestimulo CIE se realizó en el laboratorio de propiedades sensoriales de los alimentos mediante el equipo colorímetro Hunter en cubetas de 10mm en tres filtros X, Y y Z.

En un principio la CIE 1931 propuso expresar los resultados en un diagrama plano, no cerrado, denominado “diagrama de cromacidad”, en cuyo perímetro quedan representados todos los matices puros de máxima saturación. Dentro del mismo quedarían englobados los colores reales que el ojo puede percibir, siendo definidos a partir de sus coordenadas cromáticas x, y, obtenidas a su vez de los valores triestimulos X, Y, Z (ÍÑIGUEZ, 1995).

3.7.6 Determinación de azúcares. Se detectó mediante cromatografía HPLC, cromatógrafo de alta resolución Constant Metric® 3200 solvent delivery system LDC analytical, detector RI MERCK differential refractometer, según la Norma oficial chilena 574 (INN, 2006), que establece el método para determinar el contenido de sacáridos: fructosa, glucosa y sacarosa en miel de abeja. Para la fase móvil se utilizó una mezcla de acetonitrilo:agua (agua desionizada) 83:17.

La extracción de la muestra se realizó mediante extracción con Carrez I y Carrez II (hexacianoferrato (II) de potasio trihidrato $K_4[Fe(CN)_6] \cdot 3H_2O$ y sulfato de cinc heptahidrato $ZnSO_4 \cdot 7H_2O$, respectivamente).

3.7.7 Determinación de alcohol. Se cuantificó el contenido de etanol en el producto final mediante cromatografía de gases. La cuantificación se realizó en un cromatógrafo de gases Shimadzu GC-2010 equipado con autosample AOC-20s, Auto-injector AOC-20i, con un detector FID. La columna utilizada de SGE modelo BP21 30M X 0,32MM,

capilar de 0,25µm el estándar interno utilizado fue isopropanol 50 ppm (pureza >99,8%) y la muestra se inyectó a una temperatura de 250°C. Se realizó una curva de calibración con etanol de >99,9% de pureza grado HPLC.

3.7.8 Panel sensorial. Según lo detallado en el punto 1.7 se realizó la evaluación del producto según su calidad organoléptica. El análisis debe ser objetivo y se tomaron en cuenta los siguientes aspectos:

-Evitar discriminación de que ciertos panelistas pueden disgustarse con el producto, esto se debe a que muchas personas disgustan del sabor de la miel, se debe evitar interferencias de este tipo, y si las hubiere, se solicita su observación.

-Evaluar el producto como tal, su calidad y cualidad según su pureza en cada una de sus características (enfoque del método alemán de la DLG (Sociedad Alemana de Agricultura).

3.8 Extracción de las muestras

Se tomaron 10mL de las muestras, a un matraz aforado de 100 mL, se adicionaron 20 mL de agua desionizada y se calentó a 60°C por 30min. Luego se enfrió y se agregaron 10 mL de Carrez I y 10 mL de Carrez II, se agitó y enrazó a 100 mL con agua desionizada en un matraz aforado, y se dejó decantar. Con una pipeta automática se tomaron 1,5 ml del sobrenadante, el cual fue trasladado a un tubo eppendorf, éste es ultracentrifugado a 12.000 rpm por 12 min. La muestra clarificada se inyectó directamente al HPLC.

3.9 Reactivos

Los reactivos utilizados en el presente estudio fueron: Etanol C_2H_6O (grado HPLC >99,9), Isopropanol C_3H_8O ($\geq 99.8\%$), acetonitrilo CH_3CN ($\geq 99.9\%$) Carrez I (hexacianoferrato (II) de potasio trihidrato $K_4[Fe(CN)_6] \cdot 3H_2O$) y Carrez II (sulfato de cinc heptahidrato $ZnSO_4 \cdot 7H_2O$), Fenolftaleína ($C_{20}H_{14}O_4$), NaOH 0,05M .

4 PRESENTACIÓN Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

4.1 Temperatura y tiempo de elaboración

Se registró la temperatura de la cámara de fermentación mediante data logger de temperatura EL-USB-1-PRO®, de la compañía Lascar. Temperaturas críticas para las levaduras se fijaron entre los 10 y 27°C, con una temperatura media de 20,8°C; fluctuando entre 18°C y 24°C (Figura 8).

Las temperaturas fueron adecuadas para una fermentación exitosa, según lo recomendado por el laboratorio Lesaffre para cote des blancs®.

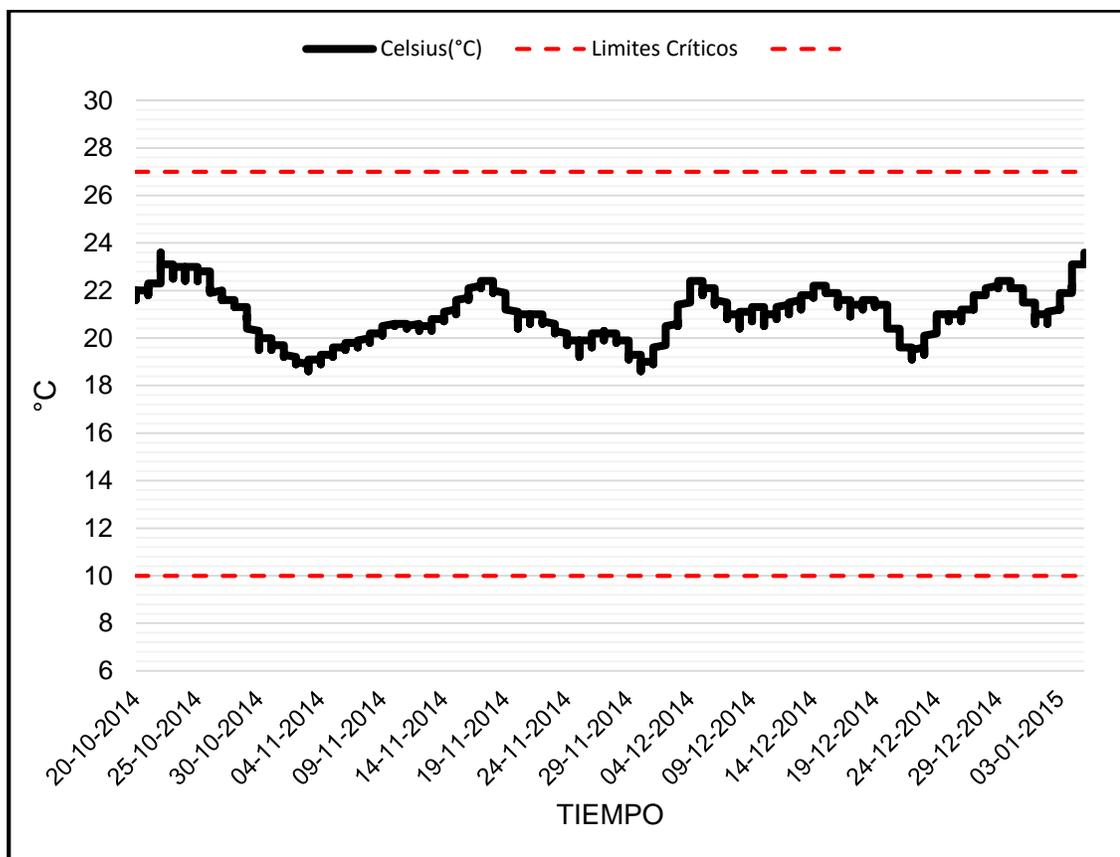


Figura 8. Temperatura de fermentación y maduración del mosto en fermentadores aislados

A la vez, se fijó un tiempo de 90 días para obtener un “vino base” para champenoise, lo cual favorece al producto gracias a la maduración del vino.

4.2 Resultados de propiedades físicas y químicas de la miel

Ambas mieles eran de cosecha año 2014, obtenidas directamente de los productores.

Cuadro 8. Comparativo de ambas mieles de los análisis químicos a la materia prima.

| | Miel 1 | Miel 2 |
|-------------------------------|-------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------|
| Origen geográfico | Lago Rupanco, X Región de Los Lagos, Chile | Purranque, X Región de Los Lagos, Chile |
| Tipo (según NCh 2981.Of 2005) | Polifloral | Monofloral |
| Polen predominante | Ulmo (38,86%), Tiaca (19,40), Voqui (17,16%). | Ulmo (71,95%) |
| Estado físico | Sólida | Semi sólida |
| Humedad (%) | 19.2 | 20.8 |
| Sólidos solubles (%) | 80.8 | 79.2 |
| pH | 4.02 | 3.88 |
| Acidez (Meq/Kg) | 20.41 | 18.76 |
| Perfil de azúcares | Fructosa (41,15%) Glucosa (36,86%), Sacarosa (2,79%). | Fructosa (40,21%) Glucosa (35,52%), Sacarosa (3,47%). |

Ambas mieles tienen una composición bastante similar, se caracterizan por un alto contenido fructosa y sacarosa, superiores a los descritos en el Cuadro 8, donde la única miel que sería similar a la miel proveniente del arbusto perenne “*Tamarix aphylla*” donde se encuentran diferencias comparativas de 3,6 y 4,7 g de azúcar totales.

4.2.1 Resultados del perfil melisopalinológico. El análisis melisopalinológico fue realizado por el Instituto de Producción y Sanidad Vegetal, de la Universidad Austral de Chile. Los resultados mostraron concordancia con las características señaladas por ambos productores de miel. Los perfiles se encuentran en el Anexo 9.

