

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE
MEXICO

INSTITUTO DE INVESTIGACIONES
EN BIOTECNOLOGÍA

Especialidad en Biotecnología:

Trabajo de tesis para optar por el grado de Maestro en Ciencias en Biotecnología
del Instituto de Investigaciones en Biotecnología de la Universidad Nacional Autónoma de México

(ASESOR: Dr. José Ramón Verde Calvo)

Licenciatura:

Ingeniería de los Alimentos

Alumna:

FRANCISCA DEL ROSARIO GARCÍA

AGRADESCIMIENTO A LA COLABORACION DE:

M.C Ma. Luisa Colina I.

Por haber participado en la realización del trabajo y su accesoria en la parte sensorial. Gracias por el tiempo que dedico.

Dr. Ma. de Lourdes Estamilla. H.

Por haber participado en la revisión del trabajo.

INDICE

ESTUDIO FÍSICOQUÍMICO Y SENSORIAL DE LA FRACCIÓN AROMÁTICA DE MAYOR CONCENTRACIÓN DEL VINO CABERNET SAUVIGNON EN DIFERENTES CONDICIONES DE AÑEJAMIENTO

1. INTRODUCCIÓN	2
2. ANTECEDENTES	6
3. JUSTIFICACIÓN	8
4. OBJETIVO GENERAL	8
4.1 OBJETIVO PARTICULAR	8
5. HIPÓTESIS	8
6. PLAN TRABAJO	9
7. MATERIAL Y MÉTODO	10
7.1. INSUMOS.....	10
7.1.1 PREPARACIÓN DE INOCULO.....	10
7.1.2 CULTIVO DE INOCULO.....	11
7.2. ELABORACIÓN DEL VINO TINTO.....	11
7.3. AJUSTE DEL VINO A DIFERENTES CONDICIONES DE AÑEJAMIENTO.....	13
7.4. ANÁLISIS FÍSICOQUÍMICOS.....	13
7.5 ANÁLISIS SENSORIAL.....	13
7.5.1 SELECCIÓN DE JUECES.....	14
7.5.2 ENTRENAMIENTO.....	14
7.5.3 EVALUACIÓN SENSORIAL DE LOS VINOS AÑEJADOS.....	15
7.6 ANÁLISIS DE DATOS.....	16
7.6.1 ANÁLISIS DE LA SELECCIÓN.....	16
7.6.2 ANÁLISIS ESTADÍSTICO DEL ENTRENAMIENTO.....	16
7.6.3 ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE LOS VINOS AÑEJADOS.....	17
7.7. CARACTERIZACIÓN Y CUANTIFICACIÓN DE LOS COMPONENTES AROMÁTICOS QUE SE ENCUENTRAN EN MAYOR CONCENTRACIÓN DE LA FRACCIÓN VOLÁTIL DEL VINO.....	19
8. RESULTADOS	20
8.1 ANÁLISIS FÍSICOQUÍMICOS.....	20
8.2 ANÁLISIS SENSORIAL.....	21
8.2.1 SELECCIÓN DE JUECES.....	21
8.2.2 ENTRENAMIENTO.....	22
8.2.3 ANÁLISIS DE VINOS AÑEJADOS.....	23
8.5 CARACTERIZACIÓN Y CUANTIFICACIÓN DE LOS COMPONENTES AROMÁTICOS QUE SE ENCUENTRAN EN MAYOR CONCENTRACIÓN DE LA FRACCIÓN VOLÁTIL DEL VINO.....	26
9. DISCUSIÓN	36
10. CONCLUSIONES	37
REFERENCIA	39
ANEXOS	41

ESTUDIO FÍSICOQUÍMICO Y SENSORIAL DE LA FRACCIÓN AROMÁTICA DE MAYOR CONCENTRACIÓN DEL VINO CABERNET SAUVIGNON EN DIFERENTES CONDICIONES DE AÑEJAMIENTO

1. INTRODUCCIÓN

Para la elaboración de un vino de calidad, es importante tomar en cuenta la variedad de la uva y la interacción de numerosos factores biológicos, físicos, climáticos y culturales.

Una propiedad importante del vino es sin duda el aroma ya que nos da información sobre la variedad con que fue hecho. De todas las variedades que existen, una de las más utilizadas es Cabernet Sauvignon por sus características, ya que es una uva con mucho carácter. Por su buen sabor, aroma y riqueza en taninos, da un vino de bouquet especiado, pronunciado, con buena acidez, color y un excelente balance que requiere de envejecimiento (Reyes *et al.*, 1993). Tienen racimos pequeños y sus uvas también son pequeñas (Fig. 1), con muchas semillas, son negras y casi esféricas; la piel es correosa, el sabor pronunciado y característico. El aroma y sabor que describe esta variedad de uva es a: pimienta negra, bayas, grosella negra, herbáceo o vegetal (pimiento, olivas) menta (Balde, 1993). De acuerdo a la clasificación de Winkler, que consiste en medir las horas – luz y la temperatura de julio a septiembre, el clima óptimo de esta variedad es la zona III de Winkler, que corresponde a un ambiente de tibio a caliente.



Fig. 1 Racimo de uva Cabernet Sauvignon

El potencial aromático de las uvas está determinado por la presencia de compuestos que actúan como precursores, entre los más conocidos, podemos citar a los ácidos fenólicos, sobre todo de la serie de las cumarinas, que desarrollan aromas poco apreciables los compuestos nitrogenados y los minerales como los azufrados, aportan al vino una característica varietal.

Las sustancias aromáticas como son los aceites esenciales o terpenos, se localizan principalmente en la cáscara, pero también se encuentran en la pulpa. Se han localizado en una misma variedad más de 60 compuestos diferentes (Martínez, 1991). En los vinos tintos, la mayor extracción de aroma se obtiene durante la maceración de los hollejos (Martí *et al.*, 1999).

Los aromas varietales de tipo frutado o floral, son menos intensos cuando las variedades finas han sido cultivadas en climas cálidos, o en aquellos donde se tiene que realizar las vendimias antes de que la uva alcance su madurez óptima, debido a las lluvias tempranas. Los aromas especiados, aunque no se afectan tanto por esos factores se pueden modificar ligeramente su carácter en cada zona.

Para simplificar el reconocimiento aromático de los vinos, según el origen y estadio de su elaboración y conservación, se ha convenido en clasificar a los aromas como primarios, secundarios y terciarios.

Aromas Primarios. Los aromas primarios, son los aromas varietales, típicos de cada cepa y sus precursores. Los aromas varietales más conocidos están representados por dos grupos de compuestos químicos: los terpenos y las pirazinas, como son el nerol, linalol, geraniol (Fig. 2). Las pirazinas son los compuestos que confieren a los vinos las típicas notas de sabor herbáceo, o de pimiento verde, que caracteriza particularmente a los vinos de Cabernet Sauvignon (www.entrieriostotal.com.ar/guia/sabores/vinos/aromas).

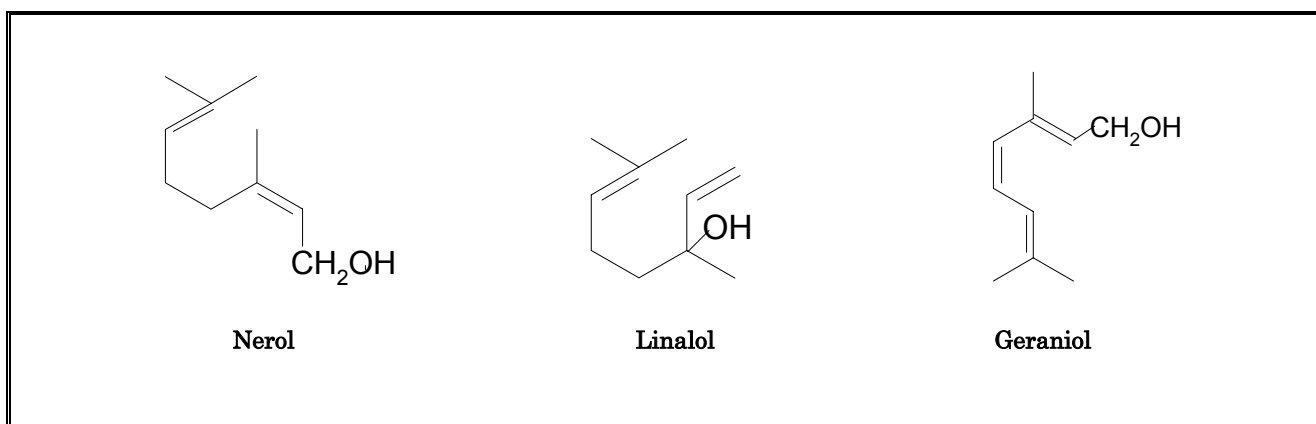


Fig. 2 Compuestos aromáticos primarios de la uva Cabernet Sauvignon

Aromas Secundarios. Son los aromas que se producen durante la fermentación alcohólica y maloláctica de los vinos. Además del alcohol etílico, aparecen muchos otros alcoholes como los denominados alcoholes superiores, algunos de ellos de conocida importancia aromática.

Ejemplos de alcoholes superiores que se forman durante la fermentación alcohólica de la uva Cabernet Sauvignon son: el isoamilíco, el alcohol bencílico,

el 2-fenetil alcohol (Fig. 3). Estos compuestos se originan en el metabolismo de los aminoácidos (www.entreriostotal.com.ar/guia/sabores/vinos/aromas).

Los ésteres son originados por la combinación de los ácidos grasos con los alcoholes. Son los generadores típicos del aroma de fermentación. Uno de los ejemplos más característicos son: el acetato 3-metilbutilo, con su olor a plátano; el acetato de 2-feniletilo, con olor a rosa; o el octanato de etilo, con aromas que recuerdan el ananá y la pera. Los mercaptanos contribuyen al olor que caracteriza a ciertas uvas Sauvignon blancas. Los fenoles volátiles dan lugar a la aparición de aromas tan particulares como el olor a clavel o clavo.

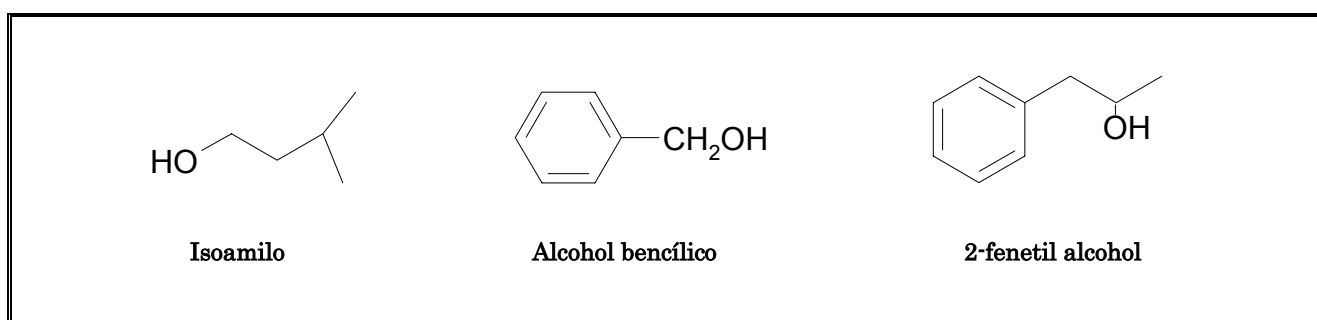


Fig. 3 Compuestos aromáticos secundarios

Aromas Terciarios. Durante la maduración o crianza del vino, su composición sufre transformaciones profundas como consecuencia de reacciones de naturaleza biológica y fisicoquímica. Existen dos modalidades de maduración y envejecimiento para los vinos, según sea la finalidad para la cual fueran elaborados.

- 1 Oxidación: los vinos se maduran en barrica (Fig. 4) en presencia de oxígeno, adquieren su bouquet después de muchos años de maduración y en este sentido juega un papel importante los aldehídos. Si estos vinos se conservan en barricas de roble, se incorporan las lactonas propias de la madera, con su típico olor a aldehído vainílico y su aroma a vainillina. Después de la oxidación se embotellan y los vinos tienen un proceso de reducción.



Fig. 4 Maduración en barrica.

- 2 Reducción (ausencia de oxígeno): Aquí los vinos se embotellan (Fig. 5), algunos vienen de maduración en barrica, la esterificación es esencial, como también ocurre para los compuestos terpénicos y fenólicos.



Fig. 5 Maduración en embotella

La calidad sensorial de un vino depende en gran medida de sus características aromáticas. El análisis sensorial ha sido la herramienta básica para la caracterización del aroma. A pesar de las numerosas normas y protocolos que se han establecido para estandarizar la metodología y los descriptores aromáticos, nunca dejará de estar sometida a la subjetividad del degustador. La evaluación sensorial de los vinos, junto con las técnicas analíticas, dan información sobre el aroma y el sabor del producto (Torrens, 2004).

El análisis sensorial no proporciona información sobre la composición química del aroma por eso la importancia de utilizar la cromatografía de gases. En la actualidad se han realizado algunas innovaciones técnicas que permiten mejorar la sensibilidad, selectividad, reproducibilidad y rapidez del análisis. Algunas son:

- 1 Extracción y concentración de la fracción aromática por microextracción en fase sólida (SPME).
- 2 Separación por cromatografía de gases multidimensional (MDGC).
- 3 Detección por acoplamiento de GC y espectrofotometría de masas (MS) entre otras (Torrens, 2004).

