



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE QUERÉTARO

FACULTAD DE QUÍMICA

**PROGRAMA DE POSGRADO EN ALIMENTOS
DEL CENTRO DE LA REPÚBLICA
(PROPAC)**

**MAESTRÍA EN CIENCIA Y TECNOLOGÍA DE
ALIMENTOS**

**"ESTUDIO DE DISTINTOS TIEMPOS DE MACERACIÓN
CARBÓNICA PARA LA VINIFICACIÓN EN TINTO EN
TRES VARIEDADES DE VID (*V. vinifera* L.)
ESTABLECIDAS EN EL CENTRO DE LA REPÚBLICA
MEXICANA"**

TESIS

QUE PARA OBTENER EL GRADO DE

**MAESTRO EN CIENCIA Y TECNOLOGÍA DE
ALIMENTOS**

PRESENTA

I.A.I. CARLA GARCÍA- JUNCO VÁZQUEZ

Querétaro, Qro., Marzo del 2001

[Firma manuscrita]

No. Adv. 4-64-847
No. TRLA
Clos. IS
663.2
9216e
Ej01

El presente trabajo se desarrollo en el laboratorio de Fisiología y Bioquímica Poscosecha, del Departamento de Investigación y Posgrado en Alimentos de la Facultad de Ciencias Químicas de la Universidad Autónoma de Querétaro bajo la asesoría del Doctor Ramón A. Martínez Peniche

RESUMEN

El vino es una bebida que resulta de la fermentación del jugo de uva fresca por acción de las levaduras. Para la elaboración de vinos tintos se han desarrollado nuevos métodos que permiten la obtención de productos de calidad con características que resultan interesantes; dentro de éstos, sobresale la maceración carbónica (MC) que consiste en inducir el metabolismo anaerobio (MA) de las uvas al colocarlas intactas en una atmósfera privada de oxígeno, con lo cual se consigue una producción de alcohol, evolución de ácidos orgánicos, formación de ciertos precursores aromáticos, difusión de compuestos de la cáscara a la pulpa y fenómenos de proteólisis y pectólisis. Uvas de las variedades Ruby Cabernet, Cabernet Sauvignon y Malbec, establecidas en el centro de México, fueron vinificadas a partir de 3, 6, 9, y 12 días de MC, así como por vinificación tradicional. Los principales Se observa una disminución muy significativa de la firmeza de la baya sometida al MA en relación al testigo. La mayor degradación de la cáscara la presenta el cv. C. Sauvignon; sin embargo, en la baya intacta, la resistencia aumenta con 12 días de MC, lo cual no sucede con la cáscara y el mesocarpio; lo anterior sugiere que el CO₂ que se concentra en las bayas durante el MA provoca un aumento en su turgencia. Además, se observa un aumento en la intensidad colorante conforme se incrementa el tiempo de MC, la acidez total que se obtiene es alta, (mayor a 5g/L de ácido tartárico H₂T); sin embargo, se nota una disminución de la misma a los 12 días de MC, con respecto al testigo, (5.71 y 8.42 g/L H₂T respectivamente), los mejores vinos de Ruby Cabernet fueron los obtenidos mediante 9 días dando una intensidad colorante (IC) = 0.61, ángulo de matiz (AM) = 44.46, acidez total (AT) = 6.57 g/L H₂T, pH = 3.93 y 10.39 °GL. Para Malbec; 9 días de MC (IC = 0.17; AM = 45.7; AT = 6.57; pH= 4.4 10.88°GL); y, para Cabernet Sauvignon, 9 días de MC (IC: 0.26; AM: 37.26; AT: 5.3, pH: 4.3; y 10.37 °GL.). En el caso de las variedades Malbec, R. Cabernet y los resultados analíticos coinciden con los de la evaluación sensorial, mientras que para C. Sauvignon el vino mejor calificado por los panelistas fue el de 9 días de MC. Finalmente, en los análisis cromatográficos se identificaron 7 compuestos volátiles con importancia aromática, sobresaliendo el succinato dietilo y el 2,3 butanediol. La variedad que mejor se adapta a una MC es Ruby Cabernet seguida de C. Sauvignon.

Palabras clave: *Maceración Carbónica, metabolismo anaerobio, vino tinto, firmeza Ruby Cabernet, Cabernet Sauvignon, Malbec, succinato dietilo.*

ABSTRACT

Wine is a beverage obtained from fermentation of the juice of fresh grape by yeasts. Red wines are generally elaborated through traditional techniques, however, new methods focusing to improve the quality of red wine, as thremovinification, continuous vinification and carbonic maceration (CM) have been developed. Carbonic maceration is a process where anaerobic metabolism (AM) in berries is induced by placing them in an atmosphere without oxygen obtaining alcohol production, synthesis and degradation of organic acids, formation of aromatic compounds and diffusion of compounds from skin to flesh, as well as proteolysis and pectolysis. Grapes of three cultivars (Cabernet Sauvignon, Ruby Cabernet and Malbec) from vineyards located in Central Mexico were submitted to 3, 6, 9, 12 days of CM, as well as to traditional vinification. A significant decrease of the firmness of berries submitted to tint angle (MA) is observed in relation to the whiteness; however, firmness of intact berries increases with the time of maceration, which is not observed for the skin and flesh. This suggests that the CO₂ concentrated in the berries increases their turgidity. Furthermore, color intensity of wine also increases as a function of time of MC. Ruby Cabernet Wines obtained through 9 days of CM (color intensity CI: 0.61; tint angle MA: 44.46, total acidity TA: 6.57 g/L tartaric acid (H₂T) ; pH: 3.93; and 10.39°GL) as well as those of Malbec obtained through 9 days of CM (CI: 0.17; MA: 45.7; TA: 6.57 g/L H₂T; pH 4.4; 10.37°GL) and 9 days for Cabernet Sauvignos (CI: 0.26; MA: 37.26; TA: 5.3 g/L H₂T; pH: 4.3; y 10.39 °GL.) C. Sauvignon, and Malbec manifested the best characteristics with the analytic aspect and in general by a tasting. Finally, the chromatographic analysis allowed to identify 7 volatile compounds p.e. diethyl succinate and the 2,3 butanediol the most aroma-active compounds.

Key words: red wine, Carbonic Maceration; diethyl succinate, anaerobic metabolism, Ruby Cabernet, Cabernet Sauvignon, Malbec, firmness.

DEDICATORIAS

A mi ABUELA BICHA, quien siempre percibió mi proyecto de seguir estudiando, y me dio ejemplo de fortaleza y alegría

A mis papás y hermanas, Luisa, Vicky, Asun, y Pili a mis cuñados Efren y Humberto, quienes siguieron muy de cerca y compartieron con migo los esfuerzos y sacrificios, satisfacciones y buenos momentos que se dieron en este periodo

A Javier Cartaga Mercadillo, mi hermano del alma, mi consejero y apoyo a quien siempre siento cerca y quiero con todo mi corazón, por su apoyo y ejemplo de trabajo y amor a lo que se emprende

A Ange y Luz María Tamariz quienes me abrieron las puertas de su casa para emprender la maravillosa aventura de estudiar una maestría, y de quienes siempre recibí cariño atención y apoyo

A aquel que compartirá con migo la satisfacción de haber llegado a la meta

AGRADECIMIENTOS

- A Dios por haberme permitido llegar a la meta
- A la Universidad Autónoma de Querétaro y al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACyT) por el apoyo institucional y económico recibido para llevar a cabo mis estudios de posgrado.
- A CINESTAV unidad Irapuato y especialmente a la Dra. Mercedes López por haberme dado la oportunidad de hacer parte del trabajo experimental en su laboratorio y por haberme enseñado con su ejemplo el amor y dedicación al trabajo, la admiro mucho Doctora.
- Al Dr. Peniche por haberme dado la oportunidad de trabajar con él, y por todas sus enseñanzas,
- A la Dra. Loarca (Chacha) por su apoyo, comprensión y amistad.
- A mi familia, a Martha, Jose Luis, Mariano, Rosalia, Rosy, Arturo, Ange, Luz María y mis primos por haber estado siempre al pendiente, por su apoyo y cariño.
- I must to say thank you SCOTT my amazing God Father for your support and love, and for to make me easy each day through the fantastic INTERNET !!
- A mis maestros por la instrucción recibida y a mis compañeros de generación por cada uno de esos momentos que compartimos.
- A mis amigos Montse, Tita, Pepe, Alicia Ch., Vinicio, Nuria por su amistad, apoyo y cariño, siempre los tendré en mi corazón... a mis preciosas "GÜERITAS" Adry, y Luz, a quienes les agradezco cada uno de los minutos que me dedicaron, por su amistad y apoyo pues son responsables de que una parte de mi corazón se haya quedado en Querétaro y nunca voy a dejar de agradecerle a Dios el haberme permitido coincidir con ustedes! Los quiero mucho!!!
- A la Señora Queta y a Yadhys por haberme recibido en sus casas.
- A LuLu Bell, Blanca, Maria Luisa, por su amistad, compañerismo y apoyo en mi estancia en Irapuato, y a quienes llevo también siempre en mi corazón.
- A Marigel, Carmelita, Silvia y Lauris y al Maestro Jorge Alvares, por su sonrisa diaria, por su apoyo y amistad mil gracias.

- A mi muy querido amigo Hector Díaz de León quien compartió con_migo las alegrías y sin sabores idas y venidas, por su apoyo y amistad.
- A mis lindas amigas Lupita, Vero, Mónica, Desireé, Tania y Carolina, David, Luis Felipe V. por su amistad sólida y sincera, y por haber compartido con_migo aunque desde lejos este periodo de mi preparación académica.
- A mi Omar, a quien quiero con todo mi corazón, por ser el motor central para a dar el último estirón en esto y .por su apoyo comprensión y cariño
- A Rafael Garza a quien quiero respeto y admiro, y a Rolando Orozco por compartir con_migo sus conocimientos y afición al "VINO" .
- Y a todos aquellos que de una u otra manera contribuyeron a mi formación en esta etapa y la compartieron conmigo....

MIL GRACIAS

ÍNDICE

| | |
|---|-----------|
| Resumen..... | I |
| Abstract | II |
| Dedicatorias | III |
| Agradecimiento..... | IV |
| Índice | V |
| Índice de Tablas | IX |
| Índice de Figuras..... | XI |
| I.INTRODUCCIÓN | 1 |
| II.REVISION BIBLIOGRÁFICA | 3 |
| 2.1. Antecedentes históricos del cultivo de la vid | 3 |
| 2.2. Estadísticas del cultivo de la vid | 4 |
| 2.2.1 Distribución mundial | 4 |
| 2.2.2. Producción de uva en México | 6 |
| 2.2.2.1. Estados productores | 6 |
| 2.2.2.2. Superficie establecida | 8 |
| 2.2.2.3. Volumen de la producción | 10 |
| 2.2.2.4. Destino de la producción nacional de uva | 11 |
| 2.2.3 Problemática de la industria vinícola en México..... | 13 |
| 2.3 Botánica de la vid | 16 |
| 2.3.1 Taxonomía..... | 16 |
| 2.3.2 Morfología..... | 17 |
| 2.3.3 Fisiología | 19 |
| 2.3.3.1. Ciclo vegetativo | 19 |
| 2.3.3.2. Ciclo reproductivo..... | 22 |
| 2.4. Composición química del racimo..... | 23 |
| 2.4.1. Elementos del racimo | 23 |
| 2.4.2. Principales compuestos presentes en la uva..... | 24 |
| 2.4.3. Índices de madurez para uva de vino..... | 28 |

| | |
|--|----|
| 2.5. El vino | 29 |
| 2.5.1. Definición | 29 |
| 2.5.2. Clasificación de los vinos | 29 |
| 2.5.3. Vinificación tradicional de vino tinto | 30 |
| 2.5.3.1 Control de condiciones de la materia prima ... | 31 |
| 2.5.3.2. Tratamientos prefermentativos | 31 |
| 2.5.3.3. Encubado | 31 |
| 2.5.3.4. Descube | 34 |
| 2.5.3.5. Fermentaciones terminales | 34 |
| 2.5.3.6. Maduración y conservación | 34 |
| 2.5.3.7. Embotellado | 35 |
| 2.5.4. Métodos modernos de vinificación en tinto | 36 |
| 2.5.4.1. Termovinificación | 36 |
| 2.5.4.2. Vinificación en continuo | 37 |
| 2.5.4.3. Maceración Carbónica | 37 |
| 2.6. Maceración carbónica | 38 |
| 2.6.1 Historia | 38 |
| 2.6.2. Principio | 39 |
| 2.6.3. Operaciones para la elaboración de un vino por maceración carbónica (MC) | 41 |
| 2.6.4. Principales Fenómenos que se producen durante el proceso de maceración carbónica | 43 |
| 2.6.4.1. Metabolismo anaeróbico | 43 |
| 2.6.4.2. Intercambio gaseoso de la uva con el exterior | 43 |
| 2.6.4.3. Fermentación intracelular | 46 |
| 2.6.4.4. Productos secundarios de la fermentación alcohólica | 46 |
| 2.6.4.5. Aromas y productos volátiles | 47 |
| 2.6.4.6 Metabolismo del ácido málico | 50 |
| 2.6.4.7. Los polifenoles | 52 |
| 2.6.4.8. Absorción de anhídrido carbónico | 54 |

| | | |
|-----------------------------------|--|----|
| 2.6.4.9. | Firmeza del grano | 54 |
| 2.6.4.10. | Evolución de sustancias Nitrogenadas | 54 |
| OBJETIVOS GENERALES | | 56 |
| OBJETIVOS ESPECÍFICOS | | 56 |
| III. MATERIALES Y MÉTODOS | | 57 |
| 3.1. | Localización del sitio experimental | 57 |
| 3.2. | Características de los cultivares | 57 |
| 3.3. | Manejo del producto | 58 |
| 3.4. | Diseño del experimento | 59 |
| 3.4.1. | Diseño experimental..... | 59 |
| 3.4.2. | Arreglo de tratamientos | 59 |
| 3.4.3. | Factores de estudio | 59 |
| 3.5. | Variables evaluadas | 59 |
| 3.5.1. | Grado alcohólico | 59 |
| 3.5.2. | Acidez real (pH) | 60 |
| 3.5.3. | Acidez total | 60 |
| 3.5.4. | Intensidad de colorante y matiz..... | 60 |
| 3.5.5. | Análisis de firmeza..... | 61 |
| 3.5.6. | Análisis de datos. | 63 |
| 3.5.7. | Compuestos volátiles en el vino tinto | 63 |
| 3.5.7.1. | Extracción líquido-líquido | 63 |
| 3.5.8. | Degustación | 64 |
| 3.6. | Metodología general..... | 64 |
| 3.7. | Elaboración de vino tinto por el método tradicional..... | 65 |
| 3.8. | Elaboración de vino tinto por maceración carbónica..... | 69 |
| IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN | | |
| 4.1. | Firmeza | 73 |
| 4.1.1. | Análisis de varianza | 74 |
| 4.1.2. | Prueba de medias | 75 |
| a) | Variedades | 75 |
| b) | Tiempos de maceración | 76 |

| | |
|--|-----|
| c) Interacciones | 78 |
| 4.2. Color | 84 |
| 4.2.1 Espectrofotometría | 84 |
| 4.2.1.1 Análisis de varianza | 84 |
| 4.2.1.2 Prueba de medias | 85 |
| a) Variedades | 85 |
| b) Tiempos de maceración carbónica | 86 |
| c) Interacciones | 88 |
| 4.2.2. Colorimetría (Hunter Lab) | 92 |
| 4.2.2.1. Análisis de varianza | 92 |
| 4.2.2.2. Prueba de medias | 93 |
| a) Variedades | 93 |
| b) Tiempos de maceración carbónica | 96 |
| c) Interacciones | 98 |
| 4.3. Acidez y pH | 101 |
| 4.3.1. Análisis de varianza | 101 |
| 4.3.2. Prueba de medias | 102 |
| a) Variedades | 102 |
| b) Tiempos de maceración carbónica | 103 |
| c) Interacciones | 105 |
| 4.4. Análisis de compuestos volátiles | 108 |
| 4.5. Análisis sensorial | 111 |
| 4.5.1. Ruby Cabernet | 112 |
| 4.5.2. Malbec | 116 |
| 4.5.3. Cabernet Sauvignon | 119 |
| V. CONCLUSIÓN | 124 |
| VI. BIBLIOGRAFÍA | 129 |
| Anexo | XV |

ÍNDICE DE TABLAS

| Tabla | | Pag. |
|--------------|--|-------------|
| 1 | Distribución de la Vid en el Mundo Superficie Plantada 1991-1994..... | 5 |
| 2 | Distribución de la Vid en América Superficie Plantada..... | 5 |
| 3 | Comparación de la Superficie de Uva Establecida, Cosechada, y su Producción en los Años de 1993 y 1996 | 7 |
| 4 | Valores de "F" y Significancia Estadística de Análisis de Varianza para la Firmeza (N) de la Baya | 74 |
| 5 | Prueba de Medias para las Variables de Firmeza (N) en Función de la Variedad | 75 |
| 6 | Prueba de Medias para las Variables de Firmeza (N) en Función del Tiempo de Maceración Carbónica | 76 |
| 7 | Valores de "F" y Significancia Estadística para las Características Cromáticas de Ángulo de Matiz e Intensidad Colorante Obtenidos por Espectofotometría | 84 |
| 8 | Prueba de Medias para la Intensidad de Colorante y Tonalidad o Angulo de Matiz en Función de la Variedad de Uva | 85 |
| 9 | Prueba de Medias para la Intensidad y el Angulo de Matiz (tonalidad) en Función del Tiempo de Maceración Carbónica | 87 |
| 10 | Valores de "F" y Significancia Estadística del Color de Vinos Obtenidos en un Colorímetro Hunter Lab | 92 |
| 11 | Comparación de Medias por Variedades de las Características Colorimétricas Dadas por un Colorímetro Hunter Lab | 93 |
| 12 | Comparación de Medias del Tiempo de Maceración Carbónica de las Variables Colorimétricas Obtenidas en un Colorímetro Hunter Lab | 96 |
| 13 | Valores de "F" y Significancia Estadística del Análisis de Varianza para Acidez total y pH | 102 |

| | | |
|----|--|-----|
| 14 | Comparación de Medias para Acidez total y pH de un Vino Terminado en Función de la Variedad | 102 |
| 15 | Comparación de Medias para Acidez total y pH de Vinos Tintos en Función del Tiempo de Maceración Carbónica..... | 109 |
| 16 | Abundancia Relativa de los Compuestos Mayoritarios y de Importancia Específica de Vinos Tintos Ruby Cabernet Elaborados a Diferentes Tiempos de Maceración Carbónica | 109 |

ÍNDICE DE FIGURAS

| Figura | Pág. |
|---|------|
| 1 Superficie de Vid de los Principales Estados Productores..... | 6 |
| 2 Evolución de la Superficie de Uva Plantada en México 1984-1996. | 9 |
| 3 Volumen de la Producción Nacional de Uva 1985 a 1996 | 10 |
| 4 Destino de la Producción de Uva en México | 11 |
| 5 Producción de Uva Industrial de los Principales Estados Productores | 12 |
| 6 Destino de la Producción Nacional de Uva Industrial | 12 |
| 7 Esquema General del Proceso de Maceración Carbónica | 40 |
| 8 Esquema General para la Obtención de un Vino de Maceración Carbónica | 42 |
| 9 Metabolismo Anaerobio | 44 |
| 10 Cambio de Concentración de CO ₂ en Racimos de Uva dentro de una Cuba de Maceración Carbónica | 45 |
| 11 Obtención de Etanol durante la Fermentación Intracelular de Uvas Sometidas a Maceración Carbónica en Función de la Temperatura | 47 |
| 12 Evolución de los Ácidos Orgánicos en Uva Sometida a un Metabolismo Anaerobio a 35°C | 50 |
| 13 Degradación del Ácido Málico en Racimos de Uva Carignan rodeados de gas carbónico en Función de la Temperatura..... | 51 |
| 14 Disolución de Antocianos en Uvas Carignan Sometidas a Maceración Carbónica a 35°C | 53 |
| 15 Evaluación de la Firmeza de los Granos de Uva | 62 |
| 16 Esquema General de Vinificación en Tinto por el Método Tradicional... | 67 |

| | | |
|----|--|-----|
| 17 | Esquema General de Vinificación en Tinto por Maceración Carbónica | 70 |
| 18 | Firmeza de la Baya intacta para tres variedades de uva de Función del Tiempo de Maceración Carbónica | 79 |
| 19 | Firmeza Debida a la Cascara + Pulpa de Bayas de Tres Variedades de Uva en Función del Tiempo de Maceración Carbónica | 80 |
| 20 | Firmeza de la Pulpa Intacta para Tres Variedades de Uva en Función del Tiempo de Maceración Carbónica | 81 |
| 21 | Turgencia de la Baya de Tres Variedades de Uva en Función del Tiempo de Maceración Carbónica | 82 |
| 22 | Firmeza de la Cáscara para Tres Variedades de Uva en Función del Tiempo de Maceración Carbónica | 83 |
| 23 | Intensidad de Color de Vinos Tintos de Tres Variedades de Uva en Función del Tiempo de Maceración Carbónica | 89 |
| 24 | Matiz en Vino Tinto de Tres Variedades de Uva en Función del Tiempo de Maceración Carbónicos | 91 |
| 25 | Valores de "L" en Vino Tinto de Tres Variedades de Uva en Función del Tiempo de Maceración Carbónica | 98 |
| 26 | Valores de "a" en Vino Tinto de Tres Variedades de Uva en Función del Tiempo de Maceración Carbónica | 99 |
| 27 | Valores de "b" para Vinos Tintos de Tres Variedades de Uva en Función del Tiempo de Maceración Carbónica | 100 |
| 28 | Acidez Total de Vinos Tintos de Tres Variedades en Función del Tiempo de Maceración Carbónica..... | 106 |
| 29 | pH de Vinos Tintos de Tres Variedades de Uva en Función del Tiempo de Maceración Carbónica | 107 |
| 30 | Análisis Sensorial del Color de Vinos Ruby Cabernet en Función Del Tiempo de Maceración Carbónica | 112 |

| | | |
|----|---|-----|
| 31 | Análisis Sensorial del Brillo de Vinos Ruby Cabernet en Función Del Tiempo de Maceración Carbónica | 112 |
| 32 | Análisis Sensorial del Intensidad Aromática de Vinos Ruby Cabernet en Función del Tiempo de Maceración Carbónica | 113 |
| 33 | Análisis Sensorial del Acidez de Vinos Ruby Cabernet en Función del Tiempo de Maceración Carbónica | 113 |
| 34 | Análisis Sensorial del Grado Alcohólico de Vinos Ruby Cabernet en Función del Tiempo de Maceración Carbónica | 114 |
| 35 | Calificación Global del Análisis Sensorial de Vino Ruby Cabernet | 115 |
| 36 | Análisis Sensorial del Aroma de Vinos Ruby Cabernet en Función del Tiempo de Maceración Carbónica | 115 |
| 37 | Análisis Sensorial del Color de Vinos Malbec en Función del Tiempo de Maceración Carbónica | 116 |
| 38 | Análisis Sensorial del Brillo de Vinos Malbec en Función del Tiempo de Maceración Carbónica | 116 |
| 39 | Análisis Sensorial del Intensidad Aromática de Vinos Malbec en Función del Tiempo de Maceración Carbónica | 117 |
| 40 | Análisis Sensorial del Acidez de Vinos Malbec en Función del Tiempo de Maceración Carbónica | 118 |
| 41 | Análisis Sensorial del Grado Alcohólico de Vinos Malbec en Función del Tiempo de Maceración Carbónica | 118 |
| 42 | Calificación Global del Análisis Sensorial de Vino Malbec | 118 |
| 43 | Análisis Sensorial del Aroma de Vinos Malbec en Función del Tiempo de Maceración Carbónica | 119 |
| 44 | Análisis Sensorial del Color de Vinos Cabernet Sauvignon en Función del Tiempo de Maceración Carbónica | 120 |

| | | |
|----|--|-----|
| 45 | Análisis Sensorial del Brillo de Vinos Cabernet Sauvignon en Función del Tiempo de Maceración Carbónica | 120 |
| 46 | Análisis Sensorial de Intensidad Aromática de Vinos Cabernet Sauvignon en Función del Tiempo de Maceración Carbónica | 121 |
| 47 | Análisis Sensorial del Acidez de Vinos Cabernet Sauvignon en Función del Tiempo de Maceración Carbónica | 121 |
| 48 | Análisis Sensorial del Grado Alcohólico de Vinos Cabernet Sauvignon en Función del Tiempo de Maceración Carbónica | 122 |
| 49 | Calificación Global del Análisis Sensorial de Vino Cabernet Sauvignon ... | 123 |
| 50 | Análisis Sensorial del Aroma de Vinos Cabernet Sauvignon en Función del Tiempo de Maceración Carbónica | 123 |

I. INTRODUCCIÓN

El vino es la bebida que resulta de la fermentación alcohólica del mosto de uvas frescas (Díaz-Cervantes, 1992a). La uva, utilizada como materia prima, proviene de la vid (*Vitis vinifera* L). El cultivo de la vid es uno de los más antiguos en el mundo, siendo la superficie establecida en el ámbito mundial de alrededor de 10,000,000 Ha, la cual se extiende en los cinco continentes (SARH, 1993). Los países de mayor tradición vitivinícola son los europeos, siendo el vino parte de su dieta; hábito alimenticio que ha sido heredado a algunos de los países de América, tales como Argentina, Chile y México (De Flores *et al.*, 1995).

México es el vigésimo sexto productor de uva en el mundo y el quinto en el continente americano, mostrando un notorio incremento de sus plantaciones a partir de la década de los 60's y llega a su máxima expresión en 1984, con una cifra récord de 70,250 Ha de viñedos establecidos, gracias en parte al apoyo del Gobierno Federal (Anaya, 1993). Lamentablemente, a partir de ese año, por problemas de diversa índole, entre los que podemos citar los altos costos de producción, la importación masiva de vinos y uva de mesa y las crisis económicas recurrentes, la viticultura empezó a declinar, llegando en 1996 a una superficie cosechada de 43,000 Ha y un volumen de producción de 407,000 Ton (SAGAR, 1996).

La vitivinicultura es una actividad eminentemente agroindustrial. Debido a problemas de índole económico, político, agrícola y tecnológico, se ha manifestado en México una desintegración de ese sector; en efecto, a raíz de la crisis en la industria vitivinícola, los viticultores no se encuentran integrados al proceso de transformación, lo cual ha propiciado que la producción de vino quede relegada a un segundo término, favoreciéndose la producción de destilados (Díaz-Cervantes, 1992a). Entre las posibles alternativas de solución que permitan reencaminar esta actividad agroindustrial, la investigación enológica, aplicable a las condiciones nacionales, podría jugar un papel importante, ya que permitiría contar con información científica aplicable a la generación de vinos de calidad competitiva que hicieran rentable la vitivinicultura.

Existe una gran diversidad en los productos de la fermentación de la uva. Los vinos de mesa se clasifican en base a diferentes criterios, siendo el color uno de los más importantes. Dentro de esta clasificación, existen los vinos blancos, rosados y tintos. La vinificación en tinto comprende ciertas operaciones fundamentales que corresponden a los métodos clásicos entre éstos podemos mencionar, el estrujado, despalillado, sulfitado, encubado, maceración y fermentación. Sin embargo, conforme la enología se ha ido desarrollando, se han implementado algunos métodos alternativos para vinificación en tinto, tales como la termovinificación, la vinificación en continuo y la vinificación por maceración carbónica (Flanzy *et al.*, 1987).

La maceración carbónica (MC) es una técnica utilizada para producir un vino tinto joven, aromático y con un estilo agradable, recomendable para las regiones en que se producen uvas con una alta acidez. El principio de la MC consiste en explotar los fenómenos naturales que se llevan a cabo cuando las uvas son colocadas en un ambiente anaerobio (Flanzy *et al.*, 1980a). En esas condiciones, las bayas son capaces de metabolizar parte del azúcar produciendo etanol, sin que éste exceda 2.5% en volumen y otros subproductos de la fermentación, teniendo como resultado cambios en los ácidos orgánicos, siendo de particular importancia la degradación parcial de ácido málico sin producción de ácido láctico. Además, existe una transformación de sustancias aromáticas, así como fenómenos de difusión, proteólisis y pectólisis, lo cual resulta en un vino tinto con características distintas a las de un vino obtenido a partir de una vinificación tradicional (Flanzy *et al.*, 1980a), las cuales pueden resultar interesantes para el consumidor.

El presente trabajo tuvo como objetivo determinar el efecto del tiempo de maceración carbónica en vinificación en tinto, aplicado en tres variedades de uva establecidas en el Centro de la República Mexicana.

II. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

2.1. *Antecedentes históricos del cultivo de la vid*

El cultivo de la vid es uno de los más antiguos en el mundo y sobre todo, uno de los cultivos más ligados a la cultura y evolución de la raza humana. Los historiadores sitúan a la cuna de la cultura de la vid en Asia, en la región de Armenia donde la información de su cultivo data de 2000 años A. C., sin descartar la posibilidad de que la domesticación de esta especie se haya producido en regiones donde existía la vid en estado silvestre (Madero, 1992). De esta manera, poblaciones espontáneas de vid, existieron antes de la viticultura, la cual se cree se inició hace 4000 años en el Cercano Oriente (Cáucaso, Asia Menor e Irán) (Tiscareño, 1990).

Las civilizaciones antiguas como la egipcia, griega y romana, fueron en su época centros vitícolas (500 a 1400 D. C.). Se sabe que en Asia Menor vivían ciertos pueblos indogermánicos que conocían la vid silvestre; a estos pueblos se les ha llegado a considerar como precursores de la vid e incluso del vino. Hay evidencias, tales como relieves egipcios y numerosos documentos asirios, de que estos pueblos preparaban un caldo, similar al vino actual (Moscoso, 1982).

El cultivo de la vid se diseminó hasta llegar al continente europeo, adquiriendo gran importancia. Se cree que fueron los griegos quienes llevaron la viticultura a Italia, y al sur de Francia. En el Imperio Romano se cultivó la vid, extendiéndose hasta el norte de Francia y Alemania, a orillas del Rin, y a lo largo de la Mosela (De Flores *et al.*, 1995).

Al descubrir los españoles América y explorarla, se encontraron viñas silvestres, y no fue sino hasta la Conquista de México, que Hernán Cortés, afianzó y extendió el cultivo de la vid y la producción de vino, como parte de su cultura en tierras mexicanas (Madero, 1992).

Sin embargo, la rápida diseminación del cultivo en México, la correcta explotación que se daba al cultivo y la calidad del vino que se producía, llegó a oídos del rey de España, quien temiendo competencia con los vinos españoles, ordenó la suspensión del cultivo (Madero, 1992).

Como consecuencia, únicamente los jesuitas, y después los franciscanos, plantaron viñas alrededor de sus misiones que fueron en esa época, centro de desarrollo vitivinícola (Díaz-Cervantes, 1992b).

Un dato interesante es que en México, los indígenas, a la llegada de los españoles, acostumbraban hacer pasas de uva silvestre; y de hecho, contaban en su vocabulario con términos como "Xocomecamilla", que significa uva, así como con un término para nombrar el lugar donde se pisan las uvas, lo que hace pensar que al menos cuidaban las vides y obtenían jugo de ellas (Madero, 1992).

2.2. Estadísticas del cultivo de la vid

2.2.1. Distribución mundial

La vid es una planta con grandes facultades de adaptación climática, pues su cultivo se encuentra tanto en regiones cálidas como en regiones templadas. Sin embargo, las mejores uvas para la elaboración de los mejores vinos se obtienen en climas templados o relativamente fríos. De hecho, su explotación está limitada geográficamente a dos franjas (Madero, 1992):

En el hemisferio Norte, entre los 35° y 50° de latitud.

En el hemisferio Sur, entre los 30° y 40° de latitud.

De acuerdo a Carbonneau (1998) los límites del cultivo de la vid se definen en las isothermas de 10° y 20°, en los dos hemisferios.

Esta área es mundialmente conocida como la "Franja Mundial del Vino" y comprende países como Portugal, España, Francia, Italia y Alemania en el Hemisferio Norte y Argentina, Chile, Sudáfrica y Australia en el Hemisferio Sur (Tiscareño, 1990).

Estos límites prácticamente dejarían fuera a México, donde la viticultura se ha desarrollado entre 20 y 32° LN. Sin embargo, la altura sobre el nivel del mar, compensa en parte la latitud, provocando una disminución de la temperatura; debido a ello, en México se pueden establecer viñedos en muchas zonas y producir uva de alta calidad.

De acuerdo a la Oficina Internacional de la Vid y el Vino (O.I.V., 1995) con sede

en París, Francia, la superficie media por hectárea (de 1991-1994), que se dedica al cultivo de la vid en todo el mundo, fue de 8248,000 Ha, en 1994 y en 1995 se vió disminuída a 7768,000 Ha (Fregoni, 1998). La distribución por continentes se consigna en la Tabla 1. Como podemos apreciar, Europa, ocupa el 68.74% de la superficie vitícola mundial, Asia el 16.59%, América el 9.53%, Africa el 4.30%, y Oceanía el 0.84%.

**Tabla 1 Distribución de la Vid en el Mundo.
Superficie Plantada 1991-1994**

| CONTINENTE | Ha |
|-------------------|-----------|
| Europa | 5,670,000 |
| Asia | 1,368,000 |
| América | 786,000 |
| África | 355,000 |
| Oceanía | 69,000 |

Fuente: (Fregoni, 1998).

De acuerdo a la tabla anterior, América ocupa el tercer lugar en la superficie plantada de vid, los principales países productores de uva en America se muestran en la siguiente tabla:

**Tabla 2 Distribución de la Vid en América.
Superficie Plantada.**

| PAIS | Ha |
|-------------|-----------|
| Argentina | 208,000 |
| U.S.A. | 318,000 |
| Chile | 117,000 |
| Brasil | 60,000 |
| México | 41,227 |
| Otros | 41,773 |

Fuente: O.I.V., 1995.

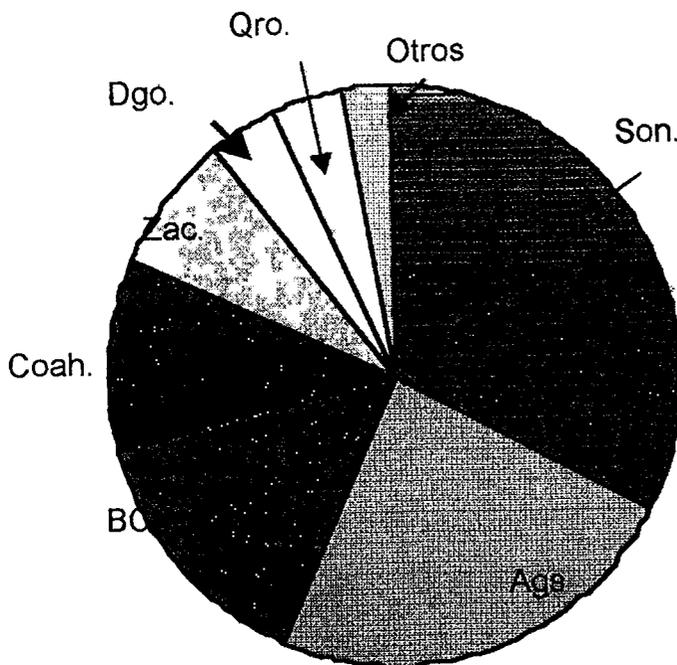
2.2.2. Producción de uva en México

2.2.2.1. Estados productores

México es el país productor de vid más antiguo de América (1518) (Tiscareño, 1990). Existen en México muchas regiones propicias para su cultivo. Los climas cálidos, los climas con verano seco, o bien zonas con clima de condiciones similares a lo que se llama clima mediterráneo, son los más adecuados, tanto para la uva de mesa, como para la uva de vino. Es por ello que la viticultura mexicana se encuentra distribuida en estados tales como; Baja California Sur y Norte, Coahuila, Sonora, Aguascalientes, Zacatecas, partes de Guanajuato y Querétaro, y en menor extensión, en Durango, Hidalgo, San Luis Potosí y Chihuahua.

De acuerdo a Anaya (1993), desde 1978 los mismos estados ocupan los primeros lugares en producción de uva: Sonora, Aguascalientes, Baja California, Coahuila, Zacatecas, Durango y Querétaro, aportando el 97% de la producción nacional, y el otro 3% lo completan los estados de Chihuahua, Guanajuato, Baja California Sur, Jalisco, San Luis Potosí, Hidalgo, Puebla, México y Nuevo León, como se muestra en la Figura 1.

Figura 1. Superficie de Vid de los Principales Estados Productores.



Sin embargo, se nota una sensible baja en la evolución de la superficie nacional establecidas con viñedos, hasta nuestros días, particularmente en Aguascalientes ya que han desaparecido alrededor del 60% de los viñedos en el estado. En el otro extremo, podemos destacar a Sonora, que en los 70's y 80's contribuía con un poco más del 50% de la totalidad de la uva producida en el país, porcentaje que se ha ido incrementando gradualmente.

En la Tabla 3, donde se compara la evolución de la superficie vitícola en México entre 1993 y 1996, podemos apreciar que no se han presentado cambios significativos durante estos tres años (ni en la superficie plantada, ni en la superficie cosechada, ni en la producción de uva por estados).