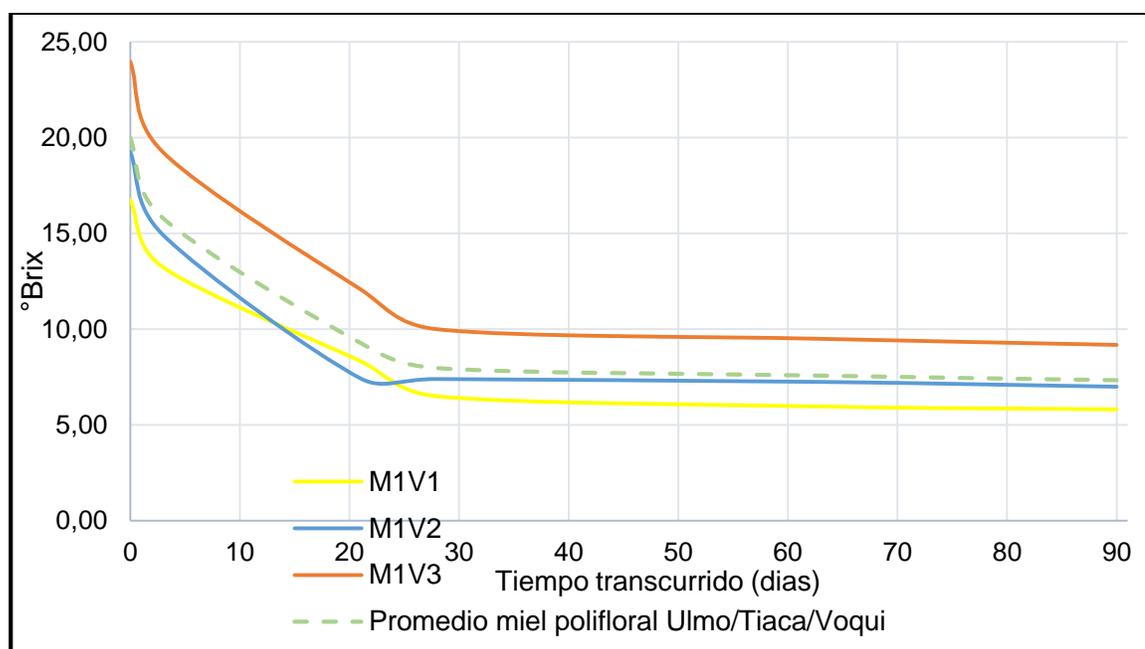
En cuanto a la miel polifloral (Miel 1), se encontró una predominancia de ulmo (*Eucryphia cordifolia*) (38,86%), tiaca (*Caldecluvia paniculata*) (19,40), voqui (*Cissus striata*) (17,16%). La miel de tiaca se describe como agradable y liviana de sabor a frutas frescas, y también por su sutil aroma a menta. Tiene una textura muy suave debido a su

fina cristalización. Su color es extra claro. Esta miel ha sido reconocida por su gran calidad, y premiada en concursos nacionales e internacionales.²

Por otro lado, la miel monofloral (Miel 2) en estudio presentaba un 71,95% de ulmo (*Eucryphia cordifolia*), y en menor proporción alfalfa chilota (*Lotus uliginosus*) (18,95%), entre otros. La miel de ulmo tiene un sabor característico a almendra amarga y en la boca es fresca debido a su muy fina cristalización. El color ámbar claro a extra claro, depende de la zona de producción y las especies acompañantes. Para el caso de la alfalfa chilota, se caracteriza por su suave y frutal aroma y fina cristalización.³

4.3.2 Resultados evolución de índice de refracción. Los sólidos solubles del mosto varían durante la fermentación al consumir los azúcares disponibles por la levadura y liberar etanol y CO₂ como desechos de su metabolismo (KUNZE, 2006). Por otra parte, el índice de refracción se desvía claramente en la mezcla etanol-agua por lo tanto debe realizarse una cuantificación de azúcares mediante un método alternativo.

Las formulaciones iniciales de 16, 20 y 24° Brix se desvían en promedio un 3% para M1 y 6% para M2, con respecto al índice de refracción medido.



² Fuente: cooperativa mieles del Sur <http://www.mieldelsur.cl/miel-de-tiaca/>

³ Fuente: cooperativa mieles del Sur <http://www.mieldelsur.cl/miel-de-ulmo/>

Figura 9. Evolución de la fermentación de la miel polifloral (M1), representada por el índice de refracción en °Brix durante los 91 días en el fermentador.

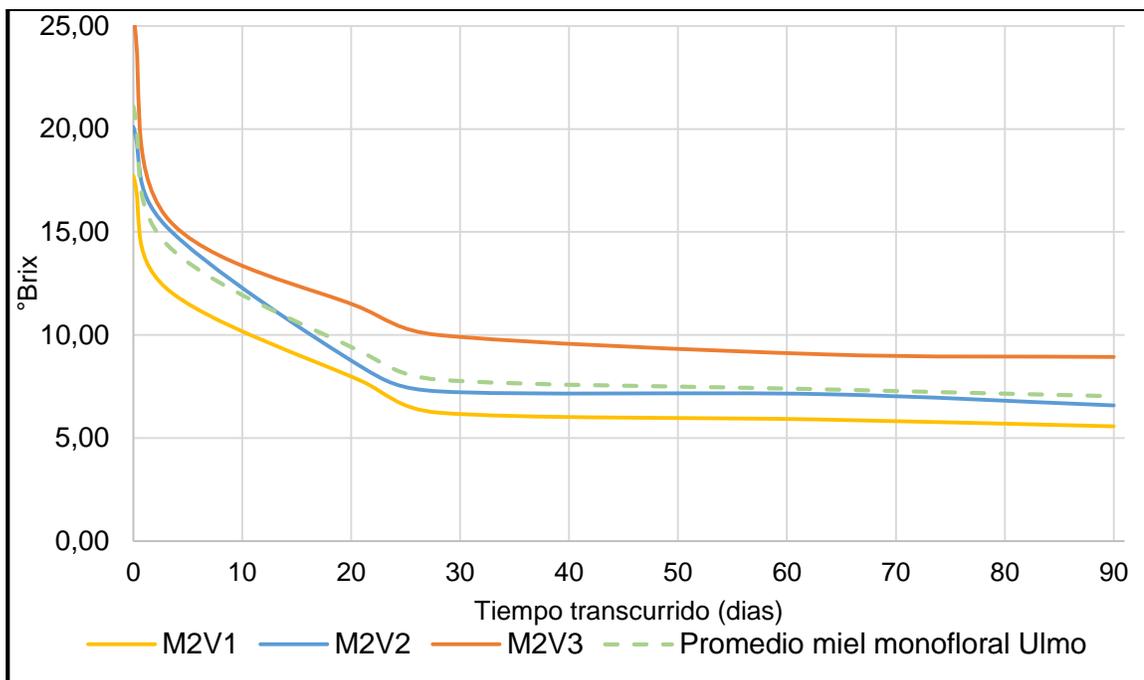


Figura 10. Evolución de la fermentación de la miel monofloral (M2), representada por el índice de refracción en °Brix durante los 91 días en el fermentador.

Las Figuras 9 y 10 muestran una evolución normal y expedita en la primera semana del proceso, la denominada fermentación alcohólica es el periodo de mayor actividad de la levadura.

Notoriamente la medición se desvía de alcanzar 0°Brix, pese a que la totalidad del azúcar disponible fue utilizada por la levadura para la formación de etanol. Un principio que explica esto es el método de análisis de etanol en alcohol destilado (OIV-MA-AS312-01B) (OIV, 2015) mediante el índice de refracción en mezclas de etanol-agua a 20°C y con una tabla de correlación, donde el etanol posee un índice de refracción 1,33628 a 20°C a 6,54mL etanol/mL destilado, a mayor graduación mayor índice de refracción (IR). De una forma más sutil, a partir del día 28 se puede observar según las figuras 9 y 10, el índice de refracción medido se mantiene constante y no sigue disminuyendo. Algunos azúcares remanentes aún pueden estar disponibles, pero el metabolismo se torna más complejo y es comúnmente llamado maduración.

4.3.3 Resultados de la evolución de la acidez. La acidez es un parámetro crucial para todos los fermentados, indicando calidad. En miel y en fermentados se valora en unidades de reacción química, cantidad de ácido en una cierta cantidad de miel que está disponible para reaccionar: miliequivalentes (meq). Legalmente en miel fresca el límite superior aceptable se establece en 40 meq/kg (GÓMEZ, 1996b). El contenido valorado de ambas materias primas se encuentra por debajo de este límite, 20,41 y 18,76 meq/kg, respectivamente.

Para la exportación de vinos la ley chilena se requiere un mínimo de acidez expresada en ácido tartárico, la cual no debe ser inferior a 3,5 g/L, así se puede obtener el certificado VI-1, publicado en la circular N° 012 del 12 de enero de 1994 en el Servicio Agrícola y Ganadero (SAG), para poder cumplir con un parámetro requerido para la exportación de vinos. Por lo tanto, la acidez es una característica de vital importancia en mead.

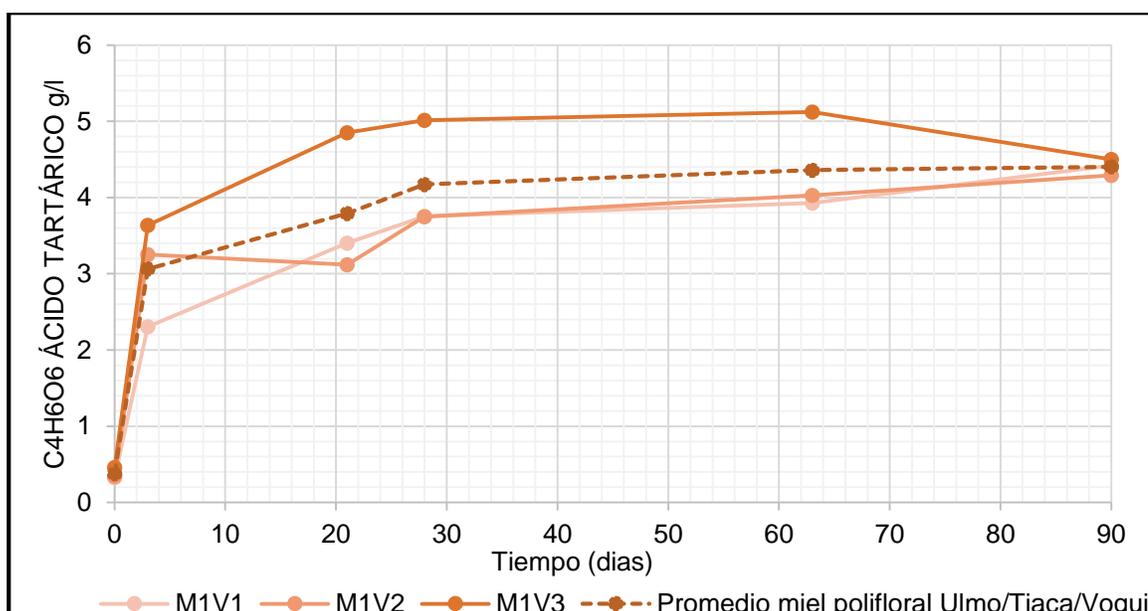


Figura 11. Desarrollo de la acidez durante la fermentación y maduración de mead Polifloral (M1)

Ambas Figuras 11 y 12 muestran la evolución de la acidez expresada en gramos de ácido tartárico por litro. La evolución del producto muestra que la acidez total posterior a la inoculación de la bacteria maloláctica se detiene, esto se debe a la degradación del

ácido málico en láctico y tartárico. Esto evita que el producto se deteriore, asegurando una acidez adecuada en todos los casos.