En este estudio se caracterizaron y cuantificaron los principales compuestos aromáticos de mayor concentración del vino a diferentes condiciones de añejamiento (temperatura, pH y concentración SO_2). Se utilizó uva de la variedad Cabernet Sauvignon del estado de Zacatecas en la elaboración de este vino.

2. ANTECEDENTES

Rosane (1980). realizó estudios en vino elaborado con Cabernet Sauvignon, para obtener los compuestos aromáticos, primero hizo una separación de los ácidos libres con CH_2Cl_2 , continuó con una extracción y purificación de componentes volátiles para después analizarlos por cromatografía de gases y espectrofotometría de masas. En este estudio se encontró los compuestos de la Tabla 1.

Tabla 1 Compuestos aromáticos encontrados en vino Cabernet Sauvignon

Compuestos aromáticos	
1. Isoamilo	16. Furoato de etilo
2. 2- fenetilo	17. Dietil maloato
3. 1 propanol	18. Etil cinamoato
4. 2-metilpropanol	19. Dietil ftalate
5. 1-hexanol	20. Butirolactona
6. cis-2-hexan-1-ol	21. Furfural
7. cis-3-hexan-1-ol	22. Benzaldehido
8. 1-heptanol	23. Fenilacetaldehido
9. 2-heptanol	24. β -ionona
10. 1-octanol	25. 1,1,6-trimetil-1,2
11. Alcohol bencílico dihidronaftaleno	26. 2-Metoxi -3-isobutil- pirazina
12. Linalol	27. N-(2-fenetil) acetamida
13. 4-Metilpentan-1-ol	28. 5-metil-ftalida
14. Acetato de isoamilo	29. α -Terpineol
15. Lactato de etilo	

Los vinos contienen compuestos del aroma en una amplia variedad de concentraciones (mg/L), pero la mayoría se encuentra en (ng/L). La baja concentración de los compuestos volátiles del vino hace necesaria la extracción y concentración antes del análisis cromatográfico. Vas (1998) utilizó la técnica de espacio de cabeza con SPME (microextracción en fase sólida) para determinar componentes volátiles por cromatografía de gases y espectrofotometría de masas. Esta técnica es selectiva, sensitiva, rápida y simple, y se pueden distinguir varios tipos de vino y productos de diferentes regiones.

Whiton y Zoechlein (2000) realizaron un análisis utilizando estándares internos, y observaron que la técnica de HS (espacio de cabeza) se basa en el equilibrio entre la muestra y el HS, el cual es afectado por la temperatura. Calle (1996) encontró que el aumento de la temperatura de 25°C a 80 °C disminuye la repuesta de algunos componentes como, el decanol.

El aumento de la temperatura reduce la respuesta para compuestos más volátiles afectando el equilibrio muestra-HS. Al mismo tiempo, los compuestos polares de alto punto de ebullición aumenta. Los analitos pueden responder de diferente manera a los cambios en el tiempo y la temperatura de muestreo, y debido a la funcionalidad y volatilidad. La variación de respuesta es importante en la selección del estándar interno para el análisis cuantitativo.

Noble (1976) realizó un análisis descriptivo sensorial, el cual lo correlacionó con un análisis instrumental con la técnica de espacio de cabeza con cromatografía de gases.

Otro análisis fisicoquímico y sensorial para determinar la calidad de los vinos, lo realizó De la Fuente (1986) en el cual formó un jurado entrenado que percibió diferencias entre los vinos elaborados con diferentes variedades y regiones de origen. Este estudio determinó que las variedades Palomino del estado de Hidalgo, Carignane de Querétaro, Zinfandel de Guanajuato, produjeron vinos de buena calidad por su balance sensorial y fisicoquímico.

3. JUSTIFICACIÓN

No existen trabajos de investigación reportados de los aromas o el bouquet en vinos tintos Mexicanos y mucho menos tomando en cuenta diferentes condiciones de añejamiento.

4. OBJETIVO GENERAL

Determinar compuestos aromáticos de mayor concentración, en vino tinto Cabernet Sauvignon, modificando las condiciones de añejamiento.

4.1 OBJETIVO PARTICULAR

- 1 Estudiar el efecto de la temperatura, pH y concentración de sulfuroso total durante el añejamiento sobre la composición de la fracción que proporciona el bouquet del vino tinto.
- 2 Por medio de un estudio fisicoquímico y sensorial seleccionar cual de las 8 diferentes condiciones de añejamiento presenta mayor riqueza de aromas.

5. HIPÓTESIS

Modificando las condiciones de añejamiento, la fracción volátil de vino que aporta el aroma y el bouquet se verá diferenciada.

6. PLAN TRABAJO

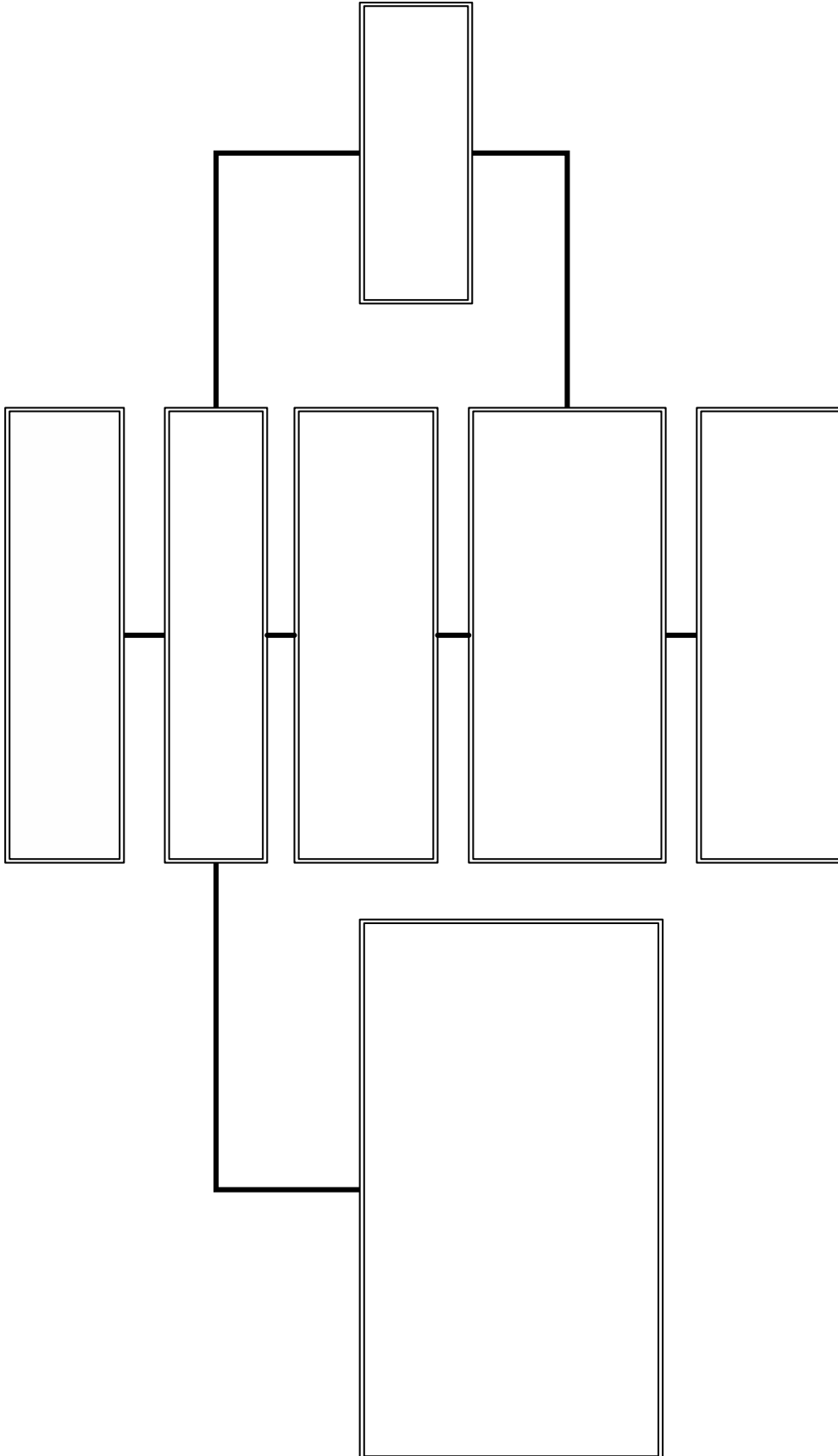


Fig. 6 Diagrama del plan de trabajo

7. MATERIAL Y MÉTODO

7.1. INSUMOS

Se utilizaron 24.4 Kg uva de la variedad Cabernet Sauvignon, del estado de Zacatecas, la uva fue traída en agosto del 2005 y se conservo congelada -15 °C en bolsas de polietileno.

Cepas microbianas

1. *Saccharomyces cerevisiae* variedad oviformes. Colección del laboratorio de Enología. UAM-I
2. *Pediococcus pentosaceus*. Aislada de sidra mexicana y caracterizada fenotípicamente (Verde *et al.*, 1994).
3. *Lactobacillus pentosus*. Caracterizada por Verde (1995).

7.1.1 PREPARACIÓN DE INOCULO.

1. Se tomaron 50ml de levadura *Sacch. cerevisiae* variedad oviformes de las lias de un vino tinto y se agrego a 800ml de vino, el inoculo se coloco en 2 matraces erlenmeyer de 500ml y se incubo a 28°C durante 3 días.
2. Para las bacterias *Ped. pentosaceus* y *Lact. pentosus* se preparo un medio de Rogosa Sharpe la composición del medio se muestra en la Tabla 2. Se ajusto el pH del medio y se esterilizó 15 minutos a 121°C.

Tabla. 2 Composición del medio de cultivo Rogosa Sharpe

Componente	Cantidades g/L
Peptona	10
Extracto de carne	8
Extracto de levadura	4
Acetato de sodio	5
Fosfato bipotásico	2
Citrato de amonio	2
MgSO ₄ •7H ₂ O	0.2
MgSO ₄ •4H ₂ O	0.05
Glucosa	20
Tween 80	1.0 mL
Agar	10
pH	6.2

7.1.2 CULTIVO DE INOCULO.

1. Se mezcló el medio con la levadura en un matraz con vino (50% medio y 50% vino) para que se adaptara la levadura. Después se agregó 5% del medio a los fermentadores de 5 L.
2. Se cultivó *Ped. pentosaceus* y *Lact. pentosus* se agregó 25ml de medio a los fermentadores de 5 L.

7.2. ELABORACIÓN DEL VINO TINTO

El diagrama de bloques de la elaboración del vino tinto se muestra en la Fig. 7

Selección: La uva tenía una madurez de 18°Bx. Se revisó que los granos de las uvas no estuvieran dañados. Se obtuvieron 16 L de vino.

Desgranado: Se separó el raspón de los granos de la uva a mano.

Estrujado: Se machacaron las uvas a mano para evitar el rompimiento de las semillas y se obtuvo el mosto.

Inoculación: El mosto de uva se inoculó en una zona desinfectada, con un cultivo de *Sacch. cerevisiae* var. *oviformis* adicionando 5% (v/v) con respecto al mosto a fermentar.

Fermentación con maceración: El mosto con hollejo se colocó en fermentadores de vidrio de 5 litros a una temperatura de 25°C. El hollejo se mantuvo durante la primera semana de la fermentación después de este período se retiró y continuó la fermentación, se agitó el fermentador una vez al día. Terminada la fermentación alcohólica (2 semanas) se dejó reposar.

Desfangado: Se eliminaron las partículas sólidas en suspensión, filtrando el vino con una manta de cielo.

Descube: Se pasa el vino de un fermentador a otro para airear el vino, con el fin de que no se pique.

Fermentación maloláctica: Se efectuó por la adición de una mezcla al 5% (v/v), de los inóculos de las bacterias lácticas *Ped. pentosaceus* y *Lact. pentosus* en las mismas condiciones asépticas que la inoculación, a una temperatura de 25°C.

Ajuste del sulfuroso total: Se cuantificó el sulfuroso después de la fermentación maloláctica con el método volumétrico de Ripper (Amerine y Ough, 1980). Se añadió la cantidad exacta de metabisulfito de potasio ($K_2S_2O_5$) para que la concentración de SO_2 sea equivalente a 100 ppm.



Fig. 7 Elaboración de vino por el método de microvinificación

7.3. AJUSTE DEL VINO A DIFERENTES CONDICIONES DE AÑEJAMIENTO.

El diseño estadístico que se empleó para elaborar la investigación fue 2^3 , lo que significa que se usaron dos niveles en cada una de las tres variables.

Se dividió el vino primero en dos partes para ajustar el pH. Se utilizó una solución 1 M de ácido tartárico, se llevó la mitad del vino (8 litros) de un pH inicial de 3.5 a 3.2.

El segundo paso fue tomar los 8 litros, dividirlos en 2 porciones de 4 L y ajustar el SO_2 . Se cuantificó SO_2 total y se agregó metabisulfito de potasio $\text{K}_2\text{S}_2\text{O}_5$ para ajustar a 30 y 50 ppm. El vino modificado se colocó en frascos color ámbar de 500 ml se cerró con tapas de plástico con rosca, se etiquetaron y se guardaron a las temperaturas correspondientes.

Para mantener los vinos a las temperaturas de estudio se colocaron en una estufa a 25°C y los vinos a 15°C se mantuvieron en una estufa apagada en un lugar fresco. En la Tabla 3 se muestran las condiciones de añejamiento.

