



UNIVERSIDAD DE CHILE

FACULTAD DE CIENCIAS AGRONÓMICAS

ESCUELA DE POSTGRADO

POTENCIAL DE LAS VARIETADES DE UVA PAÍS Y CINSULT PARA LA ELABORACIÓN DE VINOS ESPUMANTES

Tesis para optar al Título Profesional de Ingeniero Agrónomo y al Grado de
Magíster en Ciencias Agropecuarias

MARÍA IGNACIA LAMBERT ROYO

Directores de Tesis

ÁLVARO IVÁN PEÑA NEIRA
CRISTINA ÚBEDA AGUILERA

Profesores consejeros

CLAUDIO PASTENES VILLAREAL
ÍTALO CHIFFELLE GÓMEZ

SANTIAGO - CHILE

2021

UNIVERSIDAD DE CHILE
FACULTAD DE CIENCIAS AGRONÓMICAS
ESCUELA DE POSTGRADO

**POTENCIAL DE LAS VARIEDADES DE UVA PAÍS Y CINSULT PARA LA
ELABORACIÓN DE VINOS ESPUMANTES**

Tesis presentada como parte de los requisitos para optar al Título Profesional de
Ingeniero Agrónomo y al Grado de Magíster en Ciencias Agropecuarias.

MARIA IGNACIA LAMBERT ROYO

	Calificaciones (Memoria de Título)	Calificaciones (Tesis de Grado)
DIRECTORES DE TESIS		
Álvaro Iván Peña Neira Ingeniero Agrónomo-Enólogo, Dr.	X,X	X,X
Cristina Úbeda Aguilera Licenciada en Farmacia, Dra.	X,X	X,X
PROFESORES CONSEJEROS		
Claudio Pastenes Villareal Ingeniero Agrónomo, Dr.	X,X	X,X
Ítalo Chiffelle Gómez Bioquímico, Dr.	X,X	X,X

Santiago, Chile
2021

AGRADECIMIENTOS Y DEDICATORIAS

Quiero agradecer a mis dos directores de tesis, los doctores Cristina Úbeda y Álvaro Peña por haber aceptado guiarme en este proyecto y por estar siempre atentos y disponibles durante todo el proceso. Gracias Cristina por la cantidad de horas de ayuda, por hacerme sentir parte del proyecto desde un comienzo y por brindarme lo mejor desde la distancia en tiempos de pandemia. Son grandes profesionales y referencias a seguir. Muchas gracias!

A Mariona Gil i Cortiella por ayudarnos a procesar los vinos, a montar el Mosalux y por estar siempre disponible ante cualquier duda que existiese. A Camila Gómez por la paciencia que tuvo al ayudarme con las muestras en el análisis Mosalux.

A Hernán Amenábar por la buena disposición y amabilidad durante los servicios prestados en los degüelles de espumantes. Gracias también a los enólogos que acudieron amablemente a la Facultad de Ciencias Agronómicas para participar de la degustación sensorial.

Gracias a los Laboratorios de Química Enológica y de Análisis Cromatográfico, especialmente a Héctor Morales quien estuvo siempre dispuesto a ayudarme en los análisis y dudas existentes

Gracias a la escuela de Postgrado de la Universidad de Chile, a la Universidad Rovira i Virgili y a FONDECYT por permitirme realizar una pasantía en España analizando las proteínas de los vinos espumantes del proyecto.

Gracias a FONDECYT por ser fuente de financiamiento y permitir que se lleve a cabo este proyecto titulado "Study of different technological strategies to increase the quality of Chilean sparkling wines produced by traditional method" -Código 1171227.

Gracias a mis amigos por los consejos, risas y anécdotas vividas estos últimos años. Gracias a mi familia que son mi felicidad y apoyo en todo momento. A mis padres que son un ejemplo de vida para mí, a mis hermanas que me demuestran su amor incondicional en todo momento y son mis correctoras de tesis en casa, y a mi pololo que ha sido un pilar fundamental, estando siempre atento y preocupado por que finalizara todo bien.

No tengo palabras para agradecer todo lo que han hecho por mí,

¡Muchísimas gracias a todos!

ÍNDICE

RESUMEN.....	2
ABSTRACT	3
INTRODUCCIÓN.....	4
Antecedentes generales	4
Efecto de la variedad, tiempo y mezcla en el perfil aromático y en la espumabilidad.....	5
HIPÓTESIS.....	6
OBJETIVOS.....	6
MATERIALES Y MÉTODOS	7
Ubicación del estudio	7
Material biológico	7
Tratamientos y diseño experimental	8
Manejo del experimento	8
-Elaboración del pie de cuba	8
-Tiraje, segunda fermentación y degüelle.....	9
Variables a medir	10
Análisis estadístico	12
RESULTADOS	13
Análisis del perfil aromático	13
Análisis de Fenoles totales de vinos espumantes con tres meses de crianza sobre lías.....	20
Análisis de calidad de la espuma	21
Análisis de concentración de proteínas	25
Análisis sensorial	27
DISCUSIÓN	29
CONCLUSIONES	31
LITERATURA CITADA	32
ANEXOS Y/O APÉNDICES	37

RESUMEN

Actualmente, las estrategias de marketing de la industria se basan en la diversificación de la producción de diferentes variedades de uva. Es por esto, que hoy en día existe un creciente interés en el estudio de variedades que puedan resultar novedosas para el mercado y en los efectos que producen distintos cultivares en la mezcla de un vino. La presente investigación tuvo como propósito caracterizar espumantes elaborados por método tradicional, de variedades tintas, determinando el aporte de cada variedad a las diferentes mezclas y el efecto del tiempo de crianza.

Se analizaron vinos base de las variedades Cinsault, País y Pinot noir, así como sus respectivos vinos espumantes relacionando el aporte que generó cada uno a la mezcla de dos de ellos en una proporción de 25-75%, 50-50% y 75-25%, analizando la calidad de la espuma, el perfil aromático, la concentración de proteínas y las características sensoriales. Tras estos análisis, se correlacionaron los parámetros de espumabilidad con los contenidos de proteínas y con la persistencia de la espuma. Sensorialmente, se determinaron las diferencias aromáticas y de espumabilidad perceptibles. La variedad Pinot noir destacó por sobre las variedades emergentes, Cinsault y País, en la mayoría de los parámetros estudiados y se evidenció que el tiempo de crianza sobre lías idóneo para cada variedad es dependiente, siendo recomendable una crianza mas corta para País mientras que Cinsault potenciaría sus características sensoriales al someterla a un período mas extenso de crianza. Al realizar mezclas, la fracción aromática fue la más afectada, no obstante, la mezcla entre las dos variedades no tradicionales aumentó la calidad de la espuma.

Palabras claves: Crianza sobre lías, calidad, espuma, mezcla, perfil aromático, proteínas.

ABSTRACT

Nowadays, the marketing strategies of the industry are based on the diversification of the production of different grape varieties. That is why today there is a growing interest in the study of varieties that may be novel for the market and in the effects that different cultivars produce in the mixture of a wine. The purpose of this research was to characterize sparkling wines made by the traditional method, of red varieties, determining the contribution of each variety to the different mixtures and the effect of aging time.

Base wines of Cinsault, País and Pinot noir varieties were analyzed, as well as their respective sparkling wines, relating the contribution that each one generated to the mixture of two of them in a proportion of 25-75%, 50-50% and 75- 25%, analyzing the quality of the foam, the aromatic profile, the protein concentration and the sensory characteristics. After these analyzes, the foamability parameters were correlated with the protein contents and with the persistence of the foam. Through sensory analysis, the aromas and perceptible foamability characteristics were differentiated. The Pinot noir variety stood out above the emerging varieties, Cinsault and País, in most of the parameters studied and it was evidenced that the ideal aging time on lees for each variety is dependent, with a shorter aging being recommended for País while Cinsault It would enhance its sensory characteristics by subjecting it to a longer period. When making mixtures, the aromatic fraction was the most affected, however, the mixture between the two non-traditional varieties increased the quality of the foam.

Key words: Ageing on lees, quality, foam, mixture, aromatic profile, proteins.

INTRODUCCIÓN

Los espumantes son vinos cuya principal característica es la espuma que liberan (Medina, 2017). Así, la espuma en sí misma y su efervescencia son los primeros factores organolépticos que el consumidor percibe (Liger-Belair, 2012). La invención de los espumantes se le ha atribuido al abate francés Dom Pierre Pérignon, quien fue el primero en estudiarlos. Vinos almacenados se sometieron a una fermentación secundaria, debido al detenimiento de la actividad de la levadura provocado por el frío invierno, antes de que todo el azúcar del vino fuera metabolizado en alcohol. Luego en la primavera, cuando el clima cálido regresó, la levadura fue reactivada provocando burbujas de dióxido de carbono (Bullock *et al.*, 1998).

Los principales países productores de vinos espumantes son Francia, Italia y España, reconocidos por su propia denominación como Champagne, Prosecco y Cava, respectivamente. Nombres que mantienen protegido a estos espumantes bajo una denominación de origen protegida (D.O.P), teniendo que ser elaborados bajo específicas normas. No obstante, muchos otros países elaboran de igual modo espumantes de calidad (Galeote, 2013). En cuanto a los métodos de elaboración, los métodos más utilizados son el método *Charmat* y el método *Champenoise*, siendo la principal diferencia el recipiente en el que tiene lugar la segunda fermentación. En el primer método, el vino se fermenta por segunda vez en tanques de acero inoxidable y en el segundo método, también conocido como tradicional, se produce una segunda fermentación del vino base en botellas. Las principales etapas de elaboración son: tiraje, crianza en rima, removido y degüelle (Hidalgo, 2011).

La legislación chilena N°18.455 que fija normas sobre producción, elaboración y comercialización de bebidas alcohólicas, señala en el artículo 20° que un vino espumante o espumoso es el vino que termina su elaboración en envase cerrado y cuyo contenido de anhídrido carbónico se ha desarrollado naturalmente por una segunda fermentación en base a azúcares, y cuya presión no puede ser inferior a 3 atmósferas a 20°C. En su elaboración están autorizadas las prácticas de los dos métodos de fermentación.

Dentro de los factores claves en la elaboración de vinos espumantes se encuentran la elección de las variedades de uvas y el tiempo de crianza sobre lías (Sandoval, 2015). Las principales variedades utilizadas en la elaboración de espumantes en Chile corresponden a Chardonnay, Sauvignon blanc y Pinot noir (ODEPA, 2015; ProChile, 2015). Enólogos innovadores están elaborando espumantes con variedades no tradicionales para aportar perfiles aromáticos interesantes y novedosos (Kjörling, 2016). Dentro de las variedades no tradicionales para producción de vino espumante se encuentra la variedad País que se reconoce por ser frutosa, tener bajo grado alcohólico, claro color y alta acidez (Lacoste, 2010). Esta variedad presenta 12.520 ha plantadas en Chile, un 8,8% del total de variedades viníferas. La variedad País tiene además un valor añadido al ser la primera cepa que entró en Latinoamérica (Lacoste *et al.*, 2010), de ahí su alto valor patrimonial. Por otro lado, la variedad Cinsault presenta 743 ha en Chile (ODEPA, 2015), al igual que la anterior, se caracteriza por tener una buena resistencia a la sequía y producir un vino más ligero, utilizándose casi exclusivamente para añadir suavidad y aroma a frutas (Wines of Chile, 2017). Estas variedades se encuentran localizadas principalmente en el valle de Itata, en la región del Maule.

Efecto de la variedad, tiempo y mezcla en el perfil aromático y en la espumabilidad

El tiempo de crianza y el manejo de la mezcla final de variedades empleadas, denominado “*coupage*”, son elementos claves en la elaboración de vinos espumantes (Tudela, 2015). El principal objetivo del “*coupage*” es mejorar la calidad del vino, equilibrando sus componentes e incrementando la estabilidad para así elaborar un producto con características originales (Boulton, 1996). La mezcla de vino está basada en la experiencia del enólogo, quien ha aprendido a través de los años de trabajo, cuáles son las variedades que otorgan atributos más destacables a las mezclas (Monagas *et al.*, 2005).

Un adecuado tiempo de crianza sobre lías entrega redondez, cuerpo y complejidad aromática a la bebida espumosa, a la vez que afecta positivamente a la calidad de la burbuja (Mangas y Blanco, 2010), aportando compuestos deseables que incrementan proporcionalmente al tiempo de crianza (Tomínaga *et al.*, 2003). Martí-Raga *et al.* (2016) estudiaron el tiempo de crianza concluyendo su influencia en las propiedades espumantes, el cual demostró un aumento significativo a partir de los dieciocho meses de crianza sobre lías. Estas propiedades son adquiridas gracias al proceso de autólisis, el contacto con lías provoca cambios en la composición del aroma debido a la liberación enzimática de precursores glicosídicos (Riu-Aumatell *et al.*, 2004), modificando las propiedades organolépticas y otorgando efectos positivos (Martínez-Lapuente *et al.*, 2013; Tudela, 2015).

Además del perfil aromático, otras características del vino se ven afectadas en el transcurso de la autólisis. La calidad de la espuma se ve influenciada por la variedad, la cual es considerada uno de los principales componentes que influyen en las propiedades de los vinos espumantes (Blasco *et al.*, 2011). La espuma, tanto la dinámica creada por las burbujas, los rosarios y el tamaño de estas, es considerada como un criterio esencial de calidad sensorial en los espumantes (Liger-Belair *et al.*, 2005; Kjörling, 2016). Es por esto que la monitorización del contenido de proteínas en los vinos resulta muy importante, ya que está directamente relacionado con la espuma que presente el vino espumante. Las proteínas forman capas de adsorción y estabilizan la interfaz gas/líquido, aportando untuosidad al vino, fijando aromas e incrementando la formación de espuma (Esteruelas *et al.*, 2015). Se ha comprobado la existencia de una relación entre la concentración de proteínas y la altura máxima de espuma. Los polisacáridos de mayor importancia cuantitativa son los que provienen de las uvas y levaduras. Además de contribuir a la sensación de volumen en boca, influyen en las características espumantes debido a la viscosidad que aportan, pudiéndose observar finalmente en la espuma más estable (Martínez-Lapuente *et al.*, 2013).

Según lo mencionado anteriormente, debido a la gran influencia de la variedad de uva en la calidad del vino final, existe actualmente un creciente interés en el estudio de variedades de uvas que puedan resultar novedosas para el mercado, generando un amplio potencial de crecimiento debido al valor añadido al vino de identidad y diferenciación. Sin embargo, no existen estudios sobre las variedades Cinsault y País, más aún en vinos espumantes donde se demuestre el efecto que genera el tiempo crianza sobre lías en los aromas y espumabilidad de estas. Por otro lado, la mezcla de vino es uno de los aspectos menos estudiados de los procesos de elaboración de vino en Chile y de manera más pronunciada en los vinos espumantes y aún no existen investigaciones que establezcan cuales son los efectos sobre las características químicas y sensoriales que producen los cultivares de País y Cinsault en la mezcla de un vino base para la futura elaboración de un espumante.

HIPÓTESIS

La utilización de las variedades País y Cinsault en la mezcla de vinos base modifica las características físicas, químicas y sensoriales de los vinos espumantes, en relación con aquellos producidos con la variedad tradicional Pinot noir.

Un aumento en el tiempo de crianza sobre lías otorga mayor cuerpo y complejidad aromática a vinos espumantes elaborados a partir de variedades puras y sus mezclas, a la vez que mejora las características de la espuma otorgando más atributos sensoriales.

OBJETIVOS

Objetivo general

Caracterizar física, química y sensorialmente vinos espumantes de variedades tintas elaborados por el método tradicional, determinando el aporte de cada variedad a la calidad de las diferentes mezclas y el efecto del tiempo de crianza.

Objetivos específicos

Evaluar el efecto de la variedad, tiempo y mezcla en las características químicas de vinos base y espumantes de las variedades Pinot noir, País y Cinsault, puros y en mezclas.

Evaluar las características físicas de la espuma potencial de vinos base y de la espumabilidad en vinos espumantes.

Evaluar características sensoriales de vinos espumantes con distintos meses de crianza sobre lías.

MATERIALES Y MÉTODOS

Ubicación del estudio

El tiraje de los espumantes se realizó en la planta piloto del Departamento de Agroindustria y Enología de la Facultad de Ciencias Agronómicas. Los análisis a los vinos bases y espumantes se realizaron en los Laboratorios de Química Enológica, Laboratorio de Análisis Cromatográfico y Laboratorio de Análisis Sensorial del Departamento de Agroindustria y Enología de la Facultad de Ciencias Agronómicas de la Universidad de Chile.

Material biológico

Los vinos base utilizados para la elaboración de los espumantes analizados se obtuvieron en las viñas Undurraga y Bouchon. Los vinos de la variedad Cinsault y Pinot noir fueron adquiridos en la viña Undurraga, ubicada en la comuna de Talagante (S 33° 38' 50.82" - O 70° 53' 08.79"). Ambos obtenidos de los viñedos ubicados en la localidad de Cauquenes (S 35° 58' 00" – O 72° 21' 00") y vinificados en la bodega de Talagante. El vino de la variedad País, con uvas procedentes del viñedo ubicado en la localidad de San Javier (S 35° 34' 29,4" – O 71° 59' 23,6") fue adquirido en la viña Bouchon, ubicada en el mismo lugar en donde fue vinificado.

Las variedades utilizadas y sus cantidades de vinos base fueron las siguientes:

1. Cinsault: 180 L
2. País: 180 L
3. Pinot noir: 180 L

Para la elaboración del pie de cuba se utilizó:

1. Levaduras comerciales EC 1118 de la empresa Lallemand.
2. Vino base de la variedad Pinot noir
3. Azúcar
4. Agua purificada

Equipamiento

1. Cromatógrafo de gases Agilent 7890B
2. Espectrómetro de masas acoplado a Agilent 5977 (Agilent Technologies, CA, USA).
3. Equipamiento Mosalux

Tratamientos y diseño experimental

El diseño experimental es completamente al azar (DCA) con estructura factorial de tratamientos donde los factores son las variedades de vino en distinta proporción (12 niveles) y el factor tiempo (5 niveles), correspondientes a un porcentaje diferente de mezcla entre dos vinos de las variedades Cinsault (CI), País (PA) y Pinot noir (PN) (Figura 1). La unidad experimental corresponde a 750 mL de vino espumante contenido en una botella de vidrio, realizando 3 repeticiones por tratamiento.