Los valores obtenidos en promedio del producto a partir de la miel polifloral y monofloral 4,4 y 4,2 g/L de ácido tartárico, respectivamente, valores que concuerdan con GUPTA y SHARMA (2009), quienes registraron valores de 5,9; 2,1; 2,97 y 3,89 g/L, para meads elaboradas a partir miel de soya que contenían un 11,8 g/100mL de etanol como máximo, resultados con una mayor desviación que los obtenidos en el presente estudio, con una graduación alcohólica similar.

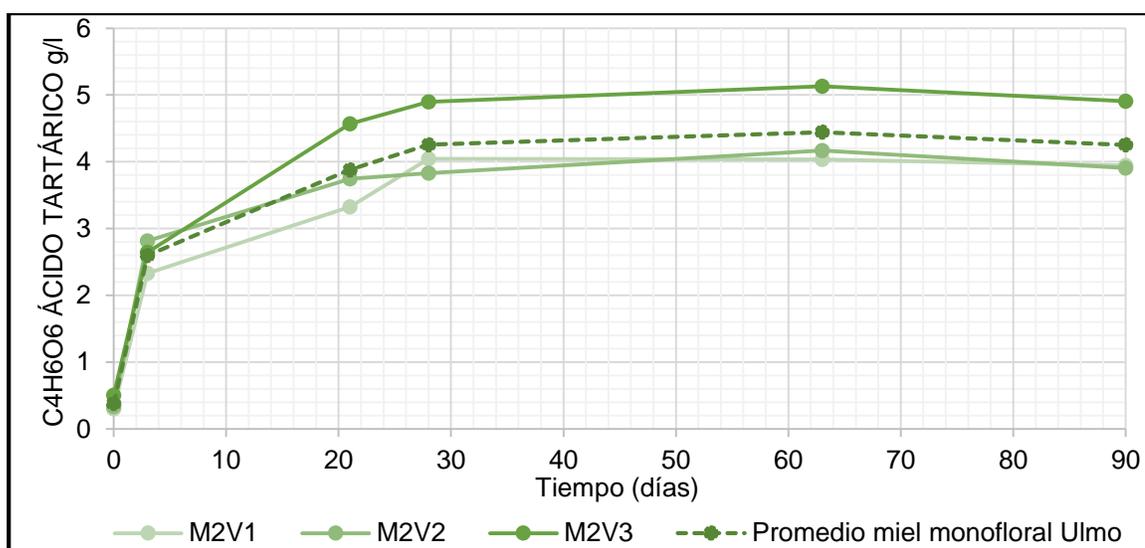


Figura 12. Desarrollo de la acidez durante la fermentación y maduración de *mead* Monofloral (M2)

4.3.4 Resultados de la evolución del pH. Continuando con el concepto de acidez, es útil relacionarlo con el pH del vino. Es notorio el cambio del pH durante la maduración. A mayor acidez tartárica como muestran las Figuras 11 y 12, el pH, tiende a neutralizarse su alta acidez inicial. Las Figuras 13 y 14 muestran los cambios de pH durante la fermentación de 91 días del producto.

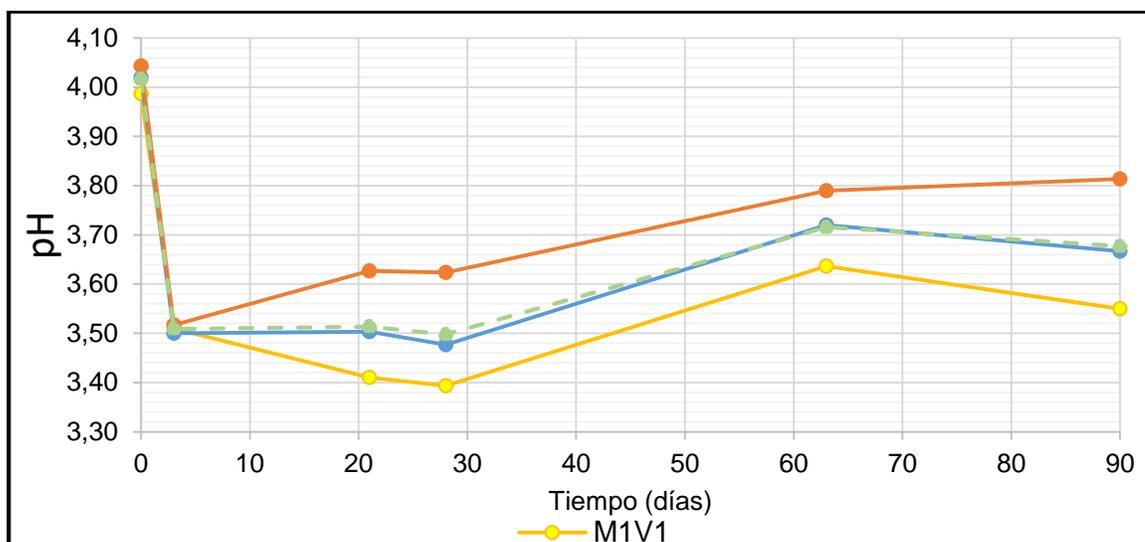


Figura 13. Evolución del pH en *mead* polifloral M1

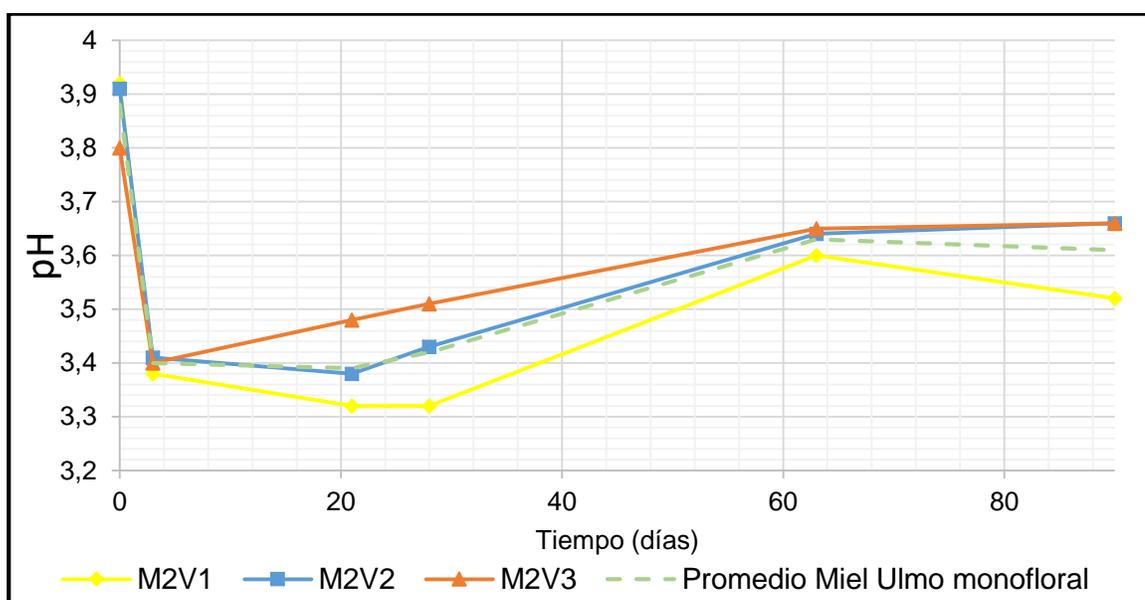


Figura 14. Evolución del pH en *mead* monofloral M2

Los valores de pH obtenidos son distintos a los obtenidos por SARPI (2000), quien embotelló un producto con pH 2,82, el cual fue disminuyendo en botella hasta alcanzar pH de 2,50 a los 90 días de embotellado. En el caso del presente estudio el producto fue embotellado entre los rangos de pH 3,40 a 3,80, los cuales son resultantes de un pH aún más ácido del mosto recién fermentado, al no acidificarse en el tiempo se producirán menos sabores desagradables, los cuales son muy comunes en las denominadas “chicha de miel”.

La maduración actúa correctamente, “suavizando” la acidez del producto, el comportamiento fue bastante similar para ambas mieles, y bien aceptada sensorialmente.

4.3.5 Resultados de color. La medición de color se realizó mediante el método CIE Lab obteniendo valores de X, Y y Z. Los resultados tienen una moda en 576nm (Figura 15), ya que el resultado de m1v2 supera las 3σ debe despreciarse (los sólidos insolubles tienden a desviar los resultados de color), la desviación estándar es de 0,5477 y Varianza de 0,3. Esto hace muy fiable estos resultados (Figura 15), y por lo tanto el color de las muestras promedio de 576,4nm, Color amarillo RGB (248, 255, 0; Rojo, Verde, Azul), se puede clasificar en los colores “verde amarillento”, este color es favorecido por la sedimentación y degüelle en botella, llamado método tradicional.