Tabla 3 Comparación de la Superficie de Uva Establecida, Cosechada y su Producción en los Años de 1993 y 1996.

| ESTADOS | SUP. ESTABLECIDA Ha | | SUP. COSECHADA Ha | | PRODUCCION Ton | |
|---------------------|------------------------|--------|----------------------|--------|-------------------|---------|
| | 1993 | 1996 | 1993 | 1996 | 1993 | 1996 |
| Aguascalientes | 1,702 | 560 | 1,591 | 560 | 16,213 | 6,082 |
| Baja California | 5,960 | 5,257 | 5,427 | 5,257 | 45,654 | 31,413 |
| Baja California Sur | 456 | 56 | 116 | 56 | 317 | 82 |
| Chihuahua | 175 | ** | 172 | ** | 1,859 | ** |
| Coahuila | 2,001 | 1,792 | 1,657 | 1,646 | 12,426 | 15,274 |
| Durango | 664 | ** | 664 | ** | 5,135 | ** |
| Guanajuato | 342 | 317 | 323 | 317 | 2,356 | 2,456 |
| Hidalgo | 5 | ** | 5 | ** | 15 | ** |
| Jalisco | 44 | ** | 44 | ** | 450 | ** |
| Michoacán | 10 | ** | 3 | ** | 18 | ** |
| Oaxaca | 20 | ** | 20 | ** | 60 | ** |
| Puebla | 3 | ** | 3 | ** | 13 | ** |
| Querétaro | 1,239 | 712 | 1,239 | 712 | 10,296 | 7,945 |
| San Luis Potosí | 32 | 15 | 12 | *** | 12 | *** |
| Sonora | 27,500 | 28,253 | 26,230 | 28,204 | 328,616 | 302,319 |
| Zacatecas | 5,739 | 5,047 | 5,164 | 4,475 | 43,156 | 38,335 |

** No hay reportes

***No hubo cosecha

Fuente: Centro de Estadística Agropecuaria de SAGAR, 1990-1996.

La crisis económica ha provocado en los últimos 8 años el cierre de 51

empresas vitivinícolas (reducción del 75%). Las empresas supervivientes en la industria vinícola mexicana están ubicadas en su gran mayoría en los estados de Baja California, y unas cuantas en Aguascalientes, Sonora, Zacatecas y Querétaro (Lerma, 1995). Entre las dificultades a vencer por las empresas sobrevivientes podemos mencionar (INEGI, 1997):

- a) Los altos impuestos que se deben pagar por la venta de vinos, considerados como bebidas alcohólicas "potencialmente dañinas para la salud".
- b) La introducción a nuestro país de vinos provenientes del extranjero los cuales se venden a precios muy bajos, incluso con "dumping", que suelen ser de baja calidad. También podemos considerar los vinos argentinos y chilenos, de muy buena calidad a precios con lo que no se puede competir.
- c) La falta de conocimiento del público acerca de la calidad de los vinos y su preferencia por los vinos importados, debido a que frecuentemente se piensa que un vino importado de Alemania o España es de mejor calidad que el nacional, lo cual no es necesariamente cierto.

A pesar de lo anterior, la industria vitivinícola nacional, parece haber entrado en una etapa de estabilización. En 1993 se registraron ventas anuales internas de vino estimadas en tres millones de dólares, y debido a la contratación del mercado nacional, las exportaciones de vinos se elevaron de un 10 a un 15% en 1994. De acuerdo a los indicadores del Banco de México, el rubro de vinos espumosos, blanco y tinto, registró, durante los primeros 8 meses de 1994, una disminución del 37.4% en sus importaciones al pasar de 28.5 millones de dólares en 1993 a 20.7 millones de dólares en 1995.

El mayor reto consiste en desarrollar el mercado nacional, para lo cual es necesario convencer a un público cuyo consumo *per cápita* de vino es casi nulo, a que adquiera vinos de mesa ofreciendo variedad y calidad.

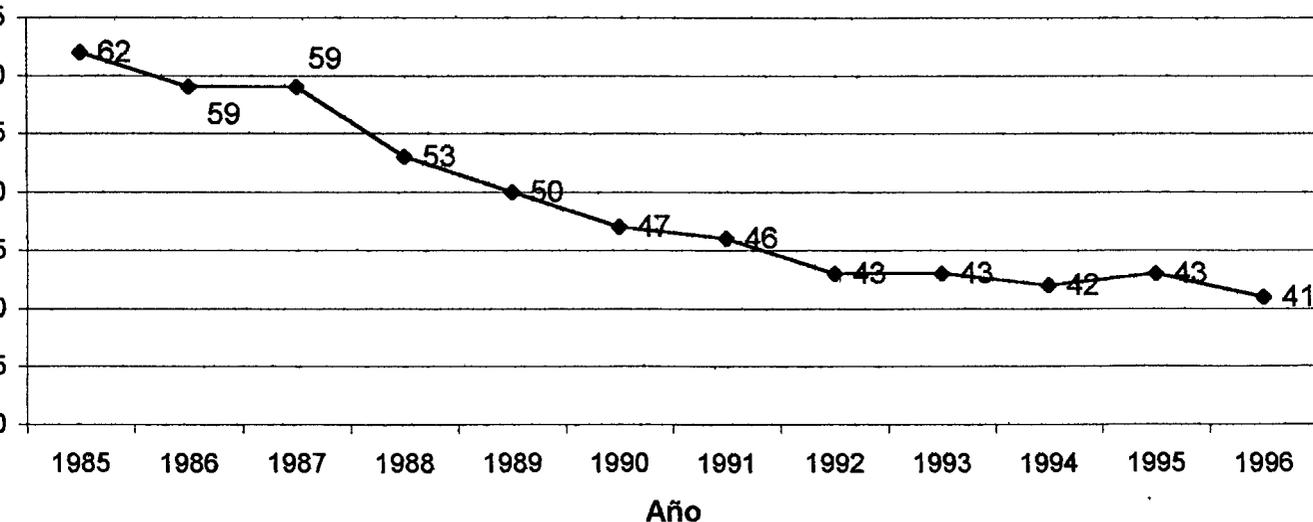
2.2.2.2. Superficie establecida

Entre 1974 y 1981, la superficie de los viñedos en México tuvo un incremento de

68%, pasando de 25,000 a 42,000 Ha. Para 1984 había aproximadamente 60,000 Ha cosechadas y en 1996 la cosecha fue de 41,227 Ha.

Sin embargo, a partir de 1984, la superficie nacional de uva disminuyó considerablemente por causas de diversa naturaleza; podemos citar entre otros, la crisis nacional, el bajo precio que se paga por la uva industrial, la importación y contrabando de uva de mesa, etc. (Madero, 1992). Sin embargo, hay que reconocer que el deterioro y la no-renovación de los viñedos con tecnología moderna, así como el desarrollo de plagas, tales como la filoxera, han sido también causas importantes de esta disminución en la superficie establecida con viñedos. En la Figura 2 se observa la evolución de la superficie plantada en miles de hectarias desde 1984 hasta 1996, dónde se nota el decremento antes mencionado.

Figura 2. Evolucion de la superficie de Uva Plantada en México de 1984 a 1996

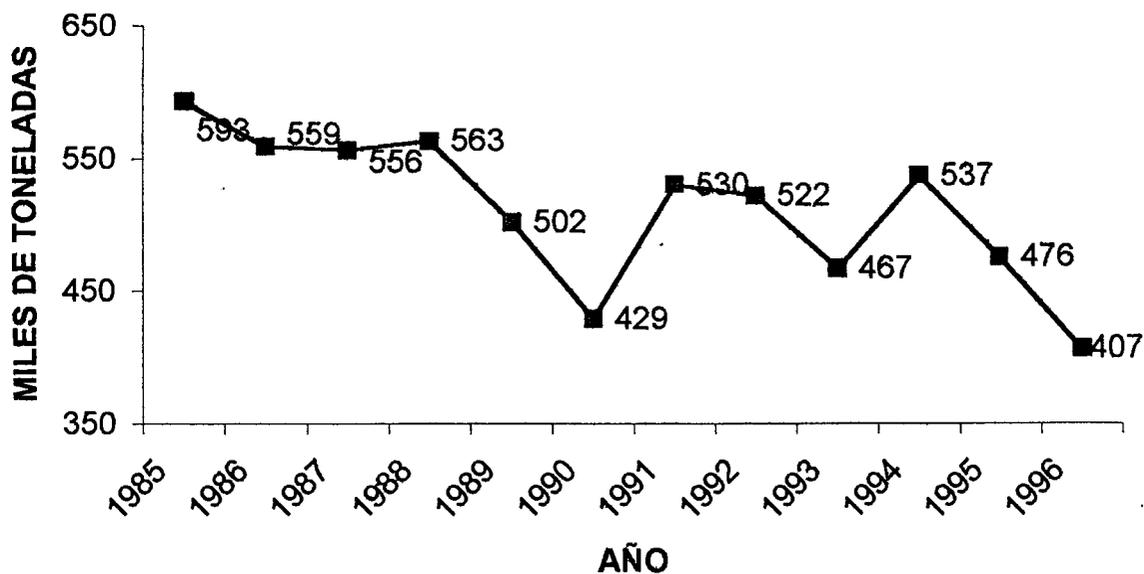


Fuente: Para 1984-1989 Presidencia de la República. Para 1990-1996 SAGAR

2.2.2.3. Volumen de la producción

Al paso del tiempo, se vieron claramente las consecuencias de la explotación excesiva de las vides plantadas, y la mala planeación de los productores de uva y la visión errónea para obtener más provecho a los viñedos que se desarrollaron durante la década de los 60's. Como se muestra en la Figura 3, el volumen de la producción nacional de uva en los 80's y 90's plasma una disminución considerable. Cabe destacar que en promedio, el volumen de producción de uva a nivel nacional disminuyó alrededor de un 33%, que en porcentaje, no parece ser tan alarmante, pero en cuestión de divisas y de fuentes de empleo, es bastante considerable.

Figura 3. Volumen de la Producción Nacional de Uva de 1985 a 1996

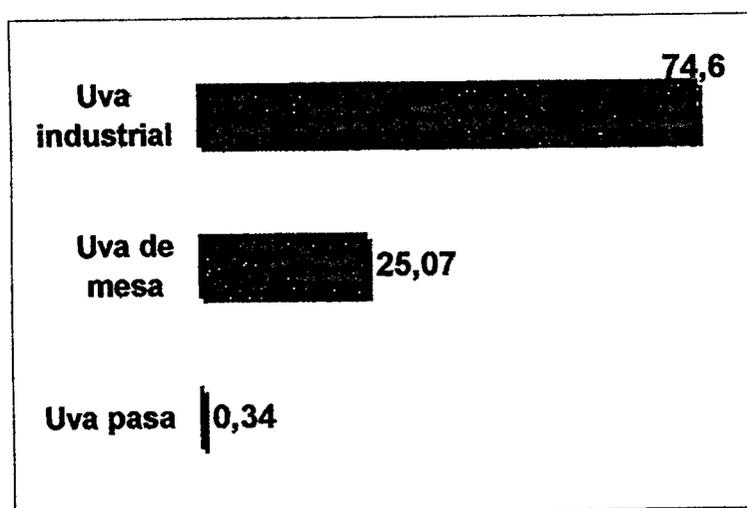


Fuente: INEGI, 1997.

2.2.2.4. Destino de la producción nacional de uva

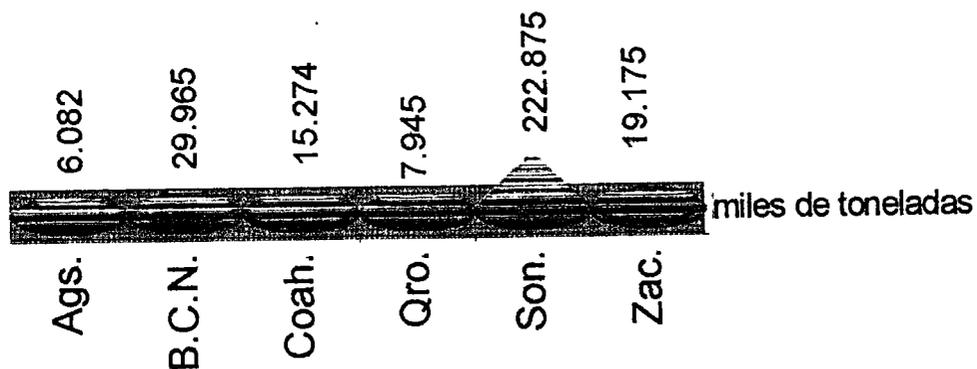
La uva que se produce en nuestro país tiene diferentes propósitos, según la variedad de la que se trate: la uva industrial, la uva para consumo en fresco (uva de mesa) y la uva pasa. La proporción de la producción según el propósito de la uva, en México, se muestra en la Figura 4. Los principales estados productores de uva industrial son: Aguascalientes, Baja California, Coahuila, Querétaro, Sonora y Zacatecas como se muestra en la Figura 5. Sonora es el estado que aporta mayor porcentaje de uva industrial. Esta uva en general, como puede observarse en la Figura 6, tiene diferentes vías de procesos, sin embargo, la destilación ocupa el primer lugar en el destino de la uva industrial y solo un 7.2% de la uva producida se destina a la industria vinícola.

Figura 4. Destino de la Producción de Uva en México.



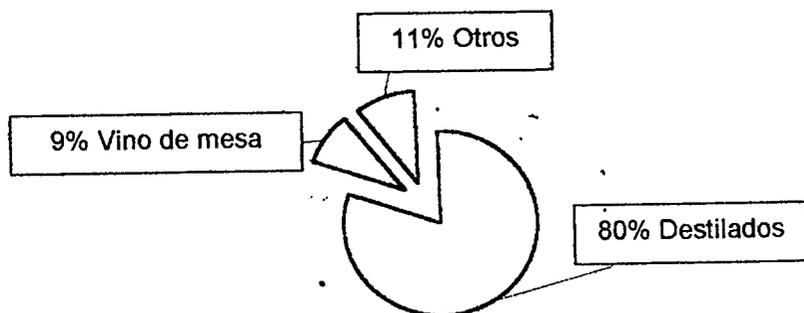
Fuente: SAGAR, 1996

**Figura 5 Producción de Uva Industrial de los Principales Estados
(miles de toneladas)**



Fuente: SAGAR, 1996

Figura 6. Destino de la Producción Nacional de Uva Industrial



Fuente: INEGI, 1997

2.2.3. Problemática de la industria vinícola en México.

Desde el inicio de su historia, la industria vitivinícola mexicana ha estado marcada por una serie de reveses, no obstante, gracias al trabajo constante y esfuerzo de aquellos que creen en nuestra capacidad para sembrar la vid y hacer vino, después de cada crisis, la industria resurge nuevamente con mayores bríos.

La introducción de la industria vinícola a nuestro país, fue por medio de los conquistadores quienes traen a América en la primera mitad del s. XVI, la vid Europea (*Vitis vinifera*), fue hasta entonces que México empezó a elaborar vino de mesa (Lerma, 1995).

La vitivinicultura es por definición una actividad agroindustrial. Históricamente, el viticultor era a la vez vinicultor, es decir, la relación productor-transformación del producto estaba totalmente ligada, conformando por completo la cadena agroindustrial. Con estos factores conjuntados, el vino se producía como una prolongación natural del viñedo y con el fin del auto-abasto familiar (Díaz-Cervantes, 1982).

Debido a que los españoles acostumbraban tomar vino diariamente con las comidas, es probable que la iniciativa de cultivar uva en México y preparar vino se debiera a razones económicas, pues esto ahorra el flete desde España. No obstante, al ver disminuídas sus ganancias, los productores españoles presionaron al rey Felipe II (Arellano, 1988), hasta que éste dictó un decreto que prohibía el cultivo de la vid en América. Posteriormente, el viñedo apareció como una actividad especializada y se centró en torno a los monasterios y palacios.

Con la declaración de independencia, la prohibición quedó sin efecto y se reinició la producción de vinos en México. Los 100 años posteriores, estuvieron plagados de movimientos armados y problemas internos en la nación, por lo cual el cultivo de uva y la fabricación de vino se vieron seriamente afectados.

A finales del siglo XIX, la revolución industrial cambió a la viticultura. El uso de máquinas para cultivar los viñedos, para algunas operaciones de vendimia, para estrujar las uvas, para su fermentación, envasado y etiquetado, redujeron los costos, logrando que la industria vitivinícola tuviera una expansión gigantesca. Las ciencias

biológicas y químicas intervinieron de la misma manera, tanto en la viticultura como en la industria vinícola (Meyer *et al.*, 1985).

Este paso de la sociedad agrícola a la sociedad industrial influyó relativamente poco en la actividad vinícola europea, debido a la estabilidad del esquema de producción y al hecho de que el campo se vió menos impactado por la revolución.

Sin embargo en México se llega a un punto de estabilización, que propició un desarrollo tardío de la actividad, cuando ésta se encuentra altamente tecnificada y desarrollada en otros países, sin embargo, esta misma tardanza nos coloca en ventaja de poder aprovechar los errores cometidos por otros países (Arellano, 1988).

Lo anterior permitió un gran desarrollo en la industria vinícola en México, pero no fue sino hasta 1920 cuando los vinos mexicanos empezaron a producirse seriamente, la calidad fue baja debido a muchos factores, tales como el desconocimiento de la viticultura, la utilización de equipo defectuoso y la inadecuada selección de variedades de uva (De Flores *et al.*, 1995). El resultado fue la obtención de vinos blancos amarillentos, tintos oxidados: escasos o abundantes en dulzor o acidez. A partir de los años 70's, la calidad de los vinos mexicanos ha aumentado considerablemente, se han plantado nuevas variedades de uvas seleccionadas, y se han mejorado las instalaciones de vinificación.

En 1980 la industria vitivinícola constaba de 65 empresas, aunque en su mayoría chicas y medianas empresas tenían capacidad para procesar la mayor parte de la producción de uva industrial. A pesar de que los productores de uva no eran quienes la industrializaban, la actividad se consideraba rentable.

Los vinos de mesa incrementaron su participación en el mercado, pasando de un 12% en 1970 a cerca de 16% en 1980 y se ha mantenido ese porcentaje hasta la fecha. El consumo *per cápita*, tomando en cuenta a la población mayor de quince años, fué de 0.21 L, en 1992, y de los últimos años no se ha tenido registro (O.I.V., 1995) Las importaciones crecieron a una tasa de 30% anual y, en 1980, llegaron a representar el 8% del consumo (Asociación de Vitivinicultores y Secretaría de Programación y Presupuesto, 1985), ese porcentaje ha aumentado, el vino importado representa en nuestros días hasta un 80% (experiencia personal).

De 1976 a 1982 el país se sobregiró, llegando a encontrar en nuestras tiendas los mejores vinos europeos a precios increíblemente baratos (Meyer *et al.*, 1985).

Aunque la viticultura estaba desarrollándose, nos enfrentamos con problemas económicos y de calidad que en esta década no han dejado sacarle el provecho de aquellos tiempos a la industria del vino.

La problemática de los vinos de mesa en México con relación a la calidad encierra una serie de factores importantes que, como se ha mencionado, son la causa de que el desarrollo de vinos finos de mesa haya sido lento. Según De Flores *et al.*, (1995) esto se debe a que:

1. Las zonas aptas para vinos finos de mesa no se han desarrollado conforme a su vocación vitivinícola, sino para otros tipos de producción como es el caso de Fresnillo, Zacatecas donde la vitivinicultura se ha desarrollado en variedades aptas para la destilación.
2. La determinación de las variedades adecuadas a cada zona productora de vinos finos de mesa aún no ha sido realizada.
3. Dar el manejo adecuado a las variedades destinadas a elaborar vinos finos de mesa.
4. Utilizar las técnicas apropiadas para la vinificación y su guarda, estableciendo normas precisas para la elaboración de vinos.
5. Que las variedades finas tengan un buen sobre precio para que los viticultores se interesen en producir.

2.3 Botánica de la Vid

2.3.1 Taxonomía.

De acuerdo a diversos autores, la vid se clasifica de la siguiente manera (Galet, 1988):

Reino: *Plantae*
División: *Espermatofitae*
Subdivisión: *Angiospermae*
Clase: *Dicotyledoneae*
Orden: *Rhamnales*
Familia: *Vitaceae*
Género: *Vitis*
Subgénero: *Euvitis*
Especie: *vinifera* L.

En la actualidad se conocen alrededor de cuarenta especies del género *Vitis*, de las que aproximadamente la mitad son originarias de América del Norte y la otra mitad de Asia Central (Madero, 1992). El subgénero *Euvitis* o de la vid verdadera, se caracteriza por poseer 19 pares de cromosomas ($n=19$); la presencia de vellosoidad muy diversa sobre distintos órganos (tallos y hojas), la corteza se desprende durante el invierno, presenta un diafragma a nivel del nudo, las bayas permanecen adheridas hasta la maduración, las semillas son piriformes, sus hojas son palmeadas y los zarcillos son bífidos o trífidos (García, 1992b). Basándose en la morfología externa (vellosidad y tipos de hojas), se estableció en 1967, una clasificación de especies en 11 series, siendo la décimo primera, la *Viniferae*, en la cual se encuentran todos los cultivares de *V. vinifera* L de origen indo-europeo que es cultivada por el valor comestible y vinificable de sus frutos, y dentro del cual existen varios miles de cepajes (Galet, 1983). De acuerdo a García (1992a), se estima que el 95% de la superficie mundial plantada de vid, pertenece a variedades de *Vitis vinifera*, la cual se divide en dos subespecies; Las vides europeas silvestres (*Vitis vinifera silvestres*) y las vides

europas cultivadas (*Vitis vinifera sativa*).

2.3.2 Morfología.

La vid, como cualquier vegetal, responde a los estímulos del medio y por esa razón, la función de cada una de las partes que la forman, varían al ser afectadas por diferentes condiciones climáticas, del suelo, de la densidad de la plantación así como de la edad de la planta, la clase de portainjerto, cultivar y el comportamiento de los ciclos vegetativos (Winkler, 1990).

La vid esta constituida por los siguientes órganos (Santibañez, 1992):

Sistema radical: Tiene la función mecánica de anclaje al suelo; desde el punto de vista fisiológico, tiene la función de absorción de agua, absorción selectiva de minerales, producción de hormonas de crecimiento, así como de transporte de agua, minerales, diferentes metabolitos y hormonas; siendo también punto de reserva de almidón.

Troncos y brazos: El tronco es el soporte de toda la planta, y es la parte que une al sistema radical con la parte aérea (brazos, brotes, hojas, racimos), también es almacén de reservas y la altura que tenga el tallo, depende de las condiciones de clima, vientos, temperatura, fertilidad del suelo y vigor del cultivar, entre otros. El tallo está cubierto de corteza que durante el invierno se puede desprender; el crecimiento de éste es en diámetro, no en altura. Los brazos son la ramificación primaria del tallo y su longitud y forma, dependen del sistema de conducción elegido. En los brazos se ubican los puntos permanentes de producción los cuales son conocidos como cargadores o pitones, de cuyas yemas emergen los brotes que se substituyen cada año con la poda.

Yemas: En vid, la yema presenta una posición axilar, es decir, se produce en la axila de la hoja. Su estructura es mixta, ya que emite un brote que puede o no llevar racimo y es prácticamente imposible distinguir a simple vista una yema vegetativa de una fructífera. La inducción floral, que es el paso de una porción del meristemo del estado vegetativo al reproductivo, se lleva a cabo un año antes de la producción, generalmente alrededor de la época de floración; esta inducción floral es afectada por diversos factores climáticos, por lo que es variable para cada país y región vinícola.

Por su posición, las yemas pueden ser terminales y laterales, las primeras aseguran el crecimiento en longitud de los brotes y siempre son vegetativas, las segundas, pueden ser de madera, de corona ciega y latentes propiamente dichas; son estas últimas donde se produce la cosecha.

Brotes y Sarmientos: El brote, es el crecimiento succulento producido por una yema vegetativa, el cual está fraccionado por protuberancias llamadas nudos; este es el punto sobre el cual se encuentran las yemas latentes, las hojas y los zarcillos.

Hoja: La hoja es el crecimiento lateral expandido que nace en un nudo; consta de pecíolo, brácteas y limbo. La hoja de vid, como en todos los vegetales superiores tienen importancia fisiológica esencial, ya que es el lugar donde se realiza el proceso de fotosíntesis; sin embargo, en la vid, la hoja además tiene gran relevancia ya que sirve de base para la clasificación sistemática, puesto que es el principal órgano utilizado en la Ampelografía, para la determinación tanto de especies como de variedades y cultivares.

Flor, Racimo y Bayas: La flor es siempre pentámera, esto es, que sus piezas florales están dispuestas en número cinco: cáliz de cinco sépalos soldados, corola de cinco pétalos soldados (caliptra), que se desprende de la base a la floración, androceo de cinco estambres opuestos a los pétalos y cinco nectarios, gineceo de pistilo bicarpelar con dos óvulos anótrpos de placentación axial. En la vid cultivada, lo común es que su flor sea hermafrodita, con polen fértil y ovario funcional, apta para la autofecundación. El racimo es el tipo de inflorescencia que se presenta en la vid, el cual está insertado al brote opuesto a la hoja, por un pedúnculo que se puede ramificar en varios ejes, siendo dos los brazos principales; el conjunto es conocido como raspón o escobajo, el cual representa del 2 al 6% del peso total del racimo a la madurez. Las ramificaciones más finas llamadas pedicelos sostienen a las flores. Los dos brazos pueden tener un desarrollo igual pero lo común es que uno de ellos esté ausente, se reduzca o se transforme en zarcillo. Es el racimo la parte de la vid que tiene valor; su forma, tamaño y número de ramificaciones es variable según el cultivar.

El fruto; Producto de cada flor del racimo se clasifican como baya, ésta es carnosa, de forma, dimensión, color, consistencia y sabor diferente según el cultivar.

La forma de la baya puede ser modificada por el resultado de la fecundación. El color de la baya es verde antes del envero, tornándose desde verde hasta negro violáceo oscuro, dependiendo de la naturaleza y proporción de los antocianos, en el caso de uvas tintas o negras, y en el caso de las uvas blancas el color depende de la concentración de flavonoides; en las especies silvestres, los racimos son siempre negros. El fruto está constituido por las siguientes partes:

- a) Epidermis o piel. Representa del 5 al 12% del peso total y está recubierta de una capa de pruina; tiene la función de proteger a la pulpa de los agentes externos, abajo de esta capa se encuentran la mayor parte del aroma y color, constituyentes del sabor de las uvas.
- b) El mesocarpio o pulpa. Es la parte turgente del fruto, a la cual, rodea la epidermis, está formada por grandes células de paredes muy delgadas con inmensas vacuolas llenas de solución acuosa, y compuestos como azúcares, ácidos orgánicos, minerales, sustancias nitrogenadas, pécticas, enzimas y vitaminas.

La semilla: Constituye hasta el 10% del peso del fruto, posee de 5 al 8% de taninos y del 10 al 20% de aceite; la cantidad de semillas que tiene una baya debía ser de cuatro, puesto que tiene cuatro óvulos, sin embargo, debido a aborto, se encuentran tres, dos o solamente uno. Los cultivares que no forman semilla, se denominan apirenes, siendo muy apreciados como fruta fresca o para la elaboración de pasas (García, 1992 b).

2.3.3. Fisiología

2.3.3.1. Ciclo vegetativo

Dormancia: La dormancia es el período que se inicia después de la caída de las hojas, durante el cual, la vid no presenta ninguna actividad vegetativa aparente. Se presenta una ausencia del crecimiento de las yemas que no manifiestan ninguna evolución visible. Estas yemas durmientes se formaron sobre las ramas durante los meses de mayo y junio; de acuerdo a Pouget (1972), se pueden reconocer 5 fases sucesivas desde la formación de la yema hasta su brotación a principios del ciclo

vegetativo siguiente, dichas fases son: la predormancia, la entrada en dormancia, la dormancia, la salida de la dormancia y la postdormancia.

Lloro: Es un escurrimiento de savia por algún corte o herida en la planta, constituye la primera manifestación externa del paso del reposo invernal, a la vida activa de la planta. Corresponde a la entrada en actividad del sistema radical bajo la acción del aumento de la temperatura en el suelo. Dicho aumento de temperatura en el suelo, reinicia la actividad celular de las raíces (García, 1984).

Brotación: Constituye la primera manifestación visible del crecimiento y marca el inicio de la multiplicación celular. Comienza por un hinchamiento de las yemas que unos días después dejan ver una punta de crecimiento más o menos prominente, que será el inicio del crecimiento de una rama. Al principio, las escamas que cubren la yema se separan o aparece una punta globulosa que en su exterior está cubierta por borra (constituida por una vellosidad café que la protege durante el invierno). Se puede considerar que en este estado, la planta ya ha brotado (la fecha de brotación está estrechamente relacionada con la temperatura del ambiente).

Crecimiento: Se caracteriza, por un alargamiento de las ramas nacidas de las yemas, por la apertura de las hojas preformadas dentro de las yemas y por el nacimiento de nuevas hojas. Simultáneamente, los racimos rudimentarios se desarrollan y las uvas ya formadas se perfilan hacia la maduración. Este crecimiento pasa por diferentes estadios que han sido definidos.

El crecimiento de las ramas es debido al funcionamiento de la punta de crecimiento (yema apical) cuyas células proliferan rápidamente. Es evidente que el crecimiento de las ramas está bajo la dependencia de los compuestos elaborados por las hojas (fotosíntesis), de la respiración (fuente de sustancias nitrogenadas) así como del movimiento de agua dentro de la planta.

Según Pratt (1974), bajo condiciones normales, el desarrollo de las ramas continúa hasta aproximadamente el mes de julio o de agosto, en donde el apice pierde sus funciones. Durante este proceso, las hojas van pasando por diferentes etapas desde juveniles hasta adultas y sus funciones metabólicas son diferentes:

- En una rama joven, existe un sólo sentido de migración y éste es ascendente en su totalidad. Las hojas son importadoras de glúcidos provenientes de la hidrólisis del almidón (almacenado en raíces, tronco, brazos y sarmientos de la planta) y consumen lo que ellas mismas producen.
- Cuando la rama es un poco más larga y cuando las hojas han alcanzado la mitad de su tamaño definitivo, se vuelven exportadoras de glúcidos, entonces el movimiento es bidireccional: ascendente (hacia las hojas jóvenes) y descendente (hacia el racimo y hacia la planta: raíces, tronco, etc.).
- Más tarde, cuando la rama es más grande y la mayoría de las hojas han alcanzado su tamaño definitivo, el movimiento sigue siendo bidireccional (igual al anterior) pero con la diferencia de que en las hojas ubicadas abajo del racimo, envían sus glúcidos (en forma ascendente) únicamente hasta el racimo y hacia la planta (en forma descendente).
- En la maduración de la uva, todos los glúcidos sintetizados por las hojas se dirigen hacia el racimo.

Agostamiento: Este fenómeno se inicia generalmente cuando el crecimiento de las ramas se detiene y termina cuando se presenta la caída de las hojas. Es una fase de acumulación de sustancias de reserva (almidones) correspondiente a un conjunto de transformaciones que hacen que las ramas pasen de estado herbáceo a estado lignificado, es decir, las ramas pasan de flexibles y verdes a duras y caféas (Winkler, 1990).

El proceso comienza por la base y puede continuar hasta la extremidad de la rama. Como se menciona anteriormente, las hojas elaboran glúcidos que son enviados en forma descendente hacia la planta. Al inicio del agostamiento, los glúcidos ya no son utilizados activamente por la planta y comienzan a acumularse como almidón en raíces, troncos, brazos y sarmientos. A este fenómeno se le conoce como acumulación de reservas que serán utilizadas durante el invierno y durante el inicio del ciclo vegetativo siguiente. Si el ciclo vegetativo es indispensable en la vida de la vid, el agostamiento es necesario para asegurar la perennidad de la planta de un año a otro. (Tiscareño, 1990).

Defoliación: Es la caída normal de las hojas al final del ciclo vegetativo y es la etapa que precede a la dormancia, terminando así un ciclo vegetativo. La caída de las hojas provocada por accidentes (granizo o heladas) o por enfermedades fungosas, es considerada como una defoliación anormal o prematura y por lo tanto perjudicial para la planta. (García, 1992b)

La defoliación normal, es provocada por la acumulación de ácido abscísico que aparece con la edad en la planta, además se produce una obturación del tejido conductor (liber) por una sustancia callosa. Las hojas se vacían progresivamente, la respiración se reduce, la transpiración se detiene, cambian de color, se desprenden y caen.

2.3.3.2. Ciclo reproductivo

a) Floración: Al principio del crecimiento de la planta, las inflorescencias surgen en forma de pequeñas masas verdes o rojas. A medida que pasa el tiempo, esta masa verdusca o rojiza toma una forma definida hasta que los botones florales quedan completamente separados. Esto ocurre en distintos estadios, hasta llegar a la fecundación del óvulo, en que el ovario empieza a desarrollarse y se dice que el fruto ha cuajado. El porcentaje de cuajado es muy variable, pero normalmente fluctúa entre un 30 y un 55%, dependiente de la variedad. Cuando el cuajado del fruto es afectado por alguna razón (virosis, bajas temperaturas, lluvias, desequilibrio en la planta al momento de la polinización), los racimos son sueltos y con pocas uvas adheridas (corrimiento) o mal desarrolladas (amunicionado).

b) Desarrollo y maduración de la baya: Después de la floración solo persiste el ovario que al final será el fruto, mientras que al interior del ovario los óvulos van a evolucionar como semillas.

Estado verde de la baya: Es el estado inicial del crecimiento siguiendo el conjunto del fruto. La baya se mantiene verde y firme, comportándose como cualquier otro órgano de la planta provisto de clorofila. En este período, que dura de 5 a 7 semanas, la baya es metabólicamente activa y se acumula una cantidad significativa de ácidos orgánicos.

Período LAG: La velocidad de crecimiento decrece y parece estar temporalmente suspendida. Los niveles de acidez alcanzan el valor máximo y las bayas empiezan a perder clorofila. Este estado dura alrededor de 2 a 4 semanas.

Crecimiento rápido: Comienza con el envero y dura hasta la maduración del fruto. El crecimiento de la baya es debido en gran parte al alargamiento de las células. El color en las uvas blancas cambia de verde a amarillo y en las uvas tintas se desarrolla el rojo oscuro y el color azul. La textura se vuelve suave, los azúcares empiezan a acumularse, la acidez disminuye, los taninos y compuestos aromáticos varietales se desarrollan. Este período tiene una duración aproximada de 5 a 8 semanas (Navarre, 1998)

Del envero a la madurez la baya se hincha y el incremento de peso puede ser de aproximadamente 50% o más, hay un aumento importante en la concentración de azúcares que provienen de las raíces, los troncos, los brazos y las hojas. La sanidad de la parra es crucial para buenas vendimias (Champagnol, 1984).

2.4. Composición química del racimo

El fruto de la vid es una baya, que se conoce como uva; las bayas se encuentran agrupadas a partir de su pedicelo en una estructura denominada racimo (Navarre, 1998).

2.4.1. Elementos del racimo

Las características de los principales elementos del racimo son (Navarre, 1998):

- a) **El raspón, escobajo o raquis:** que constituye del 3 al 6% del peso total del racimo maduro y el balance lo hace la pulpa, la piel y las semillas. Tiene la función de soportar a los granos. Es rico en taninos (al rededor del 3%) y minerales (de 2 a 3% del peso del raquis) de los cuales aproximadamente el 50% son sales de potasio, contiene aproximadamente 1% de azúcar y trazas de ácidos orgánicos. El agua que se encuentra en el escobajo varía entre un 78 a un 80% en peso. El contenido de humedad del raspón disminuye cuando las uvas van madurando.

b) La piel o cáscara: Aporta del 5 al 12% en peso, forma la capa externa del fruto, llamada cutícula y está cubierta por una cera, la pruina, que hace a la baya impermeable al agua y también la protege del clima y el daño de los microorganismos (retiene las levaduras y bacterias que son llevados por el viento o por los insectos) está formada por 6 a 10 capas de delgadas paredes celulares, como la epidermis, constituida por una sola capa de células, y la hipodermis que encierra las granulaciones de materias colorantes y odorantes. La piel, como se mencionó, contiene pigmentos y compuestos aromáticos importantes, que darán al cultivar del que se trate, características peculiares. Con igual concentración de color y sabor por unidad de área de la piel, el jugo de bayas pequeñas tendrá mayor concentración de color y sabor junto a la capa de la pulpa pegada a la piel.

Entre los compuestos más importantes en la piel están los polifenoles, entre los cuales podemos mencionar a los taninos y algunas materias colorantes (antocianinas en el caso de uvas tintas y flavonas en uvas blancas). A excepción de ciertas cepas tintas, la materia colorante se encuentra exclusivamente en la cáscara.

c) La pulpa: Constituye el 85 al 87% del peso de la baya, consiste de 25 a 30 capas de células con vacuolas de gran tamaño conteniendo el jugo celular el cual, es rico en azúcares.

d) La semilla: Usualmente la uva contiene de 2 a 4 semillas; su ausencia es una característica de algunos cepajes, conformando así del 0 al 5% del peso del fruto. Contiene altos niveles de taninos, además de aceite y material resinoso. Dependiendo del número de semillas, varía el peso, la acidez y la concentración de azúcares de la baya, siendo las dos primeras, inversamente proporcionales al contenido de azúcares.