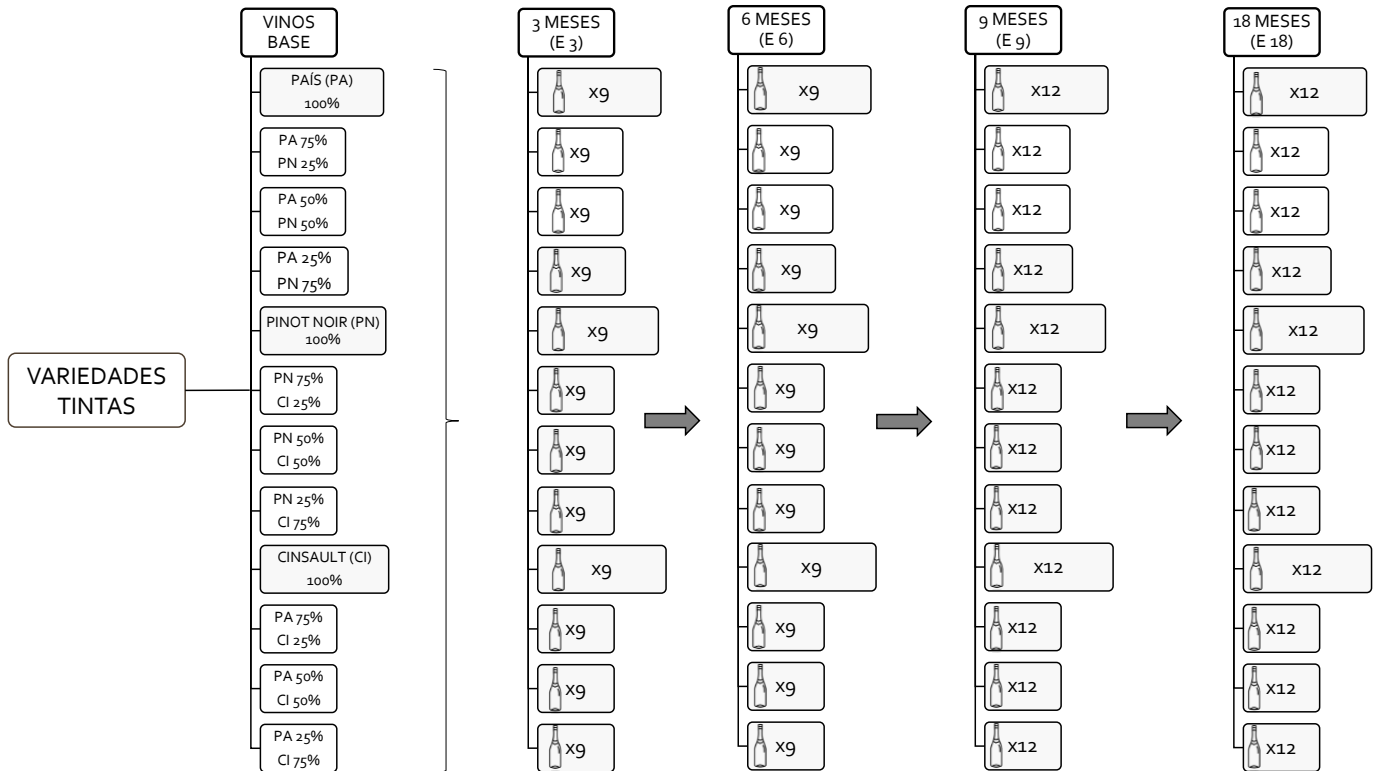


Figura 1. Contribución porcentual de las variedades a las mezclas de vinos en los tiempos a analizar, comenzando desde los vinos base hasta los espumantes a los 3, 6, 9 y 18 meses de crianza sobre lías con el número de botellas destinado para los diferentes puntos de muestreo.

Manejo del experimento

Como se puede observar en la Figura 2, para obtener un total de 12 tratamientos se fermentó cada variedad por sí sola y también se generaron nueve mezclas a partir de los vinos base de las variedades Cinsault (CI), País (PA) y Pinot noir (PN) utilizando dos de ellos en una proporción de 25-75%, 50-50% y 75-25% en depósitos de acero inoxidable.

Elaboración del pie de cuba

Para la elaboración del pie de cuba, se utilizaron 34,3 gramos de levadura (12 g/hL) disueltas en 340 litros de agua purificada a 35°C. A continuación, para alcanzar 24 gramos de azúcar por litro de vino, se incorporaron 1,5 litros de agua con 200 gramos de azúcar disuelto, seguido de la adición de 3,9 litros de vino base de Pinot noir. Se mantuvieron a una temperatura de 25-30°C por toda una noche. Al día siguiente, se incorporaron 16 litros de vino base junto con 800 gramos de azúcar. Al tercer día, se realizaron un recuento de células viables en una cámara de Neubauer en donde se identificaron 1.000.000 de células por mL.

Tiraje, segunda fermentación y degüelle

El tiraje comenzó con la adición de 800 mL de un pie de cuba junto con 3 gramos de bentonita por hectolitro a cada depósito, para luego almacenar cada tratamiento en 50 botellas de 750 mL, obteniendo un total de 600 botellas, las cuales se taparon con bidule y tapa de corona.

Las botellas se colocaron en posición de rima, en 4 jaulas, en una carpa climatizada a 25°C para asegurar la segunda fermentación. El término de la segunda fermentación se determinó al alcanzar 5,5 atm de presión, utilizando un afrómetro, lo cual asegura el consumo de azúcar añadido en el pie de cuba. Una vez terminada la fermentación, se almacenaron en la planta piloto de la Facultad de Ciencias Agronómicas hasta el momento del degüelle, momento en el cual cada botella fue rellenada con el mismo tratamiento y a cada botella se le adicionaron 10 mL de una disolución con 0,15 gramos de metabisulfito de potasio.

Finalmente, las botellas fueron almacenadas en una bodega en la planta piloto de la Facultad de Ciencias Agronómicas a una temperatura de 18°C y una humedad relativa del 30% (Garrido, 2006) hasta el momento de analizarlas.

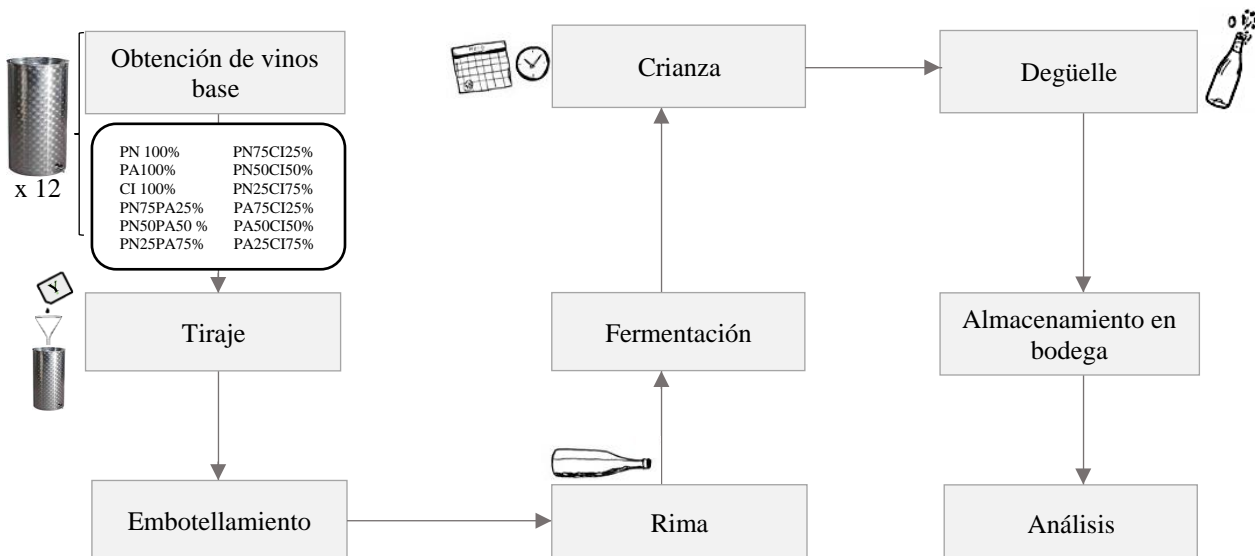


Figura 2. Esquema manejo del experimento en la elaboración de vino espumante.

Variables a medir

Análisis de espumabilidad

Dentro de los métodos utilizados para correlacionar las propiedades espumantes con las características del vino, el método Mosalux es uno de aquellos que permite medir las características físicas de la espuma, cuantificadas mediante tres parámetros:

1. HM: altura máxima alcanzada por el vino en la probeta.
2. HS: altura a la que se estabiliza la espuma mientras está el mismo flujo de CO₂.
3. TS: tiempo que tarda en estabilizarse la espuma sometida al flujo constante.

Se utilizó el método de Mosalux, cuyo principio se basa en la medida de la altura de la espuma de 100 mL de vino en función del tiempo, generada por la inyección de CO₂ a un flujo y presión constante, en una probeta de vidrio de 40 mm de diámetro y 430 mm de altura. La parte inferior de la probeta está compuesta por vidrio poroso, y un tubo de salida donde se conecta la inyección de CO₂ (Moreno-Arribas, 2000).

Todos los tratamientos fueron desgasificados previamente y se estabilizaron a una temperatura de 17°C. El caudal de CO₂ utilizado para analizar los vinos base fue de 5 litros por hora, mientras que el caudal utilizado para los espumantes (E3, E6, E9 y E18) fue de 10 litros por hora. Esta diferencia se explica porque el total de proteínas es mayor en vinos base. Para asegurar la limpieza de la probeta, antes de analizar cada muestra esta se limpiaba con una solución de etanol absoluto, se enjuagaba con agua milliQ y finalmente se eliminaba la humedad mediante la inyección de CO₂.

Análisis de concentración de proteínas

Para cuantificar las proteínas se siguió el método descrito en Canals et al., 1998, primero se realizó una diálisis del vino desgasificado por medio de sacos de celulosa, para purificar al máximo y lograr separar las proteínas de las demás sustancias evitando la interferencia de taninos. La diálisis se realizó colocando 15 mL de muestra en sacos de celulosa con una porosidad de 3.500 Daltons. Con esta porosidad se consigue que las partículas más pequeñas salgan hacia el medio exterior. El proceso de diálisis dura 4 días, los dos primeros las muestras se sumergen en una solución 0,3M de acetato de amonio para eliminar los taninos de la muestra y los otros dos en agua miliQ para terminar de favorecer la diálisis.

Seguido de esto, las muestras dializadas se congelan para luego ser liofilizadas. Se recupera el pelet con 1,5 mL de agua miliQ y se vuelven a liofilizar. El pelet obtenido, se suspende con 0,6 mL de acetato de amonio (300 mmol/L), se filtra y se pasa a un vial para ser analizado mediante el HPLC Agilent Technologies 1200-1100, utilizando 100µL de muestra que son inyectados en el inyector y separados en la columna. En este caso se utiliza la columna 165 Shodex OHpak SB-803 HQ, logrando la separación de los diferentes grupos de proteínas según el tamaño de exclusión molecular y tiempo de retención de cada uno en el sistema cromatográfico. El análisis tiene una duración de 70 minutos. La calibración (cualitativa) de los diferentes tiempos de exclusión molecular se hace con diferentes proteínas desde 2 hasta 150 kDa.

Cuadro 1. Grupos de proteínas según el tiempo de exclusión molecular de cada uno en HPLC.

Tiempo inicio exclusión (min)	Tiempo final exclusión (min)	kDa	Grupo
9,00	10,75	≥ 150	Peso molecular alto
10,75	12,27	150-75	
12,27	13,15	75-50	Peso molecular medio
13,15	14,68	50-25	Peso molecular pequeño
14,68	20,21	25-2	Péptidos
20,21	30,00	≤ 2	

Análisis del perfil aromático

El método HS-SPME se utilizó con los parámetros optimizados que incluyen temperatura de incubación (35, 45, 55 y 65°C), tiempo de extracción (20, 30, 40 y 50 minutos), tiempo de desorción (180, 300 y 420 segundos) y concentración de cloruro de sodio (1, 1,5 y 2 g). Se utilizó 15 mL de vino en vial de vidrio de 20 mL con cloruro de sodio y 15 µL de 4-metil-2-pentanol (IS) a 0,75 g/L. Se empleó muestreo estático del espacio de cabeza después de la limpieza y acondicionamiento de la fibra. Después de incubar con temperatura y velocidad de agitación de 500 rpm, los volátiles en el espacio de cabeza del vial se extrajeron con una fibra Carboxen / DVB / PDMS SPME de 2 cm 50/30 µm (Supelco, Bellefonte, PA, EE. UU.). El análisis cromatográfico de gases se llevó a cabo utilizando un sistema GC Agilent 7890B acoplado a un espectrómetro de masas cuadrupolo inerte Agilent 5977 (Agilent Technologies, Palo Alto, CA, EE. UU.). Se utilizó una columna capilar DB Wax (60 m x 0,25 mm, espesor de película de 0,25 µm, J&W Scientific, Folsom, CA, EE. UU.). Todos los datos se registraron utilizando el software MS ChemStation (Agilent Technologies, Palo Alto, CA, EE. UU.). Las muestras se analizaron por triplicado, y antes y después de cada análisis se realizaron análisis en blanco utilizando tubos de vidrio vacíos (Cristina Úbeda et al., 2019).

Análisis sensorial

Se trabajó con un panel de 12 expertos catadores de vinos espumantes, quienes analizaron parámetros descriptivos visuales, aromáticos y gustativos de los espumantes monovarietales con 3, 6, 9 y 18 meses de crianza sobre lías. Cada evaluador contaba con una pauta (Anexo I) y un individual que presentaba las codificaciones, de tres dígitos aleatorios, demarcadas con una circunferencia para indicar el lugar de cada copa. Estos se cambiaban al iniciar la evaluación de cada variedad (Anexo II). Se entregó 50 mL de vino espumante a una temperatura de 6°C en copas de vidrio transparente estilo flauta de 100 mL. Cada botella fue abierta cuidadosamente sin agitar, segundos antes de comenzar la evaluación.

Se comenzó evaluando cuatro copas, las cuales correspondían a la variedad Cinsault con sus respectivos tiempos de crianza sobre lías (3M, 6M, 9M y 18M). Luego, los cuatro puntos de muestreo de la variedad País y finalmente los de Pinot noir. Por último, se realizó un análisis descriptivo, para comparar a las tres variedades sólo a los 9M. En este caso, los catadores recibieron tres copas, las cuales contenían a cada variedad.

Modelo estadístico

$$y_{ijk} = \mu + X_i + T_j + (XT)_{ij} + \varepsilon_{ik}$$

y_{ijk} = respuesta de la k^a repetición en el i^o nivel del factor X y j^o nivel del factor T

X_i = el efecto que produce el i -ésimo nivel del factor variedades

T_j = el efecto que produce el j -ésimo nivel del factor tiempo

XT = es el efecto de la interacción entre el nivel i de X con el nivel j de T

k = repeticiones (3)

μ = media general de las observaciones

ε = el error asociado a la ijk -ésima observación, que se supone normal independientemente distribuida con esperanza 0 y σ^2 .

Análisis estadístico

Los datos obtenidos en cada medición fueron analizados con el software InfoStat, mediante modelos lineales mixtos, de acuerdo a un diseño completamente aleatorizado. En caso de existir diferencias significativas entre los tratamientos, se utilizó la prueba de comparaciones múltiples LSD de Fisher con un nivel de significancia del 5%.