Tabla 3. Condiciones de añejamiento

Condiciones	F1	F2	F3	F4	F5	F6	F7	F8
pH	3.2	3.2	3.2	3.2	3.5	3.5	3.5	3.5
SO_2 ppm	30	30	50	50	30	30	50	50
T $^\circ\text{C}$	15	25	15	25	15	25	15	25

7.4. ANÁLISIS FÍSICOQUÍMICOS

Los análisis realizados al mosto y al vino son los siguientes: pH, acidez total, acidez volátil, azúcares reductores, sulfuroso total, sulfuroso libre. Las técnicas empleadas se realizaron conforme a Reyes *et al.*, 1997.

7.5 ANÁLISIS SENSORIAL

Para la formación del jurado con catadores confiables fue necesario seleccionar personas con una sensibilidad normal para los diferentes olores (De la Fuente, 1986).

Se llevaron a cabo 3 pasos para la formación de los jueces:

1. Selección
2. Entrenamiento
3. Evaluación de los vinos añejados

7.5.1 SELECCIÓN DE JUECES

El criterio que se empleo para esta selección fue determinar quienes eran capaces de detectar las diferencias entre las muestras que se les presentaron en las pruebas anteriores.

Se realizó una invitación (la invitación se muestra en el Tabla 21 del anexo) a 24 personas (11 hombre y 13 mujeres) con un rango de edad de 21-55 años para realizar la selección del jurado. Se aplicaron tres pruebas sensoriales.

1. Comparación por pares (el cuestionario se presenta en el Tabla 22 del anexo) (De la Fuente, 1986). En esta prueba se determinó si existían diferencias entre dos o más pares para un estímulo sensorial perceptible. Se les presentaron 2 series con 6 muestras cada una, las cuales consistieron en disoluciones de alcohol, agua y linalol al 0.3%, 0.8%, 1% y 1.5%. Se realizaron combinaciones de estas y se les presentaron las muestras por duplicado, esta prueba se realizó en una sesión. Los jueces indicaban cual era el par diferente. La probabilidad de escoger la respuesta correcta por casualidad fue del 50%.
2. Prueba Dúo- Trío (el cuestionario se presenta en el Tabla 23 del anexo) (Pedrero, *et al.*, 1980). Se determino si había diferencias entre un par de muestras con una de referencia. Los jueces indicaron cual de las dos muestras eran iguales a la referencia. Se hicieron disoluciones de jugo de uva a diferentes diluciones al 20 %,30% y 40%. La referencia (R) era una solución al 30%. Se realizó por duplicado la prueba en una sesión. La probabilidad fue del 50% como en la prueba anterior.
3. Prueba Triangular (el cuestionario se presenta en el Tabla 24 del anexo) (Pedrero, *et al.*, 1980). Se presentaron tres muestras al juez, donde 2 eran iguales, se les pidió que identificaran la muestra diferente. Para esta prueba se realizaron 2 disoluciones de vino A, B y C, con las disoluciones anteriores se hicieron todas las combinaciones. La prueba se realizó por duplicado en una sesión. Esta prueba es eficiente ya que la probabilidad de que el juez acierte por casualidad es de solo 33%.

7.5.2 ENTRENAMIENTO

Para entrenar a los jueces seleccionados se realizaron 6 pruebas, las cuales consistieron en lo siguiente:

1. Una exposición de los conceptos enológicos necesarios para comprender la evaluación sensorial en vinos (los conceptos se presentan en el Tabla 25 del anexo) (De la Fuente, 1986).
2. Se hizo una prueba en la cual se les dio el vino control y ellos tenían que aplicar los conceptos antes mencionados. Esta prueba se realizó para ver como utilizaban los términos y si los habían comprendido. La prueba fue diseñada para este trabajo (la prueba se muestra en el Tabla 26 del anexo).
3. Se realizó una cata de un vino comercial (la ficha de cata se muestra en el Tabla 27 del anexo), donde se les enseñó las características que debe tener un vino tinto de la variedad Cabernet Sauvignon.
4. Prueba hedónica (nivel de agrado) (la prueba se muestra en el Tabla 28 del anexo) (De la Fuente, 1986): se utilizó un vino control de los elaborados diluido, aquí los jueces tuvieron que oler y probar el vino. Se realizó para que aprendieran a responder este tipo de prueba y para que siguieran memorizando los aromas del vino tinto de la variedad que se empleó para la elaboración del vino tinto.
5. Prueba hedónica 2 (la prueba se muestra en el Tabla 29 del anexo): se utilizaron 2 muestras, un vino diluido y otro sin diluir (vino tinto control), se realizó para ver el progreso que habían logrado durante el entrenamiento, el progreso se vio al calificar los vinos.
6. Prueba de reconocimientos de defectos en los vinos (la prueba se muestra en el Tabla 30 del anexo). Se presentaron 3 muestras a cada juez, la primera era un vino comercial XA Domeq, la segunda Vino + 200 ppm de SO₂, y la tercera Vino +1.5 ml/L de ácido acético. Se les pidió que probaran la primera muestra que recordaran y anotaran los aromas que caracterizan a este vino, luego se les pidió que distinguieran cual era la muestra con elevado SO₂ y cual con elevado ácido acético (Balde, 1993).

7.5.3 EVALUACIÓN SENSORIAL DE LOS VINOS AÑEJADOS

En la evaluación los jueces realizaron 3 pruebas que consistieron en lo siguiente:

1. Cata (las fichas se pueden ver en las Tabla 33 y 34 del anexo). El jurado tuvo que evaluar las 8 condiciones de añejamiento. Se dividió en dos sesiones, en cada una el jurado evaluó 4 vinos. Los atributos que midieron fueron, aroma, bouquet y calidad general.

2. Para la prueba de preferencia (el cuestionario se puede ver en el Tabla 35 y 36 del anexo) la cual se dividió en 2 sesiones, en cada una se evaluaron 4 vinos. Los atributos a evaluar fueron el aroma y bouquet.
3. La última cata fue de los 4 vinos de mayor calificación obtenida durante las pruebas anteriores.

7.6 ANÁLISIS DE DATOS

7.6.1 ANÁLISIS DE LA SELECCIÓN

Se realizó un análisis de datos de porcentaje, donde las personas eran seleccionadas de acuerdo a los aciertos que habían obtenido durante las pruebas realizadas.

Al realizar la selección de jueces se eliminan las personas que hayan contestado mal más del 60% de las respuestas (Pedrero, *et al.*, 1980). En este trabajo las personas que tuvieron un mínimo de 5 aciertos de 8 esto quiere decir el 62.5 % fueron elegidas para seguir con la siguiente fase del análisis sensorial, que fue el entrenamiento.

7.6.2 ANÁLISIS ESTADÍSTICO DEL ENTRENAMIENTO

Durante el entrenamiento fue importante saber el progreso de cada juez así, como del grupo en general. Se realizó un análisis secuencial de los jueces. Se tomó en cuenta las 5 pruebas que se les realizaron y se les calificó de la siguiente forma: se les puso 1 si la respuesta era correcta, 0.5 a una respuesta no del todo correcta y 0 a una respuesta incorrecta. Se usó una $\alpha = 0.10$ y una $\beta = 0.05$ los cálculos se muestran en el Tabla 4.

Se acumularon las calificaciones que obtuvieron en cada una de las pruebas para obtener una calificación y determinar el progreso de los jueces.

Tabla 4 Datos para obtener los limites de las zonas de rechazo, indecisión y aceptación.

Términos	Ecuaciones
Valor k_1	$k_1 = \log (p_1/ p_0)$
Valor k_2	$k_2 = \log [(1 - p_0)/ (1-p_1)]$
Valor e_1	$e_1 = \log [(1 - \beta)/\alpha]$
Valor e_2	$e_2 = \log [(1 - \alpha)/ \beta]$
Numero aproximado de ensayos \tilde{n}	$\tilde{n} = e_1 / k_2$
Pendiente b de línea L	$b = k_2 / (k_1 + k_2)$
Intersección de a_0 y a_1	$a_0 = -e_1 / (k_1 + k_2)$ $a_1 = e_1 / (k_1 + k_2)$
Líneas L	$L_0: d_0 = a_0 + bn$ $L_1: d_1 = a_1 + bn$

Donde:

p = Mide la habilidad inherente del juez y es la proporción verdadera de las respuestas correctas.

p_0, p_1 = Valores que reflejan los limites de la habilidad de los jueces, valores iguales o mayores a p_1 , indican que el candidato puede ser aceptado como juez y valores iguales o menores a p_0 determinan su rechazo.

α = Error tipo I (probabilidad de rechazar a un buen juez)

β = Error tipo II (probabilidad de aceptar a un mal juez)

L_0, L_1 = los limites (superior e inferior) indicados por líneas paralelas.

n = Total de ensayos

d = Número acumulado de respuestas correctas.

b = Pendiente de las dos líneas

a_0 y a_1 = Número aproximado de ensayos.

7.6.3 ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE LOS VINOS AÑEJADOS

Se utilizó un método no paramétrico propuesto por Friedman para el análisis de datos de las pruebas que se realizaron para evaluar los vinos. La estadística no paramétrica estudia las pruebas y modelos estadísticos cuya distribución subyacente no se ajusta a los llamados criterios paramétricos.

Su distribución no puede ser definida a priori, pues son los datos observados los que la determinan. La utilización de estos métodos se usa cuando no se puede asumir que los datos se ajusten a una distribución normal o cuando el nivel de medida empleado no sea, como mínimo, de intervalo.

La prueba de Friedman es el equivalente a la prueba ANOVA para dos factores en la versión no paramétrica. El método consiste en ordenar los datos por filas o bloques, reemplazándolos por su respectivo orden. Al ordenarlos, debemos considerar la existencia de datos idénticos (Bielinski *et al.*, 2004).

Se tienen 2 hipótesis una nula y una alternativa

Ho. No hay diferencias entre las 8 condiciones de añejamientos.

Ha. Si hay diferencias en al menos una de las 8 condiciones de añejamientos.

CÁLCULOS

FRIEDMAN

$$X^2 Fr = \frac{12}{r T (T + 1)} \sum (RT)^2 - 3r (T + 1)$$

donde:

$X^2 Fr$ = valor calculado de "Ji cuadrada de Friedman"

r = número de jueces

T = número de tratamientos

$\sum (RT)^2 = (RT_1)^2 + (RT_2)^2 + \dots + (RT_n)^2$

Para la realización de este análisis se hizo lo siguiente: primero se obtuvieron las calificaciones originales de las pruebas realizadas anteriormente.

FACTOR DE DIFERENCIA

$$F.D = t \sqrt{\frac{2 r (A - B)}{(r - 1) (T - 1)}}$$

F.D.= factor de diferencia

t = valor "t de student" con $(r - 1) (T - 1)$

$A = \sum (R^2T) = (R^2T_1) + (R^2T_2) + \dots + (R^2T_n)$

$B = \frac{\sum (RT)^2}{r}$

7.7. CARACTERIZACIÓN Y CUANTIFICACIÓN DE LOS COMPONENTES AROMÁTICOS QUE SE ENCUENTRAN EN MAYOR CONCENTRACIÓN DE LA FRACCIÓN VOLÁTIL DEL VINO.

Para cuantificar y caracterizar los componentes que se encuentran en los 8 vinos a diferentes condiciones de añejamiento se requirió de varios estándares que han sido reportados en investigaciones previas (Slingsby, 1980).

Se usó un cromatógrafo de gases HP 6890, con una columna inowax 60 m x 0.22 μm d.i. Se usó la técnica de espacio de cabeza, para la cual se utilizaron viales de 20 ml. Con 2 ml de vino, 0.7 g de sulfato de sodio Na_2SO_4 y se sellaron. Los viales con vino se calentaron a 30°C durante 5 min. (Howard, 2005) se tomaron muestras con la aguja del espacio de cabeza, después se inyectó 1 ml en el CG, por triplicado. La rampa que se utilizó se muestra en la Tabla 5.

Tabla 5 Rampa propuesta por Vas (1998)

Temperatura	Tiempo
40 °C	5 min.
5°C/min. a 100°C	13 min.
3°C/min. a 200°C	33 min.
10°C/min. a 220°C	2 min.

Para realizar la técnica de espacio de cabeza se llevo un control estricto sobre:

1. Temperatura.
2. Agitación.
3. Tiempo
4. Las veces que se bombea el gas dentro del vial para tomar la muestra.
5. La distancia de la aguja al tomar la muestra

Los 16 estándares externos fueron: etil isobutirato, etil caproato. citral, undecano, guayacol, etil caprato, etil butirato, nonil aldehido, etil caprilato, terpineno, octal aldehido (ALDRICH), benzaldehído, acetaldehído, etil lactato, propil acetona, 2 furfuraldehído (SUPELCO), se muestran en la Tabla 6. En un vaso de precipitado de 10 ml se agregó 0.1 ml del estándar y 1 ml de etanol. Se inyectaron 0.2 μl del espacio de cabeza de cada muestra por triplicado en el cromatógrafo de gases con la misma rampa que el vino.