2.4.2. Principales compuestos presentes en la uva

El jugo de uva se conforma de un 70 a 80% de agua en peso, y muchos sólidos disueltos (Ribereau-Gayon *et al.*, 1971):

- a) **Azúcares:** Son producidos por fotosíntesis; las hojas, son los principales sitios de su formación. Los azúcares, son transportados de las hojas a las otras partes de la planta, incluyendo a las bayas. La glucosa y la fructosa son los principales hidratos de carbono de las uvas. Su concentración en la fruta madura, generalmente varía entre 150 a 250g/L. La proporción de estos azúcares cambia durante el desarrollo de la uva, en el crecimiento de las bayas o granos predomina la glucosa, mientras que en la maduración las proporciones de glucosa y fructosa son aproximadamente iguales, en uvas sobremaduras la fructosa es el azúcar principal. Las cantidades relativas de estos azúcares en uvas maduras es también función de la variedad.
- b) **Ácidos orgánicos:** Los ácidos principales de la uva son: tartárico, málico cítrico, ascórbico, fosforico, fumarico shikimico y succinico. Los ácidos tartárico y málico, constituyen más del 90%, solamente 0.02 a 0.03% de ácido cítrico está presente y hay aún menos ácido ascorbico, fosforico, fumarico, shikimico y succinico. En la madurez, el grado de acidez del fruto varía desde 0.30 hasta 1.2% calculado expresado en ácido tartárico (H_2T) que es el ácido principal de las uvas. El azúcar es el probable precursor de los ácidos. El ácido tartárico puede encontrarse libre o salificado, en particular como tartrato ácido de potasio, el cual es soluble en agua y muy poco soluble en soluciones hidroalcohólicas y a su vez menos soluble en frío que en calor.
- c) **Compuestos Fenólicos:** Después de los azúcares y los ácidos, éstos son los constituyentes más importantes de la uva. Están involucrados en reacciones de oscurecimiento del fruto, la oxidación de picmetntos como la quercitina produce compuestos de color pardusco que dan a los granos de algunas vcariedades una apariencia abarina. Genevois y Rivereau-Gayón sugieren que el oscurecimiento del jugo de uva fresco o recientemente extraído, es característico de éste polifenol. Los comopuestos fenólicos, encuentran principalmente en las semillas (5 a 8%) y en la piel de la baya. El jugo contiene solamente del 3 al 5% de las sustancias fenólicas totales. Las dos principales sustancias incluídas en este grupo de compuestos son las antocianinas coloridas (en la uva también hay antocianinas no coloridas) y los taninos. Las antocianinas son los pigmentos responsables del color rojo y púrpura

de las uvas. Para uvas blancas sería la quercitina y quercitrina que pertenecen al grupo de las flavonas y flavonoles respectivamente. En las uvas blancas también se encuentran taninos pero solo en un 0.01% a 0.03%.

En el raquis podemos encontrar polifenoles incoloros, taninos (3%), éstos poseen características tales como más solubilidad en alcohol que en agua, confieren astringencia. En el fruto se presentan taninos y catequinas. Son ligeramente antisépticos.

En la cáscara también hay taninos materias colorantes: encontramos glúcidos que al hidrolizarse producen azúcar y un grupo aglicona; existen mono y diglucósidos; las principales son: delfinidol y malvidol; en la cáscara también se encuentran antocianos (pigmentos rojos de cepajes negros), flavonas; estos son pigmentos amarillos que se encuentran en todo tipo de cepajes. Al conjunto de antocianos y flavonas se les conoce como flavonoides (Navarre *et al.*, 1998).

d) Compuestos nitrogenados: La cantidad de fracciones nitrogenadas está relacionada con la variedad de uva, la región en la que se cultiva y la aplicación de nitrógeno en el suelo. En general el nitrógeno en uva se encuentra de 5 a 144 mg/L de amoníaco y de 56 a 869 mg/L de nitrógeno total. Las fracciones orgánicas más importantes, son aquellas de nitrógeno fosfotungsténico y aminoácido. El nitrógeno fosfotungsténico incluye los tri y tetrapéptidos, los dinaminoácidos, tales como la histidina, la prolina, y cualquier purina presente. El nitrógeno aminoácido incluye los dipéptidos (Winkler, 1990).

e) Compuestos aromáticos: (sustancias volátiles): Son sustancias que confieren sabor y aroma a las uvas, tienen naturaleza muy variada, y cambian según evoluciona la uva; de hecho, son los compuestos responsables de lo que se denomina "aroma varietal" y que hacen distinta a una variedad de otra. Estos compuestos se encuentran presentes en piel y en las capas celulares debajo de ella. Su concentración tiende a aumentar durante la maduración, con el año de producción y el suelo. Es importante que la uva sea cosechada cuando el sabor esté en su punto máximo. Se encuentran presentes en forma de alcoholes y sus ésteres, sustancias aromáticas como la vainillina, sus cuerpos terpénicos (linalol, nerol, geraniol); se han caracterizado

alrededor de 600 sustancias. En algunas cepas se han encontrado sustancias aromáticas en la pulpa (moscatel) (Lorenzo *et. al.*, 1996-1997).

f) Minerales: Se encuentran en la pulpa y en la cáscara: La parra obtiene los del suelo. Éstos están aproximadamente de 0.2 a 0.6% del fruto fresco en peso (Winkler, 1990). Los más importantes son: potasio, sodio, fierro, fosfatos, sulfatos y Cloro. De los cationes, el potasio, es el principal, ya que representa del 50 al 70% de los cationes en el jugo. El potasio presente en las uvas aumenta durante la maduración, esto provoca que en el fruto la formación de bitartrato de potasio que reduce la acidez e incrementa el pH del jugo, siguiendo con los cationes, la uva presenta calcio, fierro, cobre y magnesio que es el que está en menor porcentaje. Los aniones como los fosfatos se encuentran de 0.1 a 0.5 g/L, los cloruros de 0.05 a 0.5g/L, de mosto.

g) Sustancias pécticas: Son agentes de unión presentes en las paredes celulares. Éstas se encuentran en mayor cantidad en la pulpa del fruto. Dentro de este grupo encontramos compuestos como los ácidos pécticos, que químicamente son polisacáridos complejos formados por cadenas de ácido galacturónico. Durante la maduración, las pectinas son hidrolizadas por enzimas, mediante un mecanismo natural que ocurre conforme el fruto va madurando. Otros compuestos dentro de este grupo son las pectinas, éstos son cuerpos solubles que provienen de los ácidos pécticos, su hidrólisis puede producir metanol. En el jugo, la pectina causa nubosidad manteniendo a las partículas de la pulpa de la fruta en suspensión. También podemos encontrar protopectinas, que son cuerpos insolubles, ácidos pécticos y compuestos celulosícos, los cuales, evolucionan durante la maduración hacia formas solubles.

Cercanos a estas sustancias pécticas, tenemos las gomas y mucílagos. (Ribereau-Gayon, 1971).

h) Enzimas: Se encuentran en la pulpa del fruto. Se han encontrado polifenoloxidasas, peroxidasas, proteasas, pectinasas, catalasas, invertasa, hidrolasas, triosinasa lacasa de uvas botritizadas (Navarre, 1998).

i) Vitaminas: Al igual que las enzimas se encuentran en la pulpa del fruto, entre éstas se puede mencionar: vitamina C o ácido ascórbico (antígeno), vitaminas del tipo B (García, 1992 b).

2.4.3. Índices de madurez para uva de vino.

Una valoración fiable del estado de madurez es necesaria para decidir el tiempo de cosecha. Para asegurar esto, debe tomarse una muestra del fruto con frecuencia y analizar varios índices de madurez que van a estar en función del destino que se dará al producto.

Para la uva destinada a la vinificación, generalmente se toma una muestra de 250 a 500 bayas por muestra de un 10% del viñedo en bloque uniforme. En los extremos del viñedo no se toma muestra. Las bayas deben ser recogidas al azar, asegurándose que ambos lados de la espaldera sean igualmente muestreados. Cualquier esfuerzo debe de ser hecho para eliminar los sesgos y obtener una muestra representativa. La composición de la muestra se determina analizando parámetros tales como: sólidos solubles totales expresados en °Bx, acidez total, pH, color y aroma. Los resultados obtenidos son graficados con el fin de seguir la maduración y predecir el tiempo óptimo de cosecha (Tiscareño, 1990).

En pocos casos se permite que el fruto permanezca en la planta después de la maduración. Esto se practica en la producción de vinos dulces por ejemplo, para vinos dulces de cosecha tardía. En esta situación, la deshidratación de las bayas ocurre y esto concentra a los azúcares y otros constituyentes, lo cual da al producto la característica particular. Es por ello que la uva debe ser cosechada según el destino que se dará al fruto (Díaz Cervantes, 1992).

Es necesario distinguir entre la maduración fisiológica y lo que algunas veces es llamada maduración industrial. Las uvas pueden ser consideradas fisiológicamente maduras cuando la baya alcanza el tamaño máximo y contiene niveles altos de azúcares. La madurez tecnológica implica el nivel de maduración basado en el propósito al que se destine el fruto. Por ejemplo, una uva puede considerarse madura si se destina a la elaboración de vino de mesa; sin embargo, puede ser un fruto que todavía no está listo para la producción de vino licoroso (Navarre *et. al.*, 1998).

Se deben considerar los cambios de composición importantes en la baya durante el periodo de maduración. Esto es útil en la decisión de obtener el mejor

momento de cosecha para el tipo de vino que se quiere producir.

Por otro lado Navarre (1998) sugiere una clasificación según el momento óptimo en función del tipo de vino: Si se desea un vino blanco, las uvas se cosechan antes de la madurez fisiológica, si se trata de un tinto, la cosecha se realiza después de la madurez fisiológica, para un vino espumoso la cosecha será poco antes de la madurez fisiológica, mientras que para obtener un vino dulce la cosecha de la uva se realiza mucho después de la madurez fisiológica.

2.5. El vino

2.5.1. Definición

Estrictamente hablando, el vino es la bebida que resulta de la fermentación del jugo de uva, por acción de las levaduras y en algunos casos también de las bacterias (Díaz-Cervantes, 1992b).

La palabra fermentación (que viene de la palabra "fervere" que significa hervir) se refiere específicamente a la fermentación alcohólica, la cual debemos entender como el fenómeno bioquímico provocado por las levaduras, por el cual los azúcares del mosto (jugo que se obtiene del prensado de la uva) se transforman en alcohol etílico y bióxido de carbono (Tiscareño, 1990). No se debe olvidar que en muchos vinos, especialmente los tintos, se lleva a cabo una segunda fermentación a partir de bacterias lácticas, llamada fermentación malo-láctica (FML) (Navarre, 1998).

El vino fue considerado por Pasteur, como "la más sana e higiénica de las bebidas", y al paso del tiempo se dijo que era "la más noble de las bebidas", ya que el vino, además de procurar placer sensual y estético en sí, calma la sed, estimula el apetito, favorece las funciones fisiológicas, relaja las tensiones, alegra el espíritu y alimenta el ingenio (Reyes, 1989).

2.5.2. Clasificación de los vinos

Existen varios criterios de clasificación para los vinos los cuales pueden variar de país a país, sin embargo, existen patrones universales. En general, se distinguen cuatro grandes grupos:

- a) Vinos de mesa
- b) Vinos espumosos
- c) Vinos dulces
- d) Vinos generosos

Los vinos pueden además clasificarse de acuerdo al color, contenido de azúcares, contenido de alcohol y contenido de bióxido de carbono; o bien, de acuerdo a los procedimientos utilizados para su elaboración, como puede ser la vinificación clásica, o bien, la vinificación moderna (Díaz-Cervantes, 1992b).

El vino de mesa puede clasificarse por su color, de la siguiente manera (Tiscareño, 1990):

- a) Vino tinto:** Es aquel cuyo color es el rojo que puede incluir tonos de rubí a púrpura. Su graduación alcohólica se sitúa entre 8.5 y 12.5% y su contenido de azúcares residuales menor a 2g/L. Estos vinos se elaboran con uvas rojas, con un tiempo de maceración adecuado para permitir la extracción suficiente de la materia colorante de los hollejos.
- b) Vino blanco:** Es aquel cuyo color es amarillo, con tonos que van del paja al verdusco. Su contenido alcohólico varía entre 8.5-11.5% y el de azúcares residuales es inferior a 2g/L. Estos vinos se elaboran con uvas blancas o con uvas rojas de pulpa blanca, evitando en este último caso la difusión del color de los hollejos.
- c) Vino rosado:** Es el vino de mesa cuya coloración es rosada. Su composición general lo asemeja al vino blanco.
- d) Vino clarete:** Es un vino cuyo color es rojo ligero y pálido. Su composición general es semejante a la del tinto.

De hecho, puede afirmarse que el esquema fundamental de vinificación corresponde a aquel destinado a la elaboración del vino tinto y que todos los demás, son derivados de él, por modificaciones de diversos elementos.

2.5.3. Vinificación tradicional de vino tinto.

La vinificación en tinto comprende dos fenómenos esenciales: la fermentación alcohólica y la maceración y uno complementario que es la fermentación

maloláctica. Las operaciones fundamentales del proceso son (Ribereau-Gayon, 1971):

- I. Control de condiciones de la materia prima
- II. Tratamientos prefermentativos
- III. Encubado
- IV. Descube
- V. Fermentaciones terminales
- VI. Maduración y conservación

2.5.3.1. Control de condiciones de la materia prima

Esta etapa abarca:

- La elección de cepas para vinificar, ya que determina la naturaleza y la calidad del producto (cada una requiere tratamiento especial en lo que se refiere a intensidades y tiempos).
- El control de la madurez de la uva, que determina tanto el tiempo de cosecha como la calidad del producto. Es poco probable que se obtenga un buen vino con uvas que estén inmaduras, ya que es necesario que la vendimia cumpla con características como: el balance entre los azúcares, la cual dada por los sólidos solubles totales expresada en °Bx debería estar en 23°Bx para lograr una concentración adecuada de alcohol, la concentración de ácidos que debe situarse entre 4 y 5 gr/l de H₂SO₄, el pH en este punto es del orden de 3.3 a 3.5, los cuales, dichas características describen a una uva madura y ésta por ende tendrá un buen color y el aroma propio de la cepa mas definido (Díaz-Cervantes, 1992a).

2.5.3.2. Tratamientos prefermentativos

1. Despalillado: Se refiere a separar los granos de uva del escobajo que los sostiene.
2. Estrujado: Consiste en romper la película del grano de manera que se libere el jugo y la pulpa, sin romperse la semilla, porque confieren gustos herbáceos al

jugo (Díaz-Cervantes, 1992a). En vinificación de tintos ha de ser del todo eficiente esta operación, ya que los componentes del hollejo han de intervenir de forma importante en la constitución del color y cuerpo del vino, así como conseguirse aireación suficiente del mosto y la comunicación plena con los fermentos (Carbonell, 1970).

3. **Sulfitado:** Consiste en aplicar una cantidad precisa de anhídrido sulfuroso a la vendimia ya que opera como antioxidante y antioxidásico, activa la difusión de color en la maceración, es un bactericida y fungicida, selecciona y activa las levaduras. La dosis está en función de la calidad de la vendimia, madurez, sanidad y acidez. En caso de vendimias sanas, maduras, de acidez mediana se utiliza 50 a 80mg/L de SO₂ (Díaz-Cervantes, 1992). Algunos autores mencionan el sulfitado únicamente como una operación correctiva del medio (Carbonell, 1970).
4. **Inoculación:** Otro de los tratamientos pre-fermentativos de suma importancia es la inoculación. Ésta consiste en la adición de levaduras que contribuyen a la transformación del mosto en vino.

2.5.3.3. Encubado

Comprende desde la introducción de la vendimia estrujada y despallada o no en la cuba de fermentación, hasta el descube (Carbonell, 1970). Esta operación se divide en dos fenómenos; la fermentación alcohólica y la maceración (Díaz-Cervantes, 1992), durante el encubado se ha de experimentar la fermentación casi total del mosto, hasta una densidad ligeramente superior a 1000 (1005, 1010) en recipientes abiertos o cerrados (Carbonell, 1970), los más comunes de acero inoxidable (Madrid, 1991).

Fermentación alcohólica: Es la transformación de los azúcares de la uva (glucosa y fructosa) en alcohol etílico, por acción de las levaduras, gracias a su aprovechamiento del azúcar en la producción del alcohol y la velocidad de la fermentación. Éstos fenómenos dependen del poder y de la energía fermentativa de las levaduras. El poder fermentativo de una levadura está dado por la cantidad de azúcar que es transformada a alcohol, independientemente del tiempo empleado en ello. La energía fermentativa es dada por la cantidad de azúcar transformada en

unidad de tiempo (Oreglia, 1978). Estas cualidades dependen de la levadura, y a las condiciones del medio; temperatura, pH, acidez, etc.

El control de las levaduras es esencial en el proceso de vinificación, por eso es que hay que tener cuidado con la evolución de la densidad del mosto, lo que se espera observar en una operación como ésta, es la disminución de ella, por la degradación del azúcar (García, 1992b). Otro parámetro de cuidado durante la fermentación es la temperatura; ésta debe de estar alrededor de 26°C en el caso de vino tinto, y 18 °C para blancos (Ribereau-Gayon, 1971). Durante la fermentación se debe tener cuidado con la temperatura ya que, el estar al pendiente de ésta nos permite actuar para enfriar o calentar el mosto para que se logre la fermentación en sus condiciones óptimas. También es necesario vigilar que el medio conserve condiciones de anaerobiosis, y dar con los remontados, el suministro necesario de oxígeno para la levadura (Díaz-Cervantes, 1992a).

Maceración: Consiste en la permanencia prolongada del mosto en contacto con los hollejos (Margheru, 1987), en esta etapa se logra la extracción fraccionada de los compuestos de la uva que se realiza por mezcla hidroalcohólica que es el vino en formación, ésta aporta color, taninos, aroma y extracto al vino tinto. El tiempo que se lleva esta operación debe ser cuidadosamente determinado en función de las condiciones de fermentación y del tipo de vino a elaborar (Díaz-Cervantes, 1992a).

Para que se lleve a cabo la maceración, la tecnología se apoya en dos operaciones:

1. Remontado: Consiste en un movimiento del mosto en fermentación, pasándolo de la parte inferior del recipiente a la superior, y dejándolo caer a través de las partes sólidas (sombbrero), con esto se establece un contacto del líquido con ellas y se proporciona un poco de oxígeno al medio, difundiendo la levadura (Díaz-Cervantes, 1992a). Esto se lleva a cabo por medio de una bomba (Madrid, 1991).
2. Bazuqueo: Sustituye alternando una agitación de la masa, de tal forma que se provoque una desintegración del sombrero, mezclándolo completamente con el

líquido (Díaz-Cervantes, 1992a).

2.5.3.4. Descube

Es el final del encubado, consiste en el trasiego del mosto-vino a los recipientes de acabado, sin la presencia de orujos, y con la aereación suficiente para reactivar a las células de la levadura y terminar lo que se llama fermentación lenta.

2.5.3.5. Fermentaciones terminales

Una vez realizado el descube, no se puede hablar de que el vino está terminado, ya que en esta etapa se termina la fermentación alcohólica en su fase tranquila, donde se llevan a cabo también las llamadas fermentaciones secundarias o de acabado, que desembocan en una optimización de la calidad y una estabilización (Díaz-Cervantes, 1992). En los vinos tintos se lleva a cabo la fermentación maloláctica, que consiste en la transformación del ácido málico a ácido láctico, lo que confiere al vino un gusto suave por la disminución de la acidez total.

El mosto es transportado a una tina de fermentación, donde las levaduras (naturales o inoculadas) agotan los azúcares residuales, hasta que el vino quede seco, etapa de la vinificación que se conoce como fermentación lenta; es aquí, donde agotados los azúcares fermentables, cuando el producto recibe el nombre de vino (Reyes *et al.*, 1989).

2.5.3.6. Maduración y conservación

Cuando se ha obtenido el vino, se llega a la etapa de maduración y conservación, para ello, el vino tiene que pasar por un proceso de estabilización, tanto física como química y biológica, por medio de prácticas que impidan que el vino sufra accidentes, es decir, que mantenga su color y lipidez, que no sufran quiebras de naturaleza microbiológica o química (Díaz-Cervantes, 1992b).

Al obtener un vino estable es preciso determinar la manera y el tiempo de conservación del vino según su constitución. Dependiendo de lo anterior se puede

conservar en barricas, en botella (varios años antes de alcanzar su calidad óptima), otros se deberán beber jóvenes (Vougt, 1972).

Al llegar el mosto a menos de 1.8g/L de materia reductora, es cuando el mosto se transforma en vino. Al llegar a este punto, el vino tiene 12°GL; pH entre 3.1 y 3.4, ácido L-málico como fuente de carbono, pequeñas dosis de SO₂ y está completamente reducido, condiciones que permiten el desarrollo de las bacterias lácticas, en realidad actúan iniciada la maceración, continúan durante la fermentación lenta y desarrollan su máxima actividad en el tanque de maduración, después del trasiego, cuando el vino continúa burbujeando, por ello es evidente la fermentación maloláctica (FML), después de la fermentación lenta.

Después de que se lleva a cabo la FML el vino requiere de una estabilización y conservación; la limpidez es una condición que se exige, así que son indeseables las partículas en suspensión. Estas partículas forman una dispersión coloidal. El enturbiamiento disminuye cuando las partículas con cargas diferentes se unen formando flóculos, que sedimentan por la fuerza de gravedad. Para remediar el enturbiamiento se lleva a cabo una clarificación y luego una filtración (Peynaud, 1984).

2.5.3.7. Embotellado

Un vino tiene que pasar a una botella, ya que solo en ella puede alcanzar su plena madurez (Ferrarini *et al.*, 1986; Paronetto, 1987). El vino para poder ser embotellado debe ser resistente al aire y mostrar estabilidad desde el punto de vista biológico y químico, de manera que no haya peligro de enturbiamiento, decoloraciones o de refermentaciones del vino en la botella (Ferrarini *et al.*, 1986). Pero en si la operación consiste en llevar al vino a una botella generalmente que proteja a éste de la luz y tapanla a presión con un corcho.

2.5.4. Métodos modernos de vinificación en tinto

El vino, como se mencionó anteriormente, tiene una gran tradición y cultura de elaboración, aún así, se han desarrollado tecnologías que le confieren al vino alguna característica particular.

La diferencia entre los métodos modernos y los tradicionales, se sitúa principalmente en la maceración, en la cual se puede mencionar tres tipos principales: Maceración en frío (a temperatura ambiente), en caliente, propia de la termovinificación, termodifusión, vinificación en continuo etc., y en presencia de anhídrido carbónico en el caso específico de la maceración carbónica que se realiza con el grano entero, y aun se puede considerar un cuarto tipo, y sería en medio inicialmente enriquecido con alcohol. (Oreglia, 1978).

2.5.4.1. Termovinificación

Esta tecnología se originó gracias a las inquietudes del doctor Prunaire en 1877 (Orgelia, 1978), por buscar un color intenso, y con este fin es que se le ocurrió calentar la vendimia. Por otro lado, Rosenstiehl en 1898 (Orgelia 1978), calienta la uva tinta molida a baño María a 50°C. Aunque en realidad la idea de utilizar el calor en la elaboración de un vino viene desde los griegos y romanos que corregían las vendimias insuficientemente maduras (Oreglia, 1978).

En 1925, Ferré, con la idea de marcar diferencias entre la maceración y la fermentación y tomarlas como dos operaciones independientes entre sí, recurre al tratamiento por calor de la uva antes de la molienda, con lo que al paso del tiempo construye el *thermograppe* (el primer calentador de la vendimia) (Oreglia, 1978).

El fundamento técnico de la termovinificación, consiste en que el calentamiento a altas temperaturas de la masa de la uva molida provoca la muerte de las células por plasmólisis protoplasmática, acrecentando notablemente el fenómeno de difusión de los contenidos celulares (Kourakou, 1967). También el calentamiento de la vendimia acompaña al tiempo de maceración la acción disolvente, permeabilizante y sinergizante del SO₂.

El proceso de un vino elaborado por medio de una termovinificación, consiste en que, la vendimia (molida, desraspada, escurrida o íntegra), es sometida (de 10 a 30 min) a temperaturas de 50°C a 75°C; después, el mosto se separa de la cáscara y es fermentado con la tecnología utilizada para la fermentación en blanco (Oreglia, 1978).

2.5.4.2. Vinificación en continuo

Ésta se basa en el principio de racionalización de la vinificación industrial, suprimiendo el trabajo manual y la dispersión de la vigilancia y el control de una multitud de vasijas, reduciéndolas a una sola, que suma los volúmenes individuales, centralizando y mecanizando todas las operaciones e intervenciones, lo mismo que el control y vigilancia de la elaboración (Oreglia, 1978). El sistema de vinificación en continuo es más bien una fermentación continua, con materia prima que se va sucediendo en el tiempo.

La vinificación en continuo fue realizada por primera vez por el ingeniero civil argentino Victor Cremaschi en 1949. En Europa, el primer vinificador continuo apareció en Francia, en 1951 (Orgelia, 1978).

El fundamento es el siguiente: La uva molida se va introduciendo por la parte baja del fermentador, y del tercero al quinto día queda lleno. En el fondo van a depositarse parte de las semillas, las cuales se extraen a intervalos y sin interrumpir la fermentación. Arriba flota un sombrero formado por varias capas de orujo, siendo el de la capa superior más viejo y más fermentado, y el de la inferior el más fresco. El sombrero por su peso se sumerge; teóricamente, se extrae por día un volumen de orujo y vino equivalente a la uva molida que se introduce. La adición del SO₂ se hace a la masa de uva recientemente molida (Oreglia, 1978).

2.5.4.3. Maceración Carbónica

La maceración carbónica, es un método alternativo para la vinificación en tinto, desarrollado alrededor de 1960 por Flanzky.

2.6. Maceración carbónica

2.6.1. Historia

Podemos definir al método de maceración carbónica, como una tecnología que tiene como característica la utilización, la fermentación intracelular (autofermentación o fermentación propia) o fermentación limpia de los granos de uva, colocados en anaerobiosis gaseosa o líquida (André *et al.*, 1967), la fermentación intracelular utiliza los sistemas enzimáticos de la baya de la uva. En una segunda etapa, las uvas aplastadas fermentan bajo la acción de las levaduras (Navarre, 1998).

La idea básica de la vinificación por maceración carbónica se debe a Pasteur, quien en 1872, en una nota titulada "¿Porqué el gusto de la vendimia difiere del de la uva?", puntualiza que un grano de uva mantenido intacto al aire, y un grano retirado de una cuba de vendimia en fermentación, o la vendimia que se estruja, no tienen el mismo olor ni el mismo gusto, ya que los racimos colocados en un contenedor o tolva rodeada de gas carbónico (en anaerobiosis completa) toma un gusto muy diferente que cuando la vendimia está en contacto con el aire. En la primera posición, la vendimia llega a parecer más ácida y menos azucarada, se carga de alcohol y toma por consecuencia un olor a vino y un gusto muy parecido al de la vendimia fermentada a atmósfera abierta (Navarre, 1998). Pasteur fue el primero en visualizar en este fenómeno un punto de partida para el desarrollo de una tecnología que diera competitividad y diferencia entre los vinos tradicionales del mercado. Confirmando esto de manera concreta en 1879, escribe: "No se sorprendería que teniendo los racimos de uva en una atmósfera de anhídrido carbónico, se lograra crear vinos de propiedades especiales, y quizá comercialmente apreciables" (Garoglio, citado por Orgelia, 1978).

Los estudios de las bases científicas del sistema fueron iniciados por Claude Flanzly en 1934, y desde entonces, a lo largo de los años siguientes, algunos estudiosos, no solo de origen francés sino también alemanes, suizos, italianos y de los demás países vinícolas, han ido profundizando sobre los complejos fenómenos que se van sucediendo con la maceración carbónica, aprovechando las ventajas que

ésta confiere y adaptándola a sus condiciones de elaboración de vinos y a los cultivares que cuentan para ello.

Después de 1935, se fueron desarrollando bajo el impulso del mismo Flanzky un sin fin de estudios más sobre los fenómenos que encierra la maceración carbónica, surgidos de la escuela narboneza y que se publicaron en las jornadas de "Maceración Carbónica" en Avignon (1971).

2.6.2. Principio

Las uvas tan intactas como sea posible, deben ser introducidas en la cuba (Figura 7). La vendimia sin ser estrujada ni despalillada es vaciada dentro de una cuba que contiene gas carbónico (CO₂), la cuba es equipada con un dispositivo que permita el escape del exceso de CO₂. Después del encubado, el CO₂ debe ser renovado y mantenido durante 24 a 48 hrs, de modo que esto compense de alguna manera las pérdidas ocasionadas por el encubado y la aspiración de este gas por la vendimia (Flanzky *et al.*, 1987).

Por lo anterior, las uvas están dentro de la cuba bajo las siguientes condiciones:

- La atmósfera de CO₂, desplaza el oxígeno disponible para el material biológico que se encuentra dentro, por lo tanto se considera un ambiente privado de oxígeno o anaeróbico.
- Al estar las uvas apiladas en la cuba, o por la manera en que se vierte la vendimia a la cuba, es imposible que ésta siga conservándose intacta. El grano se revienta por acción mecánica, se fisura la piel de la baya y deja liberar el jugo.
- En este jugo (mosto) están sumergidas uvas enteras y raspones.

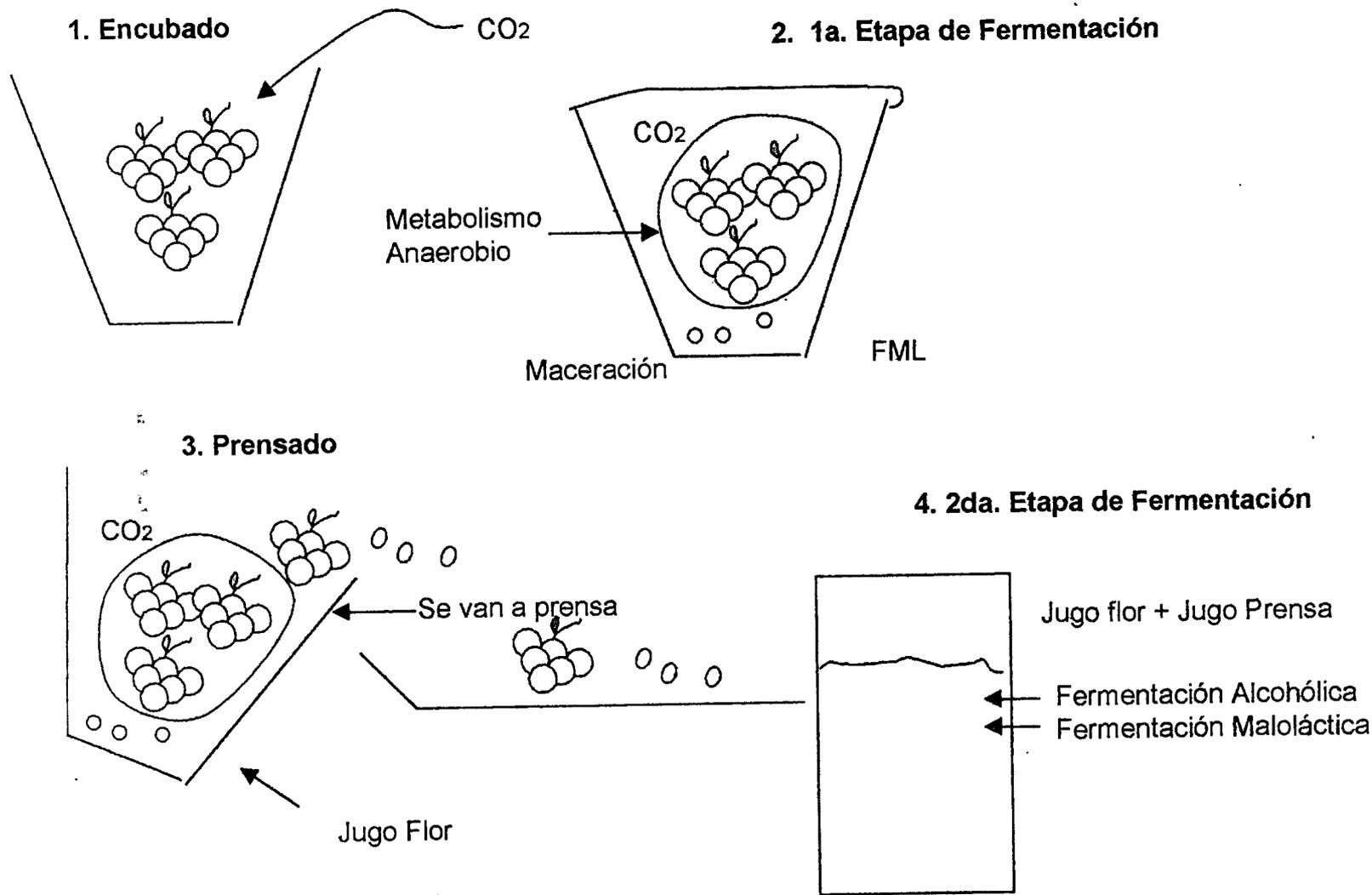


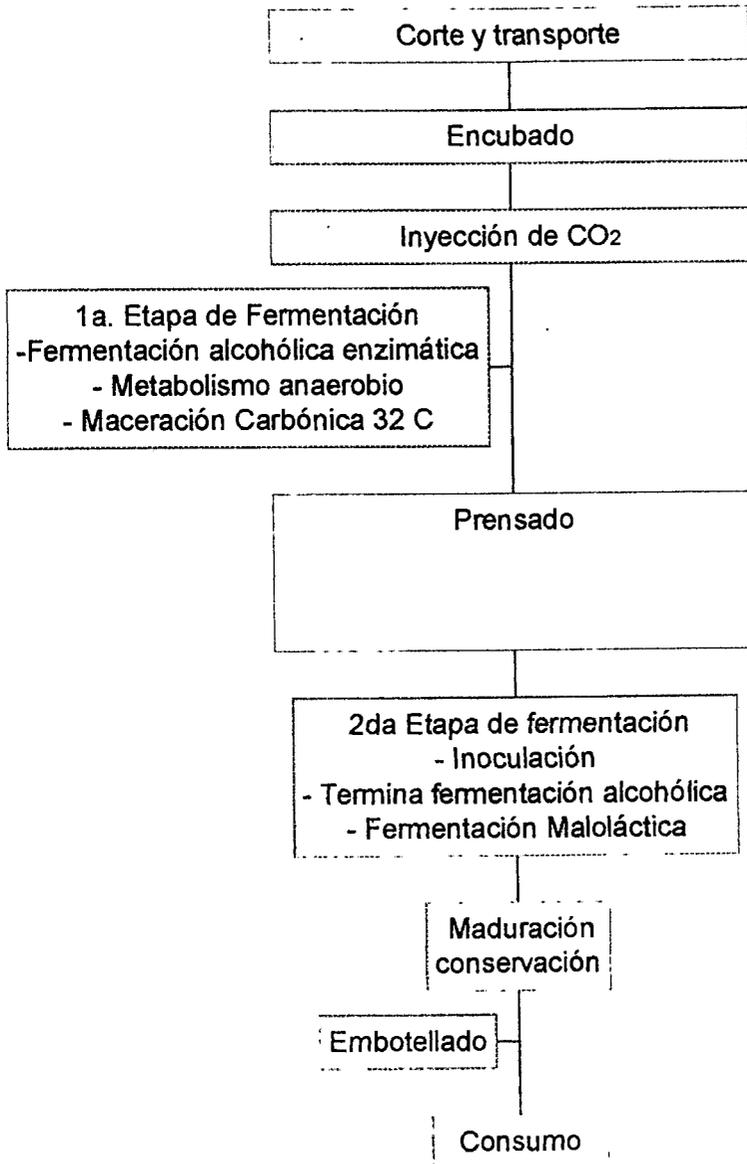
Figura 7 Esquema General de el Proceso de Maceración Carbónica

2.6.3. Operaciones para la elaboración de un vino por maceración carbónica (MC)

Según el diagrama de operación (Figura 8) los pasos para la obtención de un vino por MC son:

- 1. Corte y transporte:** La integridad de la baya es de suma importancia para lograr un metabolismo anaerobio. Estudios realizados han demostrado que las bayas separadas de su pedúnculo al ser arrancadas sintetizan menos etanol que las bayas que han conservado el raspón. El efectuar una cosecha mecánica, sería ir contra el principio de la MC. Por todo lo anterior es también de suma importancia el transporte ya que se pretende que la baya llegue entera, es decir, la organización de la cosecha y el transporte de la vendimia debe permitir responder a esta necesidad de protección de la estructura de los frutos (Flanzy, 1987).
- 2. Encubado:** En esta operación debe defenderse igual la estructura anatómica de la baya, buscando reducir el estallamiento de las mismas. Las uvas son colocadas en la cuba de fermentación con el mayor cuidado posible, temperadas a 28°C, y se tapa el contenedor.
- 3. Inyección de CO₂:** Se recomienda barrer la cuba de fermentación por una corriente de CO₂ exógeno en forma de gas industrial, o por otra cuba de fermentación. Prácticamente es aconsejable mantener el aporte de CO₂ exógeno durante 24 o 48 horas.
- 4. Maceración carbónica:** En la primera etapa de fermentación, coexiste el metabolismo anaeróbico (MA) y la difusión con la fase gaseosa y líquida del sistema. De hecho aquí se dan lugar a fenómenos como la fermentación intracelular, difusión de compuestos de la cáscara a la pulpa, proteólisis y pectólisis, que marcan la diferencia entre un vino de MC y el vino obtenido de manera tradicional.
- 5. Fermentación alcohólica:** Esta está a cargo de las levaduras, que aún en un metabolismo anaeróbico (MA) de la uva puede realizar su función: metabolizar el azúcar de la uva para llevarla hasta etanol más CO₂.

Figura 8 Esquema General para la Obtención de un Vino de Maceración Carbónica



6. **Prensado:** Se realiza el descube después de la MC, y se lleva a una prensa en donde se separan el jugo de la cáscara y el raspón, para obtener el mosto.
7. **Fermentaciones terminales:** En esta etapa, con una temperatura controlada y las aeraciones pertinentes se lleva a cabo la fermentación lenta o maloláctica, en donde las bacterias lácticas transforman el ácido málico en láctico, ésto le baja la acidez total al vino.
8. **Maduración:** El vino se deja reposar según su fin, ya sea en barrica, en tanque o en botella, hasta que sea apto para su consumo.