RESULTADOS

Análisis del perfil aromático

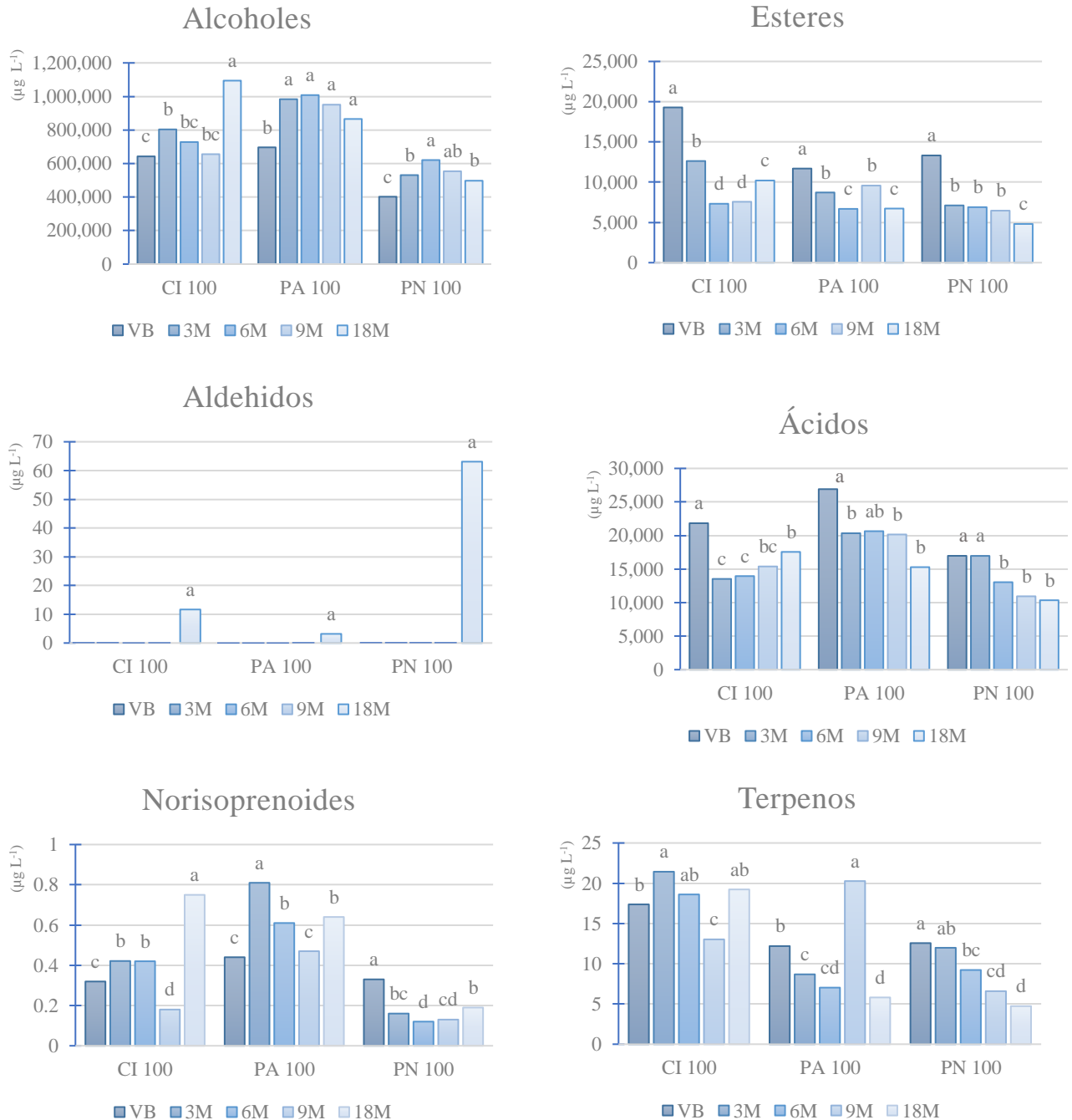


Figura 3. Concentración total de compuestos por grupos aromáticos de los vinos espumantes monovarietales. Medias ajustadas con letras distintas en sentido horizontal indican diferencias estadísticas significativas, entre distintos meses de crianza de un mismo tratamiento, según la prueba de comparación LSD de Fisher (p -valor < 0,05). PN = Pinot noir; PA = País; CI = Cinsault.

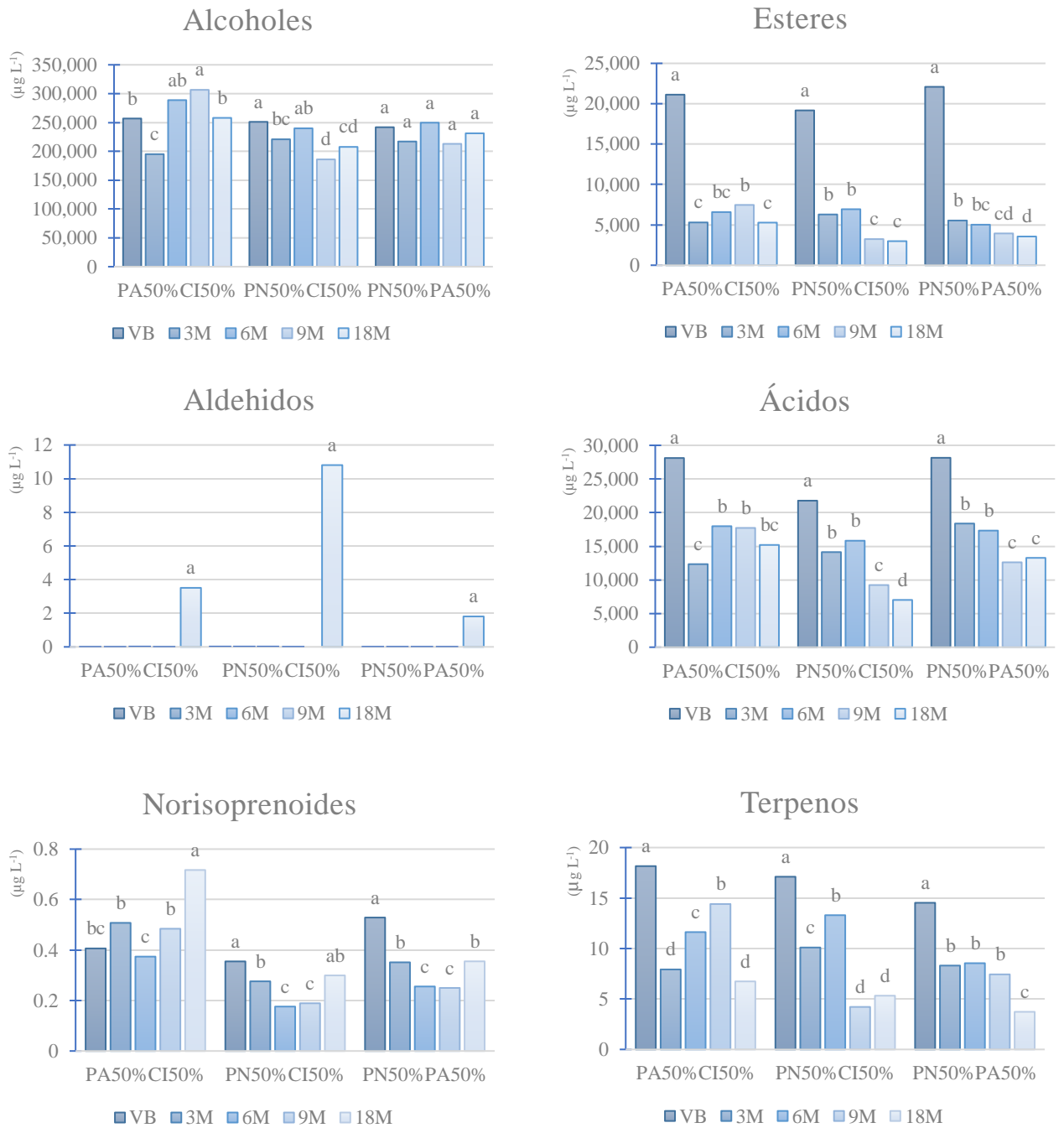


Figura 4. Concentración total de compuestos por grupos aromáticos de las mezclas (50%-50%) de vinos espumantes. Medias ajustadas con letras distintas en sentido horizontal indican diferencias estadísticas significativas, entre distintos meses de crianza de un mismo tratamiento, según la prueba de comparación LSD de Fisher (p -valor $<0,05$). PN = Pinot noir; PA = País; CI = Cinsault. Las mezclas indican el porcentaje que contienen de cada variedad.

Cuadro 2. Concentración ($\mu\text{g L}^{-1}$) de los compuestos volátiles en vinos espumantes monovarietales.

Grupo aromático	Compuesto	Cinsault			País			Pinot noir		
		VB	9M	18M	VB	9M	18M	VB	9M	18M
Alcoholes	Propanol	20349 ^{b A}	29016 ^{b B}	49983 ^{a A}	18770 ^{c A}	44678 ^{a A}	33213 ^{b B}	22333 ^{c A}	25852 ^{b A}	32099 ^{b B}
	Isobutanol	26617 ^{b A}	32024 ^{ab B}	50623 ^{a A}	19129 ^{b B}	33331 ^{a B}	26933 ^{ab B}	28160 ^{b A}	48836 ^{a A}	48669 ^{a AB}
	Alcohol isoamílico	290993 ^{b A}	325466 ^{b B}	567431 ^{a A}	271228 ^{b A}	461174 ^{a A}	423961 ^{ab B}	187698 ^{b A}	288289 ^{a B}	269442 ^{a C}
	1-hexanol	11913 ^{b B}	19150 ^{a AB}	16706 ^{a B}	12528 ^{b B}	17300 ^{ab B}	18834 ^{a AB}	23399 ^{a A}	24994 ^{a A}	24566 ^{a A}
	(E)-3-hexen-1-ol	14,58 ^{b C}	61,16 ^{a B}	1,47 ^{c B}	110,62 ^{a B}	56,79 ^{b B}	109 ^{a A}	320 ^{a A}	207 ^{b A}	17,43 ^{c B}
	Octanol	2991 ^{b A}	1675 ^{c A}	4582 ^{a A}	612 ^{b B}	2231 ^{a A}	689 ^{b B}	571 ^{a B}	255 ^{b B}	427 ^{ab B}
	1-Decanol	947 ^{a B}	787 ^{a B}	1081 ^{a A}	990 ^{a B}	1186 ^{a A}	459 ^{b B}	1528 ^{a A}	502 ^{b C}	458 ^{b B}
	2 feniletanol	288567 ^{b A}	247401 ^{b B}	403819 ^{a A}	372957 ^{a A}	390830 ^{a A}	361284 ^{a A}	137794 ^{ab B}	164854 ^{a C}	121586 ^{b B}
Esteres	Butanoato de etilo	1263 ^{b A}	825 ^{b AB}	1.768 ^{a A}	736 ^{a B}	1034 ^{a A}	965 ^{a B}	599 ^{b B}	607 ^{b B}	1.004 ^{a B}
	E-2 butenoato de etilo	2,11 ^{c A}	4,32 ^{b A}	10,33 ^{a A}	2,49 ^{c A}	4,39 ^{b A}	7,59 ^{a B}	2,26 ^{c A}	6,07 ^{b A}	10,87 ^{a A}
	Isovalerato de etilo	nd	nd	28,19 ^{a A}	nd	5,51 ^{b B}	21,48 ^{a AB}	nd	11,17 ^{b A}	17,65 ^{a B}
	Acetato de isoamilo	9666 ^{a A}	3.126 ^{b A}	2313 ^{b A}	4239 ^{a C}	3604 ^{b A}	1622 ^{c AB}	5990 ^{a B}	1980 ^{b B}	972 ^{c B}
	Hexanoato de etilo	940 ^{b B}	903 ^{b A}	1488 ^{a A}	716 ^{b C}	1186 ^{a A}	1155 ^{a B}	669 ^{b A}	879 ^{a A}	769 ^{ab B}
	Acetato de hexilo	1565 ^{a B}	443 ^{b B}	139 ^{c A}	903 ^{a C}	352 ^{b B}	6,72 ^{c B}	2.040 ^{a A}	668 ^{b A}	132 ^{c A}
	Acetato de cis-3-hexenilo	102 ^{a A}	nd	nd	29,95 ^{a B}	9,46 ^{b A}	nd	28,49 ^{a B}	nd	nd
	Lactato de etilo	6,94 ^{b A}	7,40 ^{b B}	16,76 ^{a A}	4,89 ^{b A}	13,13 ^{a A}	8,33 ^{b B}	3,26 ^{a A}	3,66 ^{a C}	4,27 ^{a C}
	2-hexenoato de etilo	1,57 ^{c C}	2,40 ^{a B}	1,91 ^{b C}	1,92 ^{b B}	2,01 ^{b C}	2,62 ^{a B}	2,91 ^{b A}	3,59 ^{a A}	3,45 ^{a A}
	Octanoato de etilo	3365 ^{a A}	1899 ^{b B}	3457 ^{a A}	3740 ^{a A}	2797 ^{ab A}	2355 ^{b B}	1955 ^{a B}	1894 ^{a B}	1690 ^{a C}
	Hexanoato de isoamilo	4,87 ^{a A}	0,73 ^{c B}	3,29 ^{b A}	2,08 ^{a B}	1,75 ^{a A}	1,67 ^{a B}	3,94 ^{a A}	1,08 ^{b AB}	0,69 ^{b C}
	Nonanoato de etilo	14,71 ^{a B}	3,57 ^{b B}	10,27 ^{a A}	9,29 ^{a C}	5,47 ^{b A}	7,47 ^{ab B}	20,53 ^{a A}	3,69 ^{b B}	4,75 ^{b C}
	Decanoato de metilo	3,61 ^{a B}	nd	nd	3,01 ^{a B}	nd	nd	13,15 ^{a A}	nd	nd
	Decanoato de etilo	1657 ^{a A}	157 ^{b B}	438 ^{b A}	737 ^{a B}	283 ^{b A}	119 ^{c B}	1.367 ^{a A}	216 ^{b AB}	59,59 ^{b B}
	Octanoato de isoamilo	43,48 ^{a A}	0,99 ^{c B}	10,84 ^{b A}	17,38 ^{a C}	2,74 ^{b A}	1,49 ^{b B}	30,79 ^{a B}	3,18 ^{b A}	0,20 ^{b C}
	Succinato de dietilo	17,89 ^{b B}	56,52 ^{b B}	335 ^{a A}	27,12 ^{b A}	97,02 ^{b A}	319 ^{a A}	16,13 ^{b B}	49,58 ^{a B}	69,17 ^{a B}
	4E-decenoato de etilo	8,87 ^{c B}	35,59 ^{b B}	68,63 ^{a A}	84,26 ^{a A}	49,92 ^{b A}	73,64 ^{ab A}	5,54 ^{c B}	44,02 ^{a AB}	20,43 ^{b B}
	Decanoato de propilo	3,56 ^{a B}	0,80 ^{b B}	0,98 ^{b A}	1,83 ^{a C}	0,82 ^{b A}	0,80 ^{b B}	4,74 ^{a A}	0,80 ^{b B}	0,80 ^{b B}
	Acetato de beta-fenetilo	190 ^{a A}	48,60 ^{b B}	39,58 ^{b A}	113 ^{a B}	73,13 ^{b A}	8,71 ^{c B}	66,92 ^{a C}	22,22 ^{b C}	7,99 ^{c B}
	Dodecanoato de etilo	343 ^{a A}	19,45 ^{b B}	31,62 ^{b A}	271 ^{a A}	22,24 ^{b B}	11,21 ^{c B}	413 ^{a A}	35,18 ^{b A}	15,31 ^{b B}
Decanoato de isoamilo	68,29 ^{a A}	13,80 ^{b B}	14,25 ^{b A}	36,65 ^{a B}	14,79 ^{b AB}	12,15 ^{c B}	65,02 ^{a A}	15,42 ^{b A}	12,63 ^{b B}	
3 metil butanoato de etilo	4,91 ^{b A}	4,77 ^{b B}	11,94 ^{a A}	4,68 ^{b A}	6,88 ^{b A}	15,07 ^{a A}	3,75 ^{a A}	3,62 ^{a C}	4,03 ^{a B}	
Tetradecanoato de etilo	8,93 ^{a A}	4,50 ^{b A}	8,32 ^{a A}	5,77 ^{a B}	4,47 ^{b A}	3,04 ^{c B}	10,48 ^{a A}	5,94 ^{b A}	3,01 ^{c B}	
Hexadecanoato de etilo	3,43 ^{b B}	4,47 ^{b A}	9,35 ^{a A}	1,80 ^{b C}	3,68 ^{a A}	1,62 ^{b B}	5,64 ^{a A}	4,27 ^{b A}	2,35 ^{c B}	
Aldehídos	5 hidroximetil furfural	nd	nd	11,66 ^{a B}	nd	nd	3,17 ^{a B}	nd	nd	63,09 ^{a A}
Ácidos	Ácido butanoico	147 ^{a A}	100 ^{b B}	160 ^{a A}	138 ^{ab A}	163 ^{a A}	115 ^{b B}	100 ^{a B}	90,18 ^{a B}	87,64 ^{a C}

Ácidos	Ácido hexanoico	6815 ^{a AB}	5279 ^{b B}	7200 ^{a A}	9344 ^{a A}	7144 ^{a A}	7306 ^{a A}	5353 ^{a B}	3668 ^{b C}	4159 ^{ab B}
	Ácido octanoico	10817 ^{a AB}	9337 ^{a AB}	10066 ^{a A}	12920 ^{a A}	11974 ^{ab A}	7642 ^{b B}	8196 ^{a B}	7086 ^{a B}	6032 ^{a B}
	Ácido decanoico	4051 ^{a AB}	667 ^{b A}	126 ^{b B}	4507 ^{a A}	870 ^{b A}	218 ^{b A}	3321 ^{a B}	91,59 ^{b B}	67,77 ^{b B}
Norisoprenoides	Alfa-ioneno	0,02 ^{a B}	nd	nd	0,04 ^{a A}	nd	nd	0,04 ^{a A}	nd	nd
	Vitispirane A	0,03 ^{c B}	0,07 ^{b B}	0,32 ^{a A}	0,07 ^{b A}	0,24 ^{a A}	0,26 ^{a A}	0,02 ^{c C}	0,03 ^{b B}	0,04 ^{a B}
	Vitispirane B	0,01 ^{c B}	0,03 ^{b B}	0,11 ^{a B}	0,09 ^{b A}	0,08 ^{b A}	0,19 ^{a A}	0,01 ^{b B}	0,02 ^{b B}	0,03 ^{a C}
	TDN	0,06 ^{b A}	0,05 ^{b B}	0,22 ^{a A}	0,07 ^{b A}	0,12 ^{a A}	0,13 ^{a B}	0,06 ^{a A}	0,03 ^{b B}	0,03 ^{b C}
	Beta-Damascenona	0,20 ^{a A}	0,03 ^{c B}	0,12 ^{b A}	0,16 ^{a A}	0,03 ^{c B}	0,06 ^{b C}	0,21 ^{a A}	0,05 ^{c A}	0,08 ^{b B}
Terpenos	Linalol	5,61 ^{a A}	2,37 ^{b A}	4,06 ^{ab A}	2,08 ^{b B}	3,39 ^{a A}	0,15 ^{c B}	1,56 ^{a B}	0,33 ^{b B}	0,36 ^{b B}
	Farneseno	0,80 ^{a A}	0,22 ^{b B}	nd	0,28 ^{a B}	0,25 ^{a B}	0,30 ^{a A}	0,38 ^{b B}	0,63 ^{a A}	nd
	Alfa-terpineol	3,53 ^{c A}	5,48 ^{b B}	10,63 ^{a A}	2,63 ^{b AB}	8,16 ^{a A}	4,53 ^{b B}	1,78 ^{b B}	3,67 ^{a C}	2,81 ^{ab B}
	Citronelol	2,46 ^{a AB}	1,08 ^{b A}	0,84 ^{b A}	2,56 ^{a A}	1,30 ^{b A}	0,24 ^{c B}	1,82 ^{a B}	0,46 ^{b B}	0,37 ^{b B}
	E-nerolidol	4,98 ^{a B}	3,88 ^{b B}	3,71 ^{b A}	4,64 ^{b B}	7,18 ^{a A}	0,59 ^{c C}	7,04 ^{a A}	1,51 ^{b C}	1,19 ^{b B}

Medias ajustadas con letras minúsculas distintas en sentido horizontal indican diferencias estadísticas significativas, entre distintos meses de un mismo tratamiento. Medias ajustadas con letras mayúsculas distintas en sentido horizontal indican diferencias estadísticas significativas, entre los tratamientos del mismo mes de crianza, según la prueba de comparación LSD de Fisher (p -valor < 0,05). PN = Pinot noir; PA = País; CI = Cinsault; nd= no detectable.