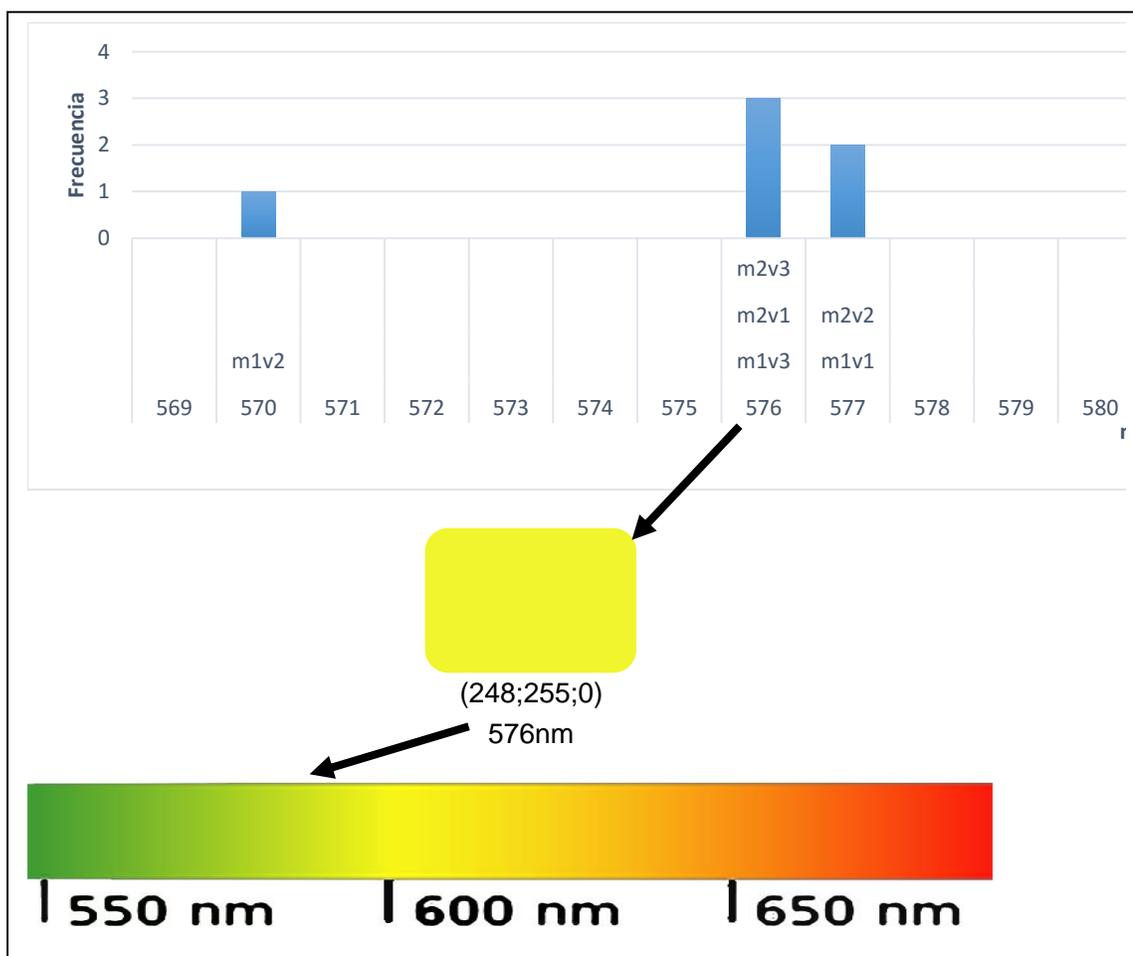


Figura 15. Resultados de frecuencia de color de mead clarificada en botella

Colores rojos de vinos tintos se encuentran en longitudes de onda mayores a 605 nm inclusive sobre los 750 nm para colores más púrpuras (ÍÑIGUEZ, 1995). En comparación el producto “mead”, se encuentra en un color amarillo-verdoso, similar a los vinos blancos o sidras de manzana.

4.3.6 Resultados cuantificación de azúcares. El análisis de azúcares se realizó para las muestras obtenidas a partir del mosto que se somete a fermentación, cuantificando y clasificando la mezcla de azúcares (Cuadro 9), las cuales prácticamente en su totalidad se transforman en etanol y CO₂, liberando subproductos como ácidos, aromas y características de sabor. Al comparar el contenido inicial en el mosto de fructosa, glucosa y sacarosa, y el contenido final del vino a ser embotellado, la fórmula química C₆H₁₂O₆ (180,16 g/mol), C₆H₁₂O₆ (180,06 g/mol) y C₁₂H₂₂O₁₁ (203,9 g/mol), respectivamente. La tabla comparativa de azúcares se encuentra en el Anexo 10.

Cuadro 9. Azúcares totales al inicio y al final de la fermentación.

| | Azúcar inicial (g/100mL) | Azúcar final (g/100mL) |
|------|--------------------------|-------------------------------------------|
| M1V1 | 16,38 | 0,94 |
| M1V2 | 23,56 | 0,18 |
| M1V3 | 26,23 | 0,27 |
| M2V1 | 18,01 | 0,12 (bajo el límite de detección) |
| M2V2 | 21,64 | 0,12 (bajo el límite de detección) |
| M2V3 | 30,89 | 0,12 (bajo el límite de detección) |

Fructosa y glucosa, son isómeros, los cuales se encuentran en una proporción bastante similar para ambas mieles. Para la miel polifloral (M1) se puede encontrar fructosa y glucosa en una razón de 11,16:10, y muy similar miel monofloral (M2) en una razón de 11,32:10. No hay una diferencia marcada entre la disponibilidad de los isómeros para ambas mieles.

La sacarosa representa un 3,45 y 4,38% del azúcar total de la miel, respectivamente (M1 y M2), la cual fermentó en su totalidad. Para la miel monofloral (M2) todas las azúcares se encuentran bajo el límite detectable; por lo tanto la totalidad del azúcar habría sido

consumida por la levadura. M1 (mead polifloral) no fermentó la totalidad de la glucosa disponible, la baja azúcar residual aun remanente es una notoria diferencia entre ambas mieles en mead, probablemente esto se debe a la diferencia en los orígenes florales, y el estado original de la miel M1 sólida, M2 semisólida.

4.3.7 Graduación alcohólica. La cuantificación fue realizada en el laboratorio de análisis de alimentos, las muestras de vino base se obtuvieron previo al embotellado. La curva de calibración se encuentra en el Anexo 11, presentando una correlación (mínima $R=0,91$) entre los puntos de la recta. Se utiliza para la cuantificación de etanol en cada una de las mezclas a botella. El Cuadro 10 contiene las graduaciones alcohólicas por volumen, y la desviación estándar y el coeficiente de varianza de los resultados.

Cuadro 10. Cuantificación del contenido alcohólico de mead (mL etanol/100mL)

| | Contenido alcohólico mL etanol/100mL | DS | CV |
|------|-----------------------------------------|------|--------|
| M1V1 | 8,73 | 0,46 | 5,26 % |
| M1V2 | 10,58 | 0,38 | 3,58 % |
| M1V3 | 13,32 | 0,62 | 4,66 % |
| M2V1 | 7,41 | 0,57 | 7,73 % |
| M2V2 | 10,33 | 0,29 | 2,86 % |
| M2V3 | 15,71 | 0,43 | 2,76 % |

Tomando en cuenta la composición de azúcares iniciales de las muestras, se puede comparar el contenido de etanol en *mead* embotellada frente al contenido original de azúcares en el mosto, esto se describe en la Figura 16.

Los 15,71 mL/100mL obtenidos a partir de la miel monofloral con 24°Brix, demuestran una alta tolerancia al alcohol por parte de la levadura, muy similar a los 15,56 mL/100mL, estimados en el punto 2.5.1. El contenido alcohólico de M2V1 de 7,41 mL/100mL es algo bajo según lo esperado de 8,01g/100mL del mosto original. La miel polifloral fermentó en un producto algo menos alcohólico, y da a entender la variabilidad que puede existir entre vinos elaborados con técnicas iguales.

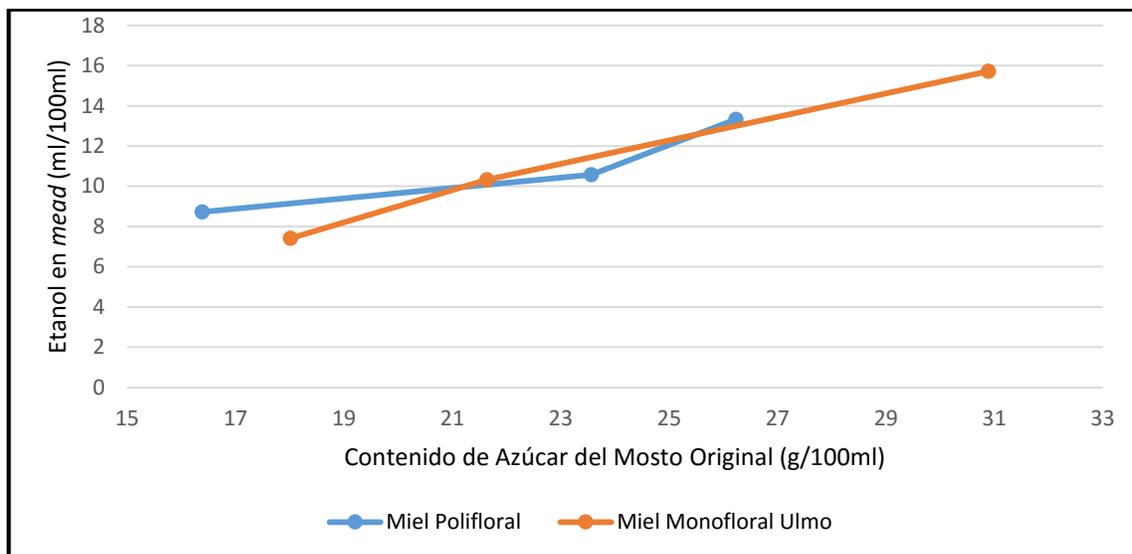


Figura 16. Comparación de contenido de azúcar inicial sobre el contenido alcohólico obtenido

La correlación de las graduaciones alcohólicas presentaron una linealidad ideal en el caso de mead elaborada a partir de miel de ulmo, explicable por el estado más homogéneo de la miel original. La variabilidad en la miel polifloral es mayor en cuanto a la presencia de granos de polen y cera en una miel sólida y un método de extracción menos invasivo. Las 6 meads elaboradas se comportaron adecuadamente según lo esperado por el diseño experimental.

4.4 Evaluación sensorial.

Un panel compuesto por 5 profesionales universitarios de distintas áreas, se entrenaron con mead de producción artesanal, para así conocer el producto y generar “patria” sensorial de *mead*. Así mismo, se describió el producto, en relación a lo establecido (BJCP, 2008) para *mead* tradicional. Según la guía deben declararse características especiales del producto, como características botánicas de la miel, graduación alcohólica, fermentación y técnica de degüelle. La escala de puntaje es la utilizada por el DLG alemán, la cual evalúa el producto en una escala de 0 a 5, puntos donde 0 es una evaluación totalmente rechazada, y 5 una característica totalmente correcta y de calidad del producto. Los resultados del panel sensorial se encuentra en el Anexo 12.