2.6.4. Principales fenómenos que se producen durante el proceso de maceración carbónica

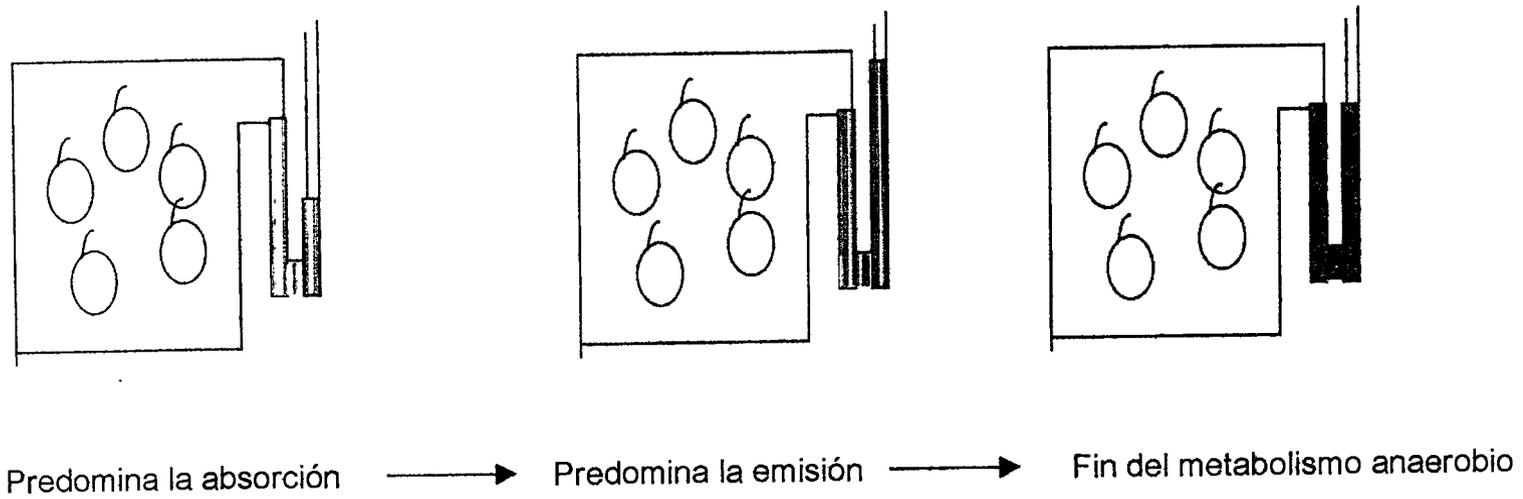
2.6.4.1. *Metabolismo anaerobio*

Es un conjunto de fenómenos que ocurren mientras la baya intacta se pone en contacto con gas carbónico. Esta atmósfera privada de oxígeno disponible (hipoxia) provoca en la uva una producción de alcohol, que no es producto de levaduras; proteólisis; pectólisis; fenómenos de difusión de las sustancias vacuolares provocada por modificaciones de los tejidos y paredes celulares que se traduce entre otras cosas por una disolución de compuestos fenólicos.

El balance de estas transformaciones reguladas por la respiración del fruto se puede observar en la Figura 9, en donde se presenta una absorción al principio del metabolismo anaerobio, al paso del tiempo la concentración de CO₂ dentro de la cuba aumenta satura la cuba y tiende a salir, por último el CO₂ se regula con la atmósfera, es decir ya no hay producción del mismo, es así como se forma un ambiente anaerobio en la cuba y se mantiene.

2.6.4.2. *Intercambio gaseoso de la uva con el exterior*

En atmósfera de gas carbónico, se constata durante las primeras horas una penetración de gas en la uva (Chambroy, 1981). Esta absorción está ligada a la temperatura según una ley de disolución.



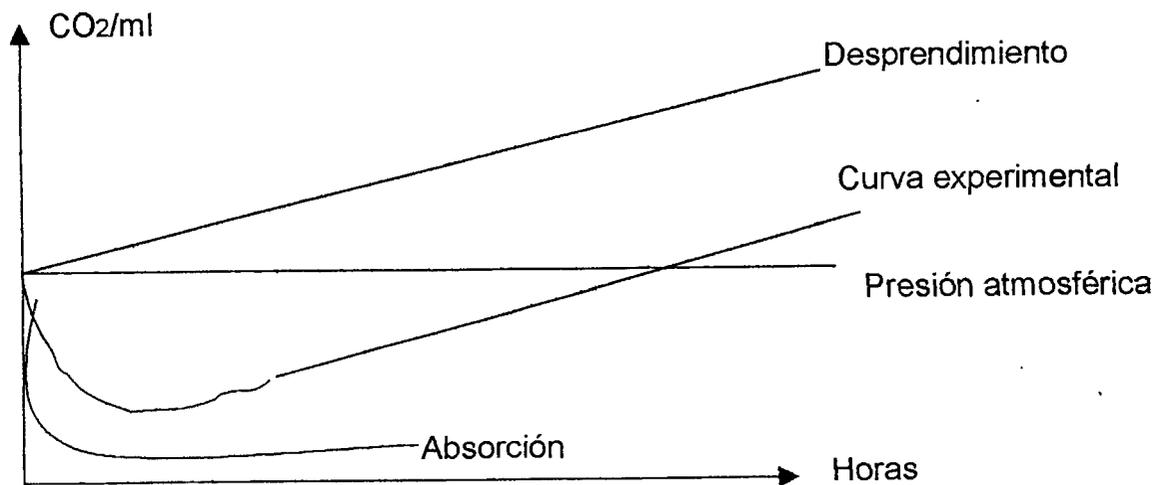
Fuente: Flanzy *et al.*, 1987

Figura 9 Metabolismo Anaerobio

Las bayas disuelven 10% de su volumen en gas carbónico a 35°C, 30% a 25°C y 50% a 15°C. Estudios sobre este fenómeno por medio de marcaje con carbón radioactivo, incorporado a diferentes substratos, sobre todo al ácido málico, y también al ácido succínico, a los ácidos aminados, a los azúcares, al alcohol (Flanzy *et al.*, 1967), son evidencia de que una fracción de gas carbónico que se ha disuelto es utilizada por los sistemas enzimáticos del fruto, es decir el gas carbónico participa en el metabolismo anaerobio de la baya.

Así como hay una absorción de CO₂, simultáneamente hay un desprendimiento del mismo gas, éste es debido a la respiración del fruto cuando es colocado en anaerobiosis y confinado a una fermentación intracelular. Este desprendimiento compensa aproximadamente el volumen que se absorbe después de 24 hrs a 25°C. En la Figura 10, se ve claramente el desprendimiento de CO₂ por ml de jugo vs. Horas de permanencia en un ambiente privado de oxígeno.

Figura 10 Cambio de Concentración de CO₂ en Racimos de Uva Dentro de una Cuba de Maceración Carbónica



2.6.4.3. Fermentación intracelular

Fue puesta en evidencia por Pasteur y no es más que un aspecto del metabolismo anaeróbico del grano de uva, por el cual una pequeña cantidad de azúcar se transforma en alcohol, con liberación de CO₂, sin intervención de las levaduras. Ésta premisa ha sido probada por Matruchot y Molliard en 1903. En cambio el alcohol que se produce en una fermentación convencional depende de la concentración inicial de azúcar en el grano dada por los sólidos solubles totales expresados en °Bx (André *et al.*, 1967). En la fermentación intracelular los límites de alcohol van de 0.45° a 2.2° (35°C y diez días). Para la mayoría de las variedades, la producción máxima de alcohol está entre 0.75° y 1.5° (André *et al.*, 1967), aunque está ligada a la temperatura, como se observa en la Figura 11, en donde a 35°C se alcanza el máximo de formación más rápidamente, que en las demás, pero pareciera ser más alto a 25°C a costa de un tiempo más largo. La fermentación intracelular de la uva está ligada a alguno de los elementos que provocan la anaerobiosis: N₂, CO₂, líquido (Flanzy, *et al.*, 1987), aunque se ha admitido que generalmente en contexto de fermentación alcohólica la producción de alcohol se le debe a una degradación de glúcidos en la fermentación propiamente de tejidos. A pesar de que sea difícil de determinar, parece que el rendimiento de la transformación de azúcar en alcohol sea del mismo orden que en el caso de las levaduras: en promedio 1 grado de alcohol se forma por 18.5g de azúcar.

2.6.4.4. Productos secundarios de la fermentación alcohólica

Peynaud y Guimberteau (1962) han determinado algunos productos secundarios de la fermentación alcohólica intracelular derivados de la fermentación gliceropirúvica: 1.45 a 2.40g de ácido succínico por litro, 300mg acetaldéhidó por litro, 20 a 46mg de ácido acético por litro, llegando a la conclusión de que el mecanismo de la autofermentación del grano de uva es el mismo que cuando intervienen las levaduras (Simp. Intern. Bordeaux y Cognac, 1967), incluso no se detecta ácido láctico (Ribereau-Gayon, 1982).

De este punto de partida, surge la curiosidad por saber más a cerca de los aromas alrededor de un vino de MC hacia tres puntos principales:

- Caracterización química y organoléptica de los aromas
- Génesis
- Conocimiento de su evolución

a) Caracterización: El gas carbónico emitido por las cubas de MC es más rico en vapores condensables de ésteres y de vinilbenzeno que en las cubas de vinificación tradicional (VT); estos últimos, por el contrario, tienen concentraciones superiores de ácidos, etanol, metanol y alcoholes superiores (Jouret, *et al.* 1970, 1972). Las diferencias relativas a los ésteres y a los alcoholes superiores se encuentra en los vinos, mientras que la distribución relativa de metanol hace objeto de controversia (Bertrand, 1968; Bergeret *et al.* 1971), el 2,3 butanediol aparece en los vinos de MC que contienen solamente trazas de aldehídos y alcoholes (hexanal, hexanol, 3 hexano) responsables de los aromas herbáceos (Dubois *et al.*, 1977).

Diferencias cuantitativas de sustancias volátiles muy odorantes entre los estos tipos de vinos han sido puestas en evidencias. Éstos presentan un núcleo aromático (Docreuet *et al.*, 1983; Crouzet, 1986): Vinilbenceno, acetato de fenil-2-etilo, adipato de dietilo, benzaldehído, fenilacetato de etilo gama-nonalactona. El cinamato de etilo ha sido propuesto como marcador de los vinos de MC (Versini *et al.*, 1983).

Así mismo, diferentes fenoles volátiles se encuentran en cantidad más importante en los vinos típicos de MC; vinil-4-gayacol, etil-4-gayacol, etil-4-fenol, vainillatos de metilo y de etilo (Dubois *et al.*, 1977; Doucreuet *et al.*, 1983; Etievant, 1981), por mencionar algunos. Los compuestos anteriores, muy odorantes, podrían dar origen a olor a clavo, y cinamato de etilo, a papilla de fruta (Dubois *et al.*, 1977).

En síntesis, el aroma de un vino de MC ha sido definido de la siguiente manera: "Se trata generalmente, de un carácter floral y afrutado que se atenúa y se modifica con el tiempo". En los vinos jóvenes de MC, el degustador advertido podrá encontrar un aroma que recuerda a aquel de una viña en floración (Flanzy, 1935).

b) Génesis: Para Chauvet el aroma de los vinos de MC es el resultado de tres factores: fermentación aromática de las bayas de la uva, fermentación aromática levaduriana y maceración alcohólica. En este punto, los expertos han tratado de asociar en el aroma de los vinos jóvenes, las partes que confiere el metabolismo anaerobio (MA), y las que dan la fermentación alcohólica levaduriana y la fermentación maloláctica.

Según Ducruet (1984), en el curso del MA las sustancias olfativamente interesantes son: fenoles volátiles, vainillatos de etilo y metilo, cinamato de etilo (Dubois *et al.*, 1983), sin embargo varios resultados parecen indicar que el MA induce la formación de precursores de estructura aromática (Crouzet, 1986). Lo mismo por la síntesis de ácidos aminados aromáticos (tirosina, fenilalanina) a partir del ácido shikímico; estos aminoácidos intervienen en las vías que conducen a los ácidos fenólicos, fenoles volátiles y otros compuestos aromáticos, como se muestra en la Figura 6.6, así como las intervenciones sucesivas de las levaduras en formación de vinil-4-fenol y del vinil-4-gayacol, después, de las bacterias lácticas para la producción de etil-4-fenol y de etil-4-gayacol (Etievant, 1981).

c) Evolución: Al final del encubado, los aromas afrutados, florales, de tipo "primario" se definen y los vinos de MC adquieren un nuevo equilibrio aromático. El aroma de un vino de MC, presenta un carácter armonioso y a veces amplificado (acentuado) con relación al encontrado en los vinos de vinificación tradicional (VT) correspondientes. Para haber obtenido como resultado lo anterior hubo una influencia significativa de la temperatura y la duración de la primera etapa de la fermentación en MC.

Pareciera ser que la evolución de los vinos de MC resulta de la desaparición de sustancias como el acetato de isoamilio (banana) o benzaldehído (almendra amarga) y paralelamente de la acumulación de fenoles volátiles característicos de los vinos tintos (Etievant, 1981).

Con el fin de comprobar la evolución de los aromas en un vino de MC, se ha probado la maduración en bodega (Seguin *et al.*, 1981; Etievant, 1981), la cual ha tenido resultados exitosos ya que el vino adquiere aromas agradables, sin embargo

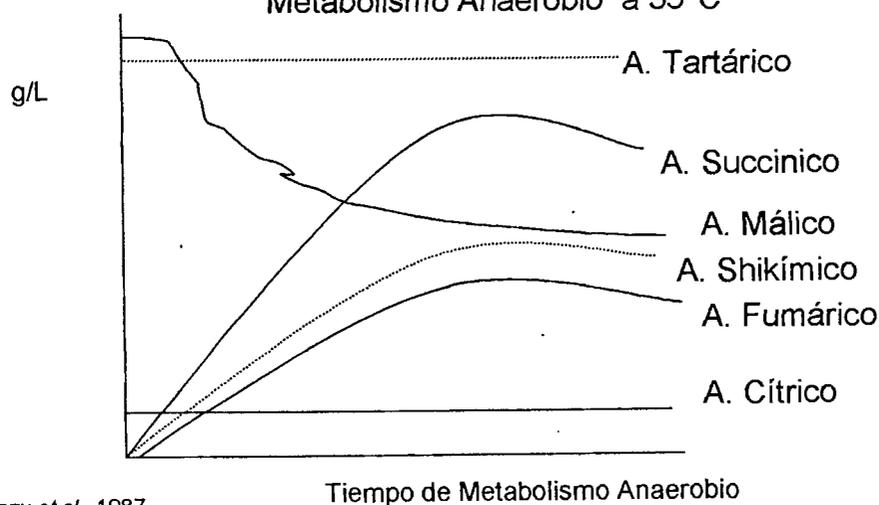
los caracteres de MC pueden ser rápidamente enmascarados por la madera dominante. Los vinos son atractivos pero caen entonces en una cierta normalización "por la madera".

2.6.4.6. Metabolismo del ácido málico

En ensayos hechos con cepas Bordeaux trabajando a 25°C (Peyaud *et al.*, 1962), determinaron que la caída de acidez total al cabo de ocho días de MC era del orden de 15 a 50 miliequivalentes por litro; el pH se había elevado de 0.15 a 0.35 unidades, mientras que la alcalinidad de las cenizas se mantenía constante, con algún leve aumento en algunos casos.

Flanzy *et al.* (1987) sugiere que la disminución de la acidez en un vino de MC se debe fundamentalmente a la desaparición parcial del ácido málico, el cual puede quedar reducido al 50% de su tenor. El ácido tartarico y el ácido cítrico prácticamente no evolucionan, mientras que los ácidos succínico, fumárico y shikímico se forman al mismo tiempo que el alcohol (Oreglia, 1978). La evolución de los ácidos antes mencionados se refleja en la Figura 12.

Figura 12 Evolución de los Ácidos Orgánicos en Uva Sometida a un Metabolismo Anaerobio a 35°C



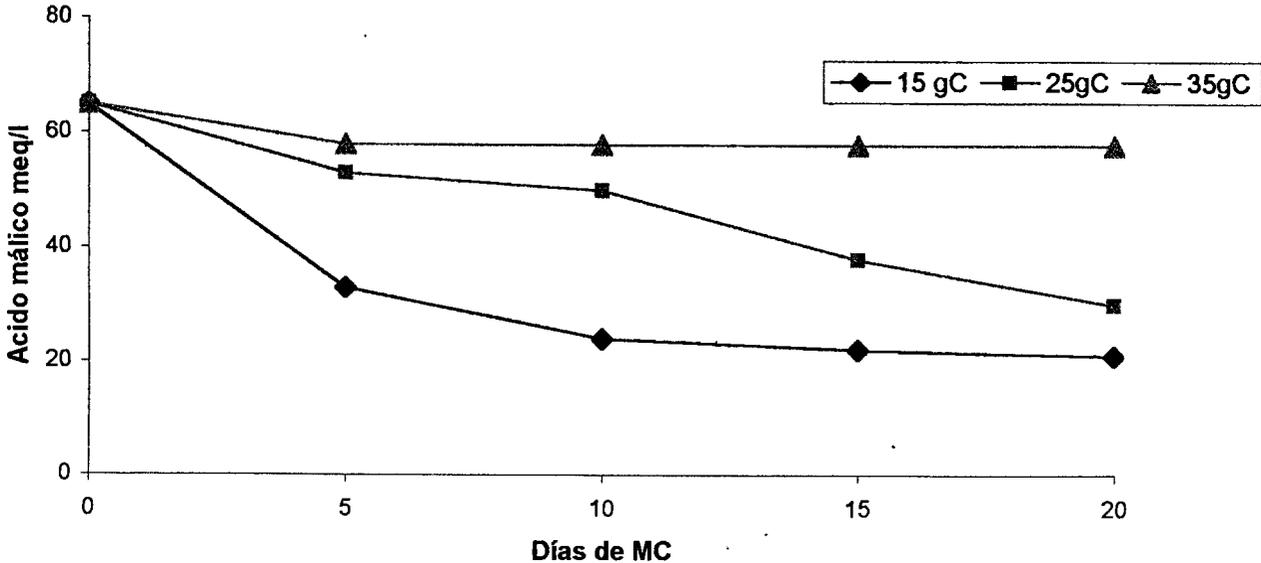
Flanzy *et al.*, 1987

Tiempo de Metabolismo Anaerobio

Garino-Canina (1948) citado por Flanzky *et al.* (1987) señaló una disminución de la tasa de ácido málico de las uvas por un fenómeno respiratorio intracelular. Peynaud (1962) observó que las concentraciones de ácido tartárico y de ácido cítrico permanecen constantes en las uvas en anaerobiosis, mientras la tasa de ácido málico bajó considerablemente, en particular en las uvas rojas. André (1972) confirma este fenómeno con resultados hacia una disminución de 32% para Petit Verdot, de 42% para el Cabernet franc, de 15% para Grenache gris y de 57% para el Grenache negro, lo que hacía pensar que el porcentaje de degradación parece estar en función de la cepa (Flanzky *et al.*, 1980), aunque estudios posteriores arrojaron evidencias de que también varía poco en función del año de cosecha (Flanzky *et al.*, 1987).

La desaparición de ácido málico es sobre todo función de la temperatura que regula la velocidad y el límite del fenómeno, como muestra la Figura 13; para Carignan ha sido medida una pérdida de 59% a 35°C, 26% a 25°C y 14% a 15°C.

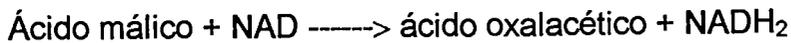
Figura 13 Degradación del Ácido Málico en Racimos de Uva Carignan Rodeados de Gas Carbónico en Función de la Temperatura



Fuente: Flanzky *et al.*, 1967

Esta degradación del ácido málico por medio de las enzimas se lleva a cabo de la siguiente manera:

1. La deshidrogenasa málica que produce la reacción:



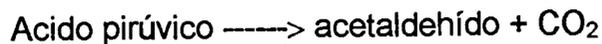
2. La enzima málica que provoca la transformación:



o



La deshidrogenasa málica exige la presencia del aire, mientras que la enzima málica puede intervenir en anaerobiosis. Para las células que poseen la carboxilasa (levaduras, tejidos vegetales) el ácido pirúvico proveniente del ácido málico sería descarboxilado y el acetaldehído formado sería reducido en alcohol etílico.



Estaría llevándose a cabo una fermentación alcohólica del ácido málico, de la misma forma que existe una fermentación láctica de este ácido. Siendo ésta parcial, condicionada sin duda, por la riqueza de las células de la uva en enzima málica (Flanzy *et al.*, 1987).

Entre los otros ácidos orgánicos, se ha notado la formación de alrededor de 1 meq/L. De la suma de los ácidos quínico y shikímico (Flanzy *et al.*, 1967) y la disminución del ácido ascórbico cuando la anaerobiosis es prolongada, mientras que Ournac *et al.*, (1965) citado por Orgelia (1987) han determinado un gran incremento de vitamina C en los primeros días: llegando a un máximo entre seis y ocho días, y luego disminuye rápidamente.

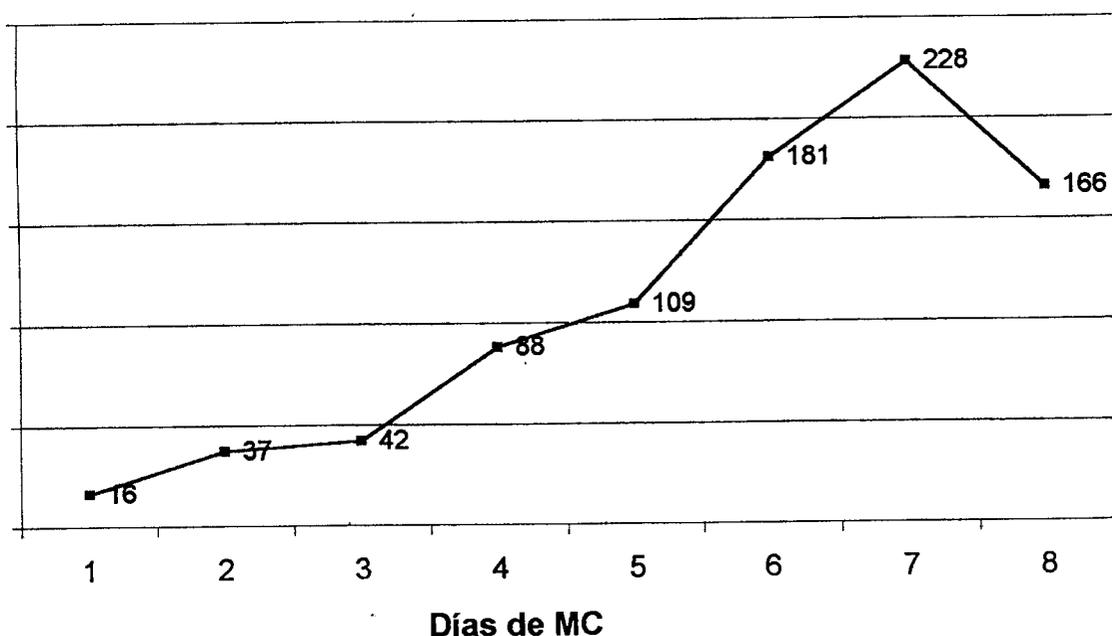
2.6.4.7. Los polifenoles

Durante la MC, se produce una difusión selectiva de los polifenoles del hollejo hacia la pulpa que se va coloreando. Se ha verificado experimentalmente que en este proceso, para un mismo color de vino, comparándolo con el obtenido en VT, el

vino elaborado con la MC es menos tánico (Oreglia, 1978).

Bourzeix (1971) siguió la difusión de los compuestos fenólicos. La concentración total en la fase líquida de la uva crece primero lentamente, después más rápidamente, enseguida se estabiliza y tiene la tendencia a decrecer. Sobre 4g/L de compuestos fenólicos que contiene la uva, solo 0.7g se encuentran en el jugo. La temperatura es el factor más importante de esta disolución, ella influye a la vez sobre la velocidad de difusión y sobre la cantidad difundida. La concentración de antocianos que se muestra en la Figura 14, presenta una evolución parecida, sobre 1650 mg de antocianos que contenía la cáscara de un kg de uva fresca, de alrededor de 150 mg pasan en solución. El monoglucósido del malvidol, que es también el más abundante de los constituyentes de los antocianos, es el primer colorante que aparece en la fase líquida. Los ácidos clorogénicos se difunden bien, pero no las catequinas, sobre todo localizadas en la semilla.

Figura 14 Disolución de Antocianos en Uvas Carignan Rodeadas de Gas Carbónico a 35 C



Fuente: Bourzeix 1971

2.6.4.8. Absorción de anhídrido carbónico

Durante las primeras horas de fermentación intracelular, los granos de uva absorben un porcentaje elevado de CO₂. Según André *et al.*, 1967, la cantidad de CO₂ absorbida puede variar entre el 10 y el 50% del volumen de los granos, conforme a la temperatura y la variedad. Para la variedad Mourvèdre, a 15°C, es del 46%; de manera que una cuba de 200 HI llena con uva de esa variedad, puede absorber 10m³ de CO₂.

“La absorción de CO₂ crece rápidamente al principio de anaerobiosis; llega a un máximo, y es reemplazada por el desprendimiento del gas carbónico generado por la respiración intracelular, cuando el fruto es puesto en atmósfera confinada y por la fermentación intracelular. Este desprendimiento a su vez llega a un máximo y tiende a anularse con el tiempo” (André *et al.*, 1967).

2.6.4.9. Firmeza del grano

Durante la fermentación intracelular la firmeza del grano disminuye como consecuencia de la acción hidrolizante de la protopectinasa sobre las paredes celulares, con la consiguiente liberación de pectina y posteriormente la formación de alcohol metílico (30 a 80mg por litro). Se produce, asimismo, un ligero aumento de nitrógeno orgánico (Oreglia, 1978).

2.6.4.10. Evolución de sustancias nitrogenadas

La tasa de nitrógeno total soluble crece ligeramente, de 50 a 100 mg/L, por la puesta en solución de las sustancias nitrogenadas. El nitrógeno amoniacal aumenta primero, disminuyendo después. El nitrógeno aminado presenta la tendencia a elevarse. Flanzky *et al.*, 1978, reporta un aumento para la mayor parte de los ácidos aminados sobre todo para la tirosina, lisina, gliconato, leucina, valina, isoleucina, fenilalanina, arginina, histidina; por el contrario, los ácidos aspártico y glutámico casi desaparecen. Peynaud (1962) siguió también la evolución de los ácidos aminados libres en el curso de la transformación anaeróbica y las modificaciones son muy poco marcadas: la valina y la tirosina aumentan netamente, mientras el ácido glutámico tiene

la tendencia a desaparecer, y la tasa de prolina disminuye ligeramente, y por el contrario otros ácidos aminados no evolucionan (Oreglia, 1978).

De la presente Revisión Bibliográfica se desprende el interés de usar uvas cultivadas en el centro de México para observar el comportamiento que ésta tiene con un tratamiento de Maceración Carbónica para la elaboración de un vino tinto y a su vez indagar más sobre el comportamiento de este proceso, así como la variedad que mejor se adapta a la MC y que tiempo es el más adecuado para la duración de la misma.

OBJETIVO GENERAL

Evaluar las ventajas de la Maceración Carbónica como método de vinificación en tinto de diferentes cultivares de vid establecidos en el centro de la República Mexicana.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

1. Determinar las características de textura de las uvas sometidas a distintos tiempos de Maceración Carbónica.
2. Evaluar las características de vinos de Maceración Carbónica contra el testigo (Vinificación tradicional) de manera sensorial y analítica.
3. Determinar el perfil de compuestos volátiles en un vino producido por Maceración Carbónica.

III. MATERIALES Y MÉTODOS

El presente trabajo se llevó a cabo en las instalaciones del Departamento de Investigación y Posgrado en Alimentos (DIPA), en el laboratorio de Bioquímica y Fisiología Poscosecha II, en Viñedos adultos de Guanajuato y Querétaro y en el laboratorio de Química de Productos Naturales del CINVESTAV Unidad Irapuato, Gto.

3.1. Localización del sitio experimental.

Los cultivares Cabernet Sauvignon y Malbec utilizados en éste trabajo fueron cultivados en viñedos de aproximadamente 16 años del estado de Querétaro, localizados en el municipio de Ezequiel Montes en la Granja la Redonda de Abajo ubicado en el km. 33.5 de la carretera a San Juan del Río – Ezequiel Montes, injertados sobre SO-4 con una edad aproximada de 10 años. Las uvas del cv. Ruby Cabernet provinieron de un viñedo de 14 años de edad llamado “El Charco” establecido en San Luis de la Paz, Guanajuato, en el Km 70.4 carretera Querétaro-S.L.P.

3.2. Características de los cultivares.

Cabernet Sauvignon: Es quizá la más noble cepa fransa. Su origen es probablemente de Burdeos (Ameriene, 1970). Este cultivar presenta uva negra, de piel gruesa, dura, con una carne muy firme, crujiente, sabor característico que recuerda a la vez la violeta y los frutos salvajes, astringente, maduración de segunda época tardía (Galet, 1985). El vino de C. Sauvignon es muy coloreado, tánico al punto de ser imbebible el primer año seguido de su cosecha. Al cabo de algunos años, el vino evoluciona y los perfumes comienzan a despejarse, obteniéndose una mezcla de olor de violeta de pimienta verde. Con Cabernet Sauvignon se elaboran los mejores vinos tintos de Baja California, México; se emplea en la elaboración de San Emilion, en Francia; en California (USA), los vinos del Valle de Napa, en Chile y Argentina produce excelentes vinos con esta variedad. Los vinos de C. Sauvignon

poseen un aroma especiadon y pronunciado; buena acidez y buen color; requieren del añejamiento para lograr un balance excelente, o de mezclas con otros caldos (Amerine, 1970).

Los vinos, bien añejados, desarrollan un extraordinario carácter varietal, son redondos, ricos, complejos sutiles, de una gran fineza. Esta uva alcanza los precios más altos en las zonas vinícolas de calidad.

Malbec: Cultivar de la región Bordelesa, cultivado en Francia bajo el nombre de "Cot", principalmente en la Gironda y el Valle de la Loire (Amerine, 1970). Este cepaje ha sido conducido con poda larga sobre portainjertos débiles para limitar los efectos del desgranado. Esta cepa puede servir para suavizar los vinos de Carignan, en la proporción de 20%, por ejemplo. En la región de la Loire se usa para mezclas de Gamay y de C. Franc o sólo para producir vinos rosados muy afrutados de aroma similar al de Cabernet, con buen color y cuerpo, los cuales pueden beberse jóvenes. En tierras buenas, su vino coloreado rico en taninos es menos perfumado y más tierno que el de los Cabernet, puede entonces, beberse rápidamente. Es una cepa sensible a *Botrytis cinerea* y a las heladas de invierno (Galet, 1985).

Ruby Cabernet: Es una crusa de Carignan x Cabernet Sauvignon (Johnson,1971) obtenida por le Profesor Olmo en 1948. El racimo es mediano, con bayas esféricas y pequeñas. Es un cultivar de buena acidez de color estable que conserva un poco del aroma especiado de Cabernet, pero no su gusto, es decir el de sabor distinto con ligeros tonos herbáceos. En general produce vinos buenos, se mezcla con vinos estándar para mejorar en general la calidad (Morales, 1980); sus vinos tienen muy buena acidez, por lo que soportan periodos cortos de oxidación en madera (añejamiento) (De Flores, 1995).

3.3. Manejo del producto

La uva cosechada fue empacada en cajas de plastico, las cuales fueron transportadas a la cd de Querétaro y fueron almacenadas en una cámara frigorífica con una dimensión de 2.75 x 1.52 x 1.75 m, a una temperatura fluctuando entre 2 a

5°C a una humedad relativa de 85-95%.

3.4. Diseño del experimento

3.4.1. Diseño experimental: completamente al azar (con 3 repeticiones).

3.4.2. Arreglo de tratamientos: Factorial 3x5

3.4.3. Factores de estudio:

- F₁: Variedades:
 - Ruby Cabernet
 - Malbec
 - Cabernet Sauvignon

- F₂: Tiempos de Maceración Carbónica
 - 0 días (Vinificación Tradicional)
 - 3 días
 - 6 días
 - 9 días
 - 12 días

3.5. Variables evaluadas

3.5.1. Grado alcohólico

Se tomaron aproximadamente 130ml de vino y se neutralizaron con hidróxido de calcio, se agitó la muestra para eliminar el gas carbónico que pudiera estar presente, en un matraz volumétrico aforado se vierten 100ml de la muestra se colocan en un matraz de destilación enjuagando dos veces con agua destilada el matraz de 100ml. Se destilan aproximadamente $\frac{3}{4}$ de la muestra, lo cual se recolecta en el mismo matraz que se utiliza para medir la muestra, se afora de nuevo con agua destilada y se vierte en una bureta de 150ml se le baja la temperatura a 15°C y se determina con un alcoholímetro el grado alcohólico de la muestra.

Paralelamente, se realiza una prueba de medición de grado alcohólico por picnometría tomando el destilado a 20°C se vierte en un picnómetro de 25ml, el cual

se mantuvo en un desecador para mantener su peso constante, se pesan en una balanza OHAUS se calcula la densidad por medio de la siguiente fórmula:

Masa volumétrica = peso de la muestra / volumen del picnómetro.

El peso de la muestra se obtiene con la diferencia del peso del picnómetro con muestra y el peso del picnómetro vacío.

3.5.2. Acidez real (pH)

Se toman 50 ml de muestra a 20°C y con un potenciómetro previamente calibrado se toma la lectura.

3.5.3. Acidez total

La acidez titulable fue determinada por titulación con solución de NaOH 0.1N. Ésta fue valorada con una solución de ácido clorhídrico 0.1N. Para la determinación de la acidez, se tomaron alícuotas de 10ml de vino. Posteriormente se diluyó con agua destilada a un volumen de 50ml se tituló con la solución de NaOH 0.1N hasta alcanzar un pH de 8.2 expresando la acidez en g/L de ácido tartárico (H₂T) mediante la siguiente ecuación:

$$\text{g/L H}_2\text{T} = (G \times N \times F \times 100) / M$$

donde:

G – ml de NaOH gastados

N – Normalidad de la solución NaOH

F – Peso miliequivalente del ácido tartárico anhidro (0.075)

M – ml de muestra

3.5.4. Intensidad colorante y matiz

Se determinó a partir de dos métodos:

En un espectrofotómetro donde se leyó a tres longitud de onda 440, 520 y 620. Utilizando un blanco de referencia (agua destilada). La celda era de 1 mm de espesor y de cuarzo. Los resultados de la lectura se multiplicó por 10. Con estos datos también se calculó la Intensidad y la Tonalidad, esto en el vino final y después

de la maceración; a partir de los algoritmos siguientes:

$$I = D_{420} + D_{520} \quad T = D_{520} / D_{420}$$

El color fue igualmente evaluado en un colorímetro Hunter lab, midiéndose los parámetros **L**, **a**, **b**. En un vial de 2.1 cm de diámetro 6 cm de largo, barnizado de color blanco en las paredes laterales exteriores, se vertieron 78 ml de la muestra de vino. Este análisis se realizó antes del encubado, antes del prensado y en el vino terminado.

3.5.5. Análisis de firmeza

Se realizaron en un texturómetro universal XTRAD, MODELO TA-TXZ con una capacidad de 25 Kg con las siguientes condiciones de fuerza vs tiempo (N).

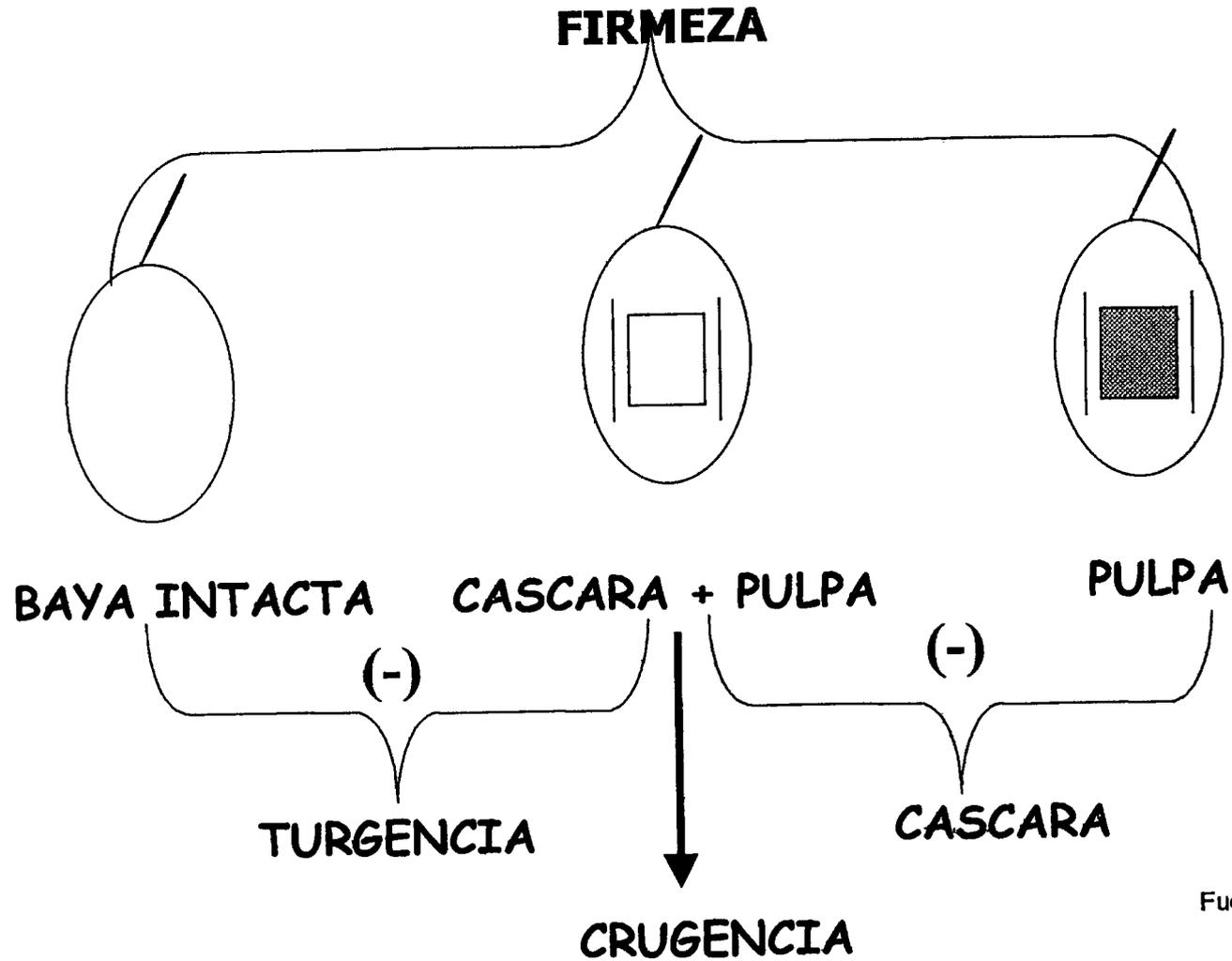
Firmeza: Para las pruebas de firmeza se utilizó una sonda de 2 mm de diámetro y una distancia de compresión de 0.5 mm, a una velocidad de 0.8 mm/s. Esta evaluación se realiza antes del encubado en el método de Maceración Carbónica, y una vez que ha terminado la misma, es decir antes de prensar la uva. Se llevaron a cabo tres mediciones (Figura 15).