Cuadro 3. Concentración ($\mu\text{g L}^{-1}$) de los compuestos volátiles en vinos espumantes de las mezclas (50%-50%).

Grupo aromático	Compuesto	PA50%-CI50%			PN50%-CI50%			PN50%-PA50%		
		VB	9M	18M	VB	9M	18M	VB	9M	18M
Alcoholes	Propanol	20585 ^{a A}	34133 ^{a A}	22839 ^{a A}	16468 ^{b A}	18234 ^{b B}	24727 ^{a A}	17485 ^{b A}	20935 ^{a B}	21992 ^{a A}
	Isobutanol	19287 ^{b B}	29187 ^{a A}	19574 ^{b B}	30664 ^{ab A}	28833 ^{b A}	36802 ^{a A}	27655 ^{ab A}	30487 ^{a A}	25033 ^{b B}
	Alcohol isoamílico	175185 ^{a A}	201860 ^{a A}	179468 ^{a A}	162557 ^{a A}	116402 ^{b B}	131872 ^{b B}	165712 ^{a A}	138466 ^{a B}	140872 ^{a AB}
	1-hexanol	1113 ^{a C}	958 ^{a A}	1065 ^{a A}	1950 ^{a A}	1261 ^{b A}	563 ^{c B}	1496 ^{a B}	1217 ^{ab A}	1038 ^{b A}
	(E) -3-hexen-1-ol	265 ^{ab B}	40,30 ^{b B}	43,86 ^{b A}	1780 ^{a A}	285 ^{b A}	29,42 ^{c B}	165 ^{b B}	351 ^{a A}	41,48 ^{c AB}
	Octanol	20,72 ^{a A}	26,30 ^{a A}	19,55 ^{a A}	15,67 ^{a B}	16,83 ^{a B}	18,97 ^{a A}	10,70 ^{a C}	8,98 ^{a B}	8,73 ^{a B}
	1-Decanol	3,78 ^{a A}	3,74 ^{a A}	4,07 ^{a A}	4,33 ^{a A}	2,88 ^{b C}	2,93 ^{b B}	4,30 ^{a A}	3,36 ^{b B}	3,43 ^{b B}
	2 feniletanol	40390 ^{a A}	40328 ^{a A}	34947 ^{a A}	37625 ^{a AB}	20937 ^{b B}	13614 ^{c B}	29225 ^{b B}	21460 ^{b B}	42222 ^{a A}
Esteres	Butanoato de etilo	554 ^{a A}	367 ^{ab A}	285 ^{b A}	554 ^{a A}	69,94 ^{c B}	126 ^{b B}	254 ^{ab B}	183 ^{b B}	333 ^{a A}
	E-2 butenoato de etilo	2,33 ^{c B}	4,21 ^{b AB}	7,60 ^{a B}	3,11 ^{b A}	3,15 ^{b B}	5,29 ^{a C}	2,83 ^{c AB}	4,99 ^{b A}	9,27 ^{a A}
	Isovalerato de etilo	nd	nd	25,65 ^{a A}	nd	nd	1,93 ^{a C}	nd	nd	16,59 ^{a B}
	Acetato de isoamilo	9602 ^{a A}	2412 ^{b A}	917 ^{c A}	8308 ^{a A}	744 ^{b B}	624 ^{b B}	9295 ^{a A}	617 ^{b B}	285 ^{b C}
	Hexanoato de etilo	1600 ^{a A}	1092 ^{b A}	1210 ^{b A}	1032 ^{a B}	616 ^{b C}	709 ^{b B}	1364 ^{a A}	877 ^{b B}	847 ^{b B}
	Acetato de hexilo	1884 ^{a B}	336 ^{b A}	98,11 ^{c A}	1182 ^{a C}	314 ^{b A}	114 ^{c A}	2543 ^{a A}	287 ^{b A}	39,03 ^{c B}
	Acetato de cis-3-hexenilo	115 ^{a A}	10,51 ^{b A}	5,68 ^{b A}	77,27 ^{a B}	nd	nd	81,35 ^{a B}	nd	nd

	Lactato de etilo	7,21 ^{a A}	12,80 ^{a A}	13,41 ^{a A}	5,87 ^{b B}	8,14 ^{a B}	4,08 ^{c B}	2,60 ^{b C}	4,23 ^{a C}	3,70 ^{a B}
	2-hexenoato de etilo	2,00 ^{a B}	2,12 ^{a B}	2,61 ^{a A}	2,56 ^{a AB}	2,35 ^{a AB}	1,78 ^{b B}	2,79 ^{a A}	2,75 ^{a A}	2,89 ^{a A}
	Octanoato de etilo	4465 ^{a A}	2728 ^{b A}	2395 ^{b A}	4656 ^{a A}	1163 ^{b C}	1200 ^{b B}	5408 ^{a A}	1687 ^{b B}	1825 ^{b AB}
	Hexanoato de isoamilo	4,03 ^{a A}	1,42 ^{c A}	2,27 ^{b A}	4,58 ^{a A}	0,38 ^{b B}	0,53 ^{b B}	4,64 ^{a A}	0,49 ^{b B}	0,44 ^{b B}
	Nonanoato de etilo	12,34 ^{a A}	5,07 ^{b A}	3,98 ^{b B}	15,48 ^{a A}	3,41 ^{c B}	7,88 ^{b A}	15,63 ^{a A}	3,81 ^{b B}	4,11 ^{b B}
	Decanoato de metilo	4,13 ^{a C}	nd	nd	7,85 ^{a B}	2,09 ^{b A}	2,64 ^{b A}	5,76 ^{a A}	nd	nd
	Decanoato de etilo	2256 ^{a A}	277 ^{b A}	117 ^{b A}	2763 ^{a A}	170 ^{b B}	56,90 ^{b B}	2245 ^{a A}	140 ^{b B}	37,61 ^{b B}
	Octanoato de isoamilo	34,95 ^{a C}	nd	nd	61,26 ^{a B}	12,76 ^{b A}	12,92 ^{b A}	112 ^{a A}	nd	nd
	Succinato de dietilo	14,54 ^{c A}	52,71 ^{b A}	95,52 ^{a A}	16,50 ^{b A}	30,78 ^{a B}	38,22 ^{a B}	9,85 ^{b B}	40,75 ^{b AB}	87,39 ^{a A}
	4E-decenoato de etilo	88,82 ^{a A}	56,45 ^{b A}	40,96 ^{b A}	7,15 ^{b B}	24,25 ^{a B}	36,87 ^{a A}	75,88 ^{a A}	34,84 ^{b B}	17,89 ^{c B}
	Decanoato de propilo	2,59 ^{a A}	0,80 ^{b A}	0,80 ^{b B}	3,21 ^{a A}	0,80 ^{b A}	0,91 ^{b A}	3,01 ^{a A}	0,80 ^{b A}	0,80 ^{b B}
	Acetato de beta-fenetilo	189 ^{a A}	61,94 ^{b A}	18,55 ^{c A}	152 ^{a A}	33,52 ^{b B}	11,28 ^{c B}	164 ^{a A}	23,38 ^{b B}	9,77 ^{c B}
	Dodecanoato de etilo	255 ^{a B}	24,01 ^{b A}	13,45 ^{b AB}	288 ^{a B}	21,47 ^{b AB}	12,61 ^{b B}	471 ^{a A}	14,36 ^{b B}	15,89 ^{b A}
	Decanoato de isoamilo	3,96 ^{a A}	nd	nd	3,78 ^{a A}	nd	nd	3,68 ^{a A}	nd	nd
	3 metil butanoato de etilo	5,12 ^{b AB}	6,51 ^{b A}	11,64 ^{a A}	6,29 ^{a A}	4,76 ^{b B}	4,65 ^{b B}	4,64 ^{b B}	5,53 ^{b AB}	10,25 ^{a A}
	Tetradecanoato de etilo	6,41 ^{a A}	4,94 ^{b A}	4,74 ^{b A}	10,45 ^{a B}	3,33 ^{b B}	3,77 ^{b A}	8,86 ^{a A}	2,32 ^{c C}	4,30 ^{b A}
	Hexadecanoato de etilo	8,59 ^{a A}	4,73 ^{b A}	5,48 ^{b A}	8,90 ^{a A}	4,19 ^{b A}	3,08 ^{b B}	7,82 ^{a A}	2,15 ^{c B}	5,19 ^{b A}
Aldehídos	5 hidroximetil furfural	nd	nd	3,51 ^{a B}	nd	nd	10,80 ^{a A}	nd	nd	1,81 ^{a B}
Ácidos	Ácido butanoico	210 ^{a A}	283 ^{a A}	205 ^{a A}	193 ^{b A}	215 ^{a A}	140 ^{c B}	190 ^{ab A}	207 ^{a A}	176 ^{b AB}
	Ácido hexanoico	7004 ^{a B}	7532 ^{a A}	6908 ^{a A}	6029 ^{a B}	4417 ^{ab B}	3095 ^{b B}	10761 ^{a A}	5567 ^{b AB}	6131 ^{b A}
	Ácido octanoico	15267 ^{a A}	9305 ^{b A}	7790 ^{b A}	12138 ^{a A}	4327 ^{b C}	3580 ^{b B}	13029 ^{a A}	6676 ^{b B}	6944 ^{b A}
	Ácido decanoico	5629 ^{a A}	603 ^{b A}	291 ^{b A}	3414 ^{a B}	276 ^{b B}	207 ^{b B}	4163 ^{a B}	163 ^{b B}	23,95 ^{b C}
Norisoprenoides	Alfa-ioneno	0,05 ^{a B}	nd	nd	0,04 ^{a B}	nd	nd	0,07 ^{a A}	nd	nd
	Vitispirane A	0,05 ^{c A}	0,23 ^{b A}	0,30 ^{a A}	0,03 ^{b B}	0,07 ^{ab B}	0,12 ^{a B}	0,04 ^{c A}	0,09 ^{b B}	0,12 ^{a B}
	Vitispirane B	0,05 ^{c A}	0,12 ^{b A}	0,18 ^{a A}	0,01 ^{b B}	0,03 ^{b C}	0,05 ^{a C}	0,05 ^{b A}	0,07 ^{b B}	0,09 ^{a B}
	TDN	0,08 ^{b A}	0,12 ^{ab A}	0,16 ^{a A}	0,06 ^{a A}	0,04 ^{b B}	0,07 ^{a B}	0,08 ^{a A}	0,04 ^{c B}	0,06 ^{b B}
	Beta-Damascenona	0,19 ^{a B}	0,02 ^{c B}	0,08 ^{b A}	0,22 ^{a B}	0,04 ^{b A}	0,05 ^{b B}	0,28 ^{a A}	0,05 ^{c A}	0,08 ^{b A}
Terpenos	Linalol	4,19 ^{a A}	3,50 ^{a A}	0,60 ^{b B}	3,77 ^{a A}	1,38 ^{b B}	1,31 ^{b A}	1,73 ^{a B}	0,86 ^{b B}	0,67 ^{b B}
	Farneseno	2,30 ^{a A}	0,39 ^{b B}	nd	1,55 ^{a B}	0,91 ^{b A}	nd	1,98 ^{a AB}	nd	nd
	Alfa-terpineol	2,67 ^{c A}	6,57 ^{a A}	4,72 ^{b A}	2,67 ^{a A}	1,51 ^{b B}	2,34 ^{a B}	1,47 ^{a B}	2,37 ^{a B}	2,25 ^{a B}
	Citronelol	2,97 ^{a A}	1,04 ^{b A}	0,24 ^{c B}	2,64 ^{a A}	0,33 ^{c C}	0,65 ^{b A}	2,58 ^{a A}	0,55 ^{b B}	0,19 ^{c B}
	E-nerolidol	6,03 ^{a A}	2,90 ^{b A}	1,17 ^{c A}	6,49 ^{a A}	0,09 ^{c B}	1,03 ^{b A}	6,77 ^{a A}	3,65 ^{b A}	0,61 ^{c B}

Medias ajustadas con letras minúsculas distintas en sentido horizontal indican diferencias estadísticas significativas entre distintos meses de un mismo tratamiento. Medias ajustadas con letras mayúsculas distintas en sentido horizontal indican diferencias estadísticas significativas entre los tratamientos del mismo mes de crianza, según la prueba de comparación LSD de Fisher (p -valor < 0,05). PN = Pinot noir; PA = País; CI = Cinsault; nd= no detectable. Las mezclas indican el porcentaje que contiene de cada variedad.

Se realizó el perfil de compuestos volátiles de todos vinos espumantes y sus respectivos tiempos de crianza. Se determinaron 47 compuestos volátiles, dentro de los cuales se encuentran ésteres (24), alcoholes (8), terpenos (5), norisoprenoides (5), ácidos (4) y aldehídos (1), siendo los ésteres del tipo de compuestos que más número se pudo determinar. En la Figura 3 y 4, se muestran las concentraciones de los compuestos aromáticos de cada grupo aromático por cada variedad 100% y de las mezclas de 50%, respectivamente. Por otro lado, en el Cuadro 2 y 3, se visualizan los compuestos volátiles de cada grupo.

En cuanto a los vinos base, la variedad CI junto con la variedad PA presentaron valores significativamente más altos en el total de alcoholes y ácidos. La variedad CI destacó en el total de ésteres y de terpenos presentando los valores más altos. Así mismo, la variedad PA fue la que presentó el mayor valor de compuestos de norisoprenoides. La variedad tradicional, PN, presentó los valores más bajos en todos los grupos volátiles (Figura 3). En cuanto a las mezclas de vinos base, sólo se presentan diferencias significativas en el total de ácidos y norisoprenoides, donde las mezclas que contienen la variedad PA fueron aquellas que presentaron los valores más altos. En cuanto a los norisoprenoides, sólo la mezcla de PN-PA presentó los valores más altos (Figura 4).

A grandes rasgos, los resultados de la Figura 3, exponen que los tratamientos tienden a disminuir la concentración de sus compuestos durante la crianza a excepción de los alcoholes, aldehídos y norisoprenoides, en donde se observa un aumento a los 18M. El tratamiento PN presenta diferencias significativamente mayores entre las concentraciones de aldehídos, en comparación a las variedades no tradicionales, PA y CI. En el caso de los norisoprenoides, se observa que estas variedades presentaron una concentración significativamente mayor que la variedad PN. En cuanto a los ésteres, ácidos y terpenos, se observa una disminución progresiva en el tiempo, a excepción de la concentración de terpenos de la variedad Cinsault la cuál aumentó su valor a los 3M y luego a los 18M. En los vinos espumantes con 18M, la variedad Cinsault fue la que presentó valores más altos en todos los grupos aromáticos (a excepción de los aldehídos) seguido por la variedad País. Pinot noir, fue aquella que presentó los valores más bajos.

En la Figura 4, se observa claramente que las tres mezclas presentaron menores concentraciones de alcoholes con respecto a los espumantes monovarietales (Figura 3), en todos los puntos de muestreo. En cuanto a los ésteres, a los tres meses de crianza se observó una notoria disminución de la concentración aromática total en comparación a los espumantes monovarietales de la Figura 3, los cuales se vieron reducidos, pero en menor medida. En cuanto a los aldehídos, también se observó una aparición del compuesto 5-hidroximetil furfural a los 18M, pero en este caso, la concentración fue mucho menor que la de los vinos espumantes monovarietales. La mezcla que presentó una mayor concentración de este aldehído es el tratamiento PN50%CI50%. En cuanto a los terpenos, aquellas mezclas que poseían la variedad Cinsault, alcanzaron mayor concentración de terpenos. Por otra parte, en cuanto al efecto del tiempo de crianza en la Figura 4 se observa que la concentración de alcoholes disminuyó en aquellas mezclas que poseían CI y en la mezcla de PN50%PA50% ésta se mantuvo igual en el tiempo. La concentración de ésteres y de ácidos disminuyó paulatinamente en el tiempo, obteniéndose el valor más bajo a las 18M en todos los tratamientos, a excepción del tratamiento PA50%CI50% el cual aumentó la concentración de ácidos a partir de los 6M, con respecto a los 3M. En cuanto a los terpenos, aquellas mezclas que contenían CI aumentaron la concentración de compuestos volátiles a los 6M y 9M, para luego disminuir finalmente a los 18M.

En el Cuadro 2, se observó que dentro del grupo aromático de alcoholes, los compuestos que presentaron mayores concentraciones son el alcohol isoamílico y 2-feniletanol, alcanzando valores sobre su umbral de detección de 30 y 10-14 (mg L^{-1}), respectivamente. La mayoría de ellos tendió a aumentar su concentración a medida que aumentó el tiempo de crianza sobre lías, a excepción del (E)-3-hexen-1-ol que aumentó y luego disminuyó a los 18M en la variedad Cinsault, en la variedad País aumentó a los 18M y en la variedad Pinot noir disminuyó paulatinamente. Independiente de la variedad, el propanol y el isobutanol aumentaron un 62% y 55% desde vinos base a los 9M, respectivamente. No se encontraron diferencias significativas de alcohol isoamílico en los vinos base de las tres variedades, pero a los 18M la variedad Cinsault fue la que presentó mayor cantidad de este compuesto, seguido de la variedad País y finalmente Pinot noir.