Tabla 6. Estándares

REACTIVOS	DENSIDAD	PUNTO DE EBULLICIÓN °C	mg/ml
Citral	0.885 a 0.891	229	0.731
Etil caproato (Etil hexanoato)	0.873	166-167	0.721
Etil isobutirato	0.870		0.719
Etil butirato	0.879	120	0.726
Etil caprato (Etil decanoato)		245	0.000
Etil caprilato (Etil octanoato)	0.878	206-208	0.726
Guaiacol	1.110		0.917
Nonil Aldehído	0.827	93	0.683
Undecano	0.74	196	0.612
Octal Aldehído	0.810 a 0.830	163	0.669
Terpineol	0.930 a 0.936	81-82	0.769
Acetaldehído	0.788	21	1.433
Benzaldehído	1.05	179	1.909
Etil lactato			0.000
2 furfuraldehído	1.156	67.8	2.102
Propil acetato	0.88	102	1.600

8. RESULTADOS

8.1 ANÁLISIS FÍSICOQUÍMICOS

Se muestra en la Tabla 7 los análisis fisicoquímicos que se le realizan al mosto y al vino, los resultados de los análisis están dentro de los valores que cita la norma mexicana de bebidas alcohólicas.

Tabla 7 Análisis del mosto y vino

Análisis	Mosto	Vino elaborado	NOM* vinos
pH	3.5	3.57	3.1-3.6
Acidez total (g/L)	7.16	6.79	3.5-8
Acidez volátil (g/L)	1.9	0.82	máx. 1.5
Sulfuroso libre (ppm)	-	21	máx. 50
Sulfuroso total (ppm)	-	35	máx. 350
Azucares (g/l)	118.4	-	-
Alcohol (% v/v)	-	10.3	8.5-17

*Datos de la Norma Mexicana

8.2 ANÁLISIS SENSORIAL

8.2.1 SELECCIÓN DE JUECES

La selección se realizó considerando que 11 personas tuvieron un mínimo de 5 aciertos y fueron elegidas para seguir con la fase de entrenamiento del análisis sensorial (Pedrero *et al.*, 1980).

En la Tabla 8, se observa que de las 24 personas que participaron 11 tuvieron la sensibilidad y la capacidad para distinguir diferencias entre las muestras que se les presentaron.

Tabla 8. Selección de jueces

JUECES	PRUEBA 1	PRUEBA 2	PRUEBA 3	ACIERTOS	%
1	2	1	1	4	50
2	2	3	0	5	62,5*
3	2	2	2	6	75*
4	0	2	1	3	37,5
5	1	1	3	5	62,5*
6	0	2	2	4	50
7	0	3	3	6	75*
8	2	2	1	5	62,5*
9	2	2	1	5	62,5*
10	1	3	2	6	75*
11	0	1	2	3	37,5
12	1	1	3	5	62,5*
13	1	3	0	4	50
14	0	3	1	4	50
15	2	1	1	4	50
16	1	1	1	3	37,5
17	1	2	1	4	50
18	0	3	3	6	75*
19	1	2	3	6	75*
20	1	1	2	4	50
21	1	2	1	4	50
22	2	1	2	5	62,5*
23	1	3	0	4	50
24	1	1	1	3	37,5

* Las personas que fueron seleccionadas

8.2.2 ENTRENAMIENTO

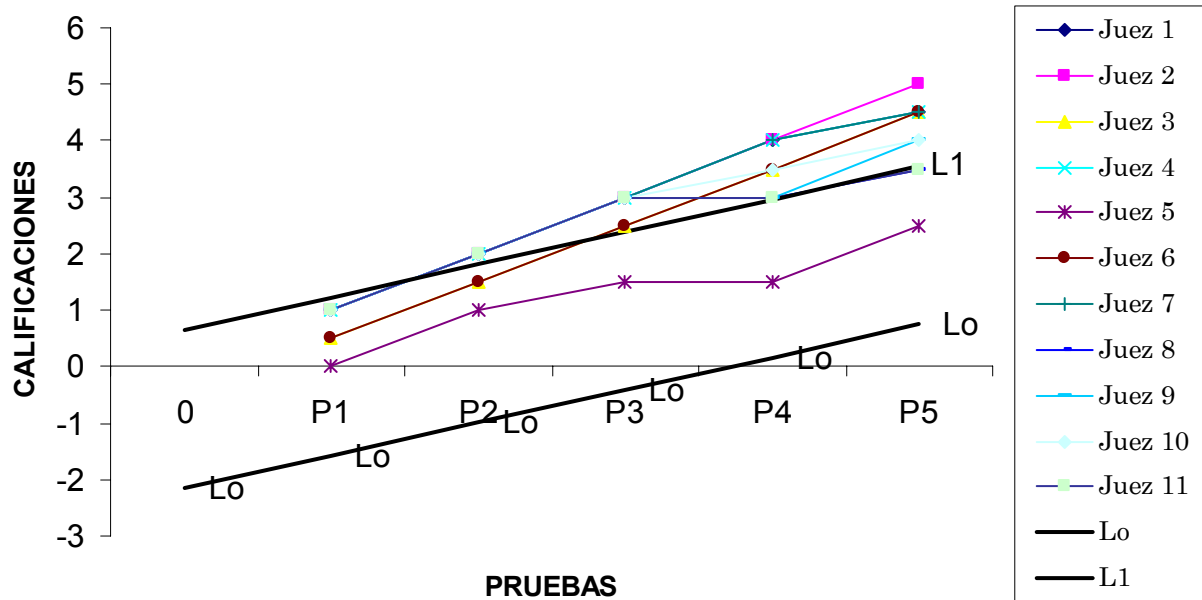


Fig. 8 Evaluación del desempeño de los jueces durante las 5 pruebas de entrenamiento

En la Fig. 8 podemos observar en la gráfica la zona de aceptación que es de la línea L_1 hacia arriba y la zona de rechazo es el espacio entre las líneas L_0 y L_1 . En esta gráfica se pudo ver el avance de cada uno de los jueces durante las 5 sesiones de pruebas, los jueces fueron reforzando su memoria de aromas conforme se realizaron las pruebas. Se observó que el juez 5 cayó en la zona de rechazo por lo tanto se tuvo que excluir del análisis sensorial.

8.2.3 ANÁLISIS DE VINOS AÑEJADOS

En la Fig. 9 se muestran los vinos a las 8 diferentes condiciones de añejamiento se observó que el pH, SO₂ y temperatura a la que se trabajó no fueron factores que modificaran de manera importante el color del vino.



Fig. 9 Las 8 diferentes condiciones de añejamiento

Para la realización del análisis por el método de Friedman se hace lo siguiente: primero se obtuvieron las calificaciones originales de las pruebas realizadas anteriormente (Tabla 9).

Tabla 9 Calificaciones de las pruebas dadas por los jueces

Tratamientos Jueces	1	2	3	4	5	6	7	8
1	9	8	6	4	10	8	4	5
2	7	7	9	9	8	8	4	6
3	9	8	7	10	8	9	10	9
4	8	7	10	9	9	8	8	9
5	9	10	4	4	7	7	4	4
6	7	7	8	7	8	8	10	9
7	9	10	9	7	9	6	7	8
8	2	2	6	8	2	2	2	6
9	4	5	7	8	5	8	6	7

Después se remplazan las calificaciones anteriores por un respectivo orden del 1-8 donde a la calificación menor se le asigna el # 1 y la mayor 8 cuando algunas calificación son las misma se suman los números que les corresponden y se dividen entre el número de calificaciones parecidas, por ejemplo.

El caso del juez 1 (7)9 (5.5)8 (4)6 (1.5)4 (8)10 (5.5)8 (1.5)4 (3)5

La calificación 4 siendo la menor le corresponde el #1 pero como hay dos 4 se les asigna el 1 y 2 se suman y se divide entre 2 por este motivo les corresponde el numero (1.5), siendo el 10 la calificación mayor se le asigna el #8, de esta forma se continua el orden, como se muestra en la Tabla 10.

Tabla 10 Calificaciones ordenas por rangos

RANGOS								
Tratamientos Jueces	1	2	3	4	5	6	7	8
1	7	5.5	4	1.5	8	5.5	1.5	3
2	3.5	3.5	7.5	7.5	5.5	5.5	1	2
3	5	2.5	1	7.5	2.5	5	7.5	5
4	3	1	8	6	6	3	3	6
5	7	8	2.5	2.5	5.5	5.5	2.5	2.5
6	2	2	5	2	5	5	8	7
7	6	8	6	2.5	6	1	2.5	4
8	3	3	6.5	8	3	3	3	6.5
9	1	2.5	5.5	7.5	2.5	7.5	4	5.5
(RT) ²	37.5	36	46	45	44	41	33	41.5

$$r = 9$$

$$T = 8$$

$$\Sigma (RT)^2 = (37.3) + (36) + \dots \dots \dots (41.5)$$

$$\text{Friedman } X^2 \text{ Fr} = 2.769$$

De tablas X^2 dos colas

La alfa (α) es sacada de tablas (Tabla 37 del anexo)

$$X^2 (\alpha 0.05) (7 \text{ grados de libertad}) = 2.36$$

$$X^2 (\alpha 0.01) (7 \text{ grados de libertad}) = 3.50$$

Siendo $X^2 \text{ Fr} = 2.769$ se rechaza la hipótesis nula (H_0) con una $\alpha 0.05$

En la Tabla 11 se obtiene los rangos elevados al cuadrado para realizar el siguiente paso.

FACTOR DE DIFERENCIA

$$F.D = t \sqrt{\frac{2 r (A - B)}{(r - 1) (T - 1)}}$$

F.D.= factor de diferencia

t = valor “ t de student” con (r -1) (T- 1)

A = $\sum (R^2T) = (R^2T_1) + (R^2T_2) + \dots + (R^2T_n)$

B = $\frac{\sum (RT)^2}{r}$

Tabla 11 Rangos elevados al cuadrado

RANGOS AL CUADRADO								
Tratamientos Jueces	1	2	3	4	5	6	7	8
1	49	30.25	16	2.3	64	30.3	2.3	9
2	12.25	12.25	56.3	56	30	30.3	1	4
3	25	6.25	1	56	6.3	25	56	25
4	9	1	64	36	36	9	9	36
5	49	64	6.25	6.3	30	30.3	6.3	6.3
6	4	4	25	4	25	25	64	49
7	36	64	36	6.3	36	1	6.3	16
8	9	9	42.3	64	9	9	9	42
9	1	6.25	30.3	56	6.3	56.3	16	30
(R ² T)	194.3	197	277	288	243	216	170	218

Tablas t (dos colas) con grados de libertad de (r -1) (T- 1)= (8) (7) = 56

α 0.05 t = 2.01

F.D (0.05) = 20.635

Tabla 12 Diferencia entre los rangos

factor de diferencia						
1.5	-10	1	1	3	8	-8.5
-8.5	-9	2	4	11	-0.5	
-7.5	-8	5	12	2.5		
-6.5	-5	13	3.5			
-3.5	3	4.5				
4.5	-5.5					
-4						

Se puede observar que las diferencias de la tabla 12 no son mayores o iguales al factor de diferencia F.D (0.05) = 20.635

Por lo tanto no hay diferencia significativa entre al menos una de las 8 muestras.

8.5 CARACTERIZACIÓN Y CUANTIFICACIÓN DE LOS COMPONENTES AROMÁTICOS QUE SE ENCUENTRAN EN MAYOR CONCENTRACIÓN DE LA FRACCIÓN VOLÁTIL DEL VINO

En Figura 10 se ve una buena resolución de los picos de los estándares externos, esto indicó que tanto la técnica como el equipo y la columna tuvieron una buena capacidad para separar mezclas de varios componentes, ya que todas las resoluciones dieron valores mayores a 1.5. Se inyectaron las 8 condiciones de añejamiento en el tiempo 0 (inicio de la fermentación) y el tiempo 9 (8 meses de fermentación).

En la Tabla 13 se muestran los tiempos de retención y las áreas de cada uno de los estándares con estos datos se identificaron los componentes de los cromatogramas de los vino.

Enseguida se muestran los cromatogramas de las condiciones con más componentes aromáticos las cuales fueron las condiciones 3, 4 y 6.