1. Firmeza de la baya intacta: Se tomó una muestra de 12 uvas. Se colocó la uva intacta en una plataforma y se le hace incidir una sonda de 0.2mm de diámetro y 5cm de largo a una velocidad de 0.8 mm/seg y a una distancia de 0.5mm.

2. Firmeza con cortes: Se parte de la misma muestra que la anterior. A la uva se le realizan unos cortes como se muestra en la Figura 15. De la misma manera se le hace incidir la sonda de 0.2 m y 5 cm de longitud a una velocidad de 0.8mm y a una distancia de 0.5 mm.

3. Firmeza sin cáscara: Las mismas uvas que se usaron par la prueba anterior se usan para ésta. Los cortes nos permiten quitar la cáscara del grano, ahí se le hace incidir la sonda de 0.2 m y 5cm de longitud a una velocidad de 0.8mm y a una distancia de 0.5 mm. Así restando (2) de (1) se obtiene la fiemeza debida a la turgencia de la baya; de la misma manera, restando (3) de (2), se obtiene la fiemeza debida a la cáscara (Figura 15).

Figura 15 Evaluación de la Firmeza de los granos de Uva



Fuente: Uys, 1996

3.5.6. Análisis de datos

Se utilizó el análisis de varianza de Fisher de modo multifactorial, y la prueba de medias de Student para todas las variables anteriores. Para lo anterior se utilizó el paquete estadístico "Statgraphics"

3.5.7. Compuestos volátiles en el vino tinto

3.5.7.1. Extracción líquido-líquido

1. Se tomaron 40ml de muestra
2. Se adicionó un gramo de carbón activado, se espera 10min.
3. Se filtró al vacío recolectando la muestra en un matraz Erlen Meyer de 250 ml
4. Se tomaron 30ml de la muestra ya filtrada y decolorada y se vertieron en un matraz de separación de 50ml.
5. Se añadieron 10ml de diclorometano, se agitaron durante 5s, dejando escapar el gas que se produce, ésta operación se repitió 3 veces. Se dejó reposar hasta ver una separación de fases bien definida
6. Se recolectó el extracto, en un vial de vidrio
7. A partir del punto 5 hasta el 7 se efectúan 3 veces
8. Se hizo pasar el extracto por una columna de sulfato de sodio anhidro, se recolectó en un matraz Erlen Meyer de 100 ml
9. Se dejó evaporando aproximadamente 12 horas en la campana. Sin ayuda de gas
10. Lo poco que quedó por evaporar se logra con la ayuda de gas (N_2). La evaporación es a sequedad
11. Se refrigeró por 1h aproximadamente
12. Se redisolvió la muestra con 25 microlitros de diclorometano.
13. Se inyectó 1 microlitro en un Cromatógrafo de Gases acoplado a un

Espectrómetro de masas HP.

14. El cromatograma que arroja el análisis, muestra el tiempo de retención de cada uno de los compuestos detectados así como el porcentaje en el que se encuentran.

Esto se realizó en las instalaciones del Laboratorio de Química de Productos Naturales del CINVESTAV Unidad Irapuato.

3.5.7. Degustación

La degustación se llevó a cabo en las instalaciones del DIPA en el Laboratorio de Bioquímica y Fisiología Poscosecha II.

La calificación de los diferentes vinos se llevó a cabo apoyados en la ficha de apreciación propuesta por Díaz-Cervantes (1992) (Anexo).

Básicamente la degustación se realizó calificando parámetros como el color, el aroma (frutal, floral, animal), brillo, acidez, grado alcohólico, como se describe a continuación: Las muestras se presentaron en botellas de vidrio de 230ml, fue una degustación a ciegas, los panelistas no sabían que los vinos eran de MC, ni los tratamientos que se les dio, y las muestras se degustaron totalmente al azar.

La degustación en este trabajo se realizó con 5 panelistas, 3 de ellos inexpertos, se calificó de manera visual (color, brillo), olfativa (aroma) y gustativa (acidez y grado alcohólico), según su criterio en pésimo, malo, bueno, muy bueno y excelente.

3.6. Metodología general

Se efectuaron 5 tratamientos diferentes en la elaboración de vino tinto con tres variedades C. Sauvignon Ruby Cabernet y Malbec. Las uvas intactas se sometieron a una MC de 3,6,9,12 días y paralelamente se elaboró un vino tinto en forma tradicional, a manera de testigo a éstos se les evaluaron los parámetros de calidad para que de manera analítica se pudiesen comparar los resultados de tratamientos y entre variedades, con el fin de saber que cultivar nos da mejores resultados en un proceso de MC para la obtención de un vino tinto, y que tiempo de MC es el mejor.

Con el fin de correlacionar la obtención de color, se realizó un análisis de firmeza sobre las bayas sometidas a los diferentes tratamientos, para evaluar la degradación de la pared celular de la cáscara.

Se determinó el perfil de compuestos volátiles en vinos elaborados con R. Cabernet, para ver si se presentaban compuestos volátiles característicos de una MC y en que porcentaje se encontraban con respecto a los demás compuestos.

Por último se realizó una degustación para relacionar las variables evaluadas de manera analítica con la percepción humana y sacar conclusiones del efecto de la MC por variedad y por tratamiento, con respecto al testigo.

3.7. Elaboración de vino tinto por el método tradicional (Figura 16)

Seguimiento de la maduración: La Metodología que se siguió para la maduración está basado en la propuesta de Amerine y Roessler (1958) ya que se nos hizo el más adecuado y se tenían facilidades para llevarlo a cabo. A partir del envero se tomaron muestras de uvas, haciéndolo por variedad de manera individual. Este muestreo fue mensual, desde Junio a Agosto, cuando la uva empezó a evolucionar mas rápidamente, por lo que se hicieron muestreos quincenales hasta la cosecha. Las muestras se tomaron en todas las partes del viñedo. De la muestra obtenida se determinaron los grados brix, la acidez titulable y el pH del jugo fresco extraído. Con los datos obtenidos se definió el momento propicio de corte.

Determinación del contenido de azúcar o grado Brix: Se realizó por medio de la determinación de sólidos solubles totales, con un refractómetro de campo, de marca ATAGO, el cual fue calibrado con agua destilada. El refractómetro determina el porcentaje de sólidos solubles del mosto en función del índice de refracción en muestras líquidas y semisólidas, como un concentrado de fruta (Carbonell, 1970). Sobre el prisma del refractómetro, seco y limpio se virtió una gota del jugo obtenido de las uvas de muestreo. Posteriormente, se efectuaron visualmente las lecturas directamente a través del lente del refractómetro donde se encuentra la escala.

La determinación de acidez total en el mosto y el pH se determinaron como se describe en el punto 3.5.3. y 3.5.2 respectivamente.

Con este seguimiento, la uva se cosechó el 29 de Agosto de 1997, con 21°Bx, en el caso del cultivar Cabernet Sauvignon y Malbec y Ruby Cabernet con 19°Bx.

Cosecha, transporte y almacenamiento: La cosecha se llevó a cabo durante el día de las 9:00hrs a las 13hrs. aproximadamente. Con tijeras de poda, se cortaron los racimos a mano, de manera que se colocara en cajones de madera, con ésto se eliminó el riesgo de un daño mecánico a la baya (Winkler, 1990). El transporte de la uva se hizo sin apilar los cajones, al llegar a las instalaciones del DIPA, se colocaron los cajones que contenían la uva en un cuarto frío a 4°C, para disminuir la posibilidad de una fermentación previa de las uvas que hubieran sufrido daño mecánico durante el transporte.

I. Tratamientos pre-fermentativos

Selección de la uva: Esta operación se realizó seleccionando la uva evaluando de manera visual condiciones físicas y sanitarias del grano, no importando que los granos de uva estuvieran sueltos, y eliminando uvas desprendidas que estuvieran reventadas y aquellas que presentaran hongos.

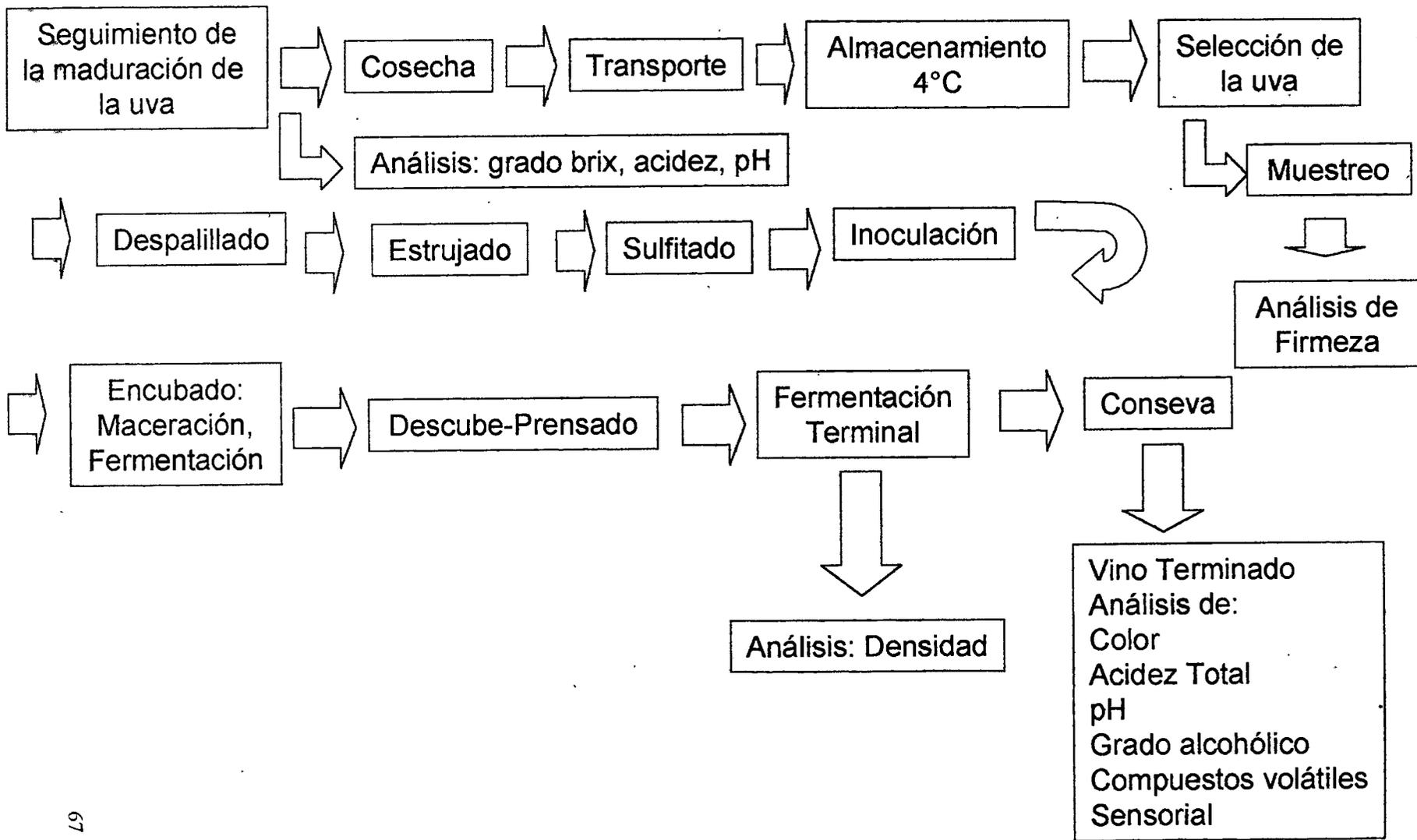
Despalillado: El raspón se desprendió de la uva a mano.

Estrujado: Esta operación consiste en reventar la uva para poner en contacto el jugo con la cáscara de la baya. Se realizó poniendo en una pequeña prensa de madera la uva y haciendo presión con el bastidor superior, de tal manera que solo se reventara el grano y saliera el jugo.

Sulfitado: En caldo que se obtuvo del estrujado se colocó en vitroleros de 6 L, se agregaron 0.3g de metabisulfito de potasio, se mezcló perfectamente con el mosto. Con ésta operación se selecciona el medio (mosto) a nivel microorgánico de manera que los únicos microorganismos que desarrollan son las levaduras que metabolizan los azúcares para convertirlas en etanol y CO₂.

Inoculación: Se tomó una porción por vitrolero de 250ml de mosto, se calentó hasta que alcanzó una temperatura de 28°C, y se incorporó 0.1 g de levadura. Una vez que empezó el burbujeo en el mosto con la levadura, se reincorporó a su respectivo vitrolero, y se matuvo abierto durante dos horas.

Figura 16. Esquema General de Vinificación en Tinto por el Método Tradicional



II. Encubado

En ésta etapa es donde se llevan a cabo dos fenómenos: la maceración y la fermentación.

Maceación: Esta operación consiste en poner en contacto el jugo con el orujo para la extracción de color y aroma por ejemplo. Se dejó el mosto en contacto con los hollejos durante tres días, se realizaron dos bazuqueos diarios, es decir se sumergió la capa de orujo o sombrero que se formó en la parte superior de la cuba de fermentación. La maceración fue de 5 días.

Fermentación alcohólica: Consiste en la transformación de los azúcares de la uva (glucosa y fructosa) en alcohol etílico por acción de las levaduras. Ésta etapa se controló con el seguimiento de la densidad por medio de la técnica de picnometría descrita anteriormente, y se mantuvo la temperatura entre 26 y 28°C.

III. Descube-Prensado

Se separó el sombrero del mosto, con una manguera de plástico que se colocó en el fondo de la cuba (vitrolero) se succionó y por medio del vacío que se generó, el líquido corrió hacia el otro vitrolero; al sombrero se le extrajo el líquido por medio de una prensa manual, todo éste mosto se mezcló con el mosto que ya se tenía y se viertieron en vitroleros de 1.8 L para terminar la fermentación alcohólica y probablemente comenzar la fermentación maloláctica. Como se mencionó anteriormente, la fermentación se siguió midiendo la densidad del líquido por picnometría.

IV. Fermentación terminal

El vino se mantuvo a una temperatura aproximada de 18-22°C, hasta que se llegó a una densidad de 0.996, dentro de esta operación se llevó a cabo un trasiego diario con el fin de separar los sólidos sedimentados y de airear el vino y a que la multiplicación de las levaduras requiere algo de oxígeno. Esto se realizó colocando una manguera de plástico en el fondo del vitrolero sin tocar los lodos formados, se succionó para que el líquido corriera hacia otro recipiente.

V. Maduración y conservación

Se realizó una clarificación con ayuda de un preparado de una clara de huevo (albúmina) y 1g de sal mezcladas con ayuda de un vortex, y se añadieron a cada vitrolero 0.01 ml del clarificante. Con un generador de anhídrido sulfuroso hecho con 1 g de metabisulfito de potasio, envuelto en un papel poroso colocado en la tapa del frasco, se mete al frigorífico a una temperatura de 7°C.

Transcurridas dos semanas, se filtró el vino con un embudo de porcelana y un kitazato, formando una capa filtrante con una solución de tierra de diatomeas al 70% y un papel poroso del número 4 con ésto se formó una capa cuando se succionó el líquido con una bomba de vacío, Welch ® Directtom ® de ¼ HP. Una vez que se logró la capa, se hizo correr el vino, la tierra retuvo todo sólido suspendido en el líquido. La conservación se llevó a cabo a 7°C, con el generador de anhídrido sulfuroso sin vacío.

3.8. Elaboración de vino tinto por maceración carbónica (Figura 17)

Seguimiento de la maduración, cosecha, transporte y almacenamiento: Se realizó de la misma manera que para el método tradicional.

Selección de la uva: Los racimos se seleccionaron con especial cuidado, ya que era necesario que las uvas entraran intactas a los recipientes. En general las uvas se encontraban en buen estado, libres de hongos.

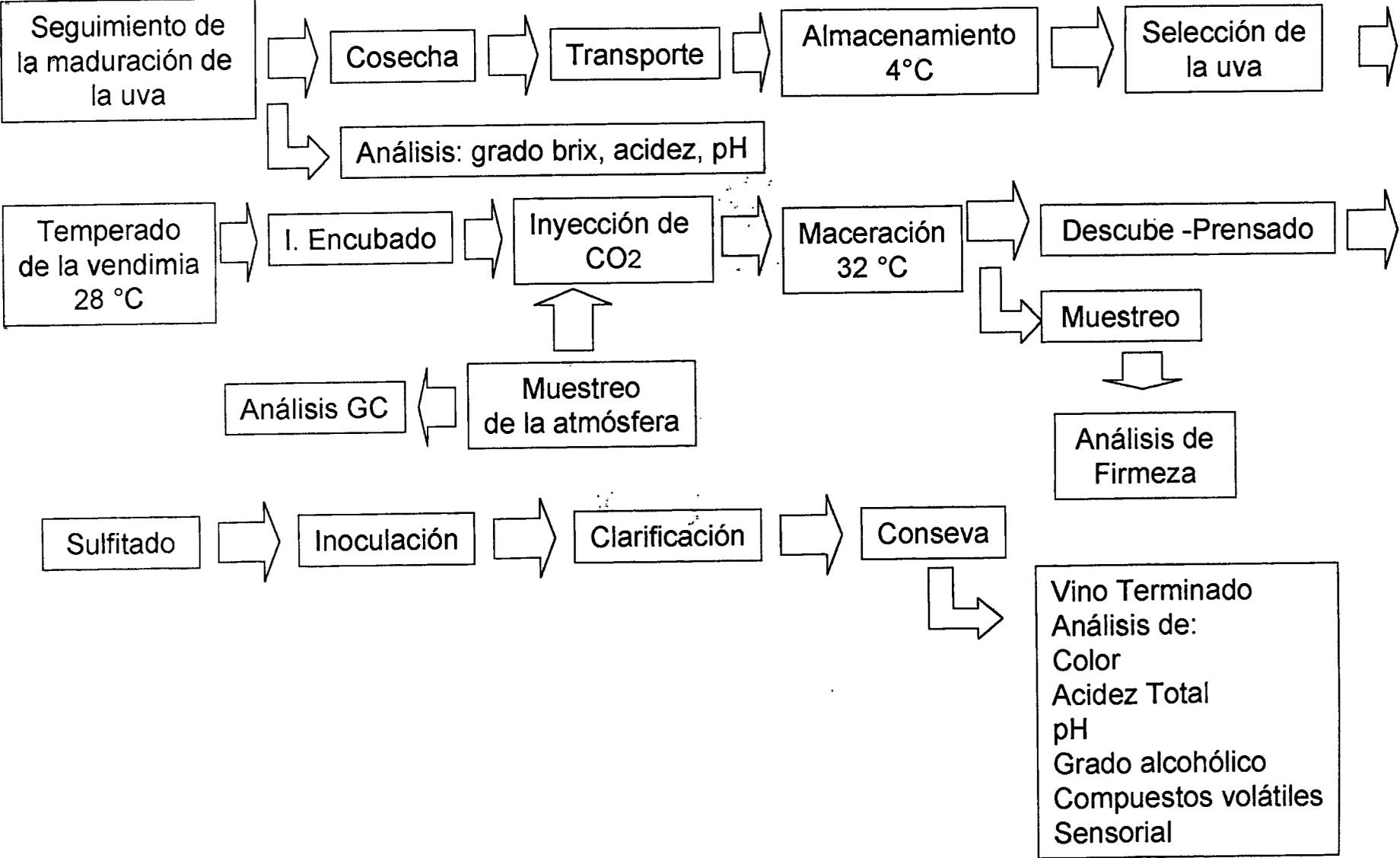
Temperado de vendimia: La vendimia se colocó en las cubas de fermentación a una temperatura de 28 a 30°C. Esto se logró colocando las uvas cerca de una fuente de calor y una corriente de aire.

I. Encubado

Los racimos se colocaron intactos en vitroleros de 20 L, a una temperatura de 28-30°C. Cuando el vitrolero estuvo lleno se cerró herméticamente, y se llevó a cabo la inyección.

Inyección: Después del encubado se barrió con gas carbónico la cuba hasta saturar la atmósfera. La inyección se realizó conectando la manguera del tanque de CO₂, a la válvula de alimentación de la cuba, primero se realizó el barrido manteniendo

Figura 17. Esquema General de Vinificación en Tinto por Maceración Carbónica



abierta también la válvula de salida, después de 10 minutos se cierró la válvula de salida para saturar la atmósfera con CO₂, al término de la inyección (20-25 min) se cierró la válvula de entrada.

Evaluación de la atmósfera: Durante el tiempo que duró la maceración (3,6,9,12 días), se tomaron tres muestras de la atmósfera que rodea a los racimos con una jeringa de 5 ml, clavándola de manera inmediata en un tapón de goma para conservar la muestra. Se inyectó en un CG HP; se usó una columna capilar Por aplot Q., La fase móvil fue helio, la temperatura del horno de 70°C y de 250°C el detector. El tiempo de retención del gas carbónico es de 8 min. La atmósfera se mantuvo entre 87 y 95% de éste. Esto se realizó cada 24 hrs.

1ª. Etapa de Fermentación

Maceración: Al término de la inyección se llevó a cabo la maceración durante 3, 6, 9 y 12 días. En esta etapa se vigiló el porcentaje de gas carbónico en la cuba con la evaluación del mismo en un CG, como se mencionó anteriormente, para asegurarnos de que el ambiente se mantenía en anaerobiosis.

II. Descube-Prensado

En un despulpador con tamiz cerrado se colocaron las uvas provenientes de las cubas de maceración carbónica, separando el raspón, semillas y cáscara del jugo flor. Una vez separado el líquido, la materia sólida se prensó, el jugo extraído por el despulpador se mezcló con el jugo flor y se vertió en vitroleros de 1.8 L para terminar la fermentación.

El sulfitado, la inoculación, la 2da. etapa de fermentación (fermentaciones terminales), la clarificación y la maduración y conserva: Se llevaron a cabo de la misma manera que en el método tradicional.

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Firmeza

La firmeza es una propiedad física de los materiales, y está definida como la reacción o resistencia que opone un cuerpo (de cualquier material) a una fuerza externa por unidad de área.

La firmeza de las bayas se evaluó una vez concluido el tiempo de MC de cada experimento. Para el caso de la vinificación tradicional (VT) se evaluó la firmeza tomando la muestra antes del estrujado.

Las sustancias pécticas presentes en la pared celular de las células de la cáscara y de la pulpa, confieren a la baya una cierta firmeza. La maceración carbónica (MC) propicia, en mayor o menor grado, una degradación de estas sustancias (principalmente sustancias pécticas metiladas y ceras), lo que a su vez facilita la difusión de varios compuestos de la cáscara a la pulpa y viceversa, ya que las capas exteriores de la baya, principalmente el hollejo, contienen la mayor parte de los constituyentes del aroma (ésteres, éteres y alcoholes superiores), del color (antocianos) y del sabor (polifenoles, taninos, ácidos orgánicos, etc.) (Singleton, 1972). La pulpa de la mayoría de las uvas es translúcida, con jugo incoloro, de allí la importancia de la difusión de los pigmentos de la cáscara a la pulpa (en el caso de una MC) y al mosto (en el caso de una vinificación tradicional), para la elaboración de un vino tinto.

Gracias a una prueba reológica se pueden determinar las propiedades mecánicas del fruto y con ello podríamos llegar a estimar el grado de degradación péctica de la cáscara (Chávez, 1996).

En el presente trabajo, consideramos importante analizar los cambios de firmeza de los frutos expuestos a un determinado período de maceración carbónica, para ello, se determinaron las variables de firmeza propuestas por Uys (1996) para uva de mesa y que cabe recordar son las siguientes (ver materiales y métodos):

- Firmeza de la baya intacta: Dada por el epicarpio (piel), mesocarpio (pulpa) y la turgencia de la baya.

- Firmeza de la baya después de haber interesado la cáscara con cortes transversales para eliminar la turgencia. Ésta corresponde de manera directa a la firmeza que aporta en el fruto la cáscara y la pulpa.

- Firmeza del mesocarpio al eliminar el epicarpio de la baya.

Con los parámetros anteriores, se determina:

- La firmeza de la baya proporcionada por la turgencia, la cual corresponde a la diferencia entre la firmeza de la baya intacta y la firmeza de la baya con cortes.

- La firmeza que aporta la cáscara, dada por la diferencia entre la firmeza de la baya con cortes transversales y la firmeza del mesocarpio al eliminar el epicarpio.

4.1.1. Análisis de varianza

En la Tabla 4. se presentan los valores de "F" de los análisis de varianza para las variables de firmeza consideradas. Respecto a la variedad, se aprecian diferencias estadísticas en la firmeza de la baya intacta, la firmeza de la baya con cortes, de la pulpa y de la cáscara; sin embargo, no se advierten diferencias en la turgencia. En lo que se refiere al tiempo de maceración, podemos apreciar diferencias en todas las variables de firmeza. Finalmente, se presentan diferencias en la interacción (variedad x tiempo de maceración) en todas las variables de firmeza.

Tabla 4. Valores de "F" y Significancia Estadística de Análisis de Varianza para la Firmeza (N) de la Baya.

| FACTOR | Baya intacta | Cáscara + pulpa | Pulpa | Cáscara | Turgencia |
|-----------------------------|--------------|-----------------|-----------|---------|------------|
| EFFECTOS PRINCIPALES | | | | | |
| A) Variedad | 22.83** | 4.35* | 63.22** | 5.078** | 1.789 n.s. |
| B) Tiempo de maceración | 1705.28** | 98.39** | 7862.02** | 3.46** | 289.35** |
| INTERACCIONES | | | | | |
| A x B | 7.70** | 2.34* | 30.29** | 4.82** | 17.99** |
| C.V. (%) | 8.23 | 34.97 | 4.99 | 88.71 | 17.42 |

** Diferencias altamente significativa ($P \leq 001$)

* Diferencias significativas ($P \leq 005$)

ns. No significancia

4.1.2. Prueba de medias

a) Variedades

En la Tabla 5 se presenta la prueba de medias para las variables de firmeza consideradas en función de la variedad de uva.

Tabla 5. Prueba de Medias para las Variables de Firmeza (N) en Función de la Variedad

| Variedad | Baya intacta | Cáscara + pulpa | Pulpa | Cáscara | Turgencia |
|--------------------|---------------|-----------------|---------------|---------------|---------------|
| Ruby Cabernet | 0.4357 b | 0.2919 b | 0.2214 b | 0.0705 a b | 0.1438 a |
| Malbec | 0.4516 b | 0.2837 a b | 0.2271 b | 0.0566 a b | 0.1679 a |
| Cabernet Sauvignon | 0.3711 a | 0.2034 a | 0.1869 a | 0.0165 a | 0.1677 a |
| PROMEDIO | 0.4194 | 0.2596 | 0.2118 | 0.0478 | 0.1598 |

Letras distintas denotan diferencias estadísticas, Student ($P \leq 0.05$)

N: Newtons

Por lo que se refiere a la firmeza de la baya intacta de uvas después de la MC, se observó que C. Sauvignon presenta menores valores que las otras variedades lo cual indica mayor degradación de la pared celular a causa de la MC, tanto a nivel de la pulpa como de la cáscara, hecho que coincide con los valores de firmeza de la cáscara + la pulpa que también resultan menores los valores para ésta. Por su parte, R. Cabernet y Malbec no presentan diferencias significativas entre ellas. Lo anterior podría ser explicado en función de que las uvas de las distintas variedades fueron cosechadas con distintos índices de madurez. Así, C. Sauvignon presentó 21°Bx, Malbec: 21°Bx y RC: 19°Bx, al ser cosechadas.

Por lo que se refiere a firmeza de la pulpa (tercera columna), podemos observar que R. Cabernet y Malbec presentaron valores similares (0.22 y 0.23 respectivamente), siendo estadísticamente distintas a C. Sauvignon (0.19) lo cual nuevamente puede encontrar una explicación en el hecho de que las primeras fueron cosechadas con una mayor cantidad de azúcares que indica un mayor grado de madurez. Por último, no se aprecian diferencias significativas entre las variedades, ni en la cáscara, ni en la turgencia.

Los resultados anteriores sugieren, que debido a la mayor degradación de los tejidos de la uva durante la maceración carbónica, la mejor difusión de compuestos se dio en C. Sauvignon en comparación con las otras dos variedades utilizadas, ya que, como lo hizo notar Flanzy *et al.*, en 1980 b, la degradación de las paredes celulares, tanto de la cáscara como de la pulpa, permitirán la difusión de diversos compuestos como las antocianos, los ácidos orgánicos precursores de los aromas, sustancias pécticas, gomas, entre otras.

b) Tiempo de maceración carbónica

Por lo que se refiere al tiempo que la uva permaneció en anaerobiosis, en general, debe entenderse que una uva intacta está mucho más firme que aquella que ha sido sometida a un tratamiento de MC. Lo anterior se muestra claramente en la Tabla 6 en la cual, se comparan las uvas que fueron sometidas a vinificación tradicional (VT, 0 días de maceración) con aquellas que fueron sometidas a MC, en las cinco variables consideradas, y se aprecia claramente que los valores son muy superiores en el primer caso.

Tabla 6. Prueba de Medias para las Variables de Firmeza (N) en Función del Tiempo de Maceración Carbónica

| Tiempo (días) | Baya intacta | Cáscara + pulpa | Pulpa | Cáscara | Turgencia |
|---------------|--------------|-----------------|--------|----------|-----------|
| 0 (VT)* | 1.26 c | 0.79 b | 0.77 b | 0.02 a | 0.47 d |
| 3 | 0.16 a | 0.10 a | 0.07 a | 0.03 a b | 0.06 a |
| 6 | 0.15 a | 0.11 a | 0.07 a | 0.03 a b | 0.04 a |
| 9 | 0.19 a | 0.07 a | 0.06 a | 0.01 a | 0.12 b |
| 12 | 0.31 b | 0.14 a | 0.07 a | 0.07 b | 0.17 c |
| PROMEDIO | 0.41 | 0.24 | 0.21 | 0.03 | 0.17 |

Letras diferentes denotan diferencias estadísticas, Student ($P \leq 0.05$)

N = Newton

* Estos valores corresponden a los de la uva madura, sin haber sido sometida a maceración

Sin embargo, si comparamos la firmeza de la baya intacta (columna 1) de los tratamientos de MC, resulta que aquel que presentó los mayores valores fue el de 12

días de maceración. La única explicación que nos parece coherente es que, de acuerdo a Chambroy (1981), al inicio de la maceración carbónica, la baya presenta una absorción de gas carbónico y posteriormente, la propia baya, al encontrarse respirando, produce CO₂, parte del cual tenderá a acumularse al interior de la baya, tanto en la pulpa como en los tejidos periféricos, ejerciendo una presión hacia el exterior de la baya, por lo cual se espera que, al analizarla, se presente una mayor resistencia a la compresión.

La firmeza de la cáscara + la pulpa (columna 2) sigue siendo mayor cuando la uva se macera durante 12 días, aunque las diferencias tienden a disminuir en relación al tratamiento de 9 días, lo cual ciertamente se debe a la disminución de la turgencia, dada por los cortes realizados en la cáscara. El CO₂ que pudiera estar atrapado en la pulpa probablemente no escapa del todo al realizar el corte en la baya para eliminar la turgencia. Las diferencias continúan siendo muy importantes entre los tratamientos de maceración carbónica y el de vinificación tradicional, correspondiente a 0 días de maceración.

Por lo que se refiere a la columna 3, no hay diferencias en la firmeza aportada por la pulpa, lo cual podría deberse a que a medida que va aumentando el tiempo de maceración carbónica, la pared celular se va degradando y hay intercambio de CO₂ entre la atmósfera y la baya, y lo que queda en la pulpa parece permanecer en un rango constante.

Por otra parte, la firmeza conferida por la cáscara (columna 4), nuevamente es relativamente grande en el tratamiento de 12 días de maceración, lo que también parece indicar que parte del CO₂ generado por la baya se acumula en las células del epicarpio, lo que hace que aumente su resistencia.

Finalmente, la comparación de medias para la turgencia revela diferencias muy importantes entre el testigo y los tratamientos de maceración; así como entre estos últimos. Si bien la turgencia está directamente relacionada con el contenido de humedad de la baya, es muy probable que exista un efecto de la presencia del gas carbónico sobre la presión de turgencia. Como en el caso de la baya intacta, se advierte nuevamente que se obtienen los mayores valores a medida que se

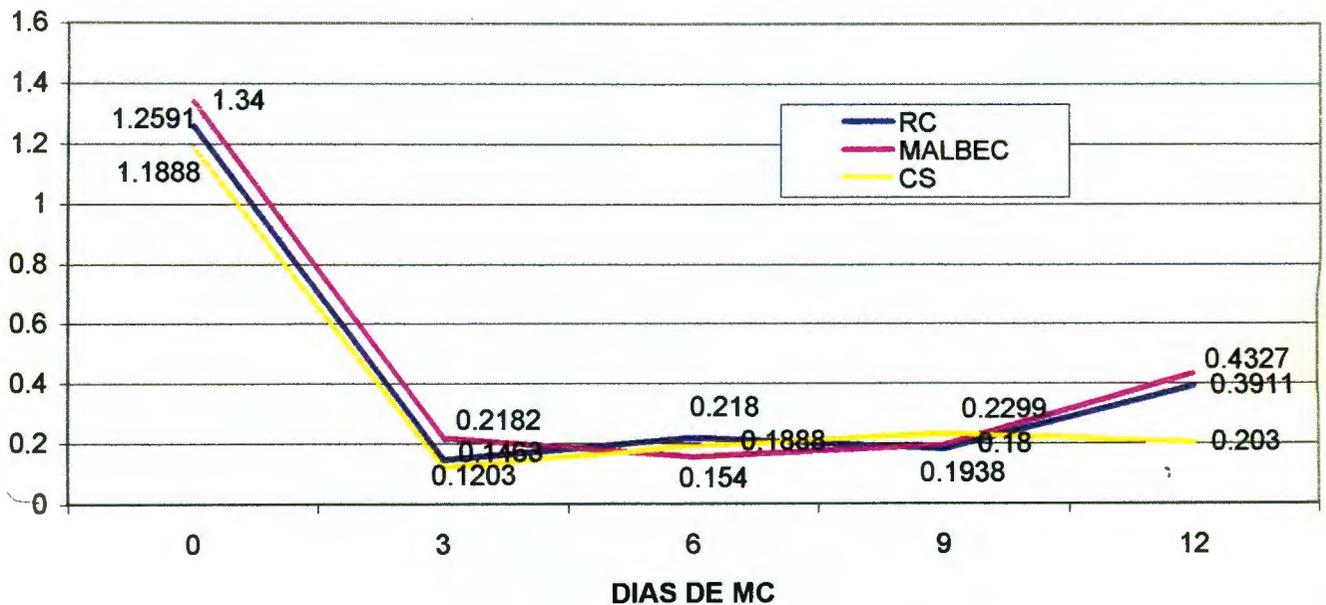
incrementa el tiempo de maceración, lo cual parece indicar que parte del CO₂ generado por la baya, tiende a acumularse al interior de ésta. Es probable que esta presión hacia el exterior contribuya a que la baya se reviente durante el tiempo que permanece en anaerobiosis. Es importante recordar que las muestras que se tomaron para el análisis de firmeza, consistieron de bayas que aún se encontraban enteras, lo que permite suponer que aquellas bayas reventadas pudieran haber estado sujetas a una presión mayor.

c) Interacciones

En la Fig. 18, se muestra la evolución de la firmeza de la baya intacta en función de la variedad. En ella puede observarse una firmeza inicial que varía de 1.19 para Cabernet Sauvignon y 1.34 para Malbec, así como una caída muy marcada en la firmeza a los 3 días de MC en las tres variedades de uva estudiadas, lo cual coincide con los resultados obtenidos en la Tabla 6. A partir de ese momento y hacia los 6 días de maceración, la firmeza parece incrementarse ligeramente en R. Cabernet y en C. Sauvignon, sucediendo lo contrario en Malbec, aunque los valores para las tres variedades no son muy distintos (0.22, 0.19 y 0.15 N, respectivamente). De los 6 a los 9 días de MC los valores se mantienen más o menos constantes en las 3 variedades y, finalmente, después de 12 días de maceración se advierte un súbito incremento de la firmeza más o menos importante, tanto en R. Cabernet como en Malbec, lo cual nuevamente puede explicarse en función de una acumulación de gas carbónico al interior de las bayas que propicia una presión de turgencia superior. Sin embargo, el incremento en la firmeza no sucede en C. Sauvignon.