En cuanto a los ésteres, el principal fue el Acetato de isoamilo, seguido del octanoato de etilo. Del total de esteres, trece compuestos aumentaron su concentración en el tiempo de crianza sobre lías y sólo nueve de ellos disminuyeron. Cuatro compuestos presentaron el mismo comportamiento en todas las variedades, el isovalerato de etilo se detectó a los 9M en la variedad País y Pinot Noir, en Cinsault a los 18M. El Acetato de cis-3-hexenilo no estuvo presente a partir de los 9M en vinos de las variedades Cinsault y Pinot noir y en los de la variedad País a los 18M. El decanoato de metilo sólo estuvo presente en los vinos base de todas las variedades. Por último, el succinato de dietilo, aumentó su concentración en el tiempo. El acetato de hexilo, Acetato de cis-3-hexenilo y Acetato de beta-fenetilo disminuyeron su concentración a los 9M y a los 18M, en las tres variedades. En cuanto a los aldehídos, sólo se encontró un compuesto que fue el 5 hidroximetil furfural y sólo se presentó a los 18M en todas las variedades de vinos espumantes. Se detectaron cuatro ácidos (ácido butanoico, hexanoico, octanoico y decanoico). El ácido mayoritario fue el ácido octanoico, el cual permaneció estable en el tiempo y fue el que presentó mayores concentraciones en todas las variedades y puntos de muestreo. En comparación a los vinos base, el ácido decanoico disminuyó su concentración un 81% a los 9M y 18M.

Se detectaron cinco compuestos pertenecientes a los norisoprenoides, de los cuales tres de ellos, vitispirane A, vitispirane B y TDN aumentaron su concentración a mayor tiempo de crianza sobre lías y fue la variedad Cinsault la que presentó significativamente mayores concentraciones de todos ellos a los 18M, seguido por la variedad País y por último, Pinot noir. El compuesto β -damascenona y α -ionona disminuyeron su concentración a mayor tiempo de crianza. En cuanto a los terpenos, se detectaron cinco compuestos volátiles. El citronelol y e-nerolidol disminuyeron su concentración en el tiempo en las tres variedades 100%.

En cuanto a las mezclas del Cuadro 3, el Alcohol isoamílico y 2-feniletanol, también fueron los que predominaron en concentración por sobre los demás. En todos los tiempos de crianza se observó una disminución de un 93% en el compuesto 1-hexenol, de un 100% aproximadamente en los compuestos octanol y 1-decanol, de un 89% en el 2-feniletanol y de un 52% en el alcohol isoamílico, con respecto a los vinos espumantes monovarietales. Por el contrario, el (E)-3-hexen-1-ol aumentó su concentración en los vinos base y a los 9M, en comparación a los vinos monovarietales. Un 80% de la cantidad total de ésteres de los vinos espumantes de mezclas redujeron su concentración. Así mismo, la reducción de ésteres desde vinos base monovarietales a espumantes con 3M redujeron su concentración de ésteres en un promedio de 36% y desde vinos base en mezclas a espumantes con 3M redujeron su concentración en un promedio de 72%.

El éster que obtuvo una mayor reducción al encontrarse en los tratamientos de mezclas fue el Decanoato de isoamilo, el cual redujo su concentración sobre un 93% en todos los tiempos de crianza sobre lías. El único aldehído detectado, el 5-hidroximetil furfural, también redujo su concentración en un 79% aproximadamente, al encontrarse en vinos espumantes de mezclas. En cuanto a los ácidos, se observó un aumento del total de ácidos en los vinos base pero una reducción de un 15% los 9M y de un 18% a los 18M, en vinos espumantes de mezclas. Comparando con los vinos monovarietales, el Ácido butanoico y Decanoico aumentaron sus concentraciones en todos los tiempos de crianza en los vinos de mezclas, el Octanoico disminuyó a los 9M y 18M y el Hexanoico sólo disminuyó a los 9M. En los compuestos pertenecientes a los Norisoprenoides no se observaron grandes diferencias al comparar entre vinos monovarietales y sus mezclas. Al igual que los vinos monovarietales, no se detectó este compuesto a los 9M y 18M.

En cuanto a los terpenos, se observó una disminución a los 9M y 18M en los tratamientos de mezclas. No se detectó Faraseno en ningún tratamiento de mezclas a los 18M, a pesar de que la variedad País si presentaba concentraciones de éste en el mismo tiempo de crianza sobre lías. Los compuestos α -terpineol y el E-nerolidol disminuyeron en un 50% aproximadamente a los 18M y a los 9M-18M, respectivamente.

Fenoles Totales

Cuadro 4. Fenoles totales de vinos espumantes con tres meses de crianza sobre lías.

Tratamiento	(mg) equivalente de ác. gálico
PA 100%	170 ^a
PN25%PA75%	167 ^{ab}
PN50%PA50%	166 ^b
PN75%PA25%	161 ^c
PA75%CI25%	159 ^c
PN 100%	158 ^c
PA50%CI50%	148 ^d
PN75%CI25%	148 ^d
PA25%CI75%	140 ^e
PN50%CI50%	142 ^{ef}
PN25%CI75%	138 ^f
CI 100%	131 ^g

Medias ajustadas con letras en sentido vertical indican diferencias estadísticas significativas según la prueba de comparación LSD de Fisher (p -valor $<$ 0,05). PN = Pinot noir; PA = País; CI = Cinsault. Las mezclas indican el porcentaje que contienen de cada variedad.

En los vinos espumantes monovarietales del Cuadro 4, se observó que el de variedad País fue aquel que presentó el valor más alto de fenoles totales, junto con la mezcla de PN25%PA75%, seguido de la variedad Pinot noir y por último, Cinsault. En cuanto a las mezclas, aquellas que poseían la variedad País fueron las que presentaron los valores más altos. Así mismo, aquellas mezclas que contenían la variedad Cinsault fueron las que presentaron la menor cantidad de fenoles.

Calidad de la espuma

Cuadro 5. Altura máxima (HM), altura de estabilidad (HS) y tiempo de estabilidad (TS) según los puntos de muestreo (vinos base, espumantes con 9 y 18 meses de crianza), puros y en mezclas.

		HM (cm)	HS (cm)	TS (s)
Vinos base	PA 100%	13,17 ^e	4,67 ^{bcd}	277,33 ^c
	CI 100%	15,17 ^{cd}	4,00 ^{de}	302,67 ^{bc}
	PN 100%	21,83 ^a	5,33 ^{ab}	307,00 ^b
	PN25%PA75%	15,50 ^c	4,17 ^{cde}	336,00 ^b
	PN50%PA50%	20,33 ^{ab}	4,00 ^{de}	306,67 ^b
	PN75%PA25%	18,83 ^b	5,17 ^{ab}	305,67 ^a
	PN25%CI75%	15,17 ^{cd}	3,90 ^e	305,67 ^b
	PN50%CI50%	16,10 ^c	5,43 ^a	290,00 ^{bc}
	PN75%CI25%	18,83 ^b	5,25 ^a	284,00 ^{bc}
	PA25%CI75%	13,57 ^{de}	3,90 ^e	304,33 ^b
	PA50%CI50%	12,67 ^e	3,50 ^e	242,00 ^d
	PA75%CI25%	8,67 ^f	4,83 ^{abc}	298,67 ^{bc}
9 M	PA 100%	19,33 ^{bc}	9,00 ^{bc}	329,67 ^{bc}
	CI 100%	19,77 ^{bc}	10,00 ^{abc}	335,67 ^{bc}
	PN 100%	25,67 ^a	11,17 ^a	471,33 ^a
	PN25%PA75%	15,07 ^d	10,50 ^{ab}	242,00 ^d
	PN50%PA50%	17,17 ^{bcd}	10,43 ^{ab}	300,00 ^{cd}
	PN75%PA25%	16,00 ^{cd}	10,33 ^{ab}	389,00 ^b
	PN25%CI75%	13,50 ^d	9,00 ^{bc}	350,00 ^{bc}
	PN50%CI50%	20,43 ^{bc}	9,17 ^{bc}	328,33 ^{bc}
	PN75%CI25%	20,00 ^b	10,33 ^{ab}	360,00 ^{bc}
	PA25%CI75%	14,83 ^d	9,00 ^{bc}	246,33 ^d
	PA50%CI50%	16,83 ^{bcd}	8,67 ^c	296,67 ^{cd}
	PA75%CI25%	13,50 ^d	8,60 ^c	240,33 ^d
18 M	PA 100%	16,33 ^e	8,50 ^{gh}	314,67 ^f
	CI 100%	22,50 ^{cd}	9,50 ^{efg}	405,33 ^{cde}
	PN 100%	25,01 ^{ab}	11,00 ^{bc}	509,00 ^{ab}
	PN25%PA75%	19,50 ^{de}	11,67 ^b	479,67 ^{ab}
	PN50%PA50%	25,67 ^{abc}	8,83 ^{fgh}	356,67 ^{ef}
	PN75%PA25%	25,43 ^{abc}	10,50 ^{cde}	483,00 ^{ab}
	PN25%CI75%	18,83 ^e	8,00 ^h	374,00 ^{de}
	PN50%CI50%	19,50 ^{de}	8,33 ^h	406,67 ^{cde}
	PN75%CI25%	28,50 ^a	13,00 ^a	526,33 ^a
	PA25%CI75%	27,67 ^{ab}	13,17 ^a	422,00 ^{cd}
	PA50%CI50%	26,83 ^{ab}	10,67 ^{bcd}	457,33 ^{bc}
	PA75%CI25%	24,50 ^{bc}	9,50 ^{def}	360,67 ^{ef}

Medias ajustadas con letras distintas en sentido vertical indican diferencias estadísticamente significativas, dentro de un mismo punto de muestreo, según prueba de comparación LSD de Fisher (p-valor < 0,05). PN = Pinot noir; PA = País; CI = Cinsault.

Es importante señalar que las medidas relativas a la espuma son a veces complicadas de estabilizar y albergan una heterogeneidad entre réplicas que en ocasiones repercute en la ausencia de diferencia significativa entre tratamientos.

En el Cuadro 5 se observa que, dentro de los vinos base, el tratamiento monovarietal de Pinot noir obtuvo la media más alta de HM, parámetro que nos informa sobre la espumabilidad cuando el vino se vierte en la copa. Aquellos monovariales de las variedades no tradicionales presentaron valores significativamente menores. Se pudo observar que las mezclas que contienen las variedades PA y CI presentaron menores medias de HM, lo cual se traduce en una menor espumabilidad máxima. Al contrario que en el parámetro HM, se persiguen valores altos de HS y TS, pudiéndose observar comúnmente como un cuello estable de espuma en la copa. Dentro de los vinos base, aquellos monovariales de las variedades PA y CI presentaron valores más bajos de HS, sin presentar diferencias significativas entre ellas. En cuanto a las mezclas, aquellos con mayores porcentajes de PN fueron quienes presentaron mayor estabilidad de la espuma y, por el contrario, aquellos con variedades no tradicionales fueron los con menor estabilidad de la espuma.

En cuanto al parámetro de TS en vinos base, que da a conocer el tiempo que tarda la espuma en presentarse en la copa de manera estable, no se observaron diferencias significativas entre las variedades monovariales no tradicionales. En cuanto a las mezclas, se observó que el tratamiento con iguales porcentajes de las variedades PA y CI, alcanzó la estabilidad en un periodo más corto de tiempo, con diferencias significativas al resto y la mezcla elaborada con un mayor porcentaje de Pinot noir en conjunto con la variedad País, fue la que obtuvo valores de TS más altos con diferencias significativas.

Comparando la HM de espumantes con nueve y dieciocho meses de crianza sobre lías, los vinos monovariales de PN presentaron medias más altas en ambos periodos de tiempo, seguido por CI y PA observándose diferencias significativas entre todos ellos solo a los 18 meses. Por el contrario, a los 9M, el único que presentó diferencias significativas fue el de variedad Pinot noir, tradicionalmente utilizada, presentando la espumabilidad más alta. En cuanto a las mezclas, se pudo observar que a los 9M los valores más altos fueron los de aquellos tratamientos que contenían a la variedad PN y mayoritariamente aquellos tratamientos con HM más bajo fueron los que poseían a las variedades País y Cinsault en sus mezclas. Además, la mezcla de PN y CI fue la que presentó la mayor espumabilidad a los 9 y 18M de crianza sobre lías. Así mismo, a los 18M, se puede observar que los tratamientos con ambas variedades no tradicionales están dentro de los valores más altos.

Con respecto a las medias de HS, en el punto 9M y 18M, aquellos monovariales elaborados con variedades no tradicionales presentaron una altura de estabilidad menor que el vino espumante monovarietal de Pinot noir. Sólo a los 18M las variedades PA y CI fueron significativamente diferentes a la variedad PN, pero ambas variedades no tradicionales no presentaron diferencias significativas en los distintos tiempos de crianza sobre lías. En cuanto a las mezclas, se observó que aquellos vinos espumantes que contienen ambas variedades no tradicionales presentaron los valores de HS más bajos sin presentar diferencias significativas entre ellas a los nueve meses.

Con respecto al tiempo de estabilidad de los vinos espumantes monovariales de 9M y 18M, aquellos elaborados con variedades no tradicionales presentaron un TS significativamente menor que el vino espumante monovarietal PN. Así mismo, todos los vinos espumantes monovariales con 18M presentaron TS estadísticamente diferentes. En cuanto a las mezclas, se observó que aquellos que contienen ambas variedades no tradicionales presentaron valores más bajos sin presentar diferencias significativas entre ellas a los nueve meses de crianza.

Interacción de la variedad y el tiempo de crianza en lías, en los espumantes monovarietales

Se observa en la figura 5 y 6, que existe una interacción entre los factores variedad y mes de crianza, en las variables HM y TS dado que el p-valor fue $<0,05$ en ambos casos. Por lo tanto, la HM y TS de cada variedad dependen del tiempo de crianza sobre lías. Por el contrario, en la figura 7 no se produjo una interacción entre las variedades y los meses de crianza sobre lías para la variable HS (Anexo III).

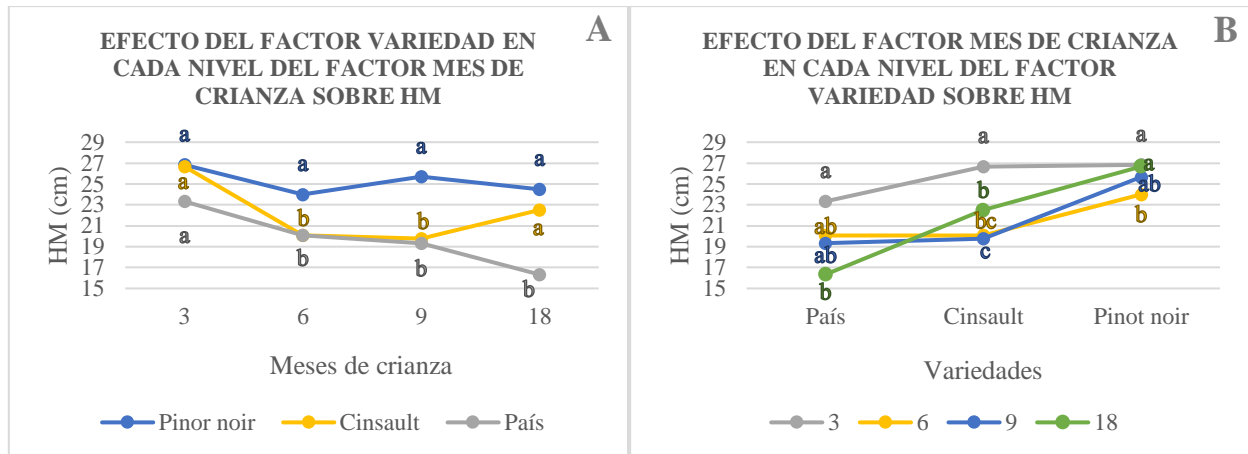


Figura 5. Interacción del nivel variedad (A) y mes de crianza (B) en la altura máxima de espuma en espumantes monovarietales con 3, 6, 9 y 18 meses de crianza sobre lías. Medias con letras distintas en sentido vertical indican diferencias estadísticamente significativas, según prueba de comparación LSD de Fisher (p-valor $< 0,05$).

Como se observa en la figura 5A, a lo largo del tiempo existe una tendencia a la disminución de HM, a excepción de la variedad Cinsault la cual aumentó a los 18M. A los seis y nueve meses de crianza, las variedades tradicionales fueron significativamente diferentes a la variedad Pinot noir. En las tres variedades la máxima altura se alcanzó a los 3M (5B).