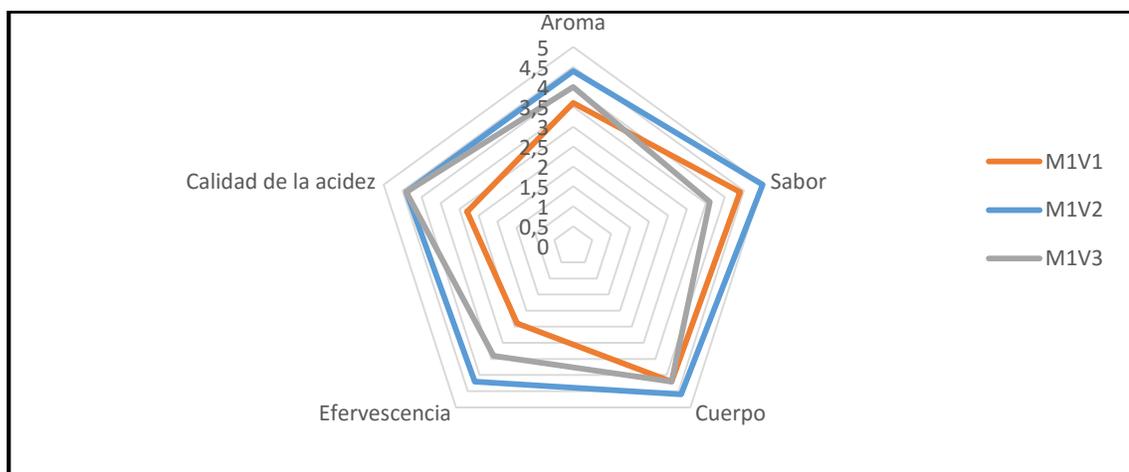


Figura 17. Resultados de aceptabilidad de mead espumante de miel polifloral ulmo, tiaca y voqui

Las *mead* de la miel polifloral (Figura 17) fueron descritas por la totalidad del panel como de sabor mentolado, característico de miel con tiaca. También fue referida a un color “amarillo turquesa”, lo que en cierta medida coincide con los resultados de color indicados en 3.3.5, y de una claridad ideal. La efervescencia obtuvo un puntaje de 4,2 puntos promedio, de 5 totales en la versión de 10,58° ABV (M1V2), y el puntaje ideal en sabor 5 pt.; el espumante M1V2 obtuvo 22,6 de 25 puntos totales, un 15% más que M1V3 con 19,6 puntos totales, y un 30% más aceptable que la con menor puntaje M1V1 con 17,4 puntos. La acidez de la *mead* polifloral en general se reconoció como más fina.

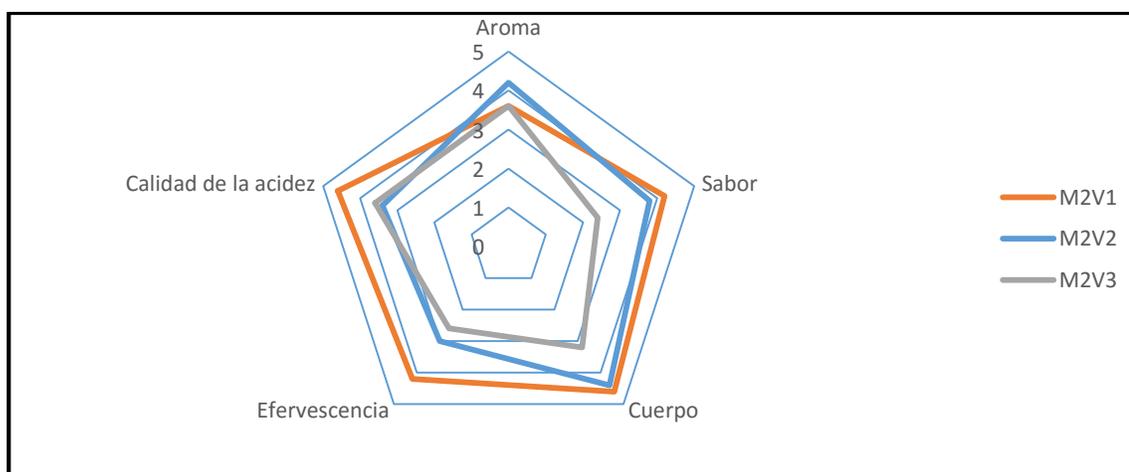


Figura 18. Resultados de aceptabilidad de mead espumante de miel monofloral ulmo

La miel monofloral de ulmo (Figura 18) produjo un *mead* espumante con más cuerpo, debido a la intensidad y el estado inicial “espeso” de la miel original. El color fue amarillo intenso, algo más oscuro, y de mayor turbidez y con ciertos residuos pese al degüelle de la botella. Comentarios la describieron en general como más dulce; esto puede deberse al mayor contenido de sacarosa observado, o alguna característica propia de la miel estudiada. El puntaje obtenido por M2V1 promedio de 21,2 puntos de 25 es similar con el obtenido por la versión M1V2 (22.6 pt), M2V2 y M2V3 con 18,8 y 15,4 puntos, respectivamente.

4.5 Aceptabilidad

Es evidente por la respuesta del panel que existe una variedad de opiniones sobre el producto *mead*, entre la más común es el que no gusten de la miel. Asimismo, el ser algo nuevo para muchos paladares puede ser extraño, pero muchas veces bien recibido e interesante para muchos. El mercado así lo demanda y favorece la diversificación de productos de calidad y con alto nivel de asombro. La Figura 19 muestra el gráfico de aceptabilidad de ambas *mead* según el puntaje obtenido en el eje horizontal de mezcla propuesto por el diseño experimental. Se puede ver claramente que la mezcla de 10,58 mL/100mL de etanol (M1V2), es la que entrega un mejor sabor y cuerpo sobresaliendo frente a las otras mezclas de miel polifloral. En cambio la miel monofloral V1 a 7,41 mL/100mL de etanol (M2V1), mejoró su calidad al no tener un alcohol tan fuerte, esta última también se describió como más dulce.

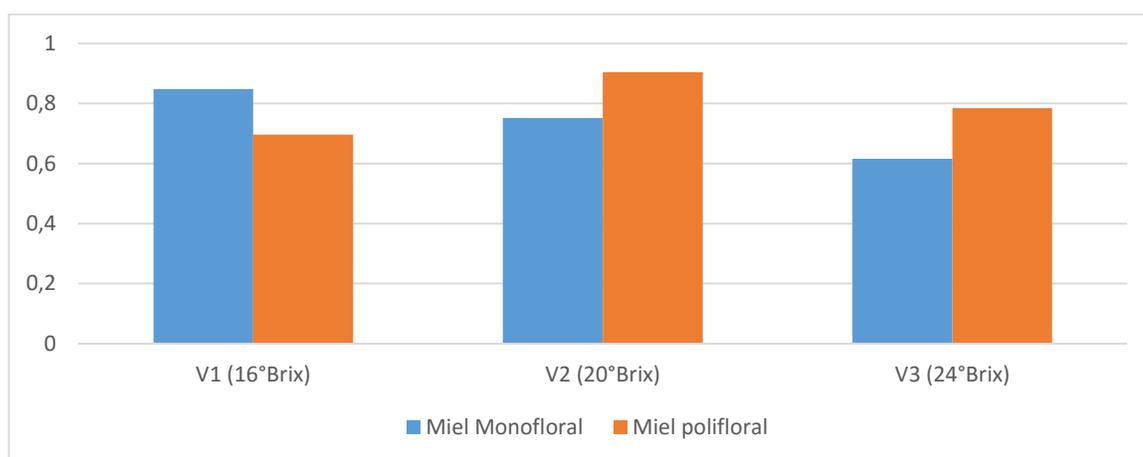


Figura 19. Gráfico de aceptabilidad sensorial con los distintos tratamientos del espumante *mead*

Las características de la miel original son determinantes para obtener *mead* de alto valor sensorial, ya que estas son el claro determinante del equilibrio en los sabores. Al observar que una *mead* obtenida de la fermentación de miel polifloral (M1) es más apetecida a un grado alcohólico mayor, se puede concluir que la mezcla de los distintos tipos de polen, o en mayor grado, distintas mieles, buscando un equilibrio de características, pueden producir la *mead* ideal.

El Cuadro 9 (Azúcares totales al inicio y al final de la fermentación) clasifica la azúcar agregada al producto después del degüelle. El 2012, PROCHILE, realizó estudios de mercado en Europa donde se denota la importancia de los espumantes innovadores y con terminación dulce como “demi-sec”. Esta clasificación en “*mead*” se obtuvo mediante la adición entre 40 a 62,5g de miel por litro (considerando 80% de sólidos). Al momento del degüelle se pierden aproximadamente 100mL de producto, el que se debe reajustar con una mezcla de 1:10:10 de destilado, *mead* y miel líquida, y luego encorchada.

La mezcla monofloral M2V3 fue la que menos aceptación registró debido probablemente a ser mayor (alto) grado alcohólico y que ha presentado sedimentos observándose algo turbia (pese a la clarificación natural). Polifloral M1V2 fue la preferida y muy bien aceptada similar a M2V1.

5 CONCLUSIONES

- Se justifica la utilización de bacteria maloláctica para asegurar la acidez, pero no es indispensable en contexto de sabor.
- La levadura consume prácticamente en su totalidad el azúcar disponible en el mosto.
- La acidez de la *mead* no es excesiva se encuentra entre los límites legales permitidos.
- Es posible elaborar *mead* de graduación alcohólica tan alta como lo tolere la levadura; la máxima graduación alcohólica fue de 15,75 mL/100mL
- La graduación alcohólica no es determinante para elaborar un mead de calidad, aunque si se relaciona con la aceptabilidad por parte del consumidor.
- El desarrollo y calidad del producto fue satisfactorio y bien recibido por el panel consumidor.
- Gracias a la adecuada fermentación de *S. Cerevisiae*, las impurezas no son un problema, y es fácil reconocer la calidad del producto sensorialmente.
- El método *champenoise* o tradicional es adecuado para una elaboración a baja escala de sidras y *mead* producidos en la región, y su utilización favorecería tanto a pequeños productores frutales como apicultores.