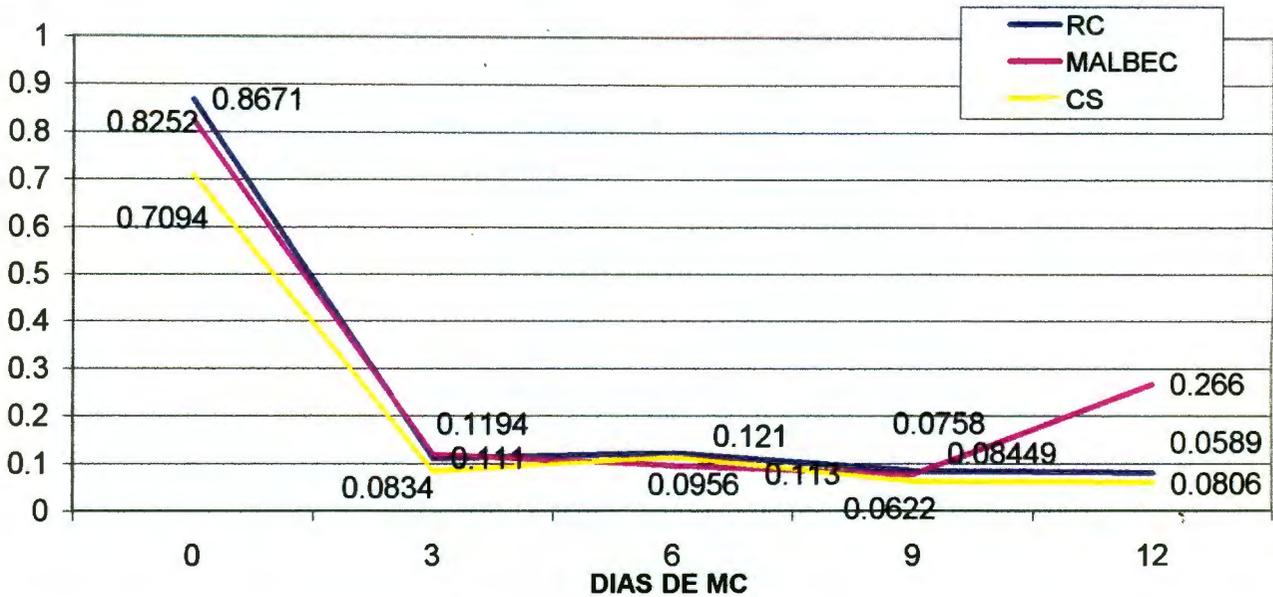
Se sabe que la MC provoca una serie de cambios bioquímicos en la baya, uno de los más importantes es la degradación de las sustancias pécticas de la pared celular (Flanzy *et al.*, 1987), lo que trae como consecuencia que los tejidos de la pulpa y la cáscara tiendan a ablandarse (Nelson, 1988). La degradación de tejidos debido a la degradación de las pectinas y el rompimiento de las paredes celulares trae como consecuencia una difusión de compuestos hacia la pulpa.

Figura 18. Firmeza de la Baya Intacta para Tres Variedades de Uva en Función del Tiempo de Maceración Carbónica



En la Fig. 19 se muestra la evolución de la firmeza debida a la cáscara + la pulpa en cada uno de los cultivares estudiados, en función del tiempo de maceración. En ella se aprecia la misma tendencia general que en la Fig. 18, en este caso, con una firmeza que va de 0.71 N para C. Sauvignon hasta 0.87 N para R. Cabernet, y un decremento importante después de 3 días de maceración, seguido de un comportamiento estable entre 3 y 9 días. Finalmente, se advierte un ligero aumento exclusivamente en Malbec entre los 9 y 12 días de MC (de 0.08 a 0.27 N). Además, el comportamiento de las 3 variedades es muy similar hasta los 9 días de maceración.

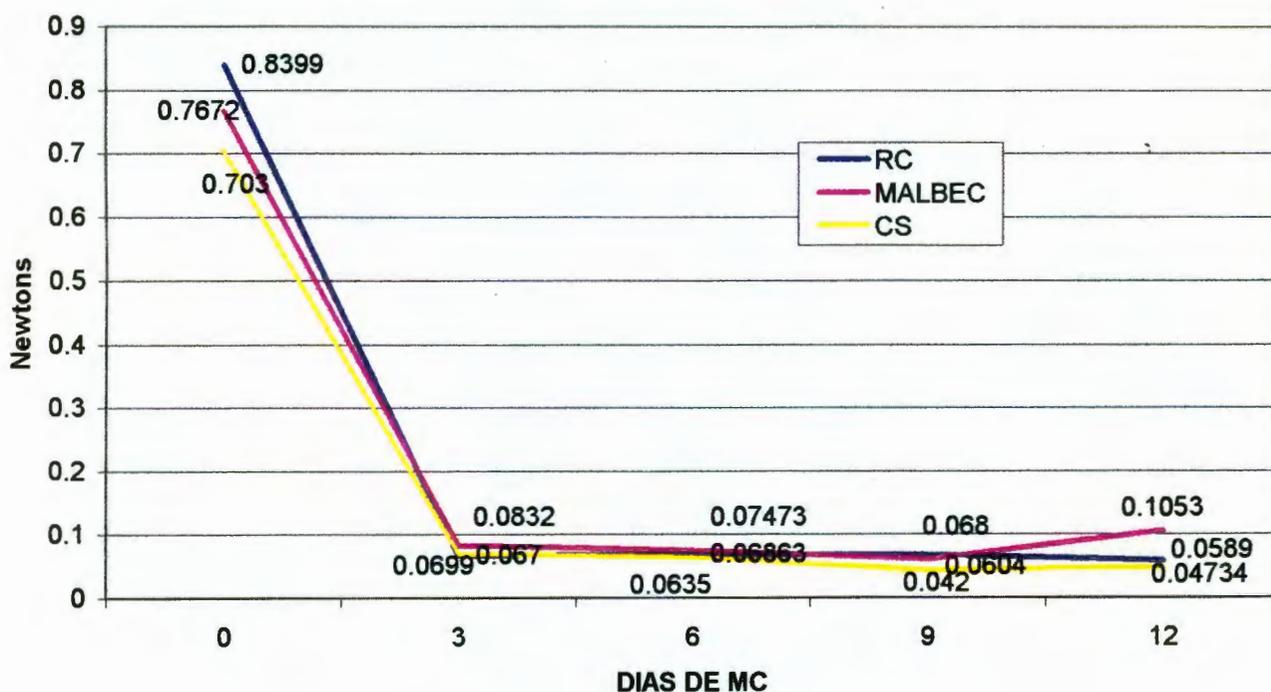
Figura 19. Firmeza Debida a la Cáscara + Pulpa de Bayas de Tres Variedades de Uva en Función del Tiempo de Maceración Carbónica



En la Fig. 20 se muestra la evolución de la firmeza de la pulpa para los tres cultivares en función de tiempo de MC. Se aprecian tendencias similares para C. Sauvignon y R. Cabernet, manteniéndose los mismos valores de firmeza entre los 3 y los 12 días de MC. Por lo que respecta a Malbec, se advierte un ligero incremento de la firmeza de la pulpa a los 12 días de MC, tal como ocurre con la firmeza debida a la cáscara + la pulpa, lo cual nuevamente sugiere que el CO₂ producido por la uva se acumuló en la baya, particularmente a nivel de la pulpa. El que Malbec presente un incremento más marcado de la firmeza de la pulpa que las otras dos variedades puede que tenga que ver con la degradación de las paredes celulares o bien por el gas carbónico. De acuerdo a Flanzy *et al.*, (1987), la presión en la cuba durante los primeros días de MA es negativa, lo cual parece indicar una absorción del gas carbónico existente en la cuba por parte de la baya; sin embargo, a medida que pasa el tiempo, la presión de la cuba es positiva, lo que denota una

producción de CO₂ por la uva durante el metabolismo anaerobio inducido por las condiciones que rodean a la baya en la cuba, lo cual se hace evidente al medir las concentraciones de CO₂ de la atmósfera de la cuba, donde al término de la inyección del mismo se alcanzaba una atmósfera del 87% de CO₂; a los 4 días, se tenía una concentración del 75% y a los 8 días de 98% (ver Anexo). Al finalizar el MA, la presión al interior de la cuba es comparable a la atmosférica.

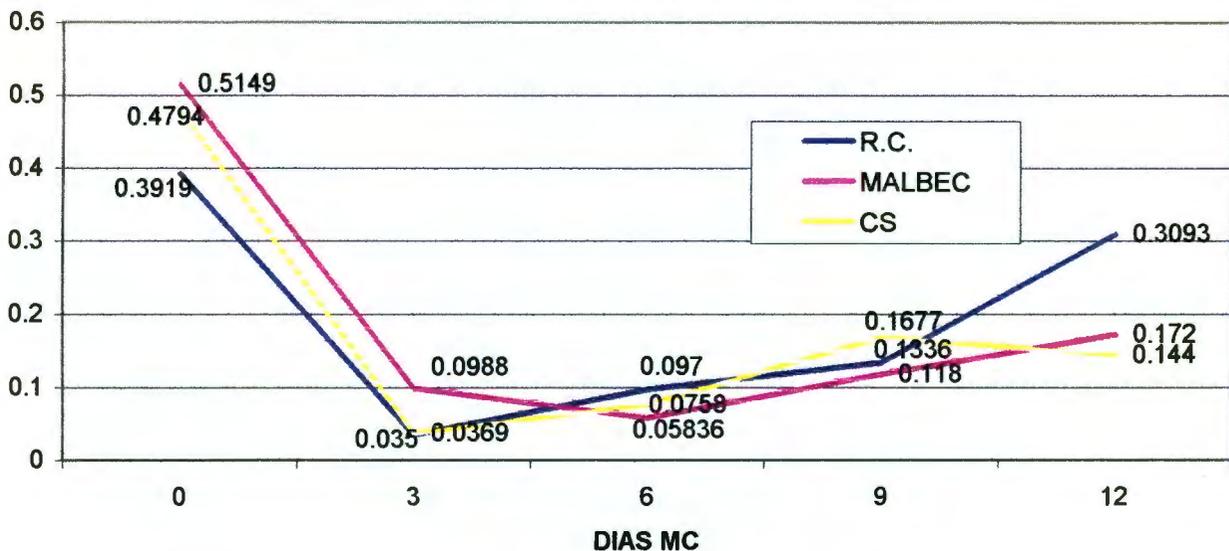
Figura 20. Firmeza de la Pulpa Intacta para Tres Variedades de Uva en Función del Tiempo de Maceración Carbónica



En la Fig. 21 se presenta la evolución de la turgencia de las bayas en función del tiempo de MC de los tres cultivares. En ella se puede observar que la baya, antes de ser sometida a MC presentó, para el caso de R. Cabernet, un valor de turgencia menor de 0.4 N, el cual es inferior al obtenido en las otras dos variedades (0.51 N

para Malbec y 0.48 para C. Sauvignon). Después de 3 días de maceración, se presentan valores sumamente bajos en las 3 variedades, particularmente en R. Cabernet y C. Sauvignon; y, a medida que se incrementa el tiempo de MC, la turgencia también va en aumento en todas las variedades, especialmente en R. Cabernet. Lo anterior indica que la piel y el mesocarpio tienen una influencia menor sobre la firmeza de la baya, que la turgencia, ello sugiere que la degradación que se presenta en las células de la pulpa y la cáscara se compensa con el aumento en la turgencia influenciado por la presión del CO₂ a los 12 días de MC, lo cual es más notorio en R. Cabernet. En cambio, en C. Sauvignon, en las mismas condiciones de MC, el valor de la turgencia disminuye.

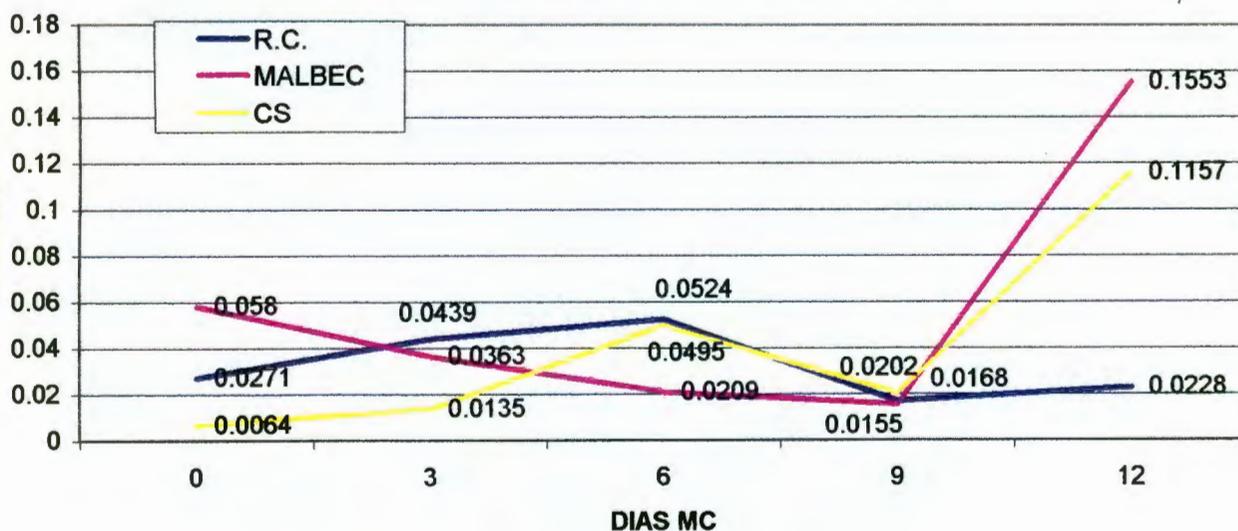
Figura 21 Turgencia de la Baya de Tres Variedades de Uva en Función del Tiempo de Macetación Carbónica



En la Fig. 22 se presenta la evolución de la firmeza de la cáscara de los tres cultivares estudiados en función del tiempo de MC. Se observan a los 0 días de MC, valores pequeños para las tres variedades; sin embargo, en el caso de R. Cabernet, de los 0 a los 6 días de MC, la firmeza de la cáscara va en aumento, lo cual puede

atribuirse a la elasticidad de la uva; sin embargo, después de los 6 días, se presenta un decaimiento notorio, que llega a un mínimo entre los 9 y los 12 días, situación que no ocurre en absoluto con las otras dos variedades, las cuales describen aumentos notables en la resistencia de la cáscara hacia los 12 días de MC. En el caso de C. Sauvignon se aprecia un incremento en la firmeza de la cáscara entre los 0 a los 6 días de MC que se explica la flexibilidad que adquiere la cáscara con el paso del tiempo; entre los 6 y los 9 días de MC, la firmeza disminuye de manera considerable.

Figura 22. Firmeza de la Cáscara de Baya para Tres Variedades de Uva en Función del tiempo de Maceración Carbónica



4.2. Color

4.2.1. Espectrofotometría

El color del vino tinto es muy importante para el consumidor, ya que es una característica de atracción al gusto. Existen dos características cromáticas principales en los vinos, que son las siguientes:

- La Intensidad Colorante, que es la cantidad de color que tiene un vino y en los vinos tintos, es medida por un espectrofotómetro, a 520nm, y 420 nm que es la longitud de onda en la cual se absorben las tonalidades rojas y los cafés respectivamente.
- El Matiz, que es la relación entre la absorción de luz a 520 y a 430nm que nos da un valor numérico que representa la gama de tonalidades en el vino.

4.2.1.1 Análisis de varianza

En la Tabla 7 se aprecian diferencias altamente significativas para la intensidad colorante en función de los dos factores de estudio y las interacciones; y en el caso del matiz, las diferencias son altamente significativas para los efectos principales (0.01) y significativas para la interacción (variedad x tiempo de maceración).

Tabla 7. Valores de "F" y Significancia Estadística para las características cromáticas (Intensidad colorante y ángulo de Matiz) obtenidos por Espectrofotometría.

| FACTOR | I.C. | MATIZ |
|-----------------------------|-----------|----------|
| EFFECTOS PRINCIPALES | | |
| Variedad | 1603.74** | 13.641** |
| Tiempo de maceración | 45.97** | 11.536** |
| INTERACCIONES | | |
| VxT | 54.130** | 2.639* |
| C.V.(%) | 8.34 | 0.0862 |

**Diferencias altamente significativa ($P \leq 0.01$)

*Diferencias significativas ($P \leq 0.05$)

n.s. No Significancia.

I.C. Intensidad colorante; $D_{420} + D_{520}$

Matiz D_{520} / D_{420}

4.2.1.2. Pruebas de medias

a) Variedades

Como puede observarse en la Tabla 8, se presentan diferencias significativas en los valores de la intensidad colorante (densidad óptica de las longitudes de onda de 420 + 520 nm) de las distintas variedades estudiadas. R. Cabernet sobresale con un valor de 0.65, que corresponde a una densidad óptica relativamente alta, si la comparamos con la de las otras variedades (0.21 para C. Sauvignon y 0.20 para Malbec). C. Sauvignon es una uva que produce una tonalidad roja brillante y atractiva en el vino (Tiscareño, 1990). Malbec, por su parte, también goza de esa cualidad (Galet, 1985). R. Cabernet, híbrido de C. Sauvignon y Carignan, debió haber heredado la cualidad de estas que consiste en producir vinos bien coloreados (Galet, 1988). Además, hay que considerar que el color de la uva se ve influenciado por factores climáticos (Winkler, 1990). De hecho, la uva R. Cabernet utilizada en este estudio, proviene de un viñedo ubicado en San Luis de la Paz, Gto. (Temperatura media anual (T.M.A.) = 15.8°C), mientras que las otras dos variedades (C. Sauvignon y Malbec) proceden de Ezequiel Montes Qro. (T.M.A. = 16.1°C). De acuerdo a Champagnol (1984), las bajas temperaturas (13-16°C) favorecen la síntesis de antocianos.

Tabla 8. Prueba de Medias para la Intensidad de Colorante y la Tonalidad o Angulo de Matiz en Función de la Variedad de Uva.

| Variedad | IC | MATIZ |
|--------------------|-----------|--------------|
| Ruby Cabernet | 0.65 c | 39.18 a |
| Malbec | 0.20 a | 42.90 b |
| Cabernet Sauvignon | 0.21 a | 40.61 a b |
| PROMEDIO | 0.35 | 40.9 |

Letras diferentes denotan diferencias estadísticas, Student ($P \leq 0.05$)

Matiz: Angulo de matiz Tan (D.O.420nm / D.O.520nm)

IC: Intensidad de color(D.O.420nm + D.O.520nm)

Las diferencias de color obtenidas entre las distintas variedades estudiadas coinciden con los reportes de diversos autores (Nelson, 1990; Tiscareño, 1990; Amerine *et al.*, 1983; Champagnol, 1984; Vougt, 1972). Flanzky *et al.* (1987) reportan que, en condiciones iguales, en vinos elaborados con cepas como Carignan y Mourvèdre dan una densidad óptica de 0.492 y 0.647 respectivamente. De hecho, estudios relacionados con los pigmentos de un gran número de variedades usando técnicas cromatográficas, revelan que hay arreglos o patrones de colores distintivos entre las variedades de *V. vinifera* (Abbach *et al.*, 1959; Rankin *et al.*, 1958).

El tinte del jugo de la uva o del vino está influido igualmente por la madurez, la acidez, el pH y la presencia de taninos y hierro. Así, los taninos acentúan los tintes azules y, por su parte, la presencia de pequeñas cantidades de hierro dan un tinte violeta (Winkler, 1990). La diferencia de características analíticas, entre ellas el color, puede dar la apelación de origen.

Por lo que se refiere al matiz (M), los valores obtenidos para las tres variedades son muy similares. R. Cabernet obtiene un valor más bajo (39.18) que las otras dos variedades (42.9 para Malbec y 40.61 para C. Sauvignon). En estas últimas, los tonos rojos son más marcados e inclinados a tonos ladrillo, pero aún así, se encuentran en el grupo de los vinos rojos.

b) Tiempo de Maceración Carbónica

Los resultados obtenidos de la intensidad colorante en función del tiempo de maceración carbónica (Tabla 9) indican que a medida que se incrementa dicho tiempo, la intensidad colorante es mayor, ya que, de 3 a 6 días de MC, aumenta 0.01; de 6 a 9 días de MC, aumenta 0.07, y; de 9 a 12 días, aumenta 0.07, encontrándose una diferencia importante a los 12 días de MC, en comparación con los demás tratamientos, ya que la I.C. es mayor a los 12 días de MC (0.42) y comparable con la de un VT (0.42), aunque el valor numérico que marca la diferencia no sea muy grande si causa diferencia significativa entre tratamientos. Numerosos autores han encontrado diferencias en la intensidad colorante de los vinos tintos en

función del tiempo de maceración carbónica (Flanzy *et al.*, 1987; Bourzeix *et al.*, 1986; Carroll, 1986; Begerent *et al.*, 1971, Sudraud 1959).

Tabla 9. Prueba de Medias para la Intensidad Colorante y el Angulo de Matiz (tonalidad) en Función del Tiempo de Maceración Carbónica.

| Tiempo (días) | IC | MATIZ |
|---------------|--------|-------------------|
| 0 | 0.43 c | 35.99 a (89) |
| 3 | 0.27 a | 44.64 c (63) |
| 6 | 0.28 a | 41.60 b c (86.42) |
| 9 | 0.35 b | 44.59 c (63.44) |
| 12 | 0.42 c | 37.65 b (52.41) |
| PROMEDIO | 0.35 | 49.89 (70.85) |

ICIntensidad de color $D.O_{.420nm} + D.O_{.520nm}$

Matiz = $\tan D.O_{.420nm} / D.O_{.520nm}$; (Matiz según la edad :tan 520nm-420nm)

Letras idiferentes denotan diferencias estadísticas, Student ($P \leq 0.05$)

Ahora bien, si comparamos la intensidad colorante de los vinos producidos por maceración carbónica con la de los vinos producidos por el método tradicional (los cuales se mantuvieron en contacto el jugo y la cáscara de la uva durante 5 días para la extracción de color) se observa que el primero (VT) presenta una intensidad colorante mayor a la de los vinos macerados durante 6 días, (0.43 y 0.28, respectivamente) lo cual sugiere que se obtendrían vinos de maceración carbónica con una intensidad similar a los de vinificación tradicional con un tiempo de anaerobiosis ligeramente superior a los 12 días ya que a éste tiempo la IC es de 0.42 mientras que en el VT la IC es de 0.43.

Por otro lado, si comparamos los resultados de la Tabla 9 con los que reportan Flanzy *et al.* (1987) y dónde se observa una intensidad colorante correspondiente a 0.259, con un tratamiento de 5 días de MC a 35°C, en uva Grenache Noir, podemos constatar que la intensidad colorante obtenida con 6 días de MC en el presente estudio resulta muy similar (0.28).

En lo que respecta al matiz, el valor obtenido en los vinos producidos por el método tradicional de vinificación (35.99) resulta inferior a los correspondientes a MC

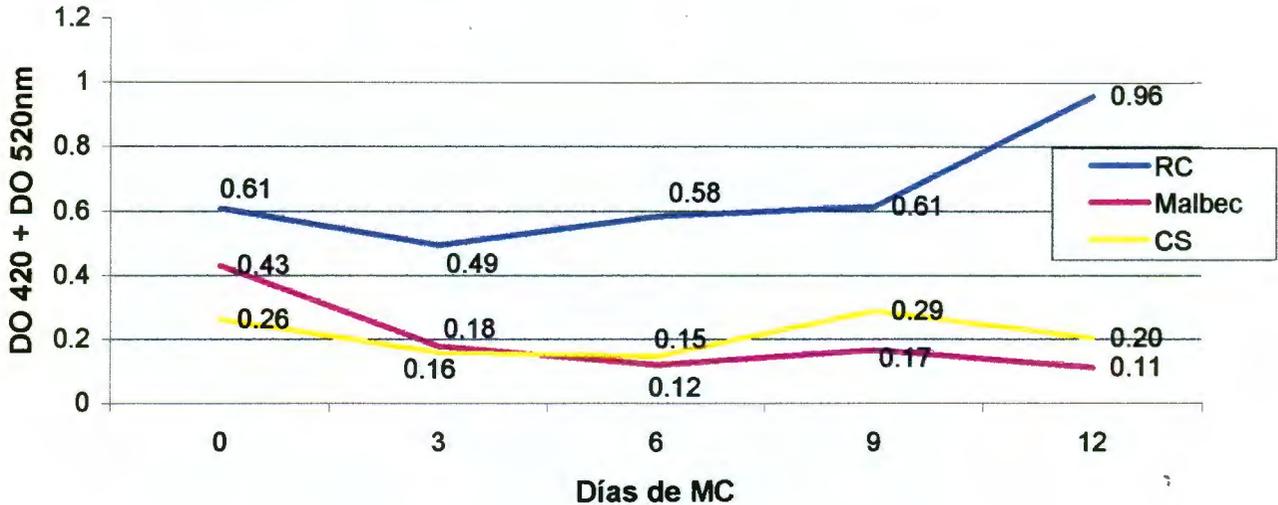
(44.64 para 3 días de MC, 41.6 para 6 días de MC, 44.59 para 9 días de MC, 37.65 para 12 días de MC), cabe recordar que entre menor resulte el valor del matiz, mayores son las tonalidades rojas que presenta el vino (Sudraud, 1959). Por lo tanto, el mejor matiz se obtiene en los vinos sometidos a 12 días de MC; sin embargo, un color rojo agradable al ojo del consumidor es aquel que tiende a los tonos ladrillo que le confieren en combinación con el rojo, un tono rojo oscuro. Ahora bien, no cabe duda que a medida que se incrementa el tiempo de MC los tonos del vino tienden al ladrillo, pero son más estables, entonces, un vino agradable a la vista sería el de 6 días de MC (41.6), ya que esta más cerca de los tonos púrpuras. En la clasificación del matiz del vino de acuerdo con su edad (Sudraud, 1959 citado por Ribereau-Gayon *et al.*, 1971), los vinos de 3, 9 y 12 días de MC corresponden a rojo púrpura (de 52° a 80°), que corresponde a un vino joven, mientras que el testigo sale de esta clasificación.

Resulta entonces evidente, de acuerdo a la Tabla 9, que el tiempo de maceración va a tener una influencia directa sobre el color en sus dos principales componentes, a saber, la intensidad colorante y el matiz. En efecto, uno de los propósitos de un tratamiento de MC es la extracción de color, se sabe que el dejar en contacto la uva con la cáscara, en el caso de una vinificación tradicional (maceración) da al jugo o mosto el color, y que el tiempo que se deja en contacto uno con otro está en función del color que se quiere dar al producto. De manera análoga, en MC, al mantenerse la uva intacta y estimularse el metabolismo anaerobio, hay extracción de color, de manera que a medida que pasa el tiempo, la extracción de color se ve favorecida (Flanzy, 1980b).

c) Interacciones

En la Fig. 23 se presenta la evolución de la intensidad colorante de los vinos obtenidos con tres variedades en función del tiempo de maceración.

Figura 23. Intensidad de Color de Vinos Tientos de Tres Variedades de Uva en Función del Tiempo de Maceración Carbónica

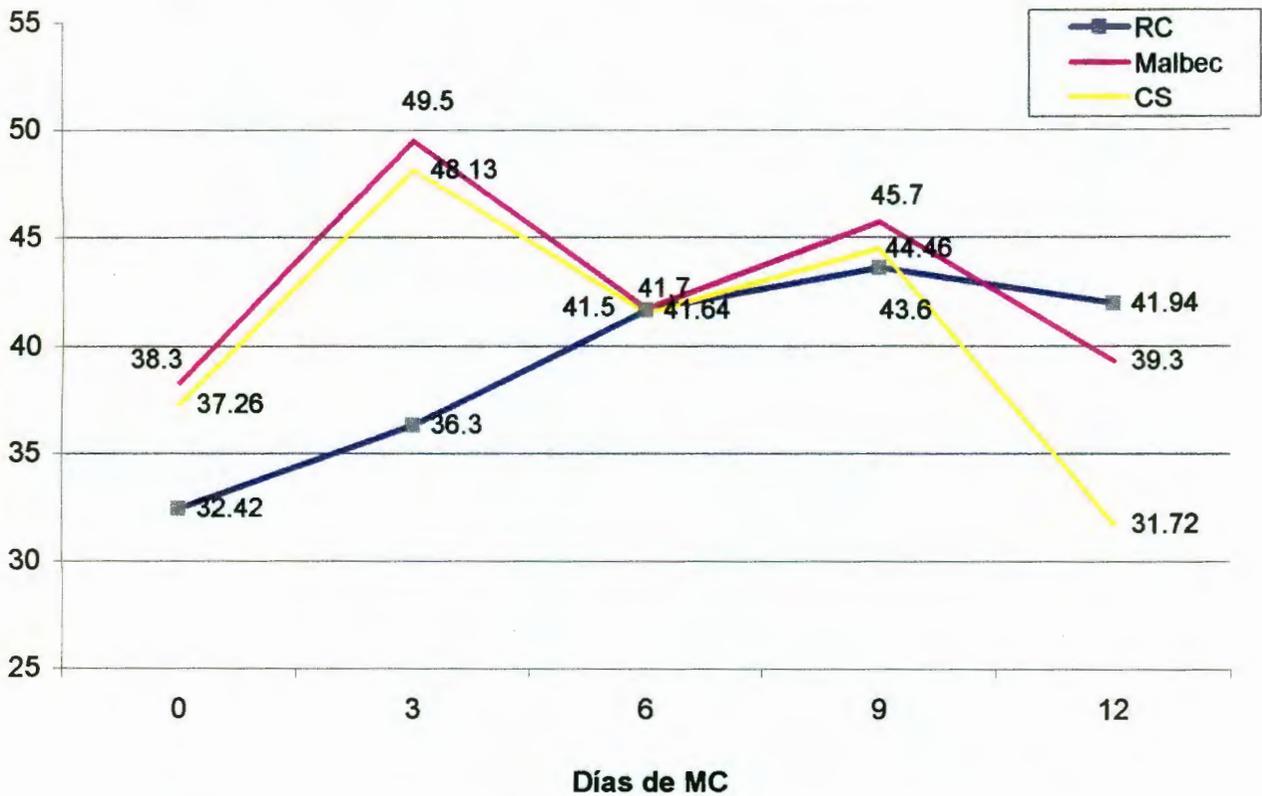


En ella se aprecia que los vinos de R. Cabernet presentan una mayor intensidad colorante que los de las demás variedades estudiadas, tanto en vinificación tradicional (0.61 vs 0.43 y 0.26 de Ruby Cabernet, Malbec y C. Sauvignon, respectivamente), como en maceración carbónica; (0.49 vs 0.18 y 0.16 en 3 días de MC de Ruby Cabernet, Malbec y C. Sauvignon, respectivamente; 0.58 vs 0.15 y 0.12 en 6 días de MC de Ruby Cabernet, Malbec y C. Sauvignon, respectivamente; 0.61 vs 0.29 y 0.17 en 9 días de MC de Ruby Cabernet, Malbec y C. Sauvignon, respectivamente y 0.96 vs 0.20 y 0.11 en 12 días de MC de Ruby Cabernet, Malbec y C. Sauvignon, respectivamente). Además, es interesante subrayar que en Ruby Cabernet, conforme se incrementa el tiempo de maceración, se incrementa igualmente el color, llegándose a los 12 días a un valor de 0.96, que resulta superior al del testigo VT (0.61) para la misma variedad. Es igualmente importante hacer notar que a los 9 días de MC, la intensidad de color en R. Cabernet es la misma que la obtenida por el testigo (0 días de MC = 0.61), siendo el tratamiento de 12 días de MC el único que supera en color al vino elaborado por VT. En la misma Fig. 23, podemos observar que en Malbec y

C. Sauvignon, ningún vino obtenido por MC supera en color al correspondiente obtenido por VT (0 días de MC). Las tendencias de estos dos cultivares son muy similares, siendo su intensidad colorante prácticamente igual entre los 3 y los 6 días de maceración. Por otro lado, a diferencia con Malbec y C. Sauvignon de lo que ocurre con R. Cabernet, la intensidad colorante se mantiene más o menos estable conforme se incrementa el tiempo de maceración, y se nota una cierta tendencia a la disminución cuando se macera durante 12 días. Esto último podría parecer extraño; sin embargo, sabemos que en la vinificación en tinto tradicional, la intensidad colorante se incrementa hasta un cierto número de días de maceración, a partir de los cuales ésta tiende a disminuir (Navarre, 1998). Este fenómeno se aprecia igualmente en vinos de MC, tal como lo demuestran estudios realizados por Flanzky *et al.* (1987) en Carignan Noir, donde al compararse distintos tiempos de MC, se obtiene, 48 h de MC, una intensidad colorante de 0.194, mientras que, con 72h de MC, la intensidad colorante fue de 0.175.

Por lo que se refiere al matiz, en la Fig. 24 podemos observar un comportamiento inconsistente de los tratamientos; así, en VT, los valores son muy similares para Malbec y C. Sauvignon, los cuales a su vez son ligeramente superiores a R. Cabernet. En esta última, los valores de matiz se incrementan conforme transcurre el tiempo de maceración, aunque entre 9 y 12 días, éstos disminuyen ligeramente. Esto puede deberse a que el matiz encierra toda la gama de tonalidades posibles y la relación entre los rojos y los café es muy amplia, y además aquí hay que tomar en cuenta que los antocianos y la flavonas que componen el colorido del vino, están interactuando, entre si y dependen su estabilidad depende de la luz, pH y acidez total. En cambio, para las dos primeras, las tendencias son muy similares. En efecto, en ambas se aprecia un incremento en los valores de matiz con 3 días de maceración y una disminución a los 6 días. Al igual que en el caso de R. Cabernet, se advierte una disminución a los 12 días de maceración, la cual es mucho mayor en el caso de C. Sauvignon. Resulta interesante señalar que a los 6 días de MC, los tres cultivares presentan prácticamente los mismos valores (41.64 para R. Cabernet, 41.7 para Malbec y 41.5 para C. Sauvignon).

Figura 24. Matiz en Vino Tinto de Tres Variedades de Uva en Función del Tiempo de Maceración Carbónica



El matiz obtenido por R. Cabernet con 12 días de MC (31.7) puede interpretarse como una mayor cantidad de tonos rojos que los que se presenta en vinificación tradicional (37.26). En el caso de Malbec, los valores de matiz obtenidos a los 0 días y a los 12 días son muy similares (38.3 y 39.3, respectivamente). En C. Sauvignon, los ángulos de matiz obtenidos tienden más hacia los tonos cafés.

4.2.2 Colorimetría (Hunter Lab)

El colorímetro Hunter Lab, es un aparato de medición analítica diseñado para evaluar las tonalidades coloridas de cuerpos sólidos. Está basado en la medición de las coordenadas cromáticas: "L" representa la luminosidad (0 = Negro y 100 = Blanco); "a", que se encuentra en lo que en un plano cartesiano sería "x" y que va

desde un tono rojo puro (+) hasta el verde puro (-); y, "b", que en el plano cartesiano equivaldría a "y", y que va desde un amarillo puro (+) hasta llegar al azul (-). El fin de evaluar estas variables en un sistema líquido, fue el de explorar la posibilidad de correlacionar estas mediciones con las obtenidas con el espectrofotómetro, tal como se ha hecho en investigaciones realizadas en zanahoria (Alvarado, 1997).

La evaluación de las coordenadas cromáticas se realizó en vino terminado.

4.2.2.1. Análisis de varianza

En la Tabla 10 se consignan los resultados de los análisis de varianza para las variables relacionadas con el color de los vinos, a partir del sistema Hunter Lab. En ella se aprecian diferencias altamente significativas ($P \leq 0.01$) para "L, b" y ángulo

Tabla 10. Valores de "F" y Significancia Estadística del Color de los Vinos, obtenidas en un Colorímetro Hunter Lab.

| FACTOR | L | a | b | AM | IS |
|-----------------------------|------------|------------|----------|-----------|-----------|
| EFFECTOS PRINCIPALES | | | | | |
| A) Variedad | 7.118 ** | 1.149 n.s. | 5.550 ** | 8.003 ** | 0.21 n.s. |
| B) Tiempo de maceración | 7.808 ** | 14.608 ** | 4.580 ** | 4.634 ** | 0.00 ** |
| INTERACCIONES | | | | | |
| A x B | 1.431 n.s. | 2.163 n.s. | 2.449 * | 2.13 n.s. | 0.10 n.s. |
| C.V. (%) | 19.45 | 24.84 | 28.9 | 50.47 | 25.29 |

** Diferencias altamente significativa ($P \leq 0.01$)

* Diferencias significativas ($P \leq 0.05$)

n.s. No significancia.

AM Ángulo de matiz:

IS Índicesaturación:

de matiz (AM) en función de la variedad y para las cinco variables en función del tiempo de maceración. Asimismo, se aprecian diferencias significativas ($P \leq 0.05$) en la interacción (*variedad x tiempo de maceración*).

4.2.2.2. Pruebas de medias

a) Variedades

Por lo que se refiere al valor de "L" (luminosidad), como se observa en la Tabla 11, los vinos de Malbec y C. Sauvignon presentan valores similares (12.6 y 12.2, respectivamente); siendo, éstos estadísticamente superiores a los de R. Cabernet ("L" = 9.73), lo cual puede interpretarse como una tonalidad más oscura obtenida en este último, ya que "L" define los tonos claros y oscuros, yendo de 0 para el blanco, hasta 100 para el negro. Este resultado coincide sensiblemente con el de la intensidad colorante (Tabla 4.5), en el cual Ruby Cabernet obtiene los mayores valores y es estadísticamente superior a las otras dos variedades.

Tabla 11. Comparación de Medias por Variedades de las Características Colorimétricas dadas por un Colorímetro Hunter Lab

| VARIEDAD | L | a | b | AM | IS |
|--------------------|--------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| Ruby Cabernet | 9.73 a | 6.57 a | -0.38 a | -6.12 a | 6.59 a |
| Malbec | 12.55 b | 6.83 a | 0.95 b | 6.77 b | 6.90 a |
| Cabernet Sauvignon | 12.21 b | 5.97 a | 0.61 a b | 5.04 b | 6.00 a |
| PROMEDIO | 11.49 | 6.45 | 0.39 | 1.89 | 6.65 |

Letras diferentes denotan diferencias estadísticas, Student ($P \leq 0.05$)

AM Ángulo de matiz:

S Índice de saturación:

Por lo que respecta a la variable de color "a", la cual define los tonos verdes (-) y rojos (+), tal como ya se había señalado en el análisis de varianza y en contra de lo esperado, no se observan diferencias significativas entre los tratamientos. Sería en efecto de suponerse que si se trata de un vino tinto, fuera "a" la variable que mejor definiera las diferencias en esta tonalidad, sin embargo, otros estudios realizados en uva de mesa (Yahuaca, 1999; Venegas, 1999) han demostrado que "a" no da una medida exacta del tono obtenido en la uva, siendo más importantes "L" y "b", dado que los antocianos, pigmentos que dan la coloración a la uva y al vino, tienden a presentar coloraciones púrpuras.