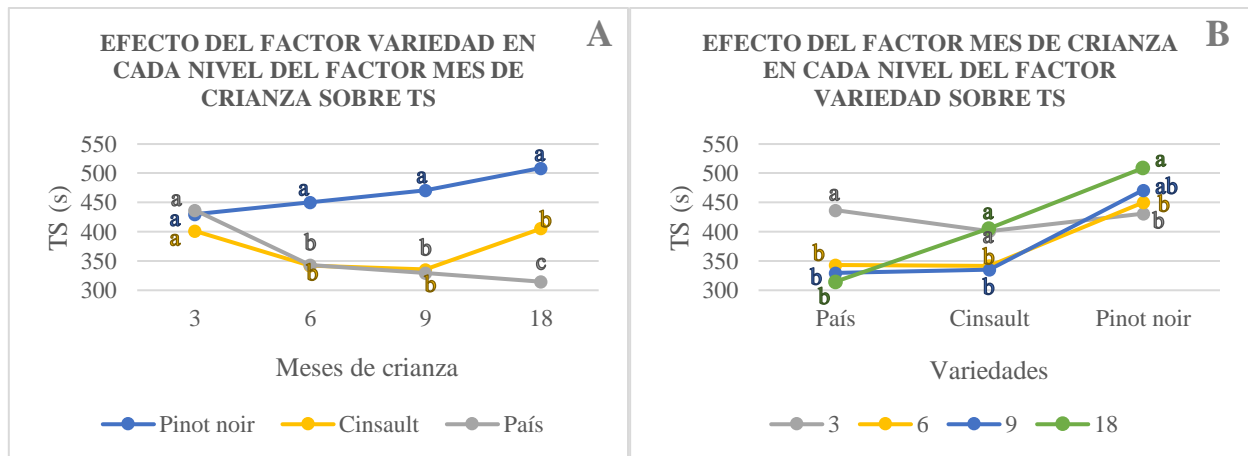


Figura 6. Interacción del nivel variedad y mes de crianza en el tiempo de estabilización de la espuma en espumantes monovarietales con 3, 6, 9 y 18 meses de crianza sobre lías. Medias con letras distintas indican diferencias estadísticamente significativas entre variedades y fechas, respectivamente, según prueba de comparación LSD de Fisher (p-valor $< 0,05$).

Como se observa en la figura 6B, TS tendió a aumentar en el tiempo a excepción de la variedad País. A los 6M, se observó una disminución en las variedades no tradicionales. En cuanto a las diferencias entre variedades de la figura 6A, se observaron diferencias significativas entre las variedades no tradicionales con respecto a Pinot noir a los seis y nueve meses de crianza sobre lías y, a los dieciocho meses las tres variedades presentaron diferencias significativas entre ellas.

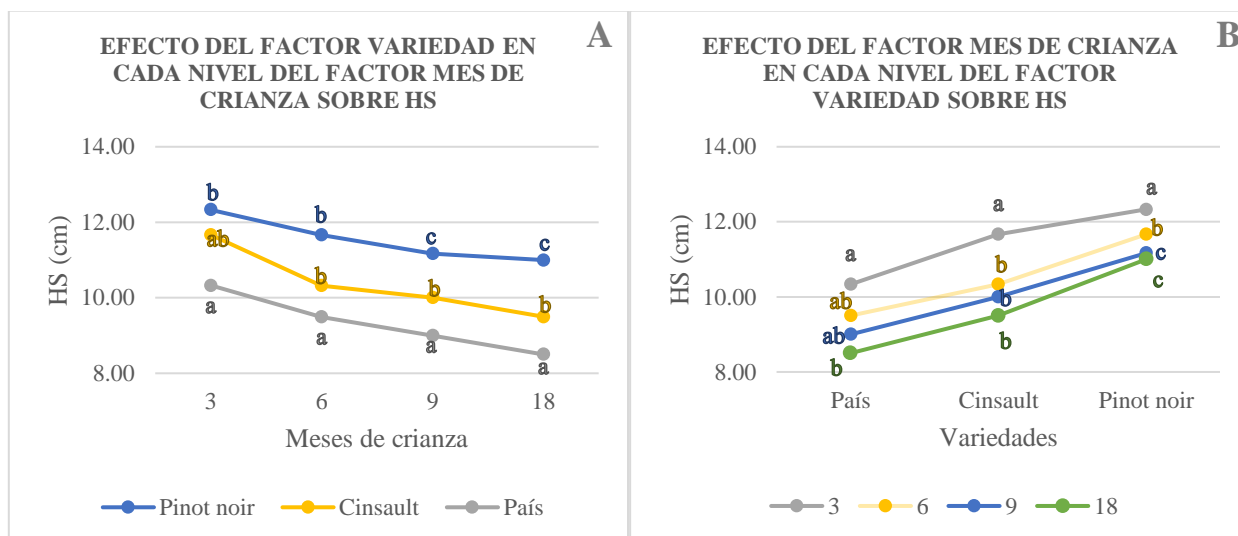


Figura 7. Interacción del nivel variedad y mes de crianza en la altura de estabilización de la espuma de espumantes monovarietales con 3, 6, 9 y 18 meses de crianza sobre lías. Medias con letras distintas indican diferencias estadísticamente significativas entre variedades y fechas, respectivamente, según prueba de comparación LSD de Fisher (p -valor $< 0,05$).

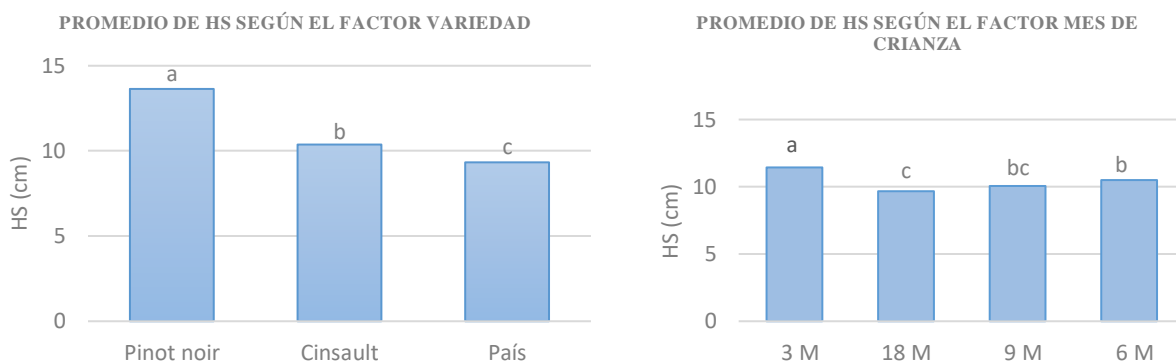


Figura 8. Promedio de HS según el factor variedad y mes de crianza, respectivamente. Promedios unidos con letras distintas en sentido horizontal indican diferencias estadísticamente significativas entre los niveles de variedad y meses de crianza, respectivamente, según la prueba de LSD de Fisher (p -valor $< 0,05$).

Se observó en la figura 7, que no existe una interacción entre los niveles de los factores variedad y meses de crianza sobre lías, dado que el p -valor fue $>0,05$, respectivamente (Anexo III). Por lo tanto, independiente de los meses de crianza, las medias más altas de HS se obtuvieron con la variedad PN e independiente de la variedad utilizada, los valores más altos de HM se obtuvieron a tres meses de crianza sobre lías (Figura 8).

Análisis de concentración de proteínas

Cuadro 6. Concentración de fracciones proteicas de diferente rango de masa molecular de los vinos espumantes con 9 y 18 meses de crianza sobre lías.

		HMW (> 75 kDa)	IMW (75-50 kDa)	LMW (50-25 kDa)	Total
9 M	PA 100%	2,29 ^c	1,60 ^e	2,06 ^e	27,60 ^{bc}
	CI 100%	2,79 ^{abc}	1,93 ^{de}	2,06 ^e	31,43 ^{ab}
	PN 100%	2,79 ^{abc}	2,48 ^{bcd}	3,63 ^{bcd}	33,85 ^a
	PN25%PA75%	2,37 ^{bc}	2,30 ^{bcd}	2,73 ^{de}	28,09 ^{bc}
	PN50%PA50%	2,11 ^c	2,77 ^b	3,19 ^{bcd}	25,74 ^c
	PN75%PA25%	2,96 ^{abc}	2,52 ^{bcd}	3,42 ^{bcd}	34,58 ^a
	PN25%CI75%	2,69 ^{abc}	2,01 ^{cde}	3,08 ^{cd}	29,10 ^{bc}
	PN50%CI50%	2,33 ^{bc}	2,26 ^{bcd}	3,37 ^{bcd}	30,12 ^{abc}
	PN75%CI25%	2,88 ^{abc}	2,63 ^{bc}	4,11 ^b	33,73 ^a
	PA25%CI75%	3,17 ^{ab}	3,60 ^a	5,21 ^a	30,71 ^{ab}
	PA50%CI50%	3,35 ^a	2,75 ^b	3,92 ^{bc}	28,95 ^{bc}
	PA75%CI25%	2,60 ^{abc}	2,02 ^{cde}	3,05 ^{cde}	25,54 ^{ab}
18 M	PA 100%	1,74 ^b	2,71 ^{abc}	3,19 ^{bc}	27,45 ^{de}
	CI 100%	2,11 ^b	2,08 ^c	4,31 ^{abc}	29,92 ^{cde}
	PN 100%	2,31 ^{ab}	2,98 ^{abc}	4,71 ^{ab}	40,76 ^{ab}
	PN25%PA75%	3,01 ^a	3,68 ^a	4,58 ^{abc}	28,30 ^{cde}
	PN50%PA50%	2,10 ^b	2,47 ^{bc}	3,49 ^{abc}	22,18 ^e
	PN75%PA25%	1,85 ^b	2,44 ^{bc}	4,21 ^{abc}	31,92 ^{cd}
	PN25%CI75%	1,90 ^b	2,75 ^{abc}	3,03 ^c	29,75 ^{cde}
	PN50%CI50%	2,29 ^{ab}	3,38 ^{ab}	3,78 ^{abc}	35,77 ^{abc}
	PN75%CI25%	2,15 ^{ab}	2,38 ^c	4,86 ^a	46,56 ^a
	PA25%CI75%	2,14 ^{ab}	3,40 ^{ab}	3,93 ^{abc}	32,32 ^{cd}
	PA50%CI50%	2,30 ^{ab}	3,56 ^a	3,46 ^{abc}	26,89 ^{de}
	PA75%CI25%	2,35 ^{ab}	3,02 ^{abc}	3,12 ^{bc}	25,60 ^{de}

Medias ajustadas con letras distintas en sentido vertical indican diferencias estadísticamente significativas en la composición y concentración de proteínas, dentro de un mismo punto de muestreo, según prueba de comparación LSD de Fisher (p-valor < 0,05). PN = Pinot noir; PA = País; CI = Cinsault. Las mezclas indican el porcentaje que contienen de cada variedad.

En el Cuadro 6, se observó que, dentro de los vinos espumantes de 9 M, el tratamiento monovarietal de Pinot noir obtuvo significativamente la mayor cantidad de proteínas de IMW y de LMW, en comparación a los monovariales de País y Cinsault, los cuales fueron iguales estadísticamente. En cuanto a las proteínas totales de los espumantes monovariales de nueve meses, sólo la variedad País presentó diferencias significativas con respecto a la variedad Pinot noir, la cual obtuvo la mayor concentración. En cuanto a las mezclas, se observó que sólo el tratamiento de PA25%CI75% presenta las medias más altas de proteínas de IMW y LMW. Con respecto a las proteínas totales, aquellas mezclas que presentaron alto porcentaje de la variedad Pinot noir, fueron las que presentaron las medias más altas.

Con respecto a las medias de los vinos espumantes monovarietales de 18 M, sólo se presentaron diferencias significativas en el total de proteínas, en donde se observó que la variedad Pinot noir fue aquella que presentó la media más alta y las variedades tradicionales no presentaron diferencia. En cuanto a las mezclas, se observó que el tratamiento de PN75%CI25% fue aquel que presentó la media más alta de proteínas totales y de LMW.

Al comparar las medias de proteínas de HMW entre tratamientos con diferentes tiempos de crianza, sólo se observó una deficiencia significativa en el tratamiento monovarietal de País, Cinsault y en la mezcla de PN75%PA25%. En las proteínas de IMW, el tratamiento de País y en la mezcla de PN50%CI50%, se observó un aumento significativo de estas. Por último, en las proteínas de LMW sólo se detectó un aumento significativo en la variedad Cinsault y en la mezcla de PN25%PA75%.

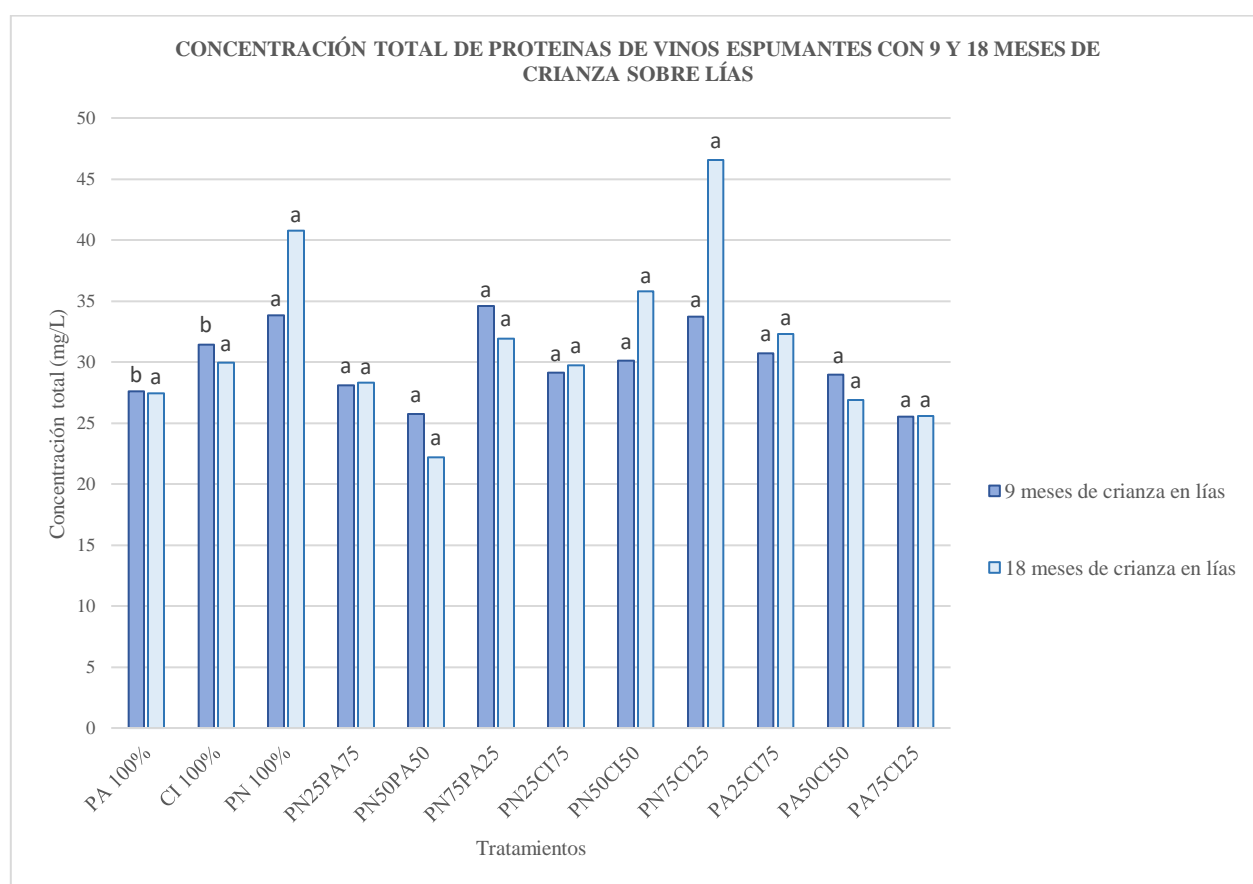


Figura 9. Comparación de concentración total de proteínas en vinos espumantes con 9M y 18M de crianza. Medias con letras distintas en sentido horizontal indican diferencias estadísticamente significativas, entre meses de un mismo tratamiento, según prueba de comparación LSD de Fisher (p -valor < 0,05). PN = Pinot noir; PA = País; CI = Cinsault.

En la figura 9, se observó que, entre los nueve y los dieciocho meses de crianza sobre lías, sólo existieron diferencias significativas en el tratamiento monovarietal de Pinot noir y en aquella mezcla entre esta misma variedad con Cinsault.