6 BIBLIOGRAFÍA

- AMMA. AMERICAN MEAD MAKER ASSOCIATION. 2013. The Journal of the American Mead Makers Association, Edición 1 and 2, invierno y primavera; 22p y 47p.
- BEER JUDGE AND CERTIFICATION PROGRAM (BJCP). 2008. Style Guidelines (Guía de estilos), for beer, mead & cider. 73p; <http://www.bjcp.org/>
- BOULTON, CH. y QUIAN, D. 2001. Brewing Yeast and Fermentation, Blackwell Science, Oxford, Inglaterra. 644p. Ingles; ISBN 0-632-05475-1
- BRIGGS, D.; BOULTON, CH.; BROOKES, P. y STEVENS, R. 2004. Brewing Science and practice, Woodhead publishing 1 edition, Cambridge, Inglaterra; 900p; ISBN 1-85573-490-7
- CARVALHO, C.M.; MEIRINHO, S.; ESTEVINHO, M.L.F. y CHOUPINA, A. 2010. Yeast species associated with honey: different identification methods. vol.59, n.225; p 103-113; ISSN 0004-0592.
- CARTWRIGHT, C.P., ROSE, A. H, CALDERBANK, J. y KEENAN, M. H. 1989. In the Yeasts; Vol 3; 2da edición, Academic Press, Londres, Inglaterra.
- CHR Hansen. 2008. Maximize quality in Chardonnay, with viniflora; Ficha técnica, 2 p.
- CHILE. DIARIO FINANCIERO. 2014; Boom de los espumantes: volumen exportado se triplicó en diez años, Diario Financiero, Link <https://www.df.cl/noticias/empresas/actualidad/boom-de-los-espumantes-volumen-exportado-se-triplico-en-diez-anos/2014-12-22/205742.html>
- CHILE. INSTITUTO NACIONAL DE NORMALIZACION (INN). 2005. Norma Chilena. Miel de abejas. Clasificación y Requisitos Generales. NCh 616 E of 69. Santiago, Chile. 10p.
- CHILE. INSTITUTO NACIONAL DE NORMALIZACION (INN). 2005. Miel de abejas – Denominación de origen botánico mediante ensayo melisopalinológico. NCh 2981, Santiago, Chile. 58p.

- CHILE. INSTITUTO NACIONAL DE NORMALIZACION (INN). 2006. Norma Chilena. Miel de abejas – Determinación de acidez libre. NCh 3019, Santiago, Chile. 11p
- CHILE. INSTITUTO NACIONAL DE NORMALIZACION (INN). 2006. Norma Chilena. Miel de abejas – Determinación del contenido de agua. NCh 3026, Santiago, Chile. 7p.
- CHILE. MINISTERIO DE AGRICULTURA, Servicio Agrícola y Ganadero Chile Ley 18.445, 1985. Ley 18455.
- CHILE. OFICINA DE ESTUDIOS Y POLITICAS AGRARIAS (ODEPA), Link <http://www.odepa.cl/comisiones/comision-nacional-apicola-2/>
- CHILE. PROCHILE. 2012. Mercado del vino espumante en Polonia, http://www.prochile.gob.cl/wp-content/blogs.dir/1/files_mf/documento_12_11_12130508.pdf; 21p.
- EUGENIN, G. 2001. Elaboración de licores en base a alcohol originado de hidromieles; Facultad de ciencias Agrarias; Universidad Austral de Chile, Valdivia, Chile 115 p.
- GOMEZ, A. 1996a. Análisis sensorial de mieles: influencia de la composición y el procesado. Vida Apícola. (España). Edición 80: paginas 15-20.
- GOMEZ, A. 1996b. Conductividad eléctrica, acidez y tixotropía. Vida Apícola (España). Edición 77 (3): paginas 48-52.
- ÍÑIGUEZ, M, ORTEGA, A.P., ROSALES, A. AYALA, R. y PURAS, P. 1995. Estudio de color de los vinos tintos de la D.O.C. de la Rioja, Estación enológica de Haro, La Rioja, España, p 167-186.
- GUPTA, J. K. y SHARMA, R. 2009. Production technology and quality characteristics of mead and Fruit-Honey wines: A review, University of Horticulture and Forestry, Nauni, Himachal Pradesh, India. 11p.
- KUNZE, W. 2006. Tecnología para Cerveceros y Malteros; VLB Berlín; Primera edición en español; 2006; 1075p.

- TOUSSAINT-SAMAT, M. 2009. The History of Food, Wiley-Blackwell 2nd ed.; 30p.
- MONTENEGRO, G.; GÓMEZ, M; DÍAZ FORESTIER, J y PIZARRO, R. 2008. Aplicación de la Norma Chilena Oficial de denominación de origen botánico de la miel para la caracterización de la producción apícola. Cien. Inv. Agr. 35:181-190.
- OFFICIAL JOURNAL OF THE EUROPEAN UNION. 2009. Commission Regulation (EC) No 607/2009; 80p.
- ORGANIZACIÓN DE LAS NACIONES UNIDAS PARA LA ALIMENTACION Y LA AGRICULTURA. FAO. 1981. Codex Norma para la miel, Link: ftp://ftp.fao.org/codex/Meetings/CCS/ccs7/S00_03_s.pdf ; Roma; español, 38 páginas.
- ORGANIZACIÓN DE LAS NACIONES UNIDAS PARA LA ALIMENTACION Y LA AGRICULTURA. FAO. 2014. Boletín de Agricultura Familiar para América Latina y el Caribe - Abril a Junio <http://www.fao.org/americas/recursos/baf/2014-2/nuevosesquemasdeproduccioncomercializacionynutricion/es/>
- ORGANIZACION INTERNACIONAL DE LA VIÑA Y EL VINO (OIV). 2015. Métodos internacionales de análisis de los vinos y mostos, base de datos online, Compendio de métodos internacionales de análisis de los vinos y mostos Vol1; 2015; 504p. Compendio de métodos internacionales de análisis de los vinos y mostos Vol2; 2015; 732p. Métodos: OIV-MA-AS312-01B; OIV-MA-AS313-15-Ph; OIV-MA-AS313-01; <http://www.oiv.int/oiv/info/esmethodesinternationalesvin>
- SCHRAMM, K. 2003. The Compleat Meadmaker, 1ra Edición en ingles, Brewers Publications, EEUU, Boulder, CO. 199 p.
- SARPI, M. S. 2000. Proposición y evaluación de un método para la producción de hidromiel a partir de miel de Chiloé; Universidad Austral de Chile, Valdivia. 151 paginas.

7 ANEXOS

Anexo 1. Exportacion de miel chilena al mundo 2010

AVANCE POR PRODUCTO - PAÍS DE EXPORTACIONES / IMPORTACIONES

Exportaciones de Miel natural (hasta 2011)
Código SACH 04090000
Enero a Diciembre de 2010

| País | Volumen (toneladas) | Valor FOB (MUS\$) |
|----------------------------|------------------------|----------------------|
| Alemania | 6.510,7 | 22.072,0 |
| Australia | 0,0 | 0,3 |
| Bélgica | 128,1 | 428,2 |
| China | 0,2 | 2,8 |
| España | 53,0 | 178,7 |
| Estados Unidos | 78,3 | 239,6 |
| Francia | 823,5 | 2.566,5 |
| Holanda | 40,8 | 140,8 |
| Hong Kong | 0,0 | 0,5 |
| Italia | 38,4 | 125,6 |
| Japón | 1,2 | 14,0 |
| Luxemburgo | 446,7 | 1.520,6 |
| México | 0,3 | 1,8 |
| Perú | 1,3 | 5,4 |
| Portugal | 0,3 | 1,0 |
| Reino Unido | 189,9 | 695,1 |
| Rep. Checa | 22,4 | 78,3 |
| Suiza | 266,4 | 914,4 |
| Terr. británico en América | 0,0 | 0,1 |
| Total | 8.601,5 | 28.985,6 |

Fuente: elaborado por ODEPA con información del [Servicio Nacional de Aduanas](#).
Cifras sujetas a revisión por informes de variación de valor (IVV).

Fuente: <http://www.odepa.cl/avance-por-producto-pais-de-importacion-y-exportacion/>

Anexo 2. Blueberry Mead, Cyser, Spice Mead y sparkling Tej.



FUENTE: AMMA (2013)

Anexo 3. Mercado de exportación de espumantes (Chile)



Anexo 4. Insumos correspondientes al embotellado

El método de espumantes tradicional o champenoise utiliza una botella de 750 ml de cuello largo (Figura) para así sedimentar los sólidos insolubles compuesto principalmente por levadura sedimentada, la técnica utiliza Tapa corona de 29mm (Figura) y un tapón plástico que facilita el degüelle. Al retirar el sedimento se utiliza un corcho plástico o natural.

<http://www.masilva.es/> ofrece dos tallas estándar: 48x29mm y 48x30,5mm. En cuanto a la calidad, se ofrecen tres clases, en orden descendiente: "A", "B", "C". Cada clase se define por la calidad visual de los discos en la extremidad del tapón (Figura).



Descripción: 750 ml Espumante P-16
B/Corona Champaña

| | | | |
|--------------------------------------------------------------------------------------|-----|-----------------------------------------------------------------------------------------|-----|
|  ml | 750 |  mm | 294 |
|  g | 550 |  mm | 83 |

| Pallet | | BOCA CORONA CHAMPAGNE | |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| UNID. X PALLET | PESO X PALLET |  | |
| 1232 | 705 kg | | |
| Color de vidrio | | | |
| V.O: Verde Olivo | V.A : Verde Antic | M: Miel | B: Blanco |
|  Codigo 10345 Fotografía |  Codigo 9530 |  Codigo 9629 | |



Las dimensiones indicadas son sólo referenciales. Cambios podrán efectuarse sin previo aviso



Anexo 5. Viniflora CH35 (Datos técnicos)

CHR HANSEN

Improving food & health

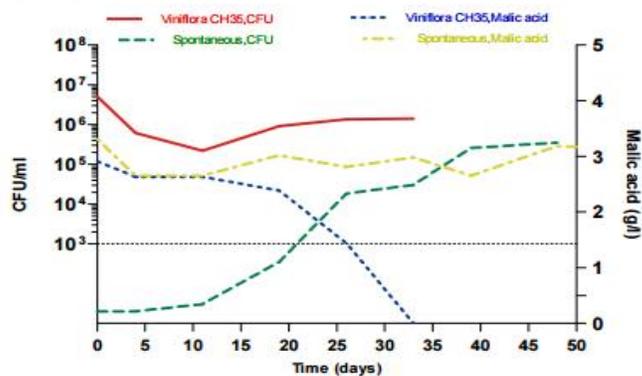
Viniflora® CH35

Product Information

Version: 10 PI-EU-EN 05-24-2012

Technical Data

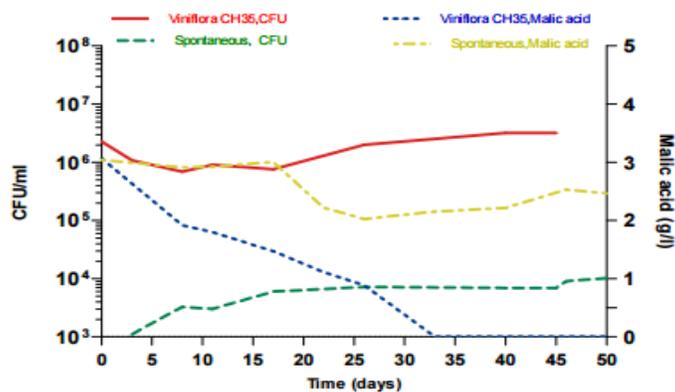
Performance graph 1



Robert Mondavi winery 2001

Ethanol 12.9 vol%, pH 3.28, SO₂ 18.0 ppm

Viniflora® CH35 degraded the malic acid in 33 days, compared to the spontaneous tank, where the fermentation did not start.