Estándares inyectados

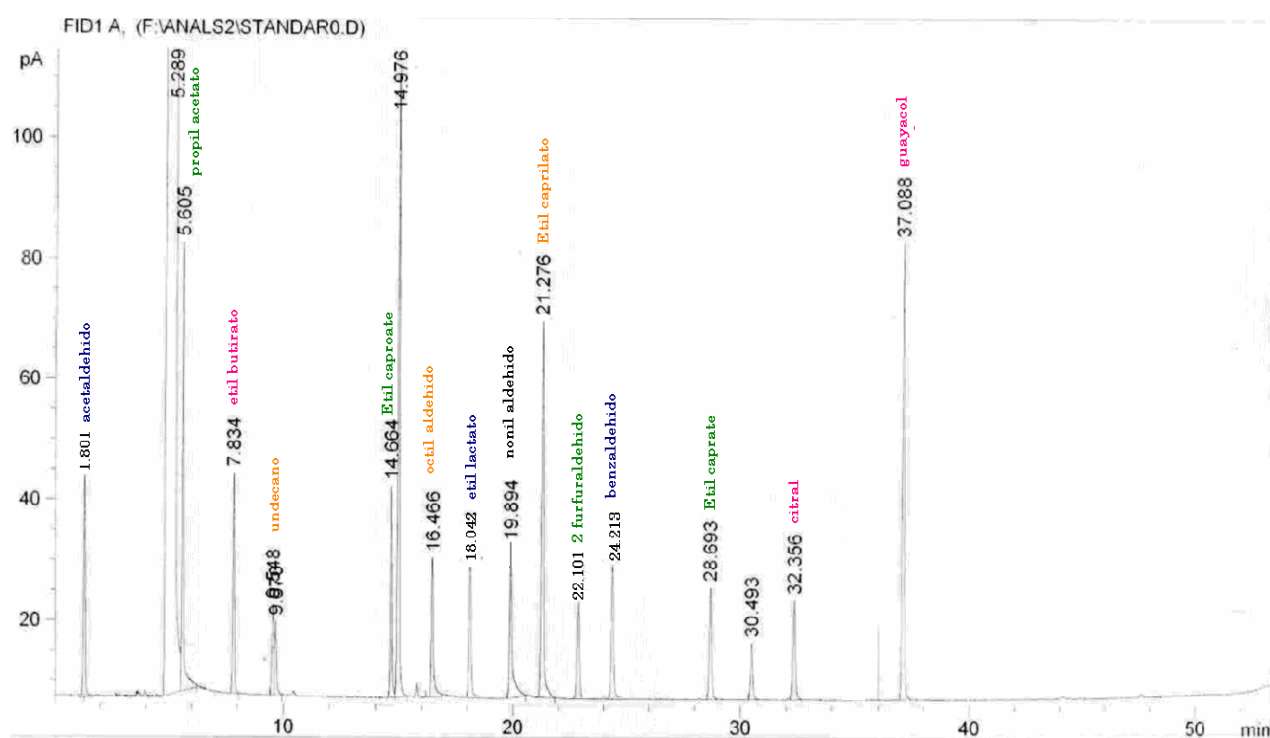


Fig. 10 Cromatograma de estándares

Tabla 13 Tiempos de retención y áreas de los estándares

Reactivos	Tiempo	Área
Citral	32.26	409.9
Etil caproato (Etil hexanoato)	14.7	1645
Etil isobutirato	5.5	774.2
Etil butirato	7.8 - 8.09	480.3
Etil caprato (Etil decanoato)	28.6	500.6
Etil caprilato (Etil octanoato)	21.43	398.6
Guaiacol	36.99-37.1	1495.5
Nonil Aldehído	19.84	711.6
Undecano	9.38	483.3
Octal Aldehído	16.41	521.4
Terpineol	15.17	0
Acetaldehído	1.798	1837.9
Benzaldehído	24.21	28483.8
Etil lactato	18.077	14366.8
2 furfuraldehido	22.179	20698.2
Propil acetato	5.613	13878

Condición 3 (pH 3.2, SO₂ 30 ppm, Tem.25 °C)

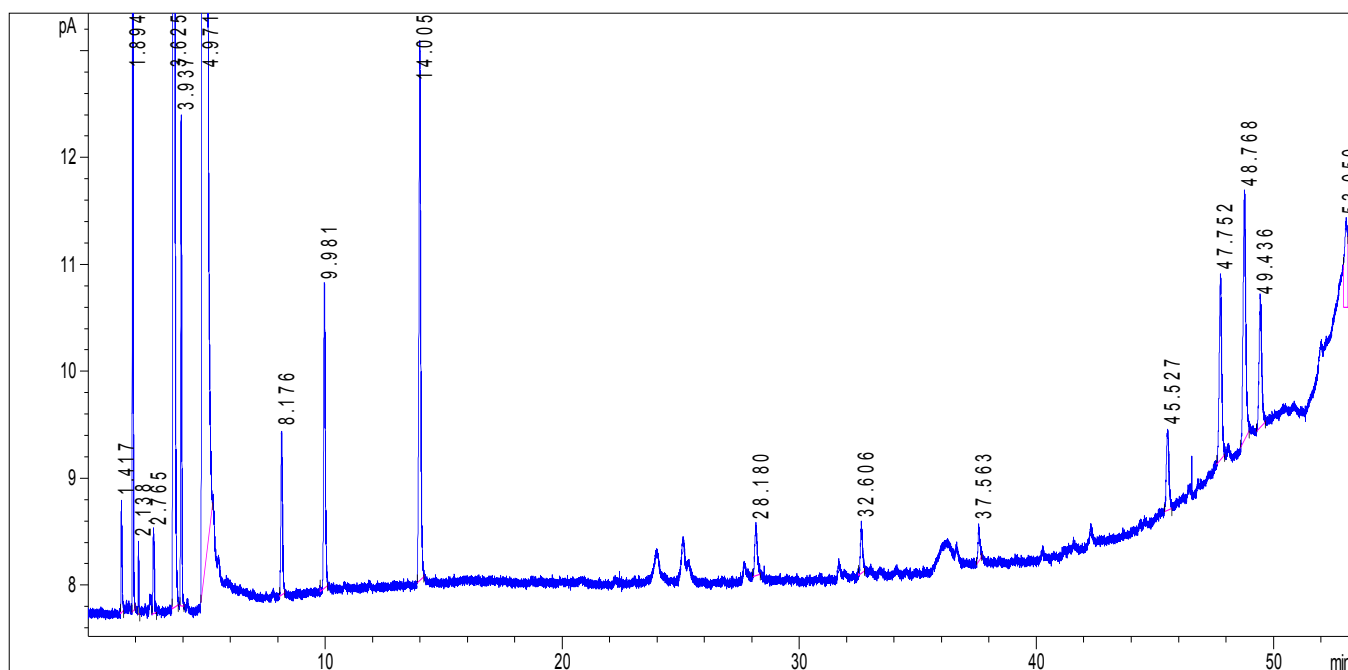


Fig. 11 Cromatógrama de la condición 3 tiempo 0

Tabla 14 tiempos de retención, áreas y compuesto identificado de la condición 3

# Pico	Tiempo de retención	Área	Compuesto identificado
1	1.417	2.9	
2	1.894	84.2	acetaldehído
3	2.138	1.3	
4	2.658	7.90E-01	
5	2.765	3.2	
6	3.625	199.6	
7	3.937	14.3	
8	4.971	12495.8	etanol
9	8.176	7.6	etil butirato
10	9.981	13.6	undecano
11	14.005	27.9	etil caproato
12	25.108	2.7	
13	28.18	3.5	etil caprato
14	32.606	3.1	citral
15	37.563	1.8	guayacol
16	45.527	5.7	
17	47.752	12.7	
18	48.768	18.1	
19	49.436	9.5	
20	52.015	1.8	
21	53.05	22.2	

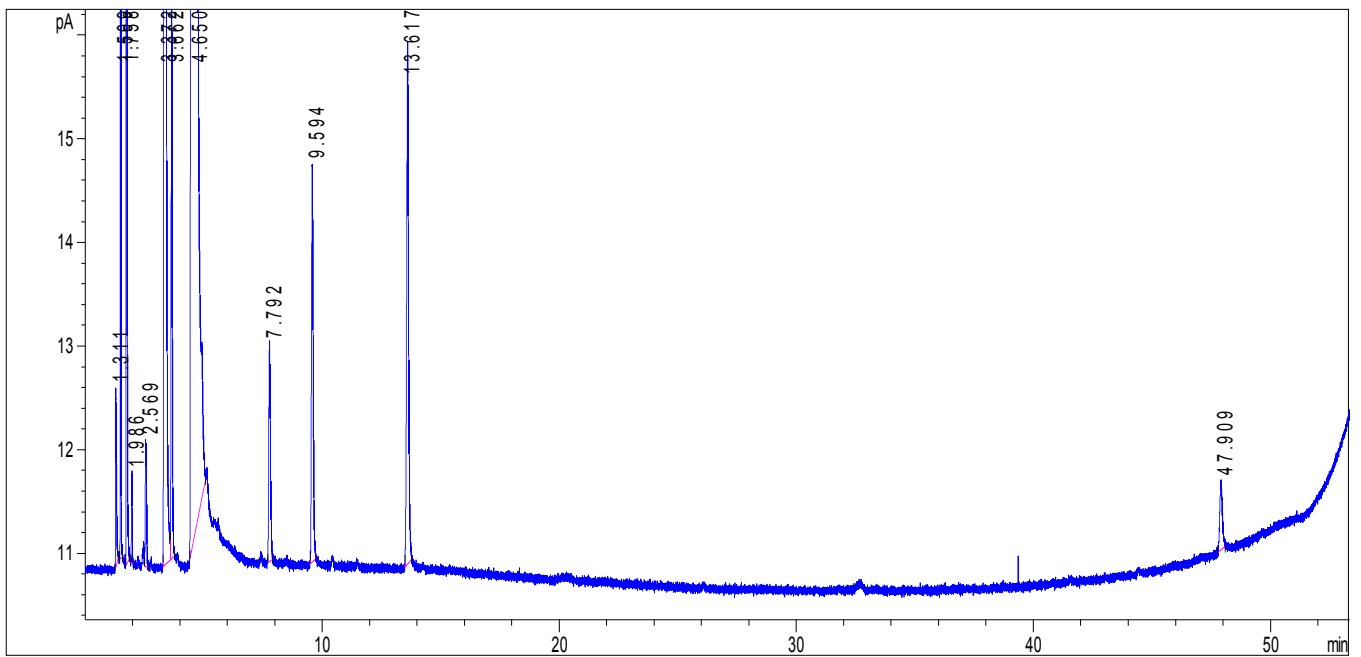


Fig. 12 Cromatograma de la condición 3 tiempo 9

Tabla 15 tiempos de retención, áreas y compuesto identificado de la condición 3

# pico	Tiempo de retención	Área	Compuesto identificado
1	1.311	5.5	
2	1.509	16.7	
3	1.758	208.5	acetaldehído
4	1.986	1.9	
5	2.569	4.6	
6	3.372	304.7	
7	3.662	21.3	
8	4.65	18383.2	etanol
9	7.792	10.6	etil butirato
10	9.594	19.2	Undecano
11	13.617	28.7	
12	47.909	5.2	

Condición 4 (pH 3.5, SO₂ 30 ppm, T 15°C)

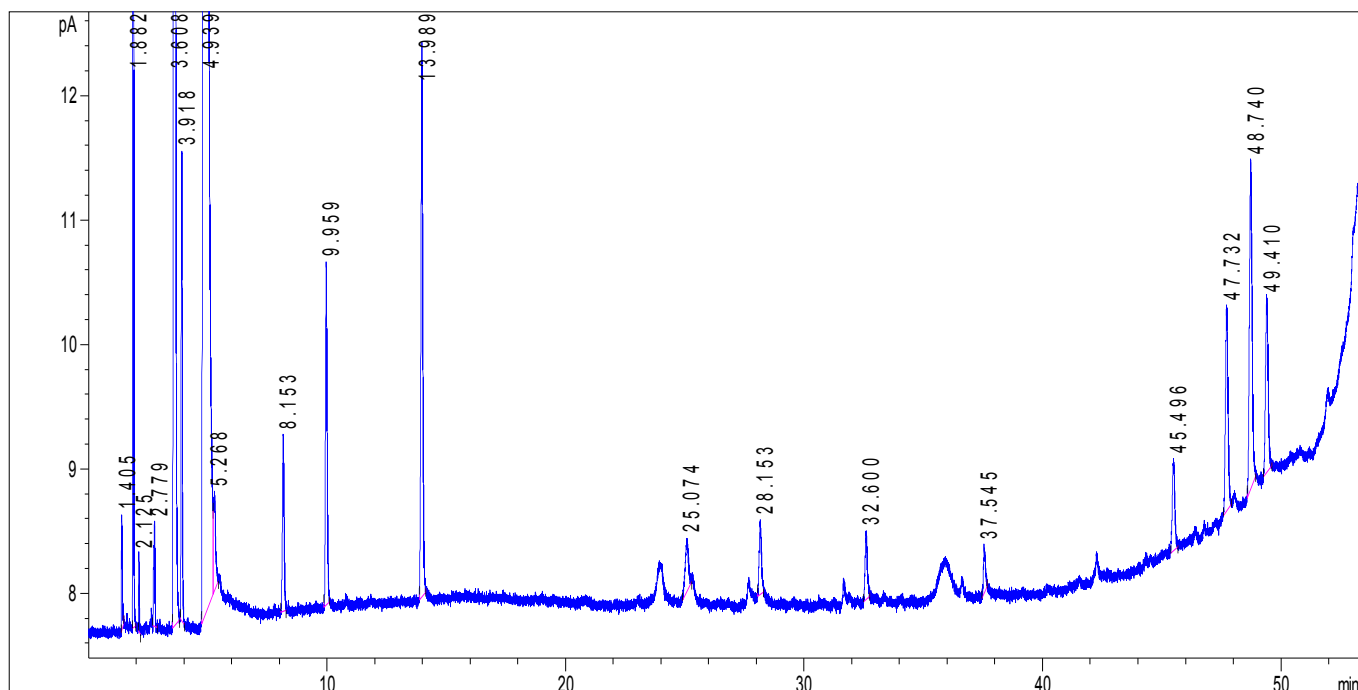


Fig. 13. Cromatógrama de la condición 4, tiempo 0

Tabla 16 tiempos de retención, áreas y compuesto identificado de la condición 4

# Pico	Tiempo de retención	Área	Compuesto identificado
1	1.405	2.4	
2	1.882	67.6	acetaldehído
3	2.125	1.4	
4	2.779	3.1	
5	3.608	257.7	
6	3.918	11.9	
7	4.939	11020.8	etanol
8	5.268	4.9	propil acetato
9	8.153	6.8	etil butirato
10	9.959	13.3	
11	13.989	24.1	
12	25.074	4.3	
13	28.153	4	etil caprato
14	32.6	3.60E+00	citral
15	37.545	2.2	guayacol
16	45.496	5.3	
17	47.732	12.3	
18	48.74	20.6	
19	49.41	10.8	