Análisis sensorial

Cuadro 7. Atributos sensoriales de los vinos espumantes

	PINOT NOIR				PAÍS				CINSAULT			
	3M	6M	9M	18M	3M	6M	9M	18M	3M	6M	9M	18M
Atributos visuales												
Efervescencia	11,06 ^a	9,88 ^{ab}	8,34 ^b	8,16 ^b	8,14 ^a	6,13 ^a	7,28 ^a	2,93 ^b	7,67 ^{ab}	5,36 ^b	7,60 ^{ab}	8,99 ^a
Velocidad burbuja	7,09 ^{bc}	8,72 ^a	7,38 ^{ab}	5,77 ^c	9,88 ^a	7,78 ^a	9,66 ^a	3,14 ^b	9,55 ^{ab}	7,36 ^b	8,30 ^{ab}	9,81 ^a
Tamaño burbuja	6,33 ^a	5,86 ^a	5,19 ^a	4,16 ^a	8,39 ^a	5,56 ^b	4,78 ^b	4,53 ^b	6,27 ^a	5,19 ^a	4,93 ^a	4,63 ^a
Intensidad colorante	6,45 ^a	6,01 ^a	6,67 ^a	7,55 ^a	3,80 ^a	3,94 ^a	3,87 ^a	3,64 ^a	3,53 ^a	3,53 ^a	4,24 ^a	5,08 ^a
Componente (P-R)	3,91 ^c	5,84 ^{ab}	4,43 ^{bc}	7,58 ^a	2,28 ^a	2,28 ^a	2,31 ^a	2,51 ^a	3,10 ^a	2,91 ^a	2,73 ^a	2,69 ^a
Persistencia corona	10,08 ^a	12,77 ^b	11,01 ^b	9,77 ^b	8,72 ^a	6,45 ^{ab}	6,58 ^{ab}	4,13 ^b	5,89 ^a	4,40 ^a	6,18 ^a	7,18 ^a
Atributos olfativos												
Intensidad aromática	10,17 ^a	9,33 ^{ab}	9,46 ^{ab}	8,24 ^b	8,48 ^a	8,02 ^a	8,02 ^a	8,65 ^a	9,11 ^a	8,32 ^a	9,07 ^a	8,24 ^a
Frutas	6,68 ^a	6,43 ^a	7,48 ^a	8,03 ^a	8,06 ^a	6,92 ^{ab}	5,80 ^{ab}	5,62 ^b	7,42 ^a	6,53 ^a	7,18 ^a	8,49 ^a
Flores	7,13 ^a	6,32 ^a	6,37 ^a	6,73 ^a	5,80 ^a	5,34 ^a	4,56 ^a	6,09 ^a	5,43 ^{ab}	5,01 ^{ab}	4,45 ^b	6,98 ^a
Bollería	5,89 ^b	7,03 ^{ab}	7,84 ^{ab}	8,74 ^a	6,93 ^a	5,43 ^a	5,68 ^a	6,00 ^a	5,80 ^a	6,66 ^a	7,00 ^a	6,13 ^a
Complejidad	7,10 ^b	8,22 ^{ab}	8,45 ^{ab}	9,42 ^a	6,44 ^b	6,51 ^b	8,68 ^a	9,46 ^a	8,46 ^a	7,48 ^a	8,04 ^a	8,74 ^a
Atributos gustativos												
Agresividad espuma	7,85 ^a	7,53 ^a	6,01 ^{ab}	4,80 ^b	8,16 ^a	8,00 ^a	9,10 ^a	7,44 ^a	7,73 ^a	6,12 ^a	8,05 ^a	7,27 ^a
Acidez	8,30 ^a	8,85 ^a	9,03 ^a	8,37 ^a	7,93 ^a	8,54 ^a	8,46 ^a	8,09 ^a	7,55 ^a	7,63 ^a	8,03 ^a	6,43 ^a
Dulzor	3,69 ^a	3,60 ^a	2,48 ^a	3,23 ^a	2,74 ^a	2,28 ^a	2,41 ^a	2,88 ^a	2,44 ^a	3,63 ^a	3,61 ^a	3,77 ^a
Amargor	4,33 ^a	3,99 ^a	5,40 ^a	4,98 ^a	3,94 ^a	5,69 ^a	4,49 ^a	4,71 ^a	4,24 ^a	4,18 ^a	4,72 ^a	3,62 ^a
Fruta en boca	6,28 ^a	6,98 ^a	6,55 ^a	6,48 ^a	5,96 ^a	5,47 ^a	5,57 ^a	5,53 ^a	6,72 ^a	6,98 ^a	6,55 ^a	7,25 ^a
Persistencia	9,03 ^a	8,18 ^a	8,11 ^a	9,87 ^a	7,80 ^a	8,98 ^a	7,23 ^a	8,10 ^a	8,89 ^a	9,13 ^a	8,09 ^a	8,03 ^a

Las medias corresponden al promedio de 12 evaluadores. Letras distintas en sentido horizontal indican diferencias estadísticamente significativas, entre tiempos de muestreo respecto a cada variedad, según prueba de comparación LSD de Fisher (p -valor < 0,05). P= Pajizo; R= Rojizo.

Entre los atributos visuales de la variedad Pinot noir, se observó una significativa disminución de la efervescencia y de la velocidad de las burbujas en el tiempo, al igual que la persistencia de la corona, la cual disminuyó a los 6M y luego, no presentó diferencias significativas y, no se observaron diferencias en el tamaño de las burbujas en ninguno de los meses analizados. En cuanto a los atributos olfativos, se observó una disminución significativa de la intensidad aromática a los dieciocho meses de crianza sobre lías, pero un aumento de la complejidad aromática a lo largo del tiempo. No se observaron diferencias significativas en los atributos de flores y frutas, pero sí en el de bollería el cuál claramente aumentó en el tiempo. Entre los atributos gustativos, sólo se observaron diferencias estadísticamente significativas en la agresividad de la espuma (Cuadro 7).

En cuanto a la variedad País, dentro de los atributos visuales se observó una disminución significativa de la efervescencia, persistencia de la corona, velocidad y tamaño de la burbuja en el tiempo. La intensidad colorante y la componente (pajizo-rojizo) no tuvieron diferencias significativas. En cuanto a los atributos olfativos, sólo se observó un aumento en la complejidad aromática y una disminución de la percepción de fruta en el tiempo.

En la fase visual de la variedad Cinsault, se observó un descenso de la efervescencia y de la velocidad de las burbujas a los seis y nueve meses, para luego aumentar su valor a los dieciocho meses de crianza sobre lías. En cuanto a los atributos olfativos, sólo se observaron diferencias estadísticamente significativas en la percepción a flores, donde se observó un aumento a los dieciocho meses. Por último, se observó que ni la variedad País ni Cinsault presentaron diferencias significativas, respectivamente, en la fase gustativa.

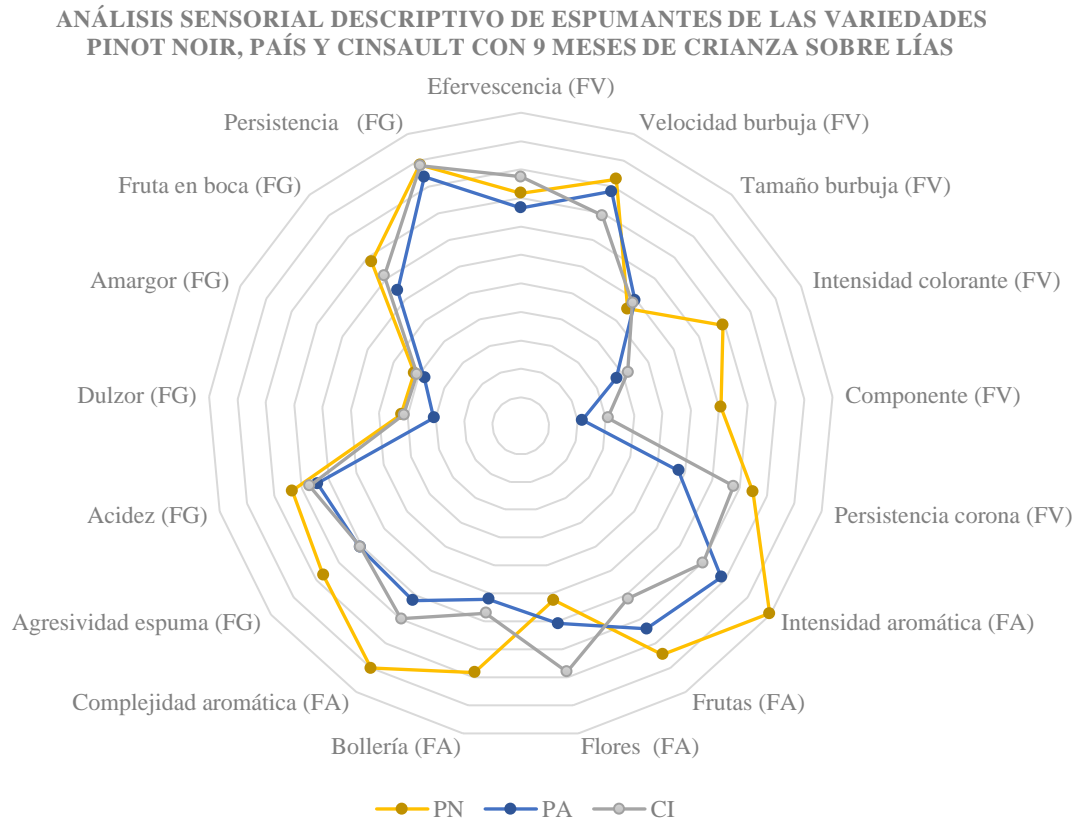


Figura 10. Análisis sensorial descriptivo comparativo entre las variedades Pinot noir (PN), País (PA) y Cinsault (CI) con nueve meses de crianza sobre lías. FV= Fase visual; FA= fase aromática; FG= Fase gustativa.

Al realizar un análisis descriptivo entre los tres vinos espumantes monovarietales con 9 meses crianza (Figura 10), sólo se observaron diferencias significativas en los atributos visuales y aromáticos (Anexo IV). La variedad Pinot noir presentó una intensidad colorante más intensa y tendió a tener un componente más rojizo, en comparación a las variedades País y Cinsault, las cuales tuvieron un componente más pajizo al realizar una comparación visual.

En cuanto a la fase aromática, se observó una intensidad y complejidad mayor en la variedad Pinot noir. En los atributos de percepción de frutas, las variedades Pinot noir y País presentaron las medias más altas. En la percepción de bollería, Pinot noir y Cinsault presentaron las medias más altas, siendo significativa la diferencia entre las variedades Pinot noir y País. Por último, los evaluadores percibieron mayores notas florales en variedad Cinsault, con respecto a las demás.

DISCUSIÓN

La concentración total de ésteres tras la segunda fermentación en botella se redujo un 36% en vinos monovarietales y un 72% en mezclas, coincidiendo con los resultados de Úbeda et al. (2019) en dónde así mismo, uno de los ésteres principales fue el acetato de isoamilo. Se ha demostrado que la disminución de aromas está directamente relacionada con el contacto directo con las lías en donde mediante el efecto de sorción de lías los compuestos volátiles y como consecuencia, los aromas, se ven disminuidos (Medina et al., 2002; Gallardo-Chacón et al., 2010). En el caso de los espumantes monovarietales, algunos ésteres tendieron a desaparecer durante la crianza, como fue el caso del acetato de cis-3-hexenilo. Otros compuestos aumentaron su concentración durante el contacto con las lías de levaduras, como fue el caso del succinato de dietilo, el cual ha sido señalado como un claro indicador de crianza en espumante (Francioli et al., 2013). Por el contrario, otros volátiles presentes en el vino disminuyeron su concentración a los 9M y a los 18M, en las tres variedades, siendo el caso del acetato de hexilo, acetato de cis-3-hexenilo y acetato de beta-fenetilo. Esto ha sido descrito previamente por otros autores y se le atribuyen razones de la alta volatilidad de los acetatos de esta naturaleza y baja capacidad de retención alcohólica por parte de las lías (Gallardo-Chacón et al., 2009). Según reportes de Riu-Aumatell et al. (2006) el lactato de etilo y succinato de dietilo se han informado previamente como marcadores del tiempo de envejecimiento, por lo que estos compuestos mencionados anteriormente, también podrían considerarse como marcadores de tiempo de crianza sobre lías.

En cuanto a los aldehídos, sólo se detectó el 5 hidroximetil furfural, un aldehído y furano formado durante la descomposición térmica de los glúcidos, el cual sólo se presentó a los 18M en todas las variedades de vinos espumantes monovarietales y en mezclas. Este compuesto fue descrito como un potencial marcador de envejecimiento del vino espumante Cava (Serra-Cayuela et al., 2013). Presentó una concentración mucho menor al encontrarse en vinos espumantes de mezclas de variedades, en comparación a las concentraciones a las cuales se detectó en los monovarietales. Es importante señalar que este aldehído a menudo se utiliza como parámetro de referencia a la hora de describir el pardeamiento de un vino, el cual es un parámetro relevante de calidad de los vinos blancos (Torrens et al., 2010; Ganss et al., 2011). Los compuestos isoprenoides también fueron determinados en este estudio y son partícipes muy activos del aroma de los vinos. Dentro de este grupo podemos encontrar a los terpenos y a los norisoprenoides. Con respecto al último tipo, generalmente, tienden a aumentar en el tiempo, siendo el TDN, vitispirane A y vitispirane B muestra de ello (Riu-Aumatell, 2006; Torrens et al., 2010) suceso que también se evidenció en esta investigación. Los norisoprenoides tuvieron el mismo comportamiento en mezclas y en espumantes monovarietales, en donde a mayor tiempo de crianza estos tendieron a disminuir, pero finalmente aumentaron a los 18M. En cuanto a los terpenos, todos los compuestos detectados estuvieron presentes en las variedades a excepción del Farneseno el cuál no se detectó a los 18M en CI y PN.

Independiente de la variedad, a partir de los seis meses de crianza sobre lías se observó una disminución de la altura máxima alcanzada por la espuma (HM), mismo tiempo en el que se observa una disminución en el tiempo de estabilidad de la espuma (TS), a excepción de la variedad Cinsault que presenta un aumento a los dieciocho meses. Se consideran deseables altos valores de HS y TS, pudiéndose observar un cuello estable de espuma, pero no así, altos valores de HM, parámetro observado como alta espumabilidad cuando el espumante se vierte en la copa.

Girbau-Sola et al. (2002), y Moreno-Arribas et al. (2000), afirman que la crianza sobre lías mejora la calidad y estabilidad de la espuma debido a que la cantidad y cualidad de esta se ve modificada. La calidad de la espuma es el atributo sensorial más importante y depende mayoritariamente de las proteínas presentes en el vino (Salazar et al., 2010).

Sensorialmente, los evaluadores también percibieron una disminución de la persistencia de la corona en espumantes con mayor tiempo de crianza sobre lías y una disminución del tamaño y velocidad de las burbujas. Según reportes de Liger-Belair (2005), la calidad de los espumantes suele estar relacionada con el tamaño de las burbujas y se prefieren las burbujas pequeñas, que se elevan lentamente a través del líquido, a las burbujas grandes. Las manoproteínas liberadas durante el proceso autolítico de las levaduras han sido relacionadas con la mejora de la estabilidad de la espuma, proceso relacionado con la velocidad de desprendimiento de estas (Coelho et al., 2011).

Al relacionar los análisis químicos, físicos y sensoriales, en general se observa que la variedad Pinot noir fue la que obtuvo los mayores valores en todas las propiedades espumantes. Presentó los valores más altos de concentración de proteínas totales y de altura máxima (HM) a lo largo de todos los puntos de tiempos estudiados. Según reportes de Medina (2017), la medida de HM se correlaciona positivamente con las proteínas (totales y las tres fracciones de MW). De todos los compuestos que presentan características tensoactivas, las proteínas han sido las macromoléculas más estudiadas en cuanto a su relación con las propiedades espumantes en vinos espumosos (Girbau-Sola et al., 2002; Esteruelas et al., 2014). Sensorialmente, los evaluadores percibieron una mayor agresividad de la espuma, al compararlo con las variedades País y Cinsault. Observando también, una mayor persistencia de la corona en la variedad Pinot noir, lo cual se relaciona directamente con la medida de estabilidad de la espuma analizado con el método Mosalux, en donde la variedad Pinot noir fue la que presentó significativamente mayores valores de tiempo de estabilidad de la espuma (TS). Así mismo, una disminución a lo largo del tiempo de la agresividad de la espuma, percibida por los evaluadores en el análisis sensorial, se relaciona directamente con la medición de HM, en donde ésta también tiende a disminuir en el tiempo. De acuerdo con Picinelli y col. (2005), el tamaño de la burbuja es un indicador de la calidad de la espuma y a medida que la burbuja es más pequeña, la velocidad de estas también disminuye, atributo que en este ensayo los evaluadores clasificaron con baja puntuación.

En cuanto a las variedades no tradicionales, se observa una similitud entre ellas en cuanto a HM, TS, composición y concentración de proteínas y en todas las propiedades sensoriales, exceptuando la percepción a aromas florales, en donde la variedad Cinsault presentó medias más altas. Cinsault y País a los 9M presentaron cantidades parecidas de ésteres y de terpenos, principales responsables de las características florales. Sin embargo, difieren en la cantidad de alcoholes superiores, los cuales están en mucha mayor concentración en País. Es conocido que los alcoholes superiores en concentraciones muy altas pueden enmascarar aromas de los ésteres, por lo tanto, al tener Cinsault menos cantidad podría suponerse que esté siendo más perceptible sus características florales (Loviso y Libkind, 2019). En la variedad Cinsault se observó un aumento de HM y de TS a los dieciocho meses. La misma evolución observaron Andrés-Lacueva et al. (1996), y Girbau-Sola et al. (2002), quienes correlacionaron el aumento de HM a los quince y dieciocho meses, con la autólisis de la levadura. Durante la crianza sobre lías, los vinos espumantes están sometidos a cambios químicos y bioquímicos que pueden afectar las propiedades espumantes y el contenido de proteínas es uno de ellos (Moreno-Arribas et al., 2000), afirmando así que el tiempo óptimo de

envejecimiento para lograr una espuma de calidad es de 18 meses. Los resultados de estas mediciones físicas coinciden con la percepción sensorial de los evaluadores en un aumento de la efervescencia y de persistencia de la corona a los dieciocho meses de crianza sobre lías. Las mediciones físicas obtenidas a través del método Mosalux han sido relacionadas con las características espumantes que muestra el vino espumoso cuando se vierte en la copa y, por lo tanto, son representativas de la percepción sensorial de la espuma (Gallart et al., 2004).

Por otra parte, las mezclas entre variedades no tradicionales fueron aquellas que presentaron las medias más bajas de HM y aquellas mezclas que poseían la variedad Pinot noir, fueron las que mayor altura de espuma alcanzaron, siendo este hecho consistente con los hallazgos anteriormente mencionados. La mezcla de PN-CI fue aquella con la media más alta de HM a los nueve y dieciocho meses de crianza sobre lías. Estudios anteriores han demostrado que la mezcla de variedades mejora las propiedades espumantes por sobre aquellos monovarietales, debido a un efecto sinérgico (Andrés-Lacueva et al., 1996). A los 18M, los tratamientos de mezclas con ambas variedades no tradicionales están dentro de aquellos con las medias más altas de HM. Así mismo, se observó que, tras la segunda fermentación, la utilización de mezcla de variedades redujo la concentración de ésteres un 36% más que aquellos donde sólo se utilizó una variedad.

Finalmente hay que destacar que, las proteínas aportan untuosidad al vino, fijan los aromas e incrementan la formación de espuma (Esteruelas et al., 2009). De igual modo que participan en la resistencia y elasticidad de la película superficial que rodea a las burbujas (Malvy y col., 1994). La mayoría de los trabajos indicaron una correlación positiva entre la concentración de proteínas, y la altura máxima de la espuma. Sin embargo, respecto a la altura estable o estabilidad de la espuma (HS) los resultados no son tan claros debido a que algunos autores proponen un efecto positivo (Malvy y col., 1994) y otros describen una influencia negativa (Andrés-Lacueva y col., 1996b).