Chardonnay Napa valley winery 2000

Ethanol 14.1 vol%, pH 3.25, SO₂ 11.5 ppm, Temp. 15.6°C

Viniflora® CH35 degraded the malic acid in 33 days. After 50 days of fermentation there was still 2.5g malic acid left in the tank with spontaneous fermentation.

Physiological data

| | |
|----------------------------------------------|-------------------|
| Inoculation temperature range | 15-25°C (59-77°F) |
| pH minimum* | 3.1 |
| Total SO ₂ , max. at inoculation* | 45 ppm |
| Alcohol maximum * | 14 % vol |

Anexo 6. Ensayo adaptado de la DLG para la degustación de Mead.

¡Mucho gusto! Esta es una guía para evaluar el producto “MEAD ESPUMANTE”, el cual es un producto elaborado en base a miel y presentado como un vino espumante tipo champán.

Elija para cada producto una de las degustaciones

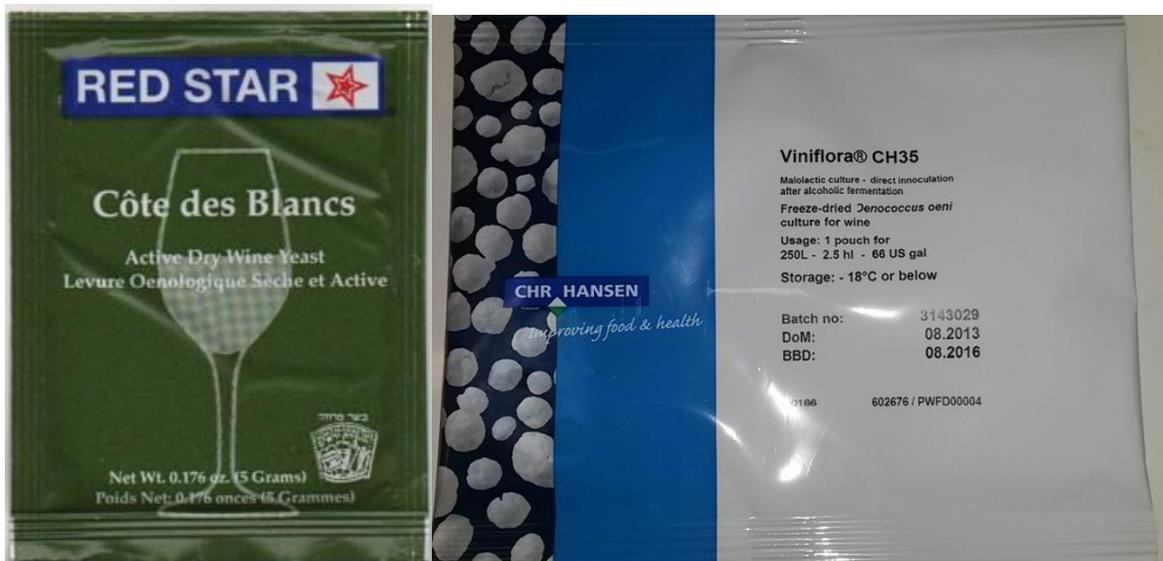
| Características de degustación | Puntos alcanzables | Descripción |
|--------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| -Olor | 5 / 5 / 5 / 5 / 5 / 5 4 / 4 / 4 / 4 / 4 / 4 3 / 3 / 3 / 3 / 3 / 3 2 / 2 / 2 / 2 / 2 / 2 1 / 1 / 1 / 1 / 1 / 1 | puro aún puro leves deterioros de olor (a diacetilo, oxidado) notables deterioros de olor fuertes deterioros de olor |
| -Sabor | 5 / 5 / 5 / 5 / 5 / 5 4 / 4 / 4 / 4 / 4 / 4 3 / 3 / 3 / 3 / 3 / 3 2 / 2 / 2 / 2 / 2 / 2 1 / 1 / 1 / 1 / 1 / 1 | puro aún puro leves deterioros de sabor notables deterioro del sabor fuertes deterioros del sabor |
| -Cuerpo | 5 / 5 / 5 / 5 / 5 / 5 4 / 4 / 4 / 4 / 4 / 4 3 / 3 / 3 / 3 / 3 / 3 2 / 2 / 2 / 2 / 2 / 2 1 / 1 / 1 / 1 / 1 / 1 | agradable al paladar, redondeado agradable al paladar poco agradable al paladar no redondeado vacío, desagradable al paladar |
| -Efervescencia | 5 / 5 / 5 / 5 / 5 / 5 4 / 4 / 4 / 4 / 4 / 4 3 / 3 / 3 / 3 / 3 / 3 2 / 2 / 2 / 2 / 2 / 2 1 / 1 / 1 / 1 / 1 / 1 | agradablemente burbujeante burbujeante poco burbujeante insípida muy insípida |
| -Calidad de la acidez | 5 / 5 / 5 / 5 / 5 / 5 4 / 4 / 4 / 4 / 4 / 4 3 / 3 / 3 / 3 / 3 / 3 2 / 2 / 2 / 2 / 2 / 2 1 / 1 / 1 / 1 / 1 / 1 | muy fina fina algo remanente remanente fuertemente remanente |
| O = M1V1 | | |
| Δ = M1V2 | | |
| Σ = M1V3 | | |
| Π = M2V1 | | |
| # = M2V2 | | |
| √ = M2V3 | | |
| Comentarios: | | |

Anexo 7. Ingredientes

Ambas mieles son de cosecha año 2014, obtenidas directamente de los productores

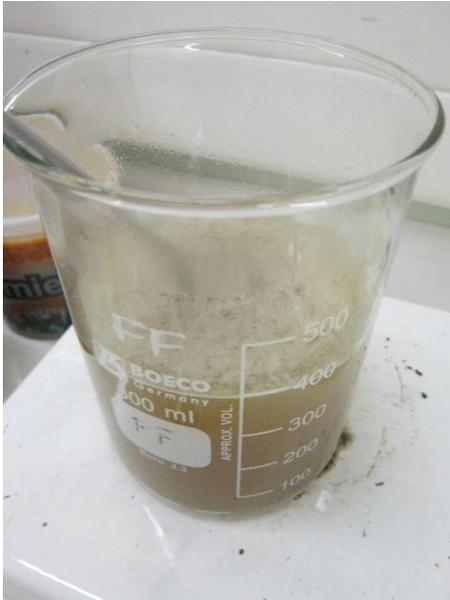
Las materias primas directas que se utilizaron en la elaboración de ambas mead fueron en orden secuencial, Miel de Ulmo bifloral ulmo-tiaca, miel de Ulmo, Levadura cot des blancs Laboratorio red star, Nutriente sulfato diamonio de laboratorio Wyeast, Agua potable de la red, Bacteria maloláctica CH-35, Acti-ML, Opti'Malo Plus, Dextrosa, levadura premier cuvee de red star y licor de expedición para finalizar el producto.

El material utilizado se describe en el punto 2.4.2 en el método de elaboración.



Anexo 8. Imágenes de la elaboración.

Miel



Inóculo



Pasteurización



Enfriado



(Continuación Anexo 8)

Llenado del fermentador



Fermentación alcohólica



Inóculo de bacteria malolactica



Embotellado



Sedimentación de levaduras



(Continuación Anexo 8)

Degüelle



(Continuación Anexo 8)

Presentación del producto



Anexo 9. Perfil melisopalínológico de la miel 1 polifloral y miel 2 monofloral ulmo



Universidad Austral de Chile
Instituto Producción y Sanidad Vegetal

INFORME MELISOPALINOLÓGICO

Nombre Solicitante : Bernardo Carrillo.
Dirección : Universidad Austral de Chile, Isla Teja s/n
Muestra : Miel 1
Fecha : 03-10-14

| Nombre común | Especie | % granos de polen |
|--------------------|--------------------------------|-------------------|
| Ulmo | <i>Eucryphia cordifolia</i> | 38.86 |
| Tiaca | <i>Calceoluvia paniculata</i> | 19.40 |
| Voqui | <i>Cissus striata</i> | 17.16 |
| Sauce alemán | <i>Salix caprea</i> | 8.20 |
| Hierba del chancho | <i>Hypochaeris radicata</i> | 5.22 |
| Guindo santo | <i>Eucryphia glutinosa</i> | 2.98 |
| Alfalfa chilota | <i>Lotus uliginosus</i> | 2.98 |
| Girasol | <i>Helianthus annuus</i> | 1.49 |
| Manzano | <i>Malus sp.</i> | 1.49 |
| Tineo | <i>Weinmannia trichosperma</i> | 0.74 |
| Siete camisas | <i>Escallonia rosea</i> | 0.74 |
| Acacia | <i>Acacia sp.</i> | 0.74 |

Miel Polifloral según NCh 2981.Of 2005

Observaciones:

El laboratorio no se hace responsable del protocolo de muestreo, utilizado para el envío de las muestras.



Miguel Neira Caamaño
Miguel Neira Caamaño
Ingeniero Agrónomo
Jefe Laboratorio

(Continuación Anexo 9)



Universidad Austral de Chile

Instituto Producción y Sanidad Vegetal

INFORME MELISOPALINOLOGICO

Nombre Solicitante : Bernardo Carrillo.
 Dirección : Universidad Austral de Chile, Isla teja s/n
 Muestra : Miel 2
 Fecha : 03-10-14

| Nombre común | Especie | % granos de polen |
|-----------------|-----------------------------|-------------------|
| Ulmo | <i>Eucryphia cordifolia</i> | 71.95 |
| Alfalfa chilota | <i>Lotus uliginosus</i> | 18.29 |
| Trebol blanco | <i>Trifolium repens</i> | 5.69 |
| Arrayán | <i>Luma apiculata</i> | 2.84 |
| Guindo santo | <i>Eucryphia glutinosa</i> | 1.21 |

Miel Monofloral de Ulmo según NCh 2981.Of 2005

Observaciones:

El laboratorio no se hace responsable del protocolo de muestreo, utilizado para el envío de las muestras.