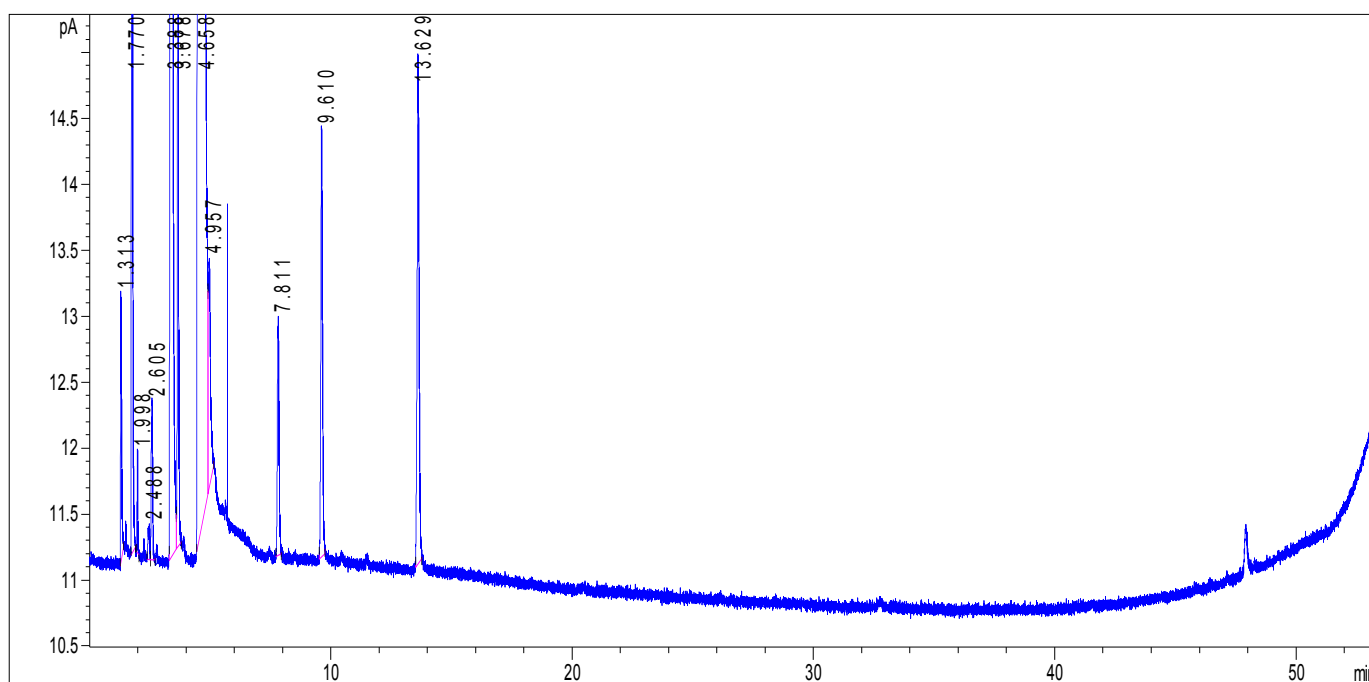


Fig. 14 Cromatograma de la condición 4, tiempo 9

Tabla 17 tiempos de retención, áreas y compuesto identificado de la condición 4

# Pico	Tiempo de retención	Área	Compuesto identificado
1	1.313	6	
2	1.77	344	acetaldehído
3	1.998	1.7	
4	2.488	1.1	
5	2.605	4.9	
6	3.388	408.9	
7	3.678	19.6	
8	4.658	16435.3	etanol
9	4.957	12.8	
10	7.811	8.8	etil butirato
11	9.61	16.2	undecano
12	13.629	22.1	

Condición 6 (pH 3.2, SO₂ 50 ppm, T 25°C)

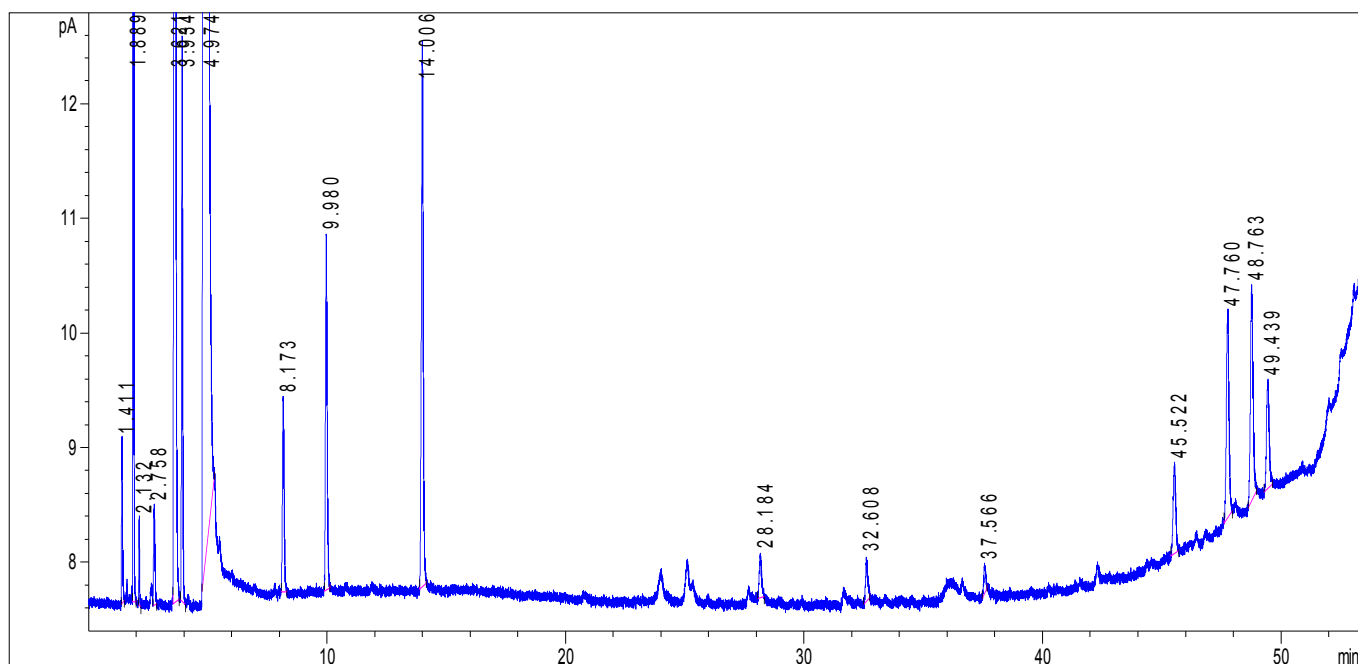


Fig. 15. Cromatograma de la condición 6, tiempo 0

Tabla 18 tiempos de retención, áreas y compuesto identificado de la condición 6

# Pico	Tiempo de retención	Área	Compuesto identificado
1	1.411	4.1	
2	1.889	69.2	acetaldehído
3	2.132	1.8	
4	2.758	3.30E+00	
5	3.621	200.7	
6	3.934	16.6	
7	4.974	14027.3	etanol
8	8.173	8.2	
9	9.98	14.8	undecano
10	14.006	25.9	etil caproato
11	28.184	2.5	etil caprato
12	32.608	2.5	citral
13	37.566	1.4	guayacol
14	45.522	6	
15	47.76	13.5	
16	48.763	14.5	
17	49.439	7.4	

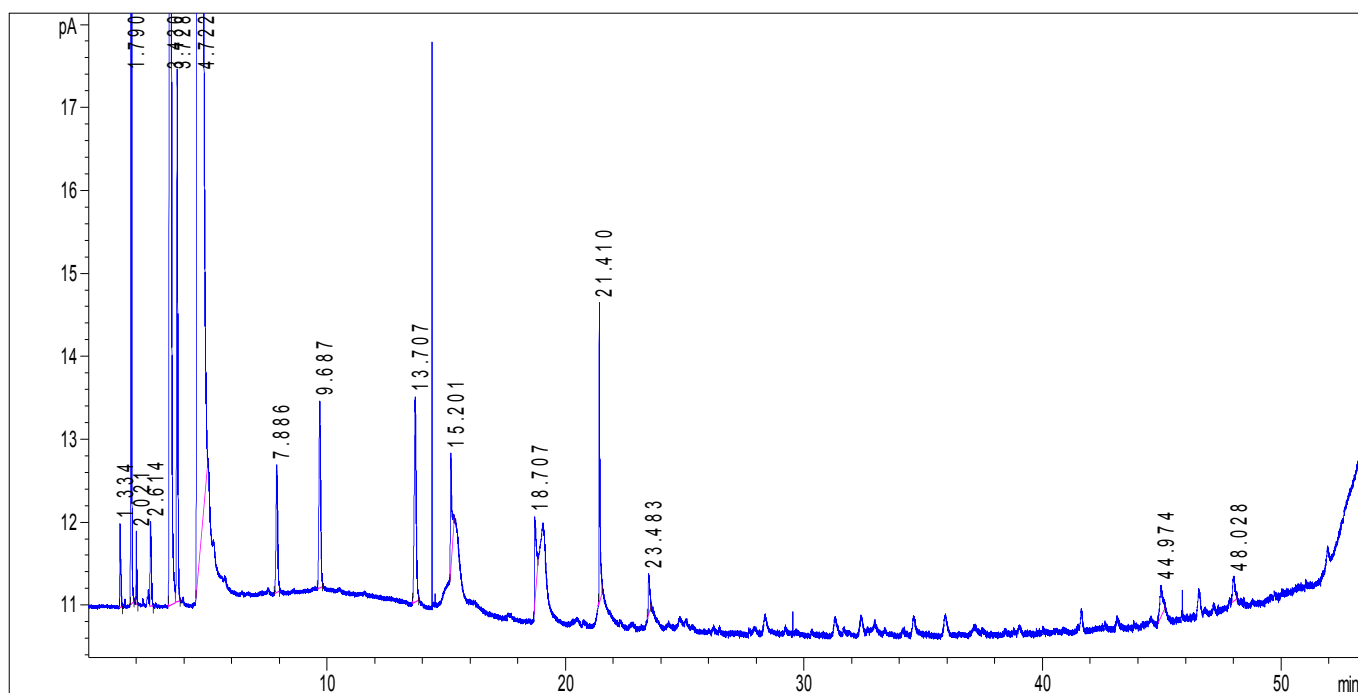


Fig. 16. Cromatograma de la condición 6 tiempo 9

Tabla 19 tiempos de retención, áreas y compuesto identificado de la condición 6

# Pico	Tiempo de retención	Área	Compuesto identificado
1	1.334	2.7	
2	1.79	211.1	acetaldehído
3	2.021	1.7	
4	2.614	3.50E+00	
5	3.43	237.9	
6	3.728	20.5	
7	4.722	16443.9	etanol
8	7.886	7.5	etil butirato
9	9.687	11	undecano
10	13.707	13.9	
11	15.201	5.3	
12	18.707	5.1	
13	21.41	7.4	etil caprilato
14	23.483	2	
15	44.974	3.1	
16	48.028	2.1	

Después de identificar los picos se prosiguió a cuantificarlos. En la Tabla 20 se muestran los estándares para poderlos identificar en las gráficas que se presentan.

Tabla 20. Estándares utilizados

Estándares	
1	Citral
2	Etil caproato (Etil hexanoato)
3	Etil isobutirato
4	Etil butirato
5	Etil caprato (Etil decanoato)
6	Guayacol
7	Undecano
8	Terpineol
9	Acetaldehído
10	Benzaldehido
11	Etil lactato
12	Propil acetato

En la Fig. 17 se muestran los componentes aromáticos que se encontraron en la condición 3 (pH 3.2, SO₂ 30 ppm, Tem.25 °C) al inicio de la fermentación y la última inyección que fue al tiempo 9. Se cuantificaron los componentes en mg/ml. Como se observó al inicio el etil caproato se encontraba en mayor cantidad, en la última inyección se observó que el etil butirato, guayacol y el acetaldehído aumentaron las concentraciones, siendo el acetaldehído el que aumento más de 0.0656 a 0.16254 mg/ml.

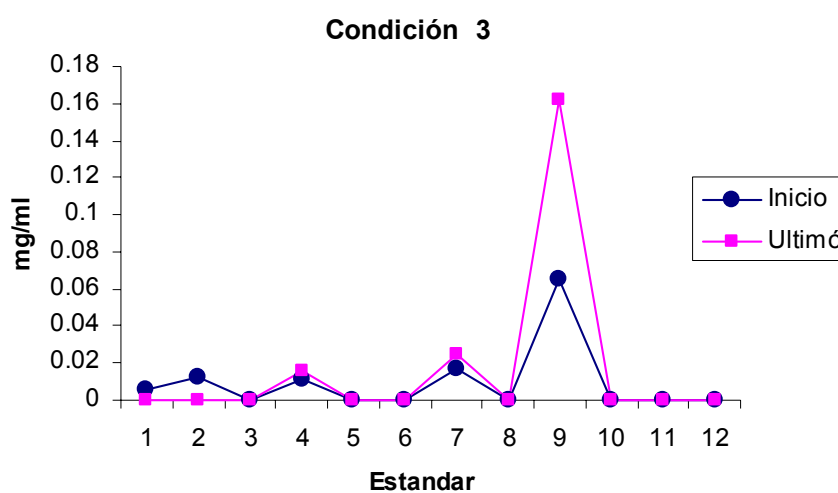


Fig. 17 Cuantificación de los componentes aromáticos del vino de la condición 3

En la Fig. 18 se muestran los componentes aromáticos que se encontraron en la condición 4 (pH 3.5, SO₂ 30 ppm, T 15°C) al inicio de la fermentación y la última inyección que fue al tiempo 9. Se observó que al inicio el undecano esta en mayor cantidad que en la última inyección también se observó que el único componente que aumento fue el acetaldehído de 0.051 a 0.263 mg/ml.