Los resultados de la columna 3 (Tabla 11), referentes a la variable "b" que encierra los tonos que van desde el azul (-) al amarillo (+), muestran diferencias significativas (0.95) entre Malbec y R. Cabernet (-0.38); aunque ambas variedades son estadísticamente iguales a C. Sauvignon (0.61). Lo anterior indica que R. Cabernet presenta una tendencia clara hacia las tonalidades azul-violáceas, al ser la única que presenta un valor negativo de "b". Se sabe que los principales compuestos presentes en las uvas negras son el malvidol y el paenidol (Champagnol, 1984), por lo cual resulta razonable suponer que éstos deben estar presentes en mayor proporción en R. Cabernet que en las otras dos variedades, al menos en nuestras condiciones experimentales.

Como se mencionó anteriormente, el color del vino está influenciado por la temperatura en la que éste se conserva, la luz que recibe la botella, la acidez y la variedad de uva que se utilizó para su elaboración. Incluso, en California, se han propuesto sistemas de clasificación por regiones y tendencias en el color que presenta un vino de cada variedad, en ellos se distingue una clara tendencia a la disminución de color a medida que aumenta la acumulación de calor, que a su vez tiene un efecto en la acidez en la misma dirección (Winkler *et al.*, 1938). También se sabe que la temperatura a la que se encuentra expuesto un viñedo tiene una influencia distintiva sobre el desarrollo del color. En regiones muy calurosas, la síntesis de pigmentos de muchas variedades rojas y negras se ve inhibida. Ello permite explicar el por qué R. Cabernet, cultivada en una región relativamente fría, produce un vino con una coloración más intensa.

En lo que concierne al ángulo de matiz, se advierten diferencias estadísticas de R. Cabernet con respecto a C. Sauvignon y Malbec. Éstas deben ser tomadas con algunas reservas, ya que el valor para este parámetro en R. Cabernet es negativo, lo cual es lógico si se considera que éste se obtiene en base a la relación b/a , y R. Cabernet presenta valores negativos de "b". Si comparamos estos valores con los obtenidos en la Tabla 8, podemos afirmar que en ninguno de los dos casos se presentan diferencias entre Malbec y C. Sauvignon, aunque ambas difieren de R. Cabernet.

Un ángulo de matiz menor en el caso del método Hunter Lab, debe interpretarse como una predominancia de los tonos rojos sobre los amarillos, y viceversa. Si los valores son negativos y el ángulo es pequeño, significa, en materiales con tonalidades rojizas, que hay un predominio del rojo sobre el azul (en lugar del amarillo) cosa que efectivamente sucede con los vinos de R. Cabernet.

En el caso del análisis espectrofotométrico, si el ángulo de matiz es menor, significa que la absorbancia a 420 nm es mayor en relación a 520 nm, lo que significa una predominancia del amarillo con relación al rojo. En realidad, los resultados obtenidos en el presente trabajo indican pocas diferencias en el matiz de los vinos producidos, lo cual es lógico si partimos de que se trata, en todos los casos, de vinos jóvenes.

El rango que marcan las tonalidades dentro del rojo-tinto- púrpura (aunque con varias combinaciones de colores primarios) se encuentra aproximadamente entre un AM de -10 a 10 (Esquema cromático Hunter Lab), lo cual es congruente con los resultados obtenidos en los análisis espectrofotométricos, en los que la mayoría de los ángulos corresponden a vinos rojos púrpura (de 52 a 80°). Además, en el análisis espectrofotométrico, R. Cabernet difiere de C. Sauvignon y Malbec, tal como sucede en el análisis del matiz por medio del Hunter Lab.

Finalmente, no se aprecian diferencias significativas en el índice de saturación de los vinos de las tres variedades, lo cual sugeriría que la variedad no tiene influencia en la intensidad de color, lo que no sucede cuando se analizaron las características de color (IC y matiz) en vino terminado por el método espectrofotométrico (Tabla 8) en el cual, R. Cabernet obtiene una intensidad de color muy elevada (0.65). En cambio, el IS (Tabla 11) no revela la superioridad en color de esta variedad. Entonces, el IS medido por medio del sistema Hunter Lab no parece guardar una relación con las mediciones realizadas por espectrofotometría, lo cual indicaría que no es éste el mejor parámetro para describir el color de un vino.

b) Tiempos de maceración carbónica

En la Tabla 12 se consignan los resultados de las variables de color obtenidas por el método Hunter Lab en función del tiempo de maceración carbónica. En lo que respecta a "L", el valor obtenido para 3 días de maceración disminuye en relación al testigo, lo cual parece extraño, ya que se esperaría que en un tiempo corto de maceración se extraería una cantidad muy limitada de antocianos, dándonos una coloración más tenue y, por lo tanto, un valor mayor de "L" (tonos más claros), lo cual únicamente se aprecia entre 6 y 9 días, pero no se repite a los 12 días. Lo anterior nos hace pensar que "L" no sería una variable que nos dé la información más precisa sobre la intensidad del color tinto en el vino.

Tabla 12. Comparación de Medias del Tiempo de Maceración Carbónica de las Variables Colorimétricas obtenidas en un Colorímetro Hunter Lab

| Tiempo (días) | L | a | b | AM | IS |
|---------------|-----------|--------|----------|----------|----------|
| 0 | 13.19 c | 7.15 b | 1.316 b | 10.42 b | 7.27 b c |
| 3 | 8.55 a | 3.87 a | 0.08 a b | 1.28 a b | 3.87 a |
| 6 | 12.77 b c | 7.29 b | 0.60 a b | 4.71 a b | 7.32 b c |
| 9 | 10.04 a b | 4.95 a | -0.83 a | -9.53 a | 5.02 a b |
| 12 | 12.94 a b | 9.02 b | 0.79 b | 5.05 b | 9.06 c |
| PROMEDIO | 11.5 | 6.46 | 0.39 | 2.39 | 6.5 |

Letras idiferentes denotan diferencias estadísticas, Student ($P \leq 0.05$)

AM Ángulo de matiz:

IS Índice de saturación:

En lo que respecta a "a", aunque se observan diferencias entre los tratamientos, éstas son inconsistentes, ya que, en efecto, con un tiempo corto de maceración se obtiene valores pequeños de "a", conforme a lo esperado (menor cantidad de rojo); "a" tiende a aumentar con 6 días de maceración, pero disminuye con 9 y aumenta nuevamente con 12 días, habiendo una similitud importante entre los valores obtenidos por el método tradicional y 6 días de maceración, lo cual curiosamente parece coincidir con los resultados obtenidos por el método

espectrofotométrico y que debe tomarse con reservas, vistas las inconsistencias obtenidas por "a" cuando se analizó en función de las variedades.

En cuanto a "b", los resultados que aparecen en la tercera columna resultan igualmente inconsistentes, ya que, en primer lugar, no se ve una relación lógica entre el método tradicional y los tratamientos de maceración, siendo los valores más elevados para el primer caso, lo cual representaría, en principio, vinos de tonos más pálidos, que en la práctica y si lo comparamos con los resultados obtenidos por el método espectrofotométrico, no concuerdan. En segundo lugar, los valores obtenidos entre 3 y 12 días de maceración tampoco marcan una tendencia clara, ya que se esperaría que éstos disminuyeran conforme el tiempo de maceración se incrementa, lo cual solamente sucede entre 6 y 9 días de maceración. A pesar de estas inconsistencias, es digno de mencionar que el valor de "b" para 12 días de maceración es superior al que se obtiene con 9 días, lo cual significaría una tonalidad más pálida, hecho que coincide curiosamente con los resultados obtenidos por el método espectrofotométrico (ver Tabla 9).

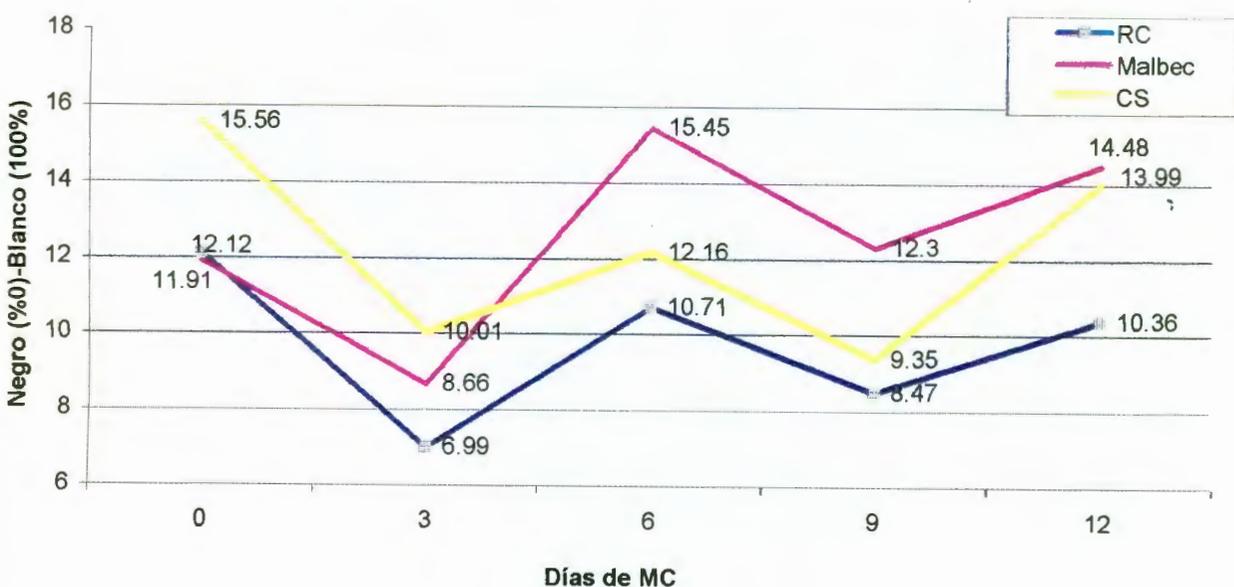
Finalmente, se puede observar una influencia del tiempo de MC en el ángulo de matiz. Con 3 días de MC el AM es positivo y pequeño lo cual significa tonalidades más rojas que amarillas, hecho que coincide sensiblemente con el método espectrofotométrico (ver Tabla 9), ya que en éste se obtiene un ángulo de 35.99 que corresponde a un valor mayor para la lectura de 520 nm (absorción de antocianos: color rojo). Con 9 días de MC se observa un valor negativo ("b" negativo), lo que significa que existen tonalidades azules muy marcadas. Por lo que se refiere a la VT (0 días de MC), 6 y 12 días de MC, se observa un AM con una tendencia más cercana a los tonos rojos, aunque ya tendientes al café, según la coordenada que presentan, sin embargo, esto también coincide con el método espectrofotométrico, en el que el ángulo que se presenta tiende al café (ver Tabla 9).

c) Interacciones

En la Fig. 25 observamos la evolución de los valores de "L" (luminosidad) en función del tiempo de maceración carbónica, donde se advierten en general las mismas

tendencias para los vinos elaborados con los tres cultivares. En efecto, en el caso de C. Sauvignon, el valor de "L" para el testigo (15.56) es superior que el de los demás tratamientos, lo cual en principio indica una coloración menos intensa (mayor luminosidad). Si analizamos la evolución de esta variedad en función del tiempo de maceración, nos percatamos que el valor que más se acerca, se obtiene con 12 días de maceración, lo cual en principio no parece lógico.

Figura 25. Valores de "L" en Vino Tinto de Tres Variedades de Uva en Función del Tiempo de Maceración Carbónica

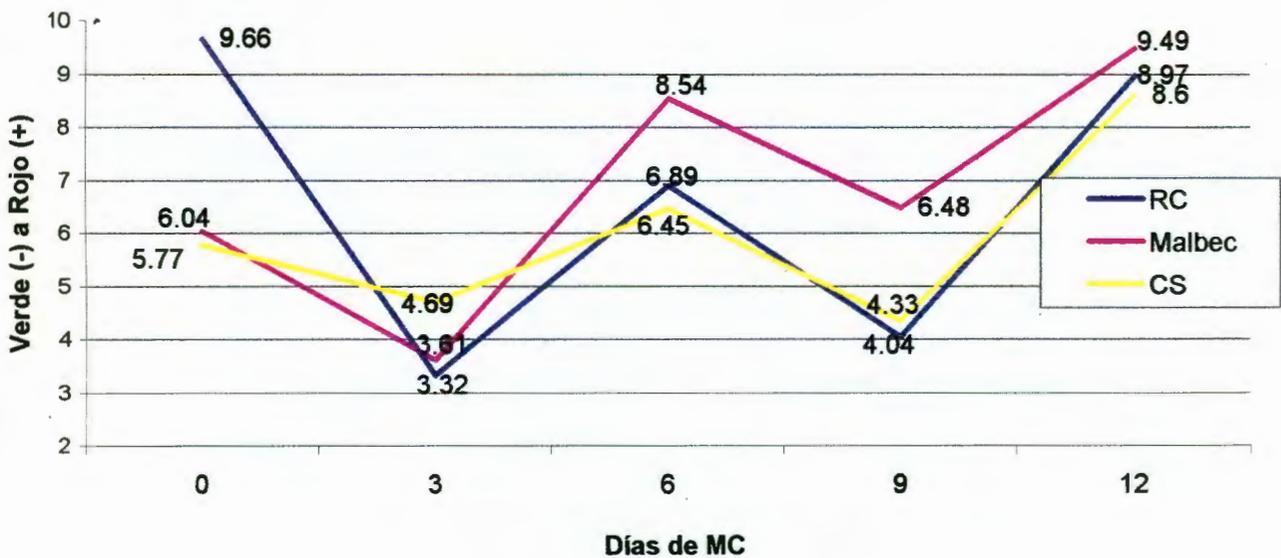


Por otro lado, en el cultivar Malbec se aprecia que la mayor luminosidad se alcanzó con 6 días de MC (15.45), y en general, R. Cabernet presenta la menor luminosidad (tonalidades más oscuras), no existiendo ningún tratamiento de MC que supere al testigo, en el caso de R. Cabernet.

En la Fig. 26 se presenta la evolución de "a" en función del tiempo de maceración, para los vinos de cada una de las variedades. En ella podemos observar una tendencia muy similar a la obtenida para "L". En el caso de R. Cabernet, el valor que más se acerca al testigo (9.66) es el de 12 días de MC (8.97). Malbec, por el

contrario, obtiene un valor relativamente bajo para el testigo (6.04), aunque éste aumenta sensiblemente a los 12 días de MC (9.49); la misma situación se presenta en C. Sauvignon (5.77 para el testigo y 8.6 para 12 días de MC) Lo cual significa que el testigo para R. Cabernet presenta los rojos más definidos en comparación con las variedades y sus tratamientos.

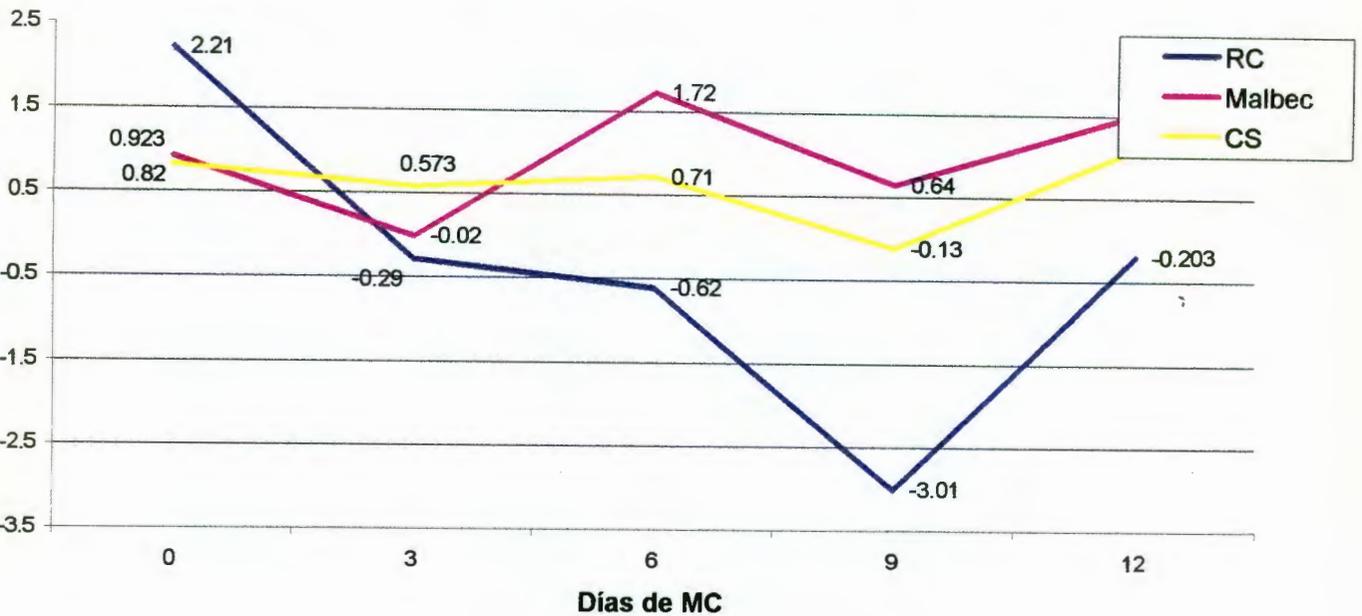
Figura 26 Valores de "a" para Vinos Tintos de Tres Variedades en Función del Tiempo de Maceración Carbónica



En la evolución de "b" (Fig. 27) podemos observar que los valores obtenidos para los vinos de R. Cabernet y C. Sauvignon disminuyen con 3 días de maceración, lo cual parece extraño, ya que con ese tiempo en anaerobiosis se esperaría obtener vinos con coloraciones más bien pálidas. Sin embargo, a partir de los 6 días de maceración los valores continuaron disminuyendo hasta los 9 días. Los valores obtenidos para R. Cabernet con 9 días de MC (-3.01) corresponden a tonalidades azules. Nuevamente, como en el caso de los análisis espectrofotométricos, se

advierte una disminución de la intensidad colorante (incremento de "b"), entre los 9 y los 12 días de maceración, lo cual parecería coincidir con lo expuesto por Navarre (1998) para el caso de vinificación tradicional, quien señala que un tiempo largo de maceración va acompañado en una disminución de la intensidad del color de un vino tinto.

Figura 27 Valores "b" para Vinos Tintos de Tres Variedades de Uva en Función del Tiempo de Maceración Carbónica



En la Fig. 27 se aprecian menores valores de "b" para R. Cabernet a 3 días de maceración (mayores tonalidades azules, y por lo tanto, mayor intensidad del color rojo púrpura), lo cual coincide con la Fig. 23, en la cual, a lo largo de los tiempos de maceración, se aprecia una mayor intensidad colorante para R. Cabernet. Sin embargo, nos parece que el método espectrofotométrico resulta más preciso, porque define con mayor claridad los cambios de la intensidad colorante entre variedades y entre tiempos de maceración. El uso del método Hunter Lab se ha empleado poco para describir tonalidades en un líquido (Alvarado, 1997). De acuerdo a los resultados de nuestro estudio, la coordenada que mejor define la intensidad

colorante es "b", ya que en las demás variables se presentan muchas inconsistencias.

El incremento de la intensidad de color en función del tiempo de MC, se debe principalmente a la difusión de antocianos de la cáscara a la pulpa (Brémond, 1957), lo cual también ocurre en una VT, en que el orujo se mantiene en contacto con el jugo para difundir el color durante la fermentación, lo cual también influye en la disolución de los polifenoles (Antoniani, 1946) que dan la coloración al vino ya sea por antocianos o por flavonoides (Chancrin *et al.*, 1957).

4.3. Acidez total y pH

Las características físicas y químicas del vino tanto de MC como de VT se analizaron en vino terminado.

4.3.1. Análisis de varianza

La Tabla 13 contiene los valores de "F" extraídos del análisis de varianza para las variables: acidez total y pH en función de los factores de estudio y las interacciones, así como la significancia estadística correspondiente a dichos valores. Se observan diferencias altamente significativas ($p \leq 0.01$) para las **dos** variables en función de la variedad y del tiempo de vinificación. Sin embargo, la única interacción significativa entre los dos factores de estudio es la que se refiere a la acidez total (AT).

Tabla 13. Valores de "F" y Significancia Estadística del Análisis de Varianza para algunas Características Físicoquímicas del Vino

| FACTOR | Acidez Total (g/L Ac. Tartárico) | pH |
|-----------------------------|-------------------------------------|-----------|
| EFFECTOS PRINCIPALES | | |
| A) Variedad | 7.064 ** | 12.135 ** |
| B) Tiempo de maceración | 31.158 ** | 29.319 ** |
| INTERACCIONES | | |
| A x B | 4.516 ** | 2.087 n.s |
| C.V. (%) | 10.71 | 5.6507 |

** Diferencias altamente significativas ($P \leq 0.01$)

* Diferencias significativas ($P \leq 0.05$)

n.s. No significancia.

4.3.2. Pruebas de medias

a) Variedades

En la Tabla 14 se presenta la comparación de medias para las variables alcohol, acidez total y pH en función de las variedades.

Tabla 14. Comparación de Medias para acidez total y pH de un Vino Terminado en Función de la Variedad.

| VARIEDAD | Acidez Total (g/L Ac. tartárico) | pH |
|--------------------|-------------------------------------|--------|
| Ruby Cabernet | 7.01 a | 3.57 a |
| Malbec | 6.09 b | 3.92 b |
| Cabernet Sauvignon | 6.34 b | 3.89 b |
| PROMEDIO | 6.48 | 3.79 |

Letras distintas denotan diferencias estadísticas, Student ($P \leq 0.05$)

Por lo que se refiere a la acidez total expresada en g/L de ácido tartárico (H_2T), se advierten, como en el alcohol, diferencias entre las variedades, particularmente entre R. Cabernet (7.01 g/L H_2T) y las otras dos (6.09 y 6.34 g/L H_2T para Malbec y C. Sauvignon, respectivamente). Lo anterior podría explicarse

ya que la primera variedad R. Cabernet, proviene de una región relativamente fría, por lo que se espera una menor degradación del ácido málico durante la maduración del fruto, tal como lo indican Orgelia (1978), Vougt (1972), y Winkler (1990), entre otros. Flores (2000), por su parte, reporta para Ruby Cabernet una acidez de 6.93 para VT y 7.07 para 6 días de MC.

Por lo que toca al pH, los resultados que se consignan en la segunda columna de la Tabla 14 indican un valor significativamente menor para R. Cabernet (3.57) en relación a los de Malbec y C. Sauvignon (3.92 y 3.89, respectivamente), siendo estos últimos estadísticamente iguales entre ellos. Vale la pena mencionar que los valores de pH obtenidos son congruentes con los de la acidez total, ya que se sabe que a mayor acidez, menor pH y viceversa, puesto que el pH en el vino está fundamentalmente determinado por los ácidos orgánicos presentes (Ribereau-Gayon *et al.*, 1982; Navarre, 1998). A modo de comparación, podemos mencionar que Flores (2000) obtuvo en Ruby Cabernet un pH de 3.65 para un vino elaborado por VT y de 3.69 para un vino del mismo cv. elaborado 6 días de MC. Estos resultados son similares a los obtenidos en este trabajo.

b) Tiempo de Maceración Carbónica

En la Tabla 15 se muestra la comparación de medias para acidez total y pH del vino en función del tiempo de MC.

Tabla 15. Comparación de Medias para acidez total y pH de Vinos Tintos en Función del Tiempo de Maceración Carbónica

| Tiempo de MC (días) | Acidez Total (g/L Ac. Tartárico) | pH |
|------------------------|-------------------------------------|----------|
| 0 | 8.42 c | 3.19 a |
| 3 | 6.02 a | 3.9 b |
| 6 | 7.08 b | 3.7 b |
| 9 | 6.16 a | 4.22 c |
| 12 | 5.71 a | 3.97 b c |

Letras distintas denotan diferencias estadísticas, Student ($P < 0.05$)

Resulta extremadamente interesante la evolución de la acidez total (AT) en función al tiempo de maceración, en la cual podemos observar diferencias importantes entre el testigo (0 días de MC, VT) y los tratamientos de MC. En el primer caso, la acidez total es de 8.42 g/L H₂T, concentración que resulta superior a la de todos los tratamientos de MC; pareciera como que la acidez total va disminuyendo a medida que se incrementa el tiempo de MC, aunque ésta disminución no sucede a lo largo de todos los períodos. La menor AT se obtiene con 9 días de MC (5.71 g/L H₂T). Estos resultados concuerdan con Flanzky *et al.* (1987) quienes mencionan que durante la MC se degrada una parte del ácido málico sin formación de ácido láctico. En concreto, estudios realizados por Flanzky *et al.* (1987), en uva Grenache Noir indican que después de 5 días de MC se obtuvo un vino con una AT de 4.13g/L H₂T, y a los 6 días de MC de la misma uva se obtiene un vino con 3.67g/L H₂T, mientras que la misma uva sometida a una vinificación tradicional presenta una acidez total de 4.98 g/L H₂T, es decir, a medida que aumenta el tiempo de MC la AT tiende a disminuir. Para uva Carignan con 5 días de MC, la AT es de 4.75 g/L H₂T, la cual es comparable con la de Grenache Noir. Sin embargo, Carignan en VT produce la misma AT, es decir, pareciera no haber influencia de la MC (Flanzky *et al.*, 1987).

En otro estudio similar, Flanzky (1987) obtuvo, en uva Mourvèdre, una AT de 5.05 g/L H₂T, con 5 días de MC, habiéndose observado con VT una acidez menor (4.6g/L H₂T). En este caso, la AT aumenta ligeramente con el tiempo de MC, lo cual nos indica que en cada vino se presentó una situación diferente. Si recordamos que la AT en un vino se ve afectada por la condición del medio ambiente en el que se encontraba el viñedo de proveniencia de la uva, de la madurez con la que fue cosechada la uva, o bien, por el cultivar de que se trate. Si tomamos en cuenta los fenómenos que suceden en una MC, tales como la degradación del ácido málico sin producción de ácido láctico, o la fermentación malo-láctica, pueden conferirle al vino características diferentes.

La relativamente alta acidez total obtenida en este trabajo puede atribuirse a que la fermentación malo-láctica no se llevó a cabo, o bien hubo una degradación menor del ácido málico durante el MA en comparación con la lograda en los trabajos con uva Grenache Noir, Carignan y Mourvèdre (Flanzy *et al.*, 1987).

Sin embargo, Flores (2000) en vinos de R. Cabernet elaborados con 6 días de MC y una levadura seleccionada que degrada parcialmente el ácido málico (71-B, D 0220767, Lallemand, Notario, Canada), obtuvo una AT de 5.94 g/L H₂T, la cual resulta relativamente baja. La AT obtenida en este trabajo con 3 días de MC (6.17g/L H₂T) es la que más se aproxima a los resultados obtenidos por Flores (2000).

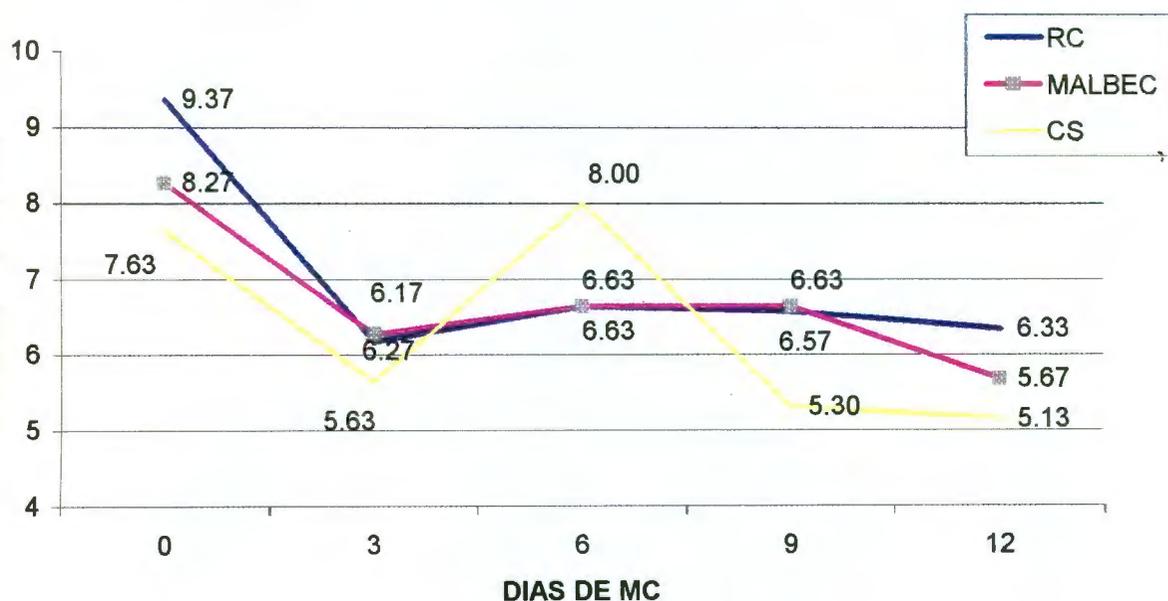
Por lo que se refiere al pH, se notan diferencias importantes entre la vinificación por el método tradicional y los tratamientos de MC, los cuales, al igual que en el caso de las variedades, resultan congruentes con la AT. Así, a menor pH se tiene una mayor AT, como es el caso del testigo (AT=8.42 g/L H₂T, pH= 3.19) en relación al tratamiento de 9 días de maceración (AT=5.16 g/L H₂T, pH= 4.22). En los estudios de Flanzy, *et al.*, (1987) antes mencionados, los valores de pH obtenidos en Carignan, Mourvèdre y Grenache Noir son comparables a los aquí observados para 6 días de MC, (Tabla 4.12). en 5 días de MC dónde se obtiene un pH de 3.7 Aún así no hay que olvidar que el pH significa la potencia que tienen los ácidos.

c) *Interacciones*

Por lo que se refiere a la evolución de la AT del vino en función del tiempo de maceración (Fig. 28), se observa, en primer lugar, que la AT en los vinos no macerados es distinta según la variedad, quizás por el efecto de la madurez que presentaban las uvas al ser cosechadas. En efecto, los vinos de R. Cabernet presentan una mayor AT a 0 días de MC (9.37 g/L H₂T) que la de los vinos de Malbec y de C. Sauvignon, aunque también hay que recordar que la acidez total en un vino puede también deberse a la localización geográfica del viñedo, o bien a defectos del vino, que pudo ser el caso de C. Sauvignon a los 6 días de maceración el cual presenta una acidez de 8 g/L de H₂T.

Con 3 días de MC, la AT disminuye en todas las variedades, aunque no podemos dejar de señalar que en el caso de C. Sauvignon, se presenta un aumento importante a 6 días de MC (8.0 g/L H₂T). Resulta interesante subrayar que en los vinos obtenidos por las 3 variedades los menores niveles de AT se presentaron con 12 días de MC.

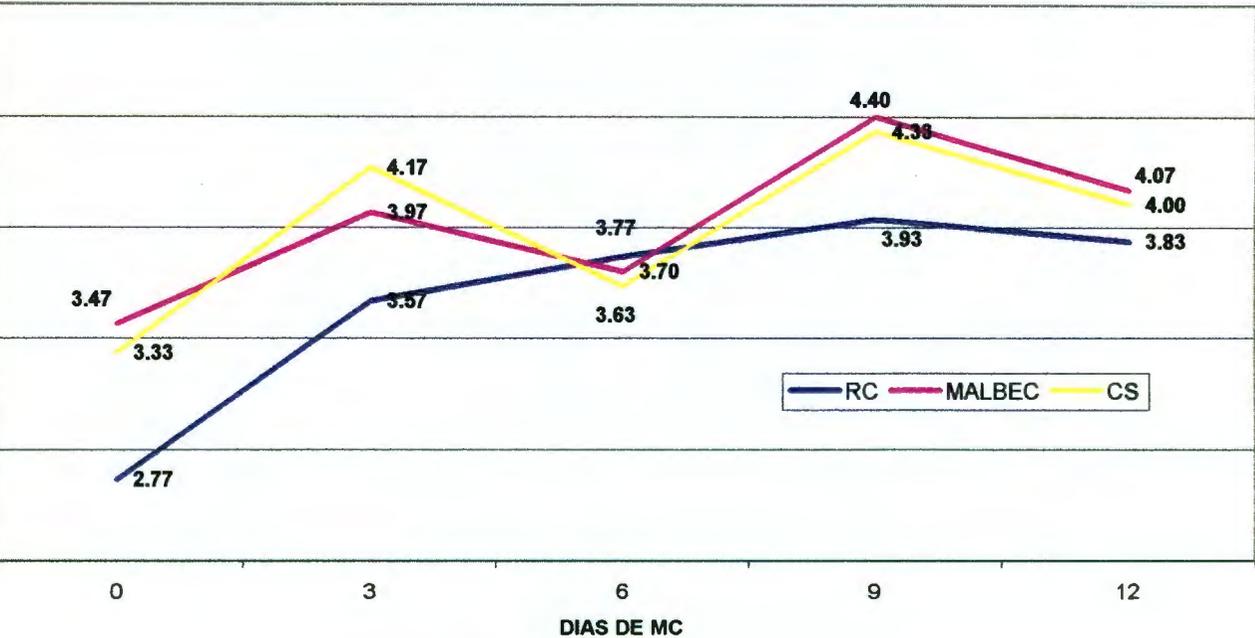
Figura 28 Acidez Total de Vinos Tintos de Tres Variedades en Función del Tiempo de Maceración Carbónica



Lo anterior puede explicarse en función de que la AT puede tener un descenso debido a la formación de ácido succínico y otros ácidos volátiles, tal como lo señala Vougt (1972). Como ya se indicó con anterioridad, en la MC, el ácido succínico se incrementa en la medida que aumenta el tiempo de MC (Flanzy *et al*, 1967). En el caso particular del vino elaborado con C. Sauvignon a los 6 días de MC se presenta una AT superior a los demás tratamientos (8.0 g/L H₂T) incluyendo al testigo (7.63 g/L H₂T).

Finalmente, en la Fig. 29 que representa la evolución del pH o acidez real en función del tiempo de maceración para las tres variedades estudiadas, se aprecia que para el caso del testigo (0 días de maceración), el menor pH se encuentra en el vino de la variedad R. Cabernet (2.77), siendo éste inferior al de Malbec y C. Sauvignon (3.47 y 3.33, respectivamente). Después de 3 días de MC, dicho pH se ve incrementado en todas las variedades, llegando a ser bastante comparable con el obtenido a 6 días de MC (3.6). Después de 9 días de MC, los pHs se siguen incrementando, volviendo a ser superiores en Malbec y C. Sauvignon (4.40 y 4.38, respectivamente). Sin embargo, a los 12 días de MC, éstos tienden a disminuir en todas las variedades, siendo superiores con relación al testigo (0 días de MC).

Figura 29 pH de Vinos Tintos de Tres Variedades de Uva en Función del Tiempo de Maceración Carbónica



4.4 Análisis de compuestos volátiles

En este trabajo únicamente se llevó a cabo una exploración de los compuestos volátiles en los vinos elaborados mediante MC en el cultivar R. Cabernet.

Los compuestos volátiles de la uva se dividen en dos grupos, en el primero se encuentran aquellos con actividad aromática cuya composición química no cambia durante la vinificación. El segundo grupo se refiere a aquellos compuestos aromáticos cuya composición química se ve modificada durante el proceso de vinificación. Es por ello que el aroma de los vinos está influenciado principalmente por la composición química de la uva en el momento de la cosecha. Williams *et al.* (1989) afirman que el fruto transforma los metabolitos secundarios (intermediarios) en precursores de compuestos con actividad aromática, los cuales pueden ser incluso almacenados en la baya.

La totalidad de los compuestos detectados para un vino VT en los distintos cromatogramas fue de 102 compuestos volátiles diferentes; en el vino con un tratamiento de 3 días de MC, se detectaron 72 compuestos; en el de 6 días un perfil de 101 compuestos, fue detectado; en el de 9 días de MC nos da una señal de 60 compuestos; por último vino de 12 días de MC sólo 40 compuestos fueron detectados. De los compuestos antes mencionados, aproximadamente un 40% fueron identificados con más de un 50% de seguridad, de acuerdo a la información contenida en la biblioteca de espectros de masas. El mayor número de compuestos revelado para un solo tratamiento, fue de 102 en los vinos obtenidos por VT; el menor número de compuestos volátiles se encontró en el tratamiento de 12 días de MC (40 señales); finalmente, el número de compuestos volátiles identificados y que son comunes entre los tratamientos, fue de 20.

De lo anterior, solamente se consideran a 7 compuestos con actividad aromática por su importancia mayoritaria relativa con respecto a los compuestos detectados por el Cromatógrafo de Gases y que fueron identificados con más de un

70% de confiabilidad por espectrometría de masas. Dichos compuestos se consignan en la Tabla 16, en función de los diferentes tiempos de MC. Entre éstos, el etil fenil alcohol, thiophene 2,5 dihidro y el ácido hexanedioico mono-2-etilhexil ester no habían sido reportados anteriormente. Por otra parte, el cinamato de etilo, compuesto volátil que Flanzky (1987) propone como marcador de vinos elaborados por MC, no fue detectado en los vinos analizados en este trabajo. Sin embargo, el succinato dietilo precursor del anterior, si se reveló. En estudios realizados por Salinas et al. (1990), en vinos de MC utilizando uvas Monastrell, los compuestos mayoritarios obtenidos fueron el 2 metil-1butanol; 3 metil-1 butanol, entre otros. Estos compuestos también se identificaron en los vinos elaborado por MC con R. Cabernet, con una abundancia relativa comparable a la de nuestro estudio.