Miguel Neira Caamaño

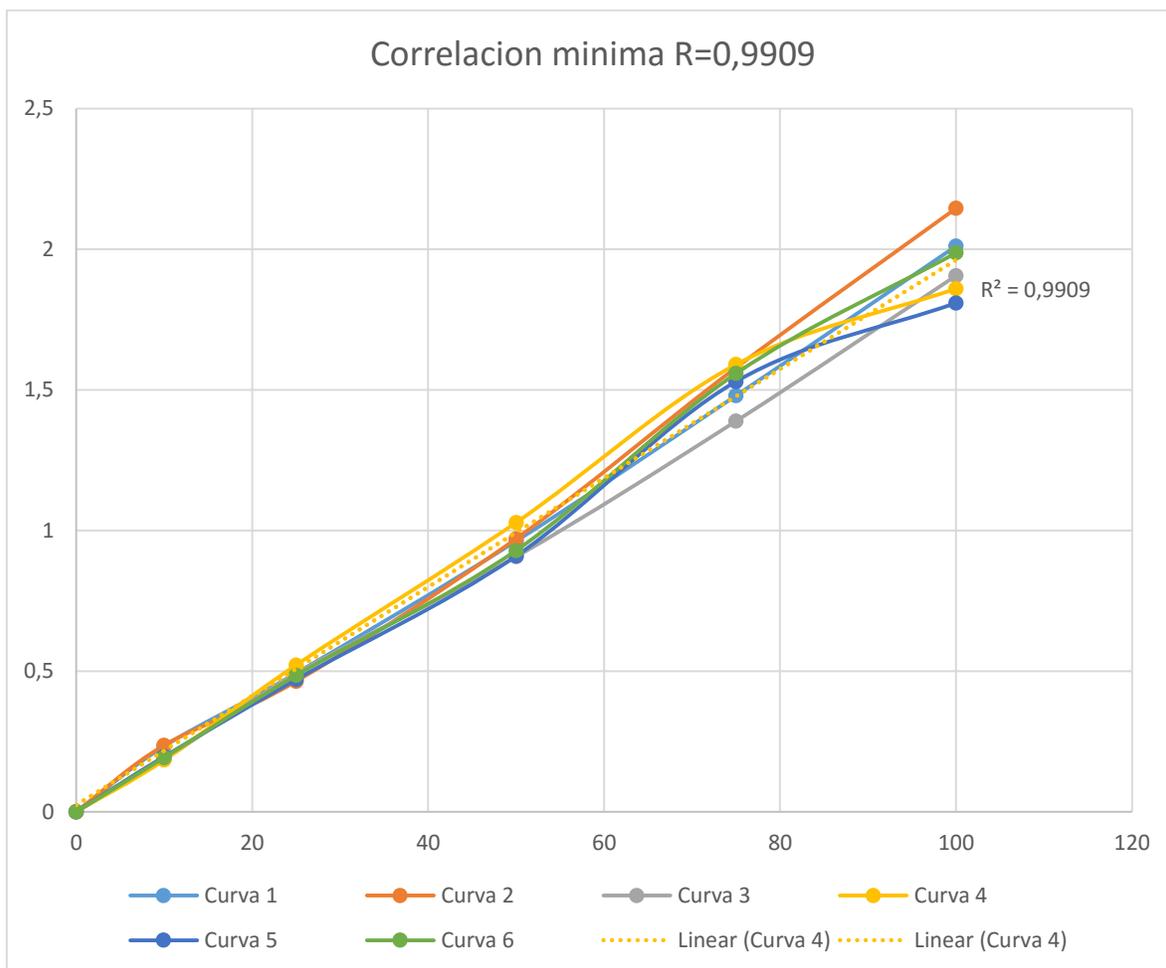
Miguel Neira Caamaño
 Ingeniero Agrónomo
 Jefe Laboratorio

Anexo 10. Perfil de azúcares

| | Promedio | | | Vino de miel | | |
|------|------------|----------------|------------|--------------|------------|------------|
| | g/100 ml | Mosto original | | | | |
| | mol/l | Fructosa | Glucosa | Sacarosa | Fructosa | Glucosa |
| M1V1 | 8,30 | 7,42 | 0,66 | 0,05 | 0,86 | 0,04 |
| | 4,60634978 | 4,12084941 | 0,32582515 | 0,02820388 | 0,47637436 | 0,01724417 |
| | | | | | | |
| M1V2 | 11,92 | 11,15 | 0,50 | 0,05 | 0,09 | 0,04 |
| | 6,61688156 | 6,19044329 | 0,24394926 | 0,02820388 | 0,05270911 | 0,01724417 |
| | | | | | | |
| M1V3 | 13,52 | 11,61 | 1,10 | 0,11 | 0,11 | 0,04 |
| | 7,50626732 | 6,44845237 | 0,53921623 | 0,06347557 | 0,05919798 | 0,01724417 |
| | | | | | | |
| M2V1 | 9,37 | 7,98 | 0,66 | 0,05 | 0,04 | 0,04 |
| | 5,20214395 | 4,43440867 | 0,32212319 | 0,02820388 | 0,0195273 | 0,01724417 |
| | | | | | | |
| M2V2 | 11,03 | 9,79 | 0,82 | 0,05 | 0,04 | 0,04 |
| | 6,12079528 | 5,43694887 | 0,40250316 | 0,02820388 | 0,0195273 | 0,01724417 |
| | | | | | | |
| M2V3 | 15,24 | 13,90 | 1,76 | 0,05 | 0,04 | 0,04 |
| | 8,45639654 | 7,71900459 | 0,86355794 | 0,02820388 | 0,0195273 | 0,01724417 |
| | | | | | | |

Nota: Celdas en blanco bajo el límite de detección.

Anexo 11 Curva alcoholes



Anexo 12 Resultados panel sensorial n= 5

| | M1V1 | | | | | Promedio | Moda |
|----------------------|------|----|----|----|----|----------|------|
| Aroma | 3 | 4 | 4 | 4 | 3 | 3,6 | 4 |
| Sabor | 5 | 5 | 4 | 4 | 4 | 4,4 | 4 |
| Cuerpo | 4 | 5 | 4 | 4 | 4 | 4,2 | 4 |
| Efervescencia | 2 | 2 | 3 | 3 | 2 | 2,4 | 2 |
| Calidad de la acidez | 3 | 3 | 3 | 3 | 2 | 2,8 | 3 |
| | 17 | 19 | 18 | 18 | 15 | 17,4 | |

| | M1V2 | | | | | Promedio | Moda |
|----------------------|------|----|----|----|----|----------|------|
| Aroma | 5 | 4 | 4 | 5 | 4 | 4,4 | 4 |
| Sabor | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 |
| Cuerpo | 4 | 5 | 5 | 4 | 5 | 4,6 | 5 |
| Efervescencia | 4 | 4 | 4 | 4 | 5 | 4,2 | 4 |
| Calidad de la acidez | 5 | 4 | 5 | 4 | 4 | 4,4 | 4 |
| | 23 | 22 | 23 | 22 | 23 | 22,6 | |

| | M1V3 | | | | | Promedio | Moda |
|----------------------|------|----|----|----|----|----------|------|
| Aroma | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 |
| Sabor | 5 | 3 | 4 | 3 | 3 | 3,6 | 3 |
| Cuerpo | 4 | 4 | 4 | 4 | 5 | 4,2 | 4 |
| Efervescencia | 3 | 3 | 4 | 4 | 3 | 3,4 | 3 |
| Calidad de la acidez | 5 | 4 | 5 | 4 | 4 | 4,4 | 4 |
| | 21 | 18 | 21 | 19 | 19 | 19,6 | |

(Continuación Anexo 12)

| | M2V1 | | | | | Promedio | Moda |
|----------------------|------|----|----|----|----|----------|------|
| Aroma | 3 | 3 | 4 | 4 | 4 | 3,6 | 4 |
| Sabor | 3 | 4 | 5 | 5 | 4 | 4,2 | 5 |
| Cuerpo | 5 | 5 | 4 | 4 | 5 | 4,6 | 5 |
| Efervescencia | 4 | 5 | 4 | 4 | 4 | 4,2 | 4 |
| Calidad de la acidez | 4 | 4 | 5 | 5 | 5 | 4,6 | 5 |
| | 19 | 21 | 22 | 22 | 22 | 21,2 | |
| | M2V2 | | | | | Promedio | Moda |
| Aroma | 5 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4,2 | 4 |
| Sabor | 4 | 3 | 4 | 4 | 4 | 3,8 | 4 |
| Cuerpo | 4 | 5 | 4 | 5 | 4 | 4,4 | 4 |
| Efervescencia | 4 | 3 | 3 | 2 | 3 | 3 | 3 |
| Calidad de la acidez | 4 | 4 | 2 | 3 | 4 | 3,4 | 4 |
| | 21 | 19 | 17 | 18 | 19 | 18,8 | |
| | M2V3 | | | | | Promedio | Moda |
| Aroma | 3 | 3 | 4 | 5 | 3 | 3,6 | 3 |
| Sabor | 3 | 3 | 2 | 2 | 2 | 2,4 | 2 |
| Cuerpo | 4 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3,2 | 3 |
| Efervescencia | 2 | 3 | 3 | 3 | 2 | 2,6 | 3 |
| Calidad de la acidez | 3 | 3 | 4 | 5 | 3 | 3,6 | 3 |
| | 15 | 15 | 16 | 18 | 13 | 15,4 | |

Anexo 13. LEY 18445

Artículo 10°.- Se considerarán impurezas volátiles de los alcoholes, destilados, y licores, las siguientes sustancias: ácidos, aldehidos, furfural, alcohol metílico, alcoholes superiores y ésteres.

Los alcoholes potables, destilados y licores que no estén sujetos a requisitos específicos sobre la materia podrán contener las siguientes impurezas volátiles parciales máximas expresadas en gramos por litro a 100 grados de alcohol:

- a) Acidos totales expresados en ácido acético : 2,000
- b) Aldehidos expresados en aldehido acético : 1,000
- c) Furfural : 0,080
- d) Alcohol metilico : 1,500
- e) DEROGADA

El ácido cianhídrico se permite sólo en alcoholes y bebidas no fermentadas maceradas con carozo en proporción máxima de 0,040 gramos por litro a 100 grados de alcohol.