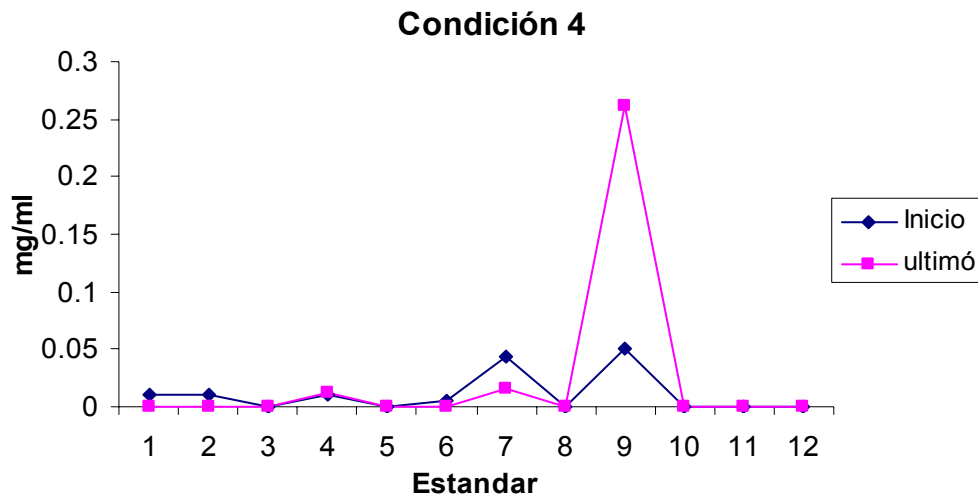


Fig. 18. Cuantificación de los componentes aromáticos del vino de la condición 4

En la Fig. 19 se muestran los componentes aromáticos que se encontraron en la condición 6 (pH 3.2, SO₂ 50 ppm, T 25°C) al inicio y al final del estudio que fue al tiempo 9. Se observó que al inicio etil isobutirato se encontró en mayor concentración que en la última inyección de 0.0241a 0.00873. Al tiempo 9 se observó que el único componente que aumento fue el acetaldehído de 0.054 a 0.165 mg/ml.

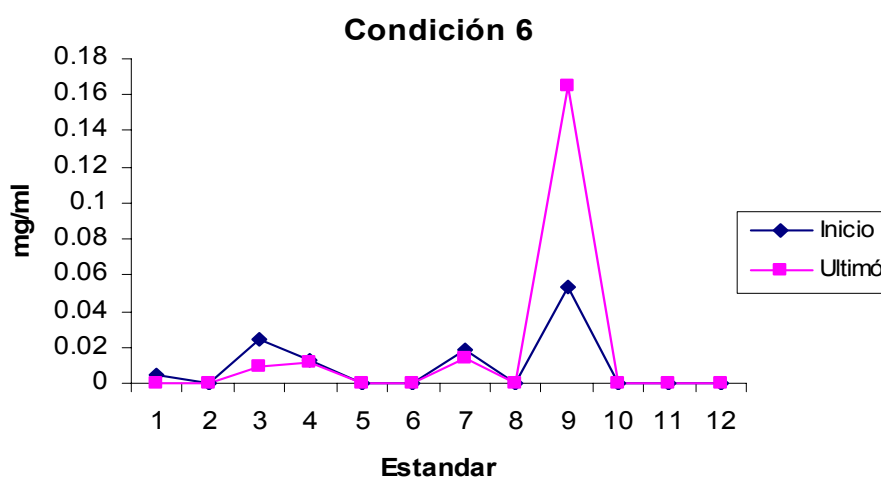


Fig. 19. Cuantificación de los componentes aromáticos del vino de la condición 6

9. DISCUSIÓN

En los análisis fisicoquímicos se observó que el vino base se encontró dentro de los valores que cita la norma mexicana de bebidas alcohólicas por lo tanto se observa que, tanto; las características de las uvas y el método de elaboración del vino fue el adecuado.

Sensorial

En la fase del entrenamiento se contaba con 11 jueces, de los cuales uno se ausentó y el otro fue descalificado por su baja puntuación durante el entrenamiento, por lo tanto para las últimas pruebas sensoriales se contó con 9 jueces.

Durante el entrenamiento se realizó un análisis secuencial con un $\alpha = 0.10$ y $\beta = 0.05$ y se observó que los jueces, ya eran capaces de distinguir diferencias entre los aromas de los vinos que se les pudieran presentar en las siguientes evaluaciones.

Para el análisis de datos de las 8 diferentes condiciones de añejamiento se decidió realizarse un método no paramétrico, por el tipo de pruebas que se les realizó y considerando que los jueces son semientrenados. Por las observaciones anteriores se evaluaron los datos por el método de FRIEDMAN.

Al realizar los cálculos con una alfa de 0.05, se rechazó la hipótesis nula (H_0 , no hay diferencia entre las 8 muestras) y al utilizar el factor de diferencia ($\alpha = 0.05$) entre las muestras, se confirmó que en realidad no hubo diferencia entre las 8 diferentes condiciones de añejamiento.

Estos resultados se pueden interpretar de tres maneras:

- ❖ Que los intervalos de los parámetros analizados fueron muy pequeños.
- ❖ Por ser un vino joven todavía no se desarrollan las reacciones químicas en suficiente proporción para ser distinguidas sensorialmente.
- ❖ Y el último de los casos es que los jueces requieren de mayor entrenamiento para poder detectar las variaciones entre las muestras.

Cromatográfica

En las 8 condiciones en el tiempo 0 se encontraron un promedio de 20 picos, en los análisis finales se noto que se perdieron aproximadamente 10 picos, esto puede ser debido a que el vino fue manipulado múltiples veces para realizar las pruebas tanto cromatograficas como las sensoriales, esto afecto directamente a la parte aromática de los vino.

Realizando la comparación de las 8 condiciones de añejamiento se observó que las condiciones 3,4 y 6 presentaron mayor riqueza de componentes aromáticos.

En las Fig. 17, 18 y 19 se observo que el compuesto de mayor concentración en las 3 condiciones fue el acetaldehído, la condición 4 en el tiempo 9 fue la de mayor concentración de 0.263 mg/ml , seguida de la condición 6 tiempo 9 .

La condición 6 en el tiempo 9 fue la que tuvo mayor cantidad de compuestos identificados 5 los cuales fueron: etil caproato etil isobutirato, etil butirato, Undecano y acetaldehído.

La condición 4 en el tiempo 9 fue la que menos componentes tuvo 3 (etil butirato, undecano y acetaldehído). Esta condición es la que mayor cantidad de componentes tenía en el tiempo 0.

Los componentes que estuvieron presentes en todas las condiciones fueron (etil butirato, undecano y acetaldehído), se notó que conforme pasaba el tiempo de maduración, el acetaldehído aumentaba debido a las reacciones de esterificación.

Algunos de los compuestos citados en la literatura (Slingsby, 1980), etil isobutirato, etil lactato no se encontraron en estos vinos estaban en cantidades muy pequeñas, por efecto de la composición de la tierra y el clima durante el año que se cultivo la uva.

10. CONCLUSIONES

- ❖ Sensorialmente los jueces no percibieron diferencias entre las 8 condiciones de añejamiento.
- ❖ Cromatograficamente, existieron diferencia en la composición de los aromas en las condición 3 (pH 3.2, SO₂ 30 ppm, Tem.25 °C.), 4 (pH 3.5, SO₂ 30 ppm, T 15°C), 6 (pH 3.2, SO₂ 50 ppm, T 25°C) en el tiempo 9 que fue equivalente a 8 meses de fermentación, respecto a las 5 restantes.

- ❖ Los componentes que se mantuvieron constantes durante el tiempo de maduración en las 8 condiciones fueron: acetaldehído, etil butirato y el undecano.
- ❖ El acetaldehído al paso el tiempo se incrementó particularmente en las condiciones 3, 4 y 6.
- ❖ Se observó que en las condiciones 3 y 6 coincidió su pH y su temperatura, en cuanto a la 3 y 4 solo fue igual el SO_2 y la condición 4 y 6 no tuvieron nada en común.

REFERENCIA

1. Amerine M. A y Ough C. S., 1976. Análisis de vinos y mosto, Ed. Acribia Zaragoza, España,
2. Amerine M. A y Ough C. S., 1980. Manual de Practicas de Enología, Ed. Acribia, Zaragoza, España 1997
3. Balde M. W., 1993, The University Wine Course, Ed. Published by The Wine Apreciation Guild, USA.
4. Bielinski, M. S., Gilreath, P.J., Arbona, R. y Pimentel, A.R. 2004. La estadística no paramétrica para el análisis e interpretación de estudios de plagas: alternativas al análisis de varianza. Gulf Coast Research and Education Center, University of Florida, Bradenton, Florida, EUA.
5. De la Fuente R L. A., 1986. Tesis Evaluación sensorial de vinos Cosecha 1982-83 Centro de Estudio Tecnológico, Industrial y de Servicio No 29 ., D. F., México.
6. Entrerriostatal, 2005 www.entrerriostotal.com.ar/guia/sabores/vinos/aromas.htm.
7. Ferreira V., Fernández P., Peña C., Escudero A., Cacho J. 1995. Investigation on the role played by fermentation esters in the aroma of young spanish wines by multivariate analysis. J Sci Agric; 67: California, USA, pp. 381-392.
8. Howard K. L., 2005. Validation of a solid-phase microextraction method for headspace analysis of wine aroma componesnts. Am. J, Enol, Vitic. 56(1) pp. 37-44.
9. Martí, M.P. Sala C., Mestres M., Busto O. y Guasch J. 1999. Determinación de ésteres y alcoholes en vinos mediante microextracción en fase sólida. Jornadas Científicas 99 Grupos de Investigación Enológica, Zaragoza, España 17-19 de mayo.
10. Martínez de Toda, F. F., 1991. Biología de la vid fundamentos biológicos de la viticultura, Edición mundi-prensa, España pp. 171,172
11. Noble, A.C. 1978. Sensory and instrumental evaluation of wine aroma, Ed Academia press, EE.UU., pp. 203-227.
12. Norma Mexicana NMX-V-012-NORMEX-2005 Bebidas Alcohólicas.

13. Pedrero, D. Rose L. F, Pangborn M. 1980. Evaluación sensorial de los alimentos, Ed. Alambra Mexicana,.D.F, México, pp 37-40, 67-78, 103,117.
14. Reyes, A.,Verde J. R., Escamilla, M^a L., 1993. Elaboración de los vinos de mesa. .Vol 2, Ed. UAM Iztapalapa, D.F., México, pp 85-141
15. Reyes, A., Verde J.R., Escamilla, M^a L., 1997. Manual de prácticas de enología. Ed UAM- Iztapalapa, D.F., México, pp. 11-21.
16. Slingsby W R., 1980. Some volatile components of vitis vinifera variety cabernet sauvignon wine. Am J. Enol. Vitic. , 31(4) pp. 360-363.
17. Torrens J., 2004. El análisis del aroma en el control de calidad de los vinos, ACE de enología, España.
18. Vas G.V., 1998. Wine headspace compounds using solid phase microextraction (SPME) and capillary GC technique fast screening meth Am J. Enol. Vitic. pp 100-104.
19. Verde Calvo J. R., Escamilla Hurtado M^a.L., Reyes Dorantes A. y Malpica Sánchez, F. 1995. Caracterización de bacterias lácticas con aplicaciones en vinos y sustratos amiláceos. Res Ext. VIII Jornada de Biotecnología. Depto. Biotec. Universidad Autonoma Metropolitana. México, D.F. México pp 5-10.
20. Whiton R.S and B.W. Zoecklein, 2000. Optimization of headspace solid-phase microextraction for analysis of wine aroma compounds. Am J. Enol. Vitic., 51(4), pp 379-382.

ANEXOS

Tabla .21 Invitación para participar en la evaluación sensorial de aromas de vino tinto elaborado con cabernet Sauvignon

EVALUACIÓN SENSORIAL DE AROMAS DE VINO TINTO ELABORADO CON CABERNET SAUVIGNON

INVITACIÓN

Se esta realizando una investigación acerca de los aromas de vino tinto elaborado con Cabernet sauvignon, con diferentes condiciones de añejamiento. Se le invita a participar en un proceso de selección y entrenamiento para formar parte de un jurado semi-entrenado.

La evaluación sensorial estará dividida en dos etapas. La primera será de selección y tendrá una duración de 3 sesiones.

Con los jueces seleccionado, se llevará a cabo la segunda etapa de entrenamiento para evaluar algunos de aromas que se encuentran en el vino y constara de 3-5 etapas.

Posteriormente ya sobre los vinos en estudio se efectuará la evaluación sensorial de aromas de los vinos en las diferentes condiciones de añejamiento.

Nombre _____ Edad _____

Teléfono(s) _____ Dirección _____

- ¿Consume bebidas alcohólicas? SI NO

- ¿Consume picante? SI NO

- ¿Fuma en exceso? SI NO

Recuerde que es importante que asista los días que se le indiquen, cada sección tendrá una duración de aproximadamente 10 minutos.