Tabla 16 Abundancia Relativa* de los Compuestos Mayoritarios y de Importancia Específica de Vinos Tintos Ruby Cabernet Elaborados a Diferentes Tiempos de Maceración Carbónica

| T. R. | Compuesto | % de abundancia relativa | | | | |
|-------|---|--------------------------|-----------|-----------|-----------|------------|
| | | 0 días MC | 3 días MC | 6 días MC | 9 días MC | 12 días MC |
| 2.77 | 3 metil - 1 butanol | 1.53 | 3.25 | 36.43 | 14.0 | 16.26 |
| 2.85 | 2 metil – 1 butanol | 1.28 | 0.95 | 9.83 | 9.02 | 4.37 |
| 11.15 | 2,3 butanediol | 7.00 | 4.59 | 17.25 | 6.94 | 39.50 |
| 25.48 | Etil fenil alcohol | 6.95 | 1.49 | 3.71 | 0.72 | 1.80 |
| 43.07 | Thiophene 2,5 dihidro | 11.40 | 2.79 | 3.0 | 2.09 | 3.49 |
| 43.24 | Dietil succinato | 15.27 | 23.25 | 23.19 | 16.37 | 13.72 |
| 57.25 | Acido hexanedioico mono (2 etilhexil ester) | 14.27 | 27.50 | 16.84 | 26.36 | 3.77 |

*Se refiere al área que de cada señal en relación al área en su totalidad (suma de las áreas de cada una de las señales obtenidas).

La relación entre los alcoholes amílicos (3 metil 1butanol / 2 metil 1 butanol) es de 1.19 para el testigo lo que nos indica que existe riesgo de acetificación (el valor de ésta relación para el vinagre es próxima a 1) (González-Raurich *et al.*, 1985); en el caso del tratamiento de 3 días de MC es de 3.42, para el de 6 días de MC es de

3.7, para el tratamiento de 9 días de MC es de 1.55; y finalmente para el de 12 días de MC es de 3.7, por lo que, el único vino de MC que tiene riesgo de acidificación es el de 9 días de MC. De acuerdo a Salinas *et al.* (1990) dichos alcoholes son los compuestos más abundantes encontrados en los vinos y a lo largo de la fermentación alcohólica.

Por otro lado, en la Tabla 16 no se aprecia una tendencia clara en la evolución de los compuestos en función del tiempo de MC. Es importante recordar que algunas sustancias aromáticas se forman a partir de aminoácidos o carbohidratos mediante distintos mecanismo en los que las levaduras satisfacen sus necesidades de nitrógeno, lo que significa, no sólo que distintas levaduras producirían diferentes cantidades de estas sustancias, sino que también dependerá de la fertilización de las plantas (Reazin *et al.*, 1973). Sin embargo, algunos compuestos, tales como el succinato dietilo parecen disminuir conforme se incrementa el tiempo de MC, pasando de una abundancia relativa de 23.25% para 3 días de MC, a 13.72% con 12 días de MC. Otros por el contrario, se ven incrementados, tal es el caso del 2,3 butanediol (de 4.59% con 3 días de MC, a 39.50 con 12 días de MC). Este comportamiento puede explicarse por la cantidad de precursores de aroma que pudiese haber en cada tratamiento, los cuales se ven influenciados por la dupla temperatura-duración en la primera etapa de fermentación en MC (Etievant, 1987).

De acuerdo con Ehrlich (1917), los alcoholes superiores, entre ellos el 3 metil-1 butanol, 2 metil-1 butanol e isobutanol, se forman durante la fermentación alcohólica como consecuencia de la acción enzimática de las levaduras sobre los aminoácidos leucina, isoleucina y valina, respectivamente. Sin embargo, Riberau-Gayon y Peynaud (1971) señalan que solamente una décima parte de los alcoholes formados durante la fermentación del mosto, se producen por acción enzimática de las levaduras, hecho que coincide con lo reportado tiempo atrás por Castor y Guymon (1952), quienes indican que gran parte de los aminoácidos desaparecen durante las primeras etapas de fermentación, mientras que los alcoholes aparecen a lo largo de todo el proceso.

Por otro lado, ha sido demostrado en MC que los alcoholes superiores aparecen desde la fase de anaerobiosis carbónica, y las cantidades de éstos es similar para los vinos de gota y prensa en vinos obtenidos con la variedad Monastrell, lo cual tiene una explicación ya que en la fermentación que se lleva a cabo durante el metabolismo anaerobio que se lleva a cabo en lo que por una fermentación alcohólica producida en lo que se llama primera etapa de fermentación en la MC, debido a una acción enzimática (Salinas *et al.*, 1990). Lo anterior también fue reportado por Chauvauvet (1971) en vinos de Beaujolais producidos por MC.

Finalmente, podemos señalar que, aunque no existe una relación precisa entre el aroma que un vino produce y los compuestos volátiles relacionados con dicho aroma, Miranda (1990) relaciona el 3 metil-1butanol (isoamil alcohol) con aromas vegetales, clorinados y de whiskey; el 2, 3 butanediol con un aroma dulce perfumado, almendrado, a fruta artificial; y el dietil succinato como placentero, vinoso.

4.5. Análisis Sensorial

El vino, como bebida y producto comercial, es algo más que un objeto de análisis químico, la calidad y el valor de un vino no dependen únicamente de los componentes químicamente determinables de éste. El criterio que un experto en vinos pueda emitir acerca de éstos y el valor que un paladar acostumbrado a la degustación pueda adjudicar al vino, son factores decisivos de la calidad del producto. La degustación de los vinos (Richard *et al.*, 1982; Baker *et al.*, 1953) tiene una importancia equivalente a la de un análisis químico. Hay que destacar que ésta predomina sobre el análisis puramente químico en cuanto a la determinación de la cepa de uva, de la cosecha, de la situación del viñedo y asimismo, en lo que respecta a la constatación de enfermedades del vino, tales como el sabor a barril, el sabor a moho, el sabor a corcho, etc. En dichos casos, el criterio decisivo es generalmente del catador de vinos (Vougt, 1970).

Cabe recordar que en el presente trabajo se calificó a los vinos con un panel de 5 personas dos de las cuales son expertos. Las cualidades a evaluar fueron:

color, brillo, intensidad aromática, acidez, grado alcohólico, y la percepción del aroma (floral, frutal, animal, otros).

Cada una de éstas características se calificaron como:

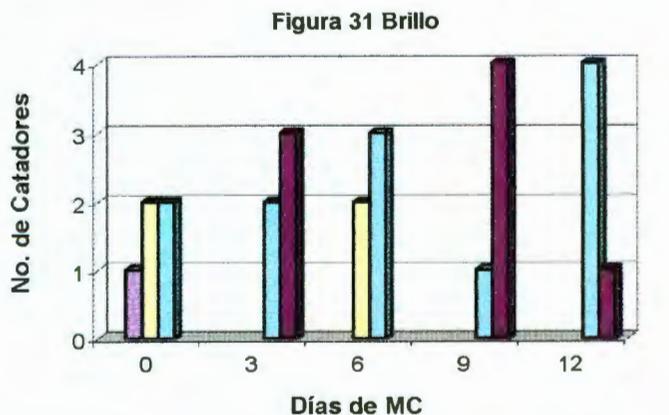
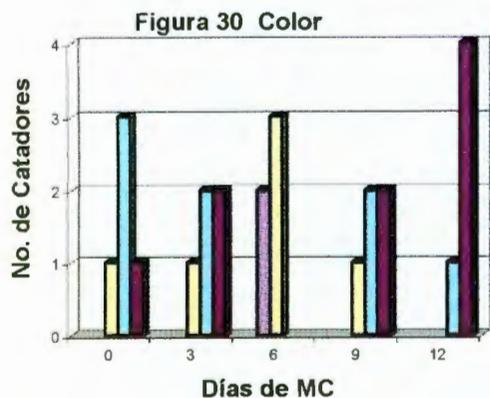
- Pésimo; con valor de 1 punto,
- Malo; al que se asignó 2 puntos,
- Bueno; con un valor de 3 puntos,
- Muy bueno; con un valor de 4 puntos,
- Excelente; con un valor de 5 puntos.

Con ésta ponderación se le dio una calificación en base a 100 a cada tratamiento (0, 3, 6, 9 y 12 días de MC) y se pudieron comparar los vinos para mostrar de manera global que tiempo de MC es el mejor para cada variedad.

4.5.1. Ruby Cabernet

En la Fig. 30 se presenta el análisis visual del color para los vinos R. Cabernet en función del tiempo de MC. Para la mayoría de los degustadores el mejor color se obtuvo en los vinos de 12 días de MC (80% de los degustadores lo califican como excelente) superando al testigo (el cual es calificado por un 60% de los degustadores como muy bueno, 20% como bueno y el otro 20% como excelente), lo cual coincide con los análisis espectrofotométricos. Por el contrario, el 40% de los catadores calificaron como malo al color del vino producido en 6 días de MC.

Análisis Sensorial de Vinos Ruby Cabernet en Función del Tiempo de Maceración Carbónica



■ PESIMO ■ MALO ■ BUENO ■ MUY BUENO ■ EXCELENTE

112
 ■ PESIMO ■ MALO ■ BUENO ■ MUY BUENO ■ EXCELENTE

Por otro lado, en la Fig. 31 podemos observar el análisis en relación al brillo del color; de vino de R. Cabernet en éste se aprecia que el vino que presentaba un color definido por un 40% de los panelistas como "malo" (6 días de MC), en brillo es considerado como "muy bueno" por 60% de los panelistas y por el 40% "bueno" restante. Sin embargo, el vino de 9 días de MC es considerado "excelente" por el 80% de los panelistas.

Por lo que se refiere a la intensidad aromática (Fig. 32), cuatro de cinco panelistas consideraron "bueno" al vino elaborado por VT, así como al de 12 días de MC aunque tres de ellos, calificaron al vino producido con 9 días de MC, como "muy bueno".

Análisis Sensorial de Vinos Ruby Cabernet en Función del Tiempo de Maceración Carbónica

Figura 32 Intensidad Aromática

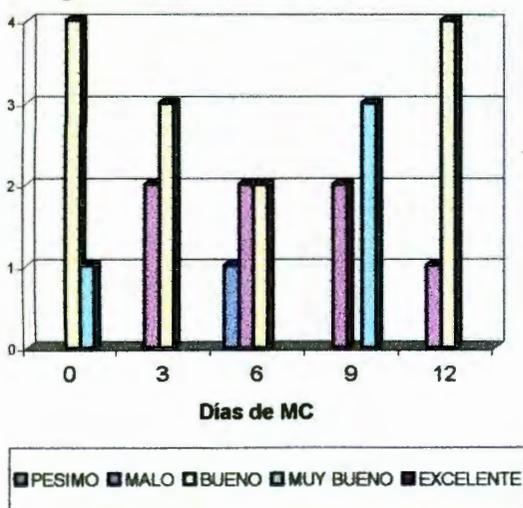
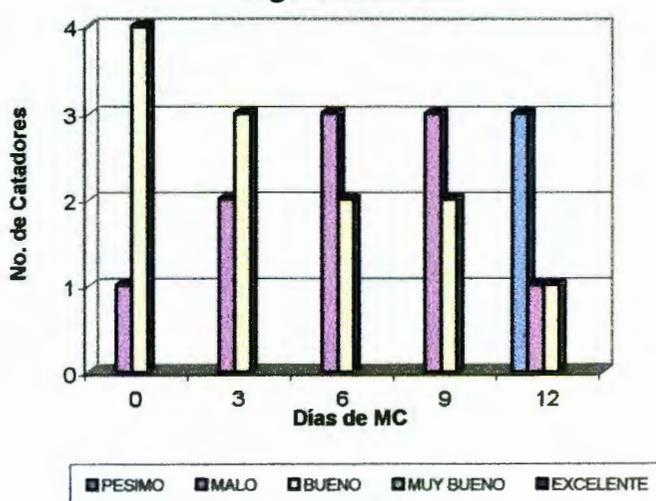


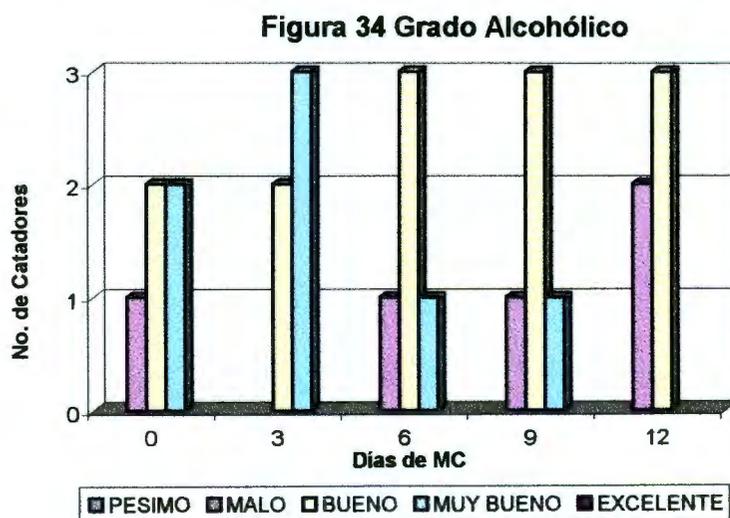
Figura 33 Acidez



En cuestión gustativa, específicamente acidez, los catadores se inclinan en su mayoría por el vino obtenido de manera tradicional, ya que cuatro panelistas lo consideran "bueno" en acidez. En el otro extremo, tenemos al vino de 12 días de MC, el cual es considerado como pésimo en acidez por tres de los panelistas (Fig. 33).

En lo que respecta al alcohol, vemos que tres degustadores consideran al vino de tres días de MC como “muy bueno”, y dos como “bueno”; aunque el grado alcohólico que presenta el vino en todos los tratamientos es muy similar (anexo), sin embargo al gusto, puede verse modificado por el estado de ánimo, la mala percepción o bien que los demás compuestos lo encubran. Por el contrario, el vino de 12 días de MC es considerado “malo” por dos panelistas (Fig. 34).

Análisis Sensorial de Vinos Ruby Cabernet en Función del Tiempo de Maceración Carbónica



Finalmente, en la calificación global (Fig. 35), podemos ver que los mejores vinos fueron los de 9 y 3 días de MC con 88 puntos. Por otra parte, los panelistas coinciden en que los principales aromas encontrados en los distintos vinos son afrutados, destacándose el vino de 3 días de MC (Fig. 36), Uno de los panelistas experto expresó que, en general, los vinos presentan olor a menta y a tierra, y específicamente, el vino de 6 días de MC presentaba aromas vegetales.

Figura 35 Análisis Sensorial de Vino Ruby Cabernet

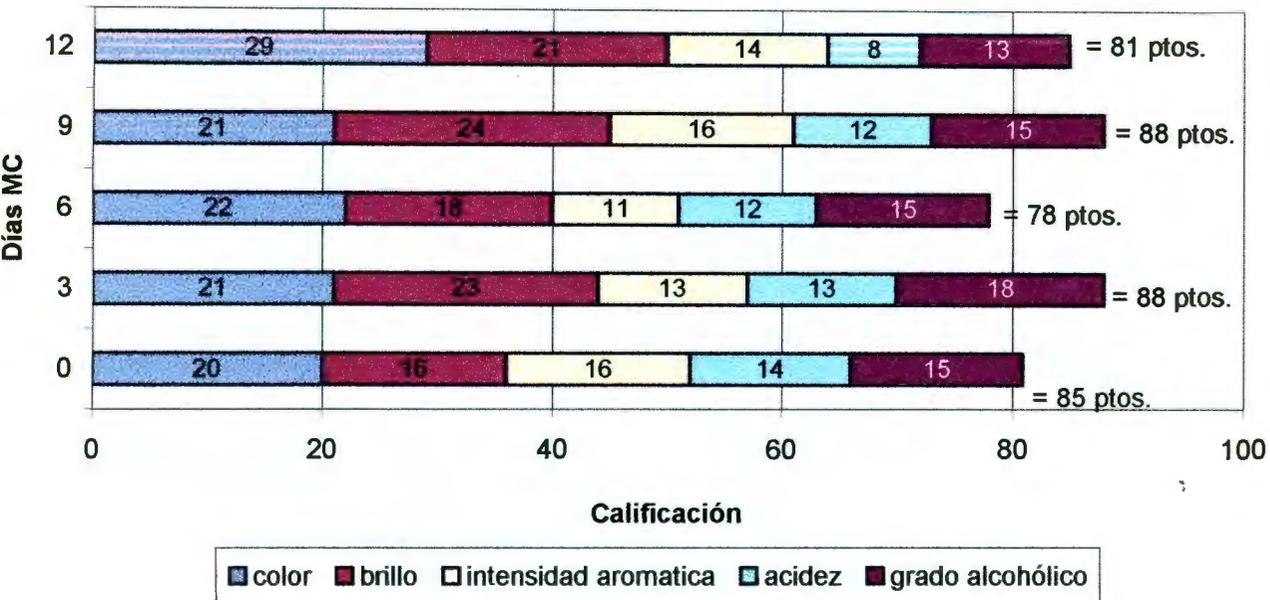
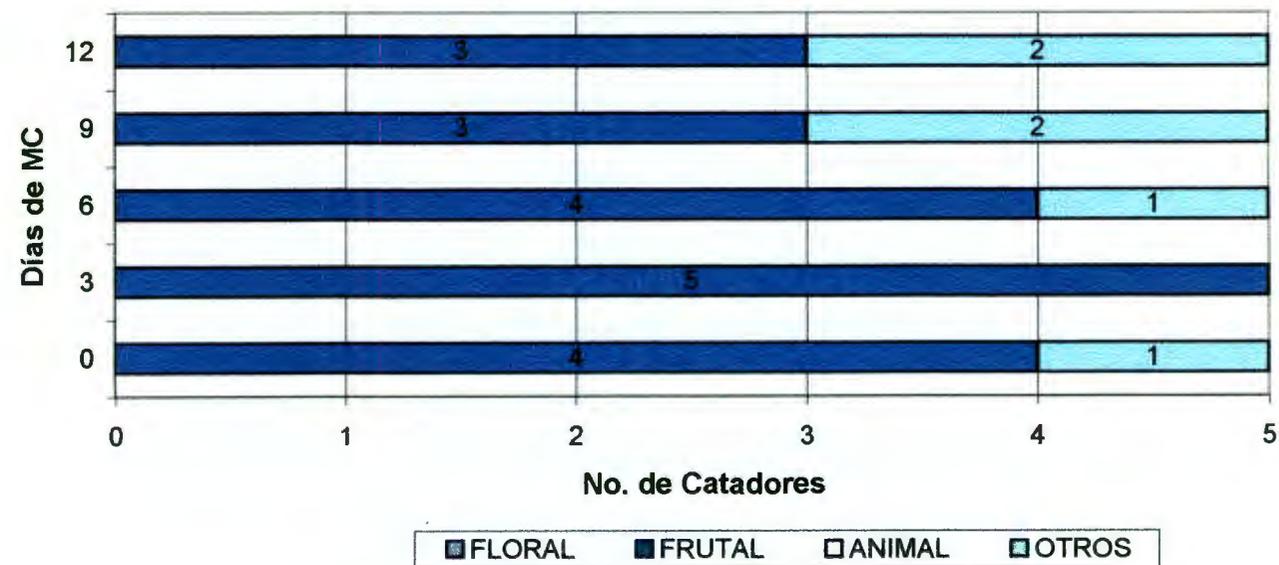


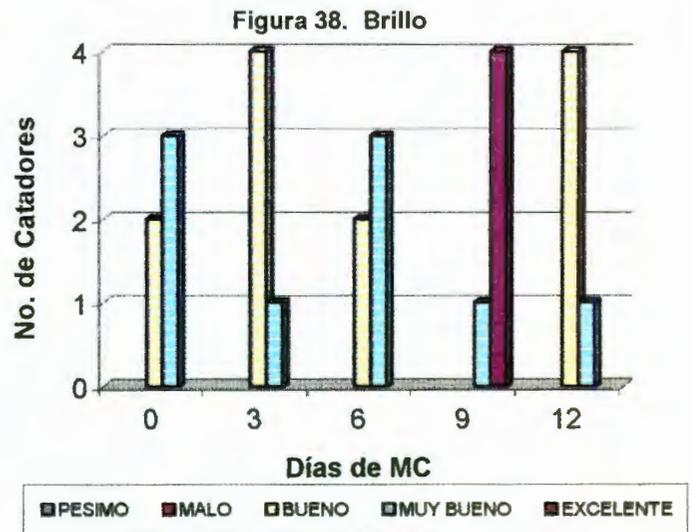
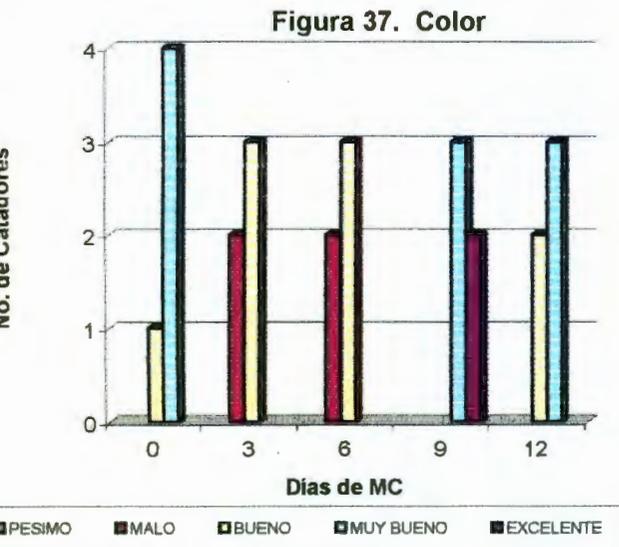
Figura 36 Análisis del Aroma de Vino Ruby Cabernet



4.5.2. Malbec

Por lo que se refiere al análisis sensorial de los vinos de Malbec, en la Fig. 37 dos panelistas califican de “excelente” y tres de “muy bueno”, en lo que a color se refiere, al vino de 9 días de MC; por el contrario, los vinos de 3 y 6 días de MC fueron considerados como malos por dos de los panelistas y “bueno” por los otros. Por otro lado, es importante señalar que la mayoría de los panelistas calificaron tan sólo como “bueno” a la mayor parte de los vinos de Malbec, lo cual concuerda con los resultados analíticos en los cuales se aprecia que el color de los vinos de esta variedad no es “muy bueno” en general. En el otro aspecto de la apreciación visual que es el brillo, la mayor parte de los panelistas calificaron a los distintos tratamientos como “buenos” y “muy buenos”, destacándose el vino de 9 días de MC con una calificación de “excelente” dada por 4 panelistas (Fig. 38).

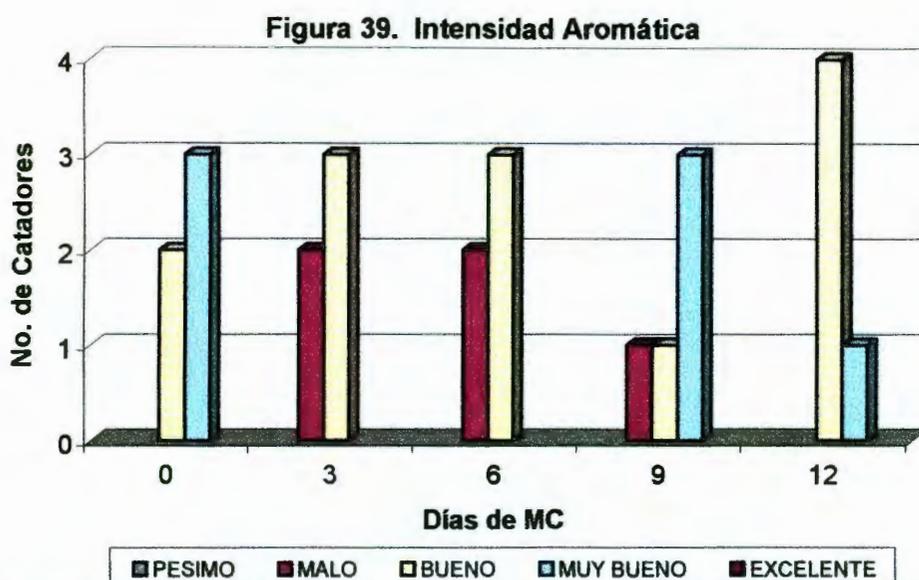
Análisis Sensorial de Vinos Malbec en Función del Tiempo de Maceración Carbónica



Ahora bien, en la apreciación de la intensidad del aroma, podemos observar en la Fig. 39 que el vino de 9 días de MC se consideró como “muy bueno” por tres panelistas, y el vino de 12 días de MC como “bueno” por tres panelistas. Por el

contrario, dos catadores calificaron como malo a un vino de 3 y 6 días de MC, y uno más para el de 9 días de MC.

Análisis Sensorial de Vinos Malbec en Función del Tiempo de Maceración Carbónica



En cuanto al análisis gustativo de los vinos de Malbec, (Fig. 40), en lo que respecta a la acidez total, podemos apreciar que el vino de VT se consideró "bueno" por la mayoría de los catadores (cuatro); sin embargo, el vino de 9 días de MC se juzgó como "muy bueno" por tres panelistas, y bueno por dos más de éstos. En cambio, el vino de 6 días de MC resultó "malo" para tres panelistas. En cuanto al grado alcohólico (Fig. 41), los vino de Malbec fueron en general considerados "buenos" y "muy buenos" (cosa que no sucede con R. Cabernet ya que hubo quien los calificó como malos a el VT, al de 6 días de MC, al de 9 y al de 12 días).

Análisis Sensorial de Vinos Malbec en Función del Tiempo de Maceración Carbónica

Figura 40 Acidez

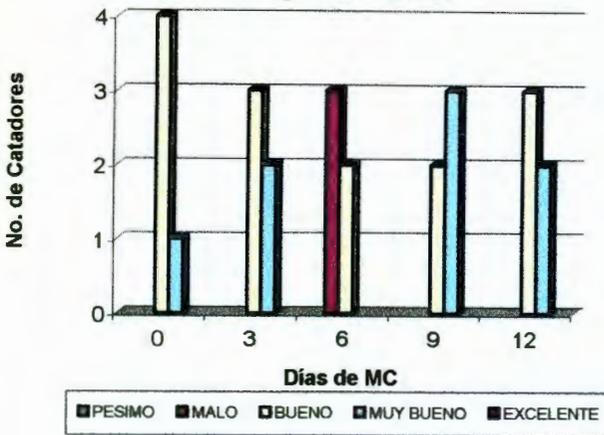
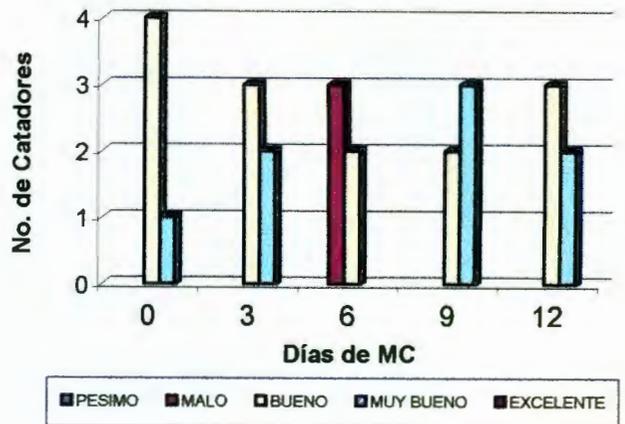


Figura 41. Grado Alcohólico



La mejor calificación global para la variedad Malbec fue para el vino de 9 días de MC el cual obtuvo 98 puntos (Fig. 42). En lo que se refiere al tipo de aroma predominante, en la Fig. 43, podemos observar que la mayoría de los panelistas distinguen en vino de uva Malbec, al igual que en vinos de R. Cabernet, una predominancia de aromas afrutados, lo cual es lógico si consideramos que, en ambos casos, se trata de vinos jóvenes. Entre los aromas definidos que apreció uno de los catadores fue de menta, el cual raramente se percibe en un vino Malbec, sin embargo, posiblemente por ser un vino joven pudo haberse percibido (experiencia personal).

Figura 42. Calificación Global del Análisis Sensorial de Vino Malbec

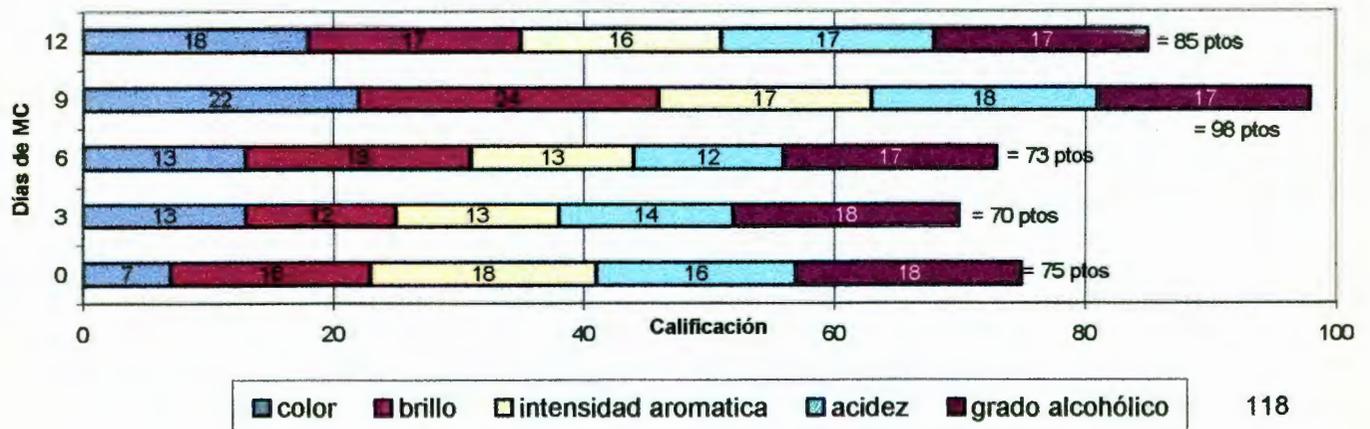
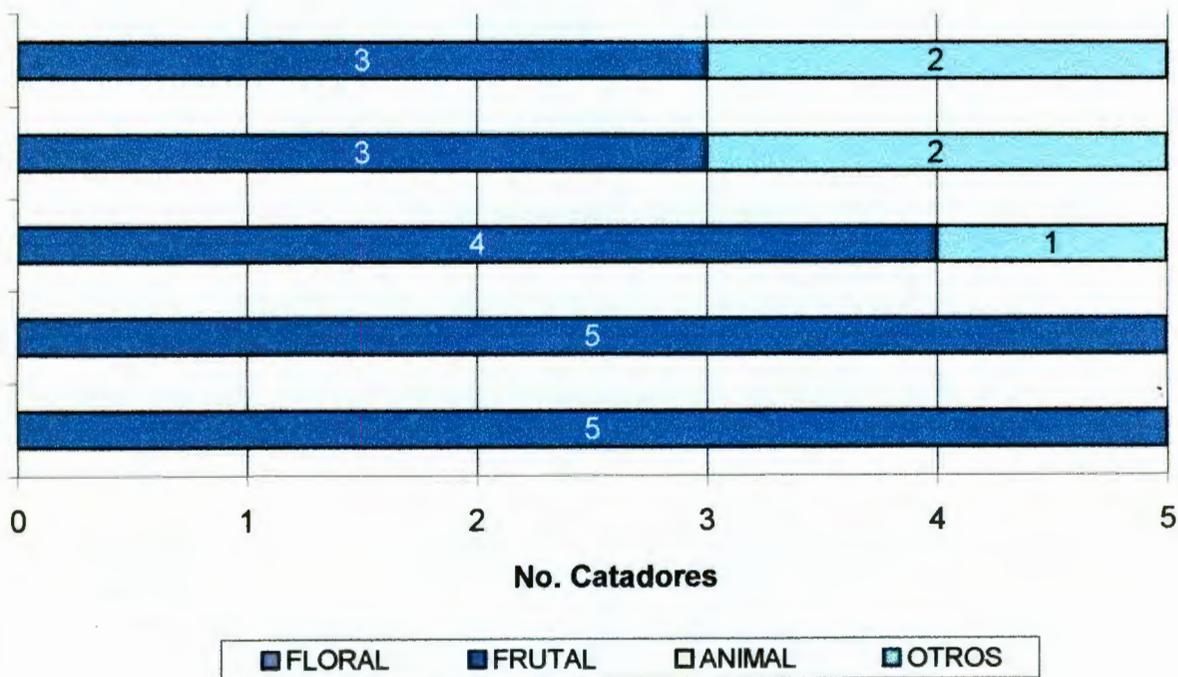


Figura 43. Análisis del Aroma de Vino Malbec



4.5.3. Cabernet Sauvignon

Finalmente, por lo que toca a los vinos de C. Sauvignon, en la Fig. 44 observamos que la mayoría de los panelistas consideran que el mejor color lo presenta el tratamiento de VT; sin embargo, el vino de 9 días de MC está calificado como “excelente” por dos panelistas, aunque los otros tres catadores lo califican como “muy bueno”. Por lo que al brillo se refiere (Fig. 45) el vino de 9 días de MC ha sido calificado como “excelente”, muy seguramente, el brillo se le debe a los tonos azules que según el análisis colorimétrico, este vino presenta, el VT ha sido calificado por la mayoría de los catadores como “muy bueno”. En general el vino de

ésta variedad presenta valores de luminosidad arriba de 8 lo cual le da una apariencia brillante (valores de "L" pp 98) tiende más a las tonalidades rojas (valores de "a" pp 99), y son tendientes a los tonos azules (valores de "b" pp 100).

Análisis Sensorial de Vinos Cabernet Sauvignon en Función del Tiempo de Maceración Carbónica

Figura 44. Color

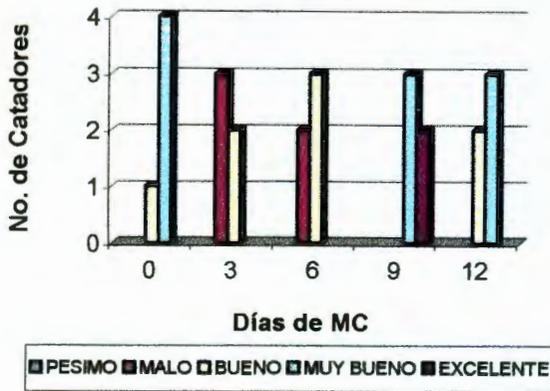
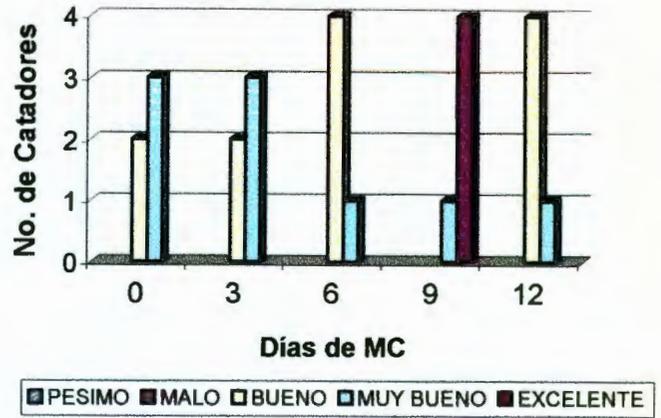


Figura 45. Brillo



En lo que toca al aroma (Fig. 46), podemos observar que la calificación más uniforme se dio al vino de 6 días de MC (los cinco panelistas la consideraron buena), no obstante, fue al vino de 9 días de MC al que se le otorgó el mayor porcentaje de "muy bueno" (60%.) en comparación de los demás tratamientos, pero contra el testigo no, ya que tiene una calificación de "muy bueno" por el 80% de los panelistas.

En el análisis sensorial de la acidez (Fig. 47) se aprecia que un vino tradicional recibió la calificación de "bueno" (aunque presenta una acidez de 7.63 g/L de H₂T, acidez que tuvo que percibirse) por cuatro panelistas, y el de 9 días de MC (5.3 g/L

de H₂T) es considerado "muy bueno" por tres panelistas, apreciación que coincide con la analítica; finalmente, el vino de 6 días de MC fue calificado por la gran mayoría como "malo". Si recordamos que la acidez a los 6 días de MC es de 8 g/L de H₂T, podemos relacionar ésta calificación de "malo" ya que esa acidez provoca al paladar una sensación desagradable.

Análisis Sensorial de Vinos Cabernet Sauvignon en Función del Tiempo de Maceración Carbónica

Figura 46. Intensidad Aromática

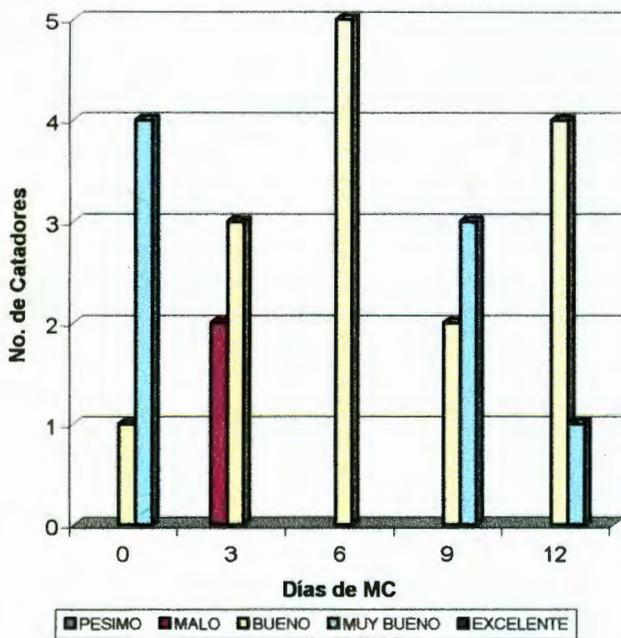