CONCLUSIONES

La utilización de variedades no tradicionales en la mezcla con Pinot noir dan lugar a vinos con características diferenciadas. La variedad tradicional para la elaboración de espumante, Pinot noir, destaca por sobre las variedades emergentes, Cinsault y País, en la mayoría de los parámetros estudiados. Al realizar mezclas, la fracción aromática es la más afectada, obteniéndose vinos espumantes con menor intensidad aromática principalmente por una disminución de los ésteres. No obstante, debido a un efecto sinérgico, la mezcla entre Pinot noir y Cinsault aumenta la calidad de la espuma, en relación con aquellos producidos solamente con la variedad tradicional Pinot noir.

Un aumento en el tiempo de crianza sobre lías otorga mayor complejidad aromática, la cual es percibida sensorialmente, y mejoras en la calidad de la espuma. En virtud de lo expuesto, se aceptan ambas hipótesis. Por último, el tiempo de crianza sobre lías idóneo para cada una de las variedades es dependiente, siendo recomendable para la variedad País una crianza corta mientras que Cinsault estaría preparada para crianzas más largas ya que aumenta la calidad de la espuma y la percepción sensorial de aromas florales a un mayor tiempo de crianza sobre lías.

LITERATURA CITADA

Blasco, L., M. Viñas, and T. G.Villa. 2011. Proteins influencing foam formation in wine and beer: the role of yeast. *International Microbiology*. 14:61-71.

Boulton, R.B. 1996. Methods for the assessment of copigmentation in red wines. 47th Annual meeting of the American Society for Enology and Viticulture, Reno.

Bullock, J., J. Wang, and G. Bullock. 1998. Was Dom Perignon really blind? *Survey of Ophthalmology*, 42(5): 481-486.

Canals JM, Arola L and Zamora F, Protein Fraction Analysis of White Wine by FPLC. *Am J Enol Vitic* 49: 383–388(1998).

Cayetano, M. 2015. Desarrollo de espumante de naranja-estudio de la formación de burbujas aplicando análisis de imágenes. 196 p. Tesis doctoral. Universitat Politècnica de Valencia, València, España.

Úbeda, C., I. Kania-Zelada, R. del Barrio-Galán, M. Medel-Marabolí, M.Gil, Á. Peña-Neira. 2019. Estudio de los cambios en compuestos volátiles, aroma y atributos sensoriales durante el proceso de elaboración de vino espumoso por método tradicional. *Food Research International*, 119:554-563.

Coelho, E., S.M. Rocha, and M.A. Coimbra. 2011. Foambility and foam stability of molecular reconstituted model sparkling wines. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 59: 8770-8778

Esteruelas, M., E. González-Royo, N. Kontoudakis, A. Orte, A. Cantos, J.M. Canals, and F. Zamora. 2015. Influence of grape maturity on the foaming properties of base wines and sparkling wines (Cava). *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 95(10): 2071–2080.

Fanzone, M., A. Peña-Neira, M. Gil, v. Jofré, M. Assof, and F. Zamora. 2012. Impact of phenolic and polysaccharidic composition on commercial value of Argentinean Malbec and Cabernet Sauvignon wines. *Food Research International*, 45: 402-414.

Francioli, S., J. Torrens, M. Riu-Aumatell, E. López-Tamames, and S. Buxaderas. 2003. Volatile compounds by SPME-GC as age markers of sparkling wines. *American Journal of Enology and Viticulture*, 54:158-162.

Gallardo-Chacón, J., S. Vichi, E. López-Tamames, and S. Buxaderas. 2009. Analysis of sparkling wine lees surface volatiles by optimized headspace solid-phase microextraction. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 57:3279-3285.

- Gallardo-Chacón, J., S. Vichi, E. López-Tamames & S. Buxaderas. 2010. Cambios en la sorción de diversos volátiles por lías de *Saccharomyces cerevisiae* durante la crianza del vino espumoso. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 58: 12426-12430.
- Gallart, M., X. Tomás, G. Suberbiola, E. López-Tamames, and S. Buxaderas. 2004. Relationship between foam parameters obtained by the gas-sparging method and sensory evaluation of sparkling wines. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 84: 127-133.
- Galeote, J. 2013. Historia. p 11-15. *In: De Vecchi, Cava y Champán, los reyes de la burbuja*. Coruña, España.
- Ganss, S., F. Kirsch, P. Winterhalter, U. Fischer, and H.G. Schmarr. 2011. Aroma changes due to second fermentation and glycosylated precursors in Chardonnay and Riesling sparkling wines. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 59: 2524-2533.
- Garrido, A. 2006. Efecto sobre la copigmentación en mezclas de vinos de las variedades Carménère con Pinot noir y Syrah con Sauvignon Blanc. Memoria Ingeniero Agrónomo. Santiago, Chile: Facultad de Ciencias Agronómicas, Universidad de Chile. 57 p.
- Girbau-Sola, T., E. López-Tamames, J. Buján, and S. Buxaderas. 2002. Foam aptitude of Trepát and Monastrell red varieties in Cava elaboration. 1. Base wine characteristics. *Journal of Agriculture and Food Chemistry*, 50: 5596-5599.
- Guadalupe, Z., and B. Ayestarán. 2007. Polysaccharide Profile and Content during the Vinification and Aging of Tempranillo Red Wines. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 55: 10720-10728.
- Guadalupe, Z. and B. Ayestarán. 2008. Effect of commercial mannoprotein addition on polysaccharide, polyphenolic, and color composition in red wines. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 56: 9022-9029.
- Hidalgo, J. 2011. *Tratado de Enología*. 2ª edición. Mundi-Prensa. Madrid, España.
- Jones, J., F. Kerslake, D. Close, and R. Damberg. 2014. Viticulture for sparkling wine production: a review. *American Journal of Enology and Viticulture*, 65(4):10.
- Kjörling, A. 2016. Introducción. p. 9-12. *In: h.f.ullmann publishing GmbH, Vinos espumosos: Champán, cava, prosecco y otros*. Potsdam, Alemania.
- Lacoste, P. 2010. Variedades de uva en Chile y Argentina (1550-1850). Genealogía del torrontés. Instituto de Estudios Avanzados, Universidad de Santiago de Chile.
- Lewin, B. 2013. Espumantes los sparkling moments crecen como la espuma. *En Vitrina*, 56:10-13.
- Liger-Belair, G. 2012. The physics behind the fizz in champagne and sparkling wines. *The European Physical Journal Special Topics*, 201(1):1-88.

- Loviso, C., and D. Libkind. 2019. Synthesis and regulation of flavor compounds derived from brewing yeast: fusel alcohols. *Science Direct*, 51 (4):386-397.
- Mangas, J., and Blanco D. 2010. Tecnología de la elaboración de sidra. Equipamiento industrial.321. *In*: Mangas, J., and Blanco D., La manzana y la sidra: bioprocesos, tecnologías de elaboración y control. Asturgraf. Oviedo, España.
- Martínez-Lapuente, L., Z. Guadalupe, B. Ayestarán, M. Ortega-Heras, and S. Pérez-Magariño. 2013. Changes in polysaccharide composition during sparkling wine making and aging. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 61 (50):12362–12373.
- Martí-Raga, M., V. Martín, M. Gil, M. Sancho, F. Zamora, A. Mas, and G. Beltran. 2016. Contribution of yeast and base wine supplementation to sparkling wine composition. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 96 (15):4962–4972.
- Medina Carnicer, M., L. Zea Calero, R. Peinado Amores, J. Moreno Vigar, L. Moyano Cañete, and J. Bueno González Tejero. 2002. Efecto del periodo de contacto con las lías de fermentación sobre el contenido en aromas de los vinos blancos. *Vitic. Enol. Prof.* 82:55-56.
- Medina, L. 2017. Estudio de los factores que influyen en las propiedades espumantes de los vinos espumosos (Cava); influencia de la aplicación de nuevas herramientas biotecnológicas. 193 p. Tesis Doctoral. Universitat Rovira i Virgili, Facultad de Enología, Tarragona, España.
- Monagas, M., B. Bartolomé, and C. Gomez-Cordovés. 2005. Effect of the modifier (Graciano vs. Cabernet Sauvignon) on blends of Tempranillo wine during ageing in the bottle. I. Anthocyanins, pyranoanthocyanins and non-anthocyanin phenolics. *Food Science and Technonogy*, 40: 107-115.
- Moreno-Arribas, V., E. Pueyo, F.J. Nieto, P.J. Martín-Álvares, and M.C. Polo. 2000. Influence of the polysaccharides and the nitrogen compounds on foaming properties of sparkling wines. *Food Chemistry*, 70: 309-317.
- ODEPA. 2015. Vides: Superficie y producción. Oficina de Estudios y Políticas Agrarias (ODEPA), Santiago, Chile. Disponible en <http://www.odepa.gob.cl/vides-superficie-y-produccion-3> (Consultado en mayo de 2018).
- ODEPA. 2017. Boletín del vino. Oficina de Estudios y Políticas Agrarias (ODEPA), Santiago, Chile. Disponible en http://www.odepa.cl/wp-content/files_mf/1501537191Boletindelvino.pdf (Consultado en mayo de 2018).
- OIV. 2014. El enfoque de la OIV: El mercado de los vinos espumosos, 12.
- ProChile. 2015. PMP Estudio de mercado de vinos espumantes para el mercado del reino unido. Santiago, Chile. Disponible en http://www.prochile.gob.cl/wp-content/uploads/2011/11/PMP_RUnido_Espumante_2015.pdf (Consultado en mayo de 2018).

ProChile, 2016. Chile consolida su posicionamiento en el mundo e introduce con éxito sus espumantes. Ministerio de relaciones exteriores, Santiago, Chile. Disponible en <http://www.prochile.gob.cl/noticia/prowein-2016-chile-consolida-su-posicionamiento-en-el-mundo-e-introduce-con-exito-sus-espumantes> (Consultado en mayo de 2018).

Riu-Aumatell, M., J. Bosch-Fusté, E. López-Tamames, and S. Buxaderas. 2004. Development of volatile compounds of cava (Spanish sparkling wine) during long ageing time in contact with lees. *Food Chemistry*, 95:6.

Riu-Aumatell, M., J. Bosch-Fusté, E. López-Tamames, and S. Buxaderas. 2006. Desarrollo de compuestos volátiles del cava (vino espumoso español) durante un largo tiempo de crianza en contacto con lías. *Food Chemistry*, 95, 237-242.

Sandoval, R. 2015. Efecto del uso de β -glucanasas y derivados de levaduras en la calidad del vino espumoso verdejo de larga crianza. 29 p. Tesis grado de enología. Universidad de Valladolid, Valladolid, España.

Sepúlveda, A. 2009. Características de vinos tintos Pinot noir, producidos con cepas autóctonas de *saccharomyces cerevisiae* aisladas del valle del maule. 65 p. Memoria para optar al título de Ingeniero en Alimentos, Universidad de Chile, Facultad de Ciencias Químicas y Farmacéuticas, Departamento de Ciencia de los Alimentos y Tecnología Química, Santiago, Chile.

Serra-Cayuela, A., M. Castellari, J. Bosch-Fusté, M. Riu-Aumatell, S. Buxaderas, E. López-Tamames. 2013. Identificación de 5-hidroximetil-2-furfural (5-HMF) en vinos espumosos de Cava por LC-DAD-MS / MS y espectrometría de RMN. *Food Chemistry*, 141:3373-80.

Stéfani, A. 2015. Desarrollo de vino espumante de naranja (var. Valencia) estudio de su fracción aromática libre y caracterización sensorial con consumidores. 168 p. Tesis Doctoral, Universidad Politecnica Valencia, València, España.

Tominaga, T., G. Guimertau, and D. Dubourdieu. 2003. Role of certain volatile thiols in the bouquet of aged champagne wines. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 51:1016-1020.

Torrens, J., M. Riu-Aumatell, S. Vichi, E. López-Tamames, and Buxaderas, S. (2010). Evaluación de perfiles volátiles y sensoriales entre vinos base y espumosos. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 58, 2455-2461.

Tudela, R. 2015. Nuevas perspectivas en la caracterización de la autólisis en vinos espumosos. 197 p. Tesis doctoral, Bioteología, Universitat de Barcelona, Barcelona, España.

Úbeda, C.; R. del Barrio; A. Peña; M. Medel and E. Durán. 2017. Location Effects on the Aromatic Composition of Monovarietal cv. Carignan Wines. *American Journal of Enology and Viticulture*, ajev-2017.

Wines of Chile, 2017. Cinsault. Santiago, Chile. Disponible en <http://www.winesofchile.org/es/varietal/cinsault> (Consultado en mayo de 2018).

ANEXOS Y/O APÉNDICES**ANEXO I****PAUTA DE EVALUACIÓN SENSORIAL VINOS ESPUMANTES**

Nºmuestra

FASE VISUAL

0	Efervescencia	15
0	Velocidad de desprendimiento de la burbuja	15
0	Tamaño de la burbuja	15
0	Intensidad colorante	15
0	Componente	15
0	Persistencia de la corona	15

PAUTA DE EVALUACIÓN SENSORIAL VINOS ESPUMANTES

Nºmuestra

FASE AROMÁTICA

0	Intensidad aromática	15
0	Frutas	15
0	Flores	15
0	Bollería	15
0	Complejidad	15

PAUTA DE EVALUACIÓN SENSORIAL VINOS ESPUMANTES

Nºmuestra

FASE GUSTATIVA

0	Agresividad de la espuma	15
---	--------------------------	----

0	Acidez	15
---	--------	----

0	Dulzor	15
---	--------	----

0	Amargor	15
---	---------	----

0	Fruta en boca	15
---	---------------	----

0	Persistencia	15
---	--------------	----

ANEXO II

INDIVIDUAL CODIFICADO

FONDECYT 1171227. Study of different technological strategies to increase the quality on Chilean sparkling wines produced by traditional method.

CATADOR _____

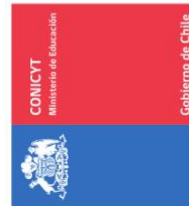
Serie _____

487

705

599

005



ANEXO III

INTERACCIONES VARIEDAD*MESES EN LAS VARIABLES DE MOSAULX

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

Variable: **HM**

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	401.14	11	36,47	7,94	<0,0001
Variedades	220.04	2	110.02	23,95	<0,0001
Meses	109,54	3	36,51	7,95	0,0007
Variedades*Meses	71,56	6	11,93	2,60	0,0440
Error	110,25	24	4,59		
Total	511,39	35	0,30		

Medias con letras distintas indican diferencias estadísticamente significativas (p < 0,05)

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

Variable: **TS**

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	134.133,56	11	12.193,96	16,74	<0,0001
Variedades	84.062,06	2	42.031,03	57,69	<0,0001
Meses	13.557,11	3	4.519,04	6,20	0,0028
Variedades*Meses	36.514,39	6	6.085,73	8,35	0,0441
Error	17.485,33	24	728,56		
Total	151.618,89	35			

Medias con letras distintas indican diferencias estadísticamente significativas (p < 0,05)

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

Variable: **HS**

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	45,75	11	4,16	14,26	<0,0001
Variedades	29,29	2	14,65	50,21	<0,0001
Meses	15,81	3	5,27	18,06	<0,0001
Variedades*Meses	0,65	6	0,11	0,37	0,8889
Error	7,00	24	0,29		
Total	52,75	35			

Medias con letras distintas indican diferencias estadísticamente significativas (p < 0,05)

ANEXO IV

Test: LSD Fisher: Variables Sensoriales

Variable	Tratamiento	Medias	n	E.E.	
Efervescencia	CI	8,75	12	0,93	a
	PN	8,18	12	0,93	a
	PA	7,66	12	0,93	a
Velocidad burbuja	PN	9,29	12	0,77	a
	PA	8,83	12	0,77	a
	CI	7,93	12	0,77	a
Tamaño burbuja	PA	5,95	12	0,87	a
	CI	5,83	12	0,87	a
	PN	5,56	12	0,87	a
Intensidad colorante	PN	7,93	12	0,67	a
	CI	4,20	12	0,67	b
	PA	3,76	12	0,67	b
Componente	PN	7,06	12	0,58	a
	CI	3,07	12	0,58	b
	PA	2,17	12	0,58	b
Persistencia corona	PN	8,48	12	1,11	a
	CI	7,78	12	1,11	a
	PA	5,76	12	1,11	a
Intensidad aromática	PN	10,96	12	0,63	a
	PA	8,83	12	0,63	b
	CI	8,02	12	0,63	b
Frutas	PN	9,46	12	0,76	a
	PA	8,39	12	0,76	a
	CI	7,15	12	0,76	b
Flores	CI	8,80	12	0,88	a
	PA	7,07	12	0,88	b
	PN	6,24	12	0,88	b
Bollería	PN	8,83	12	0,81	a
	CI	7,70	12	0,81	a
	PA	6,20	12	0,81	b
Complejidad	PN	10,02	12	0,69	a
	CI	7,98	12	0,69	b
	PA	7,22	12	0,69	b
Agresividad espuma	PN	8,70	12	0,81	a
	PA	7,08	12	0,81	a
	CI	7,07	12	0,81	a
Acidez	PN	8,35	12	0,81	a
	CI	7,72	12	0,81	a
	PA	7,43	12	0,81	a
Dulzor	PN	4,23	12	0,72	a
	CI	4,13	12	0,72	a
	PA	3,07	12	0,72	a
Amargor	PN	4,18	12	0,74	a
	CI	4,08	12	0,74	a
	PA	3,78	12	0,74	a
Fruta en boca	PN	7,79	12	0,69	a
	CI	7,13	12	0,69	a
	PA	6,43	12	0,69	a
Persistencia	PN	9,83	12	0,59	a
	CI	9,80	12	0,59	a
	PA	9,38	12	0,59	a

Medias con letras distintas en sentido vertical indican diferencias estadísticamente significativas, dentro de una misma variable, según prueba de comparación LSD de Fisher (p -valor < 0,05).

Esquema del proceso de elaboración y de análisis de los vinos espumantes.