¿Estaría dispuesto(a) a participar en este proceso? SI NO

Tabla 22. Prueba comparación por pares

ANÁLISIS SENSORIAL PARA LA SELECCIÓN DE LOS JUECES

NOMBRE _____ FECHA _____

Huela la primera serie de muestras de izquierda a derecha, indique con una "X" la muestra que considere usted que es diferente en cuanto al olor.

Huela cada muestra por lo menos 2 veces .Espere un minuto antes de la siguiente prueba.

SERIE 1

153	360
647	234
980	431

SERIE 2

368	132
763	075
849	343

Tabla 23. Cuestionario para la prueba dúo-trío

NOMBRE _____ FECHA _____

Frente a usted hay una muestra de referencia marcada con una “R”. Pruebe la muestras de referencia y después pruebe las muestras de izquierda a derecha del primer par; encierre en un círculo aquella muestra del par que es igual a la referencia, enjuague su boca con agua y continúe con el siguiente par.

Pruebe cada muestra por lo menos 2 veces .Espere un minuto antes de la siguiente.

Par	Muestras	
1	243	984
2	154	097
3	436	691

Tabla 24. Cuestionario para la prueba triangular para la evaluación sensorial

ANÁLISIS SENSORIAL

NOMBRE _____ FECHA _____

Ante usted se encuentran 3 grupos de muestras .En cada grupo, dos de las muestras son iguales entre sí,huela las muestras de izquierda a derecha, encierre en un círculo el número de la muestra que considere usted que es diferente de las otras dos.

Huela cada muestra por lo menos 2 veces .Espere un minuto antes de la siguiente prueba.

Grupo 1:	523	246	904
Grupo 2:	121	760	852
Grupo 3:	447	808	654

Tabla 25. Conceptos de aromas

MATERIAL DE APOYO PARA EL ENTRENAMIENTO DE LOS JUECES

AROMAS ENCONTRADOS EN LOS VINOS

Aromas primarios

Floral: linalol, rosa, violeta geranio, flor de naranja.

Frutal: cítrico: toronja, limón.

Bayas: zarzamora, fresa.

Fruta de árbol: cereza, durazno, manzana, chabacano, pera.

Fruta tropical: piña, melón, plátano.

Fruta seca: pasas, higo, ciruela pasa.

Vegetal (herbáceo): fresco, tallo, pasto recién cortado, eucalipto, menta.

Aromas secundarios

Olor a ésteres: ésteres acéticos (etilo o alcoholes superiores), ésteres de ácidos grasos: provenientes de la fermentación alcohólica

Caramelizado: miel, mantequilla, salsa de soya, chocolate, caramelo de azúcar con mantequilla, melazas.

Microbiano: levadura.

Láctico: sawerkraut, ácido butírico, ácido láctico, ácido caprónico, queso.

Acético: vinagre.

Cocinado: debido a altas temperaturas de fermentación.

Combustible: debido a la presencia de alcoholes superiores.

Gas: por formación de mercaptanos.

Oxidado: debido al nivel de acetaldehído.

Hule: por crecimiento bacteriano en el mosto.

Otros términos, de olores que corresponden a distintos niveles de fermentación:

Acetona, plátano, laca de uñas, jabón, pasta, cerveza, sidra láctico, leche agria, diacetilo, establo, vela, cera, trigo.

Aromas terciarios (BOUQUET)

Quemado: humo, pan quemado, café.

De oxidación

Olores de aldehído: presentan notas de manzana, membrillo, nuez seca, rancidez, madera, vainilla, trufa, champiñón.

De reducción

Nota de especiado: presente en el buqué de vinos viejos (olor a clavo, pimienta negra, orégano, canela, anís).

Oxidado: acetaldehído

Términos generales aplicados a olores

Olor fino: agradable, armonioso.

Olor vinoso: olor a alcohol, pero más armónico.

Vino común: vino sin distinción, con poco olor; es un olor vegetal o herbáceo, que puede deberse al clima, a los diferentes tipos de suelo y a la zona de cultivo.

Vino oloroso: aromático; olor fuerte, intenso, desarrollado.

Vino neutro: olor débil.

Cocido: cocinado, ejotes, espárragos, aceituna verde, aceituna negra, alcachofa.

A nuez: nogal, avellana, almendra.

Olor químico; azufrado:

H₂S: mercaptanos, col, cerillo quemado,

S₀2: perro mojado o lana mojada.

Petróleo: alquitrán, plástico, queroseno, diesel, caucho.

Pungente: acetato de etilo, ácido acético, etanol.

Otros: pescado, jabón, etanol.

ACIDO: vino con una acidez notable

ARDIENTE: vino desequilibrado con un grado excesivo de alcohol.

ASTRINGENTE: taninos, amargo.

Tabla 26. Cuestionario para la prueba de descripción de aromas

DESCRIPCIÓN DE AROMAS	
NOMBRE _____	FECHA _____
<p>Ante usted se encuentra una muestras, huela la muestra, espere un minuto. Pruebe la muestra pasándola por toda la boca, después tome un sorbo y describa los aromas que percibió.</p> <p>Pruebe la muestra de 2 a 3 veces si es necesario. Recordar que el aroma es el factor que se esta evaluando, no distraerse con la acidez o el amargor.</p> <p>Aromas: _____</p> <p>_____</p> <p>_____</p> <p>_____</p> <p>_____</p> <p>_____</p> <p>_____</p> <p>_____</p> <p>_____</p> <p>_____</p> <p>_____</p> <p>_____</p> <p>_____</p>	
Observaciones: _____	

Tabla 27. Ficha de cata modificada en la evaluación sensorial

FICHA DE CATA		
Nombre: _____	Nombre del vino: _____	
Productor: _____	Zona vitícola: _____	
Marca: _____	Tipo de vino: _____	
Cosecha _____	Botella N°: _____	
%Alcohol: _____	#de muestra: _____	
Características	Valor Máximo	Valor personal
Apariencia	2	_____
Color	2	_____
Aroma y Bouquet	6	_____
Acidez total	2	_____
Dulzura	2	_____
Cuerpo	1	_____
Sabor	2	_____
Amargor	1	_____
Astringencia	1	_____
Calidad general	2	_____
		Total: _____
Frecuencia		
Superior	20 – 17	
Estándar	16 – 13	
Por debajo del estándar	12 – 9	
No aceptable	8 – 1	
Observaciones:		

Tabla 28. Cuestionario de la prueba hedónica con 1 muestra

HEDÓNICA

NOMBRE _____ FECHA _____

Indique que tanto le gusta la muestra, según la siguiente escala: Recuerde que el atributo a medir es el **AROMA**.

ESCALA	MUESTRA
Me gusta muchísimo	_____
Me gusta mucho	_____
Me gusta bastante	_____
Me gusta ligeramente	_____
Me es indiferente	_____
Me disgusta ligeramente	_____
Me disgusta bastante	_____
Me disgusta mucho	_____
Me disgusta muchísimo	_____

Comentarios _____

Tabla 29. Cuestionario de la prueba hedónica con 2 muestra

NOMBRE _____	FECHA _____	
<p>Ante usted se encuentran dos muestras, para cada una de las muestras siga las siguientes instrucciones: huela la muestra, espere un minuto. Pruebe la muestra pasándola por toda la boca, después tome un sorbo . Marque con una cruz una de las opciones que se le dan .</p>		
<p>Pruebe la muestra de 2 a 3 veces si es necesario. Recordar que el AROMA es el factor que se esta evaluando, no distraerse con la acidez o el amargor.</p>		
	369	850
Me gusta muchísimo	_____	_____
Me gusta mucho	_____	_____
Me gusta moderadamente	_____	_____
Me gusta poco	_____	_____
Me es indiferente	_____	_____
Me disgusta poco	_____	_____
Me disgusta moderadamente	_____	_____
Me disgusta mucho	_____	_____
Me disgusta muchísimo	_____	_____
Comentarios _____		

Tabla 30. Conceptos básicos para el análisis de aromas
CONCEPTOS BASICOS PARA ANALISIS SENSORIAL DE AROMAS

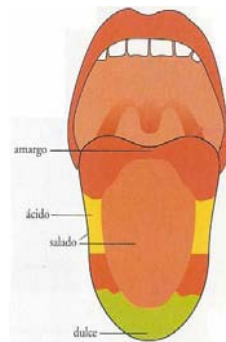
OLOR

El olor es la percepción , por medio de la nariz , de sustancias volátiles liberadas



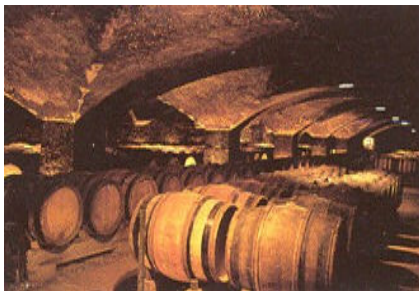
AROMA

Consiste en la percepción de las sustancias olorosas o aromáticas de un alimento después de haberse puesto este en la boca.



BOUQUET

Es el aroma que se forma durante la maduración del vino, la maduración puede ser oxidativa (en barricas) o reductiva (en botella)



RECOMENDACIÓN PARA REALIZAR UNA CATA

- Sujete la copa por el tallo o por la base, ello no sólo le va a dar una visión del vino , sino que también va a impedir que su mano lo caliente



- Antes de llevar el vino a la boca, primero hay que aspirar siempre sus aromas.
- Lo que tiene que hacer a continuación es agitar con suavidad la copa, y volver a aspirar.
- Después de esto, tome el vino, pase por toda la boca, después tome un sorbo para airear el vino.

TERMINOS GENERALES

ACIDO: vino con una acidez notable

ASTRINGENTE: sabor un tanto margo

Tabla 31 ficha de cata modificada para la evaluación sensorial de aromas de vino tinto elaborado con cabernet Sauvignon

FICHA DE CATA		
Nombre: _____	Nombre del vino: _____	
Productor: _____	Zona vitícola: _____	
Marca: _____	Tipo de vino: _____	
%Alcohol: _____	# de muestra : _____	
Características	Valor Máximo	Valor personal
Aroma y Bouquet	6	_____
Acidez total	2	_____
Sabor	2	_____
Calidad general	2	_____
		Total: _____
Frecuencia		
Superior	12 – 9	
Estándar	9 – 6	
Por debajo del estándar	6 – 3	
No aceptable	3 – 1	
Observaciones:		

Tabla 32. Cuestionario de la prueba hedónica de aromas de vino tinto elaborado con cabernet Sauvignon

ANALISIS SENSORIAL	
NOMBRE _____	FECHA _____
<p>Ante usted se encuentra una muestra, siga las siguientes instrucciones: huela la muestra, espere un minuto. Pruebe la muestra pasándola por toda la boca, después tome un sorbo. Marque con una cruz una de las opciones que se le dan.</p> <p>Pruebe la muestra de 2 a 3 veces si es necesario. Recordar que el AROMA es el factor que se esta evaluando, no distraerse con la acidez o el amargor.</p>	
<p style="text-align: center;">Me gusta mucho</p> <p style="text-align: center;">Me gusta moderadamente</p> <p style="text-align: center;">Me gusta poco</p> <p style="text-align: center;">Me es indiferente</p> <p style="text-align: center;">Me disgusta poco</p> <p style="text-align: center;">Me disgusta moderadamente</p> <p style="text-align: center;">Me disgusta mucho</p>	<p style="text-align: center;">_____</p> <p style="text-align: center;">_____</p> <p style="text-align: center;">_____</p> <p style="text-align: center;">_____</p> <p style="text-align: center;">_____</p> <p style="text-align: center;">_____</p> <p style="text-align: center;">_____</p>
<p>Comentarios _____</p> <p>_____</p> <p>_____</p> <p>_____</p>	

Tabla 34. Invitación para participar en la evaluación sensorial de aromas de vino tinto elaborado con cabernet Sauvignon

FICHA DE CATA					
Nombre: _____		Fecha _____			
Nombre del vino: _____		Zona vitícola: _____			
Tipo de vino: _____		%Alcohol: _____			
Características	Valor Máximo	Valor personal			
Muestras		5	6	7	8
Aroma y Bouquet	6	_____	_____	_____	_____
Acidez total	2	_____	_____	_____	_____
Calidad general	2	_____	_____	_____	_____
	Total:	_____	_____	_____	_____
Observaciones:					

Tabla 36. Invitación para participar en la evaluación sensorial de aromas de vino tinto elaborado con cabernet Sauvignon

ANALISIS SENSORIAL				
NOMBRE _____	FECHA _____			
<p>Ante usted se encuentran 4 muestras, siga las siguientes instrucciones: huela la muestra, espere un minuto. Pruebe la muestra pasándola por toda la boca, después tome un sorbo. Marque con una cruz una de las opciones que se le dan, y así sucesivamente con las demás muestras .</p> <p>Pruebe la muestra de 2 a 3 veces si es necesario. Recordar que el AROMA es el factor que se esta evaluando, no distraerse con la acidez o el amargor.</p>				
Muestras	512	251	635	453
Me gusta mucho	_____	_____	_____	_____
Me gusta moderadamente	_____	_____	_____	_____
Me gusta poco	_____	_____	_____	_____
Me es indiferente	_____	_____	_____	_____
Me disgusta poco	_____	_____	_____	_____
Me disgusta moderadamente	_____	_____	_____	_____
Me disgusta mucho	_____	_____	_____	_____
<p>Comentarios:</p> <hr/> <hr/> <hr/> <hr/> <hr/> <hr/> <hr/>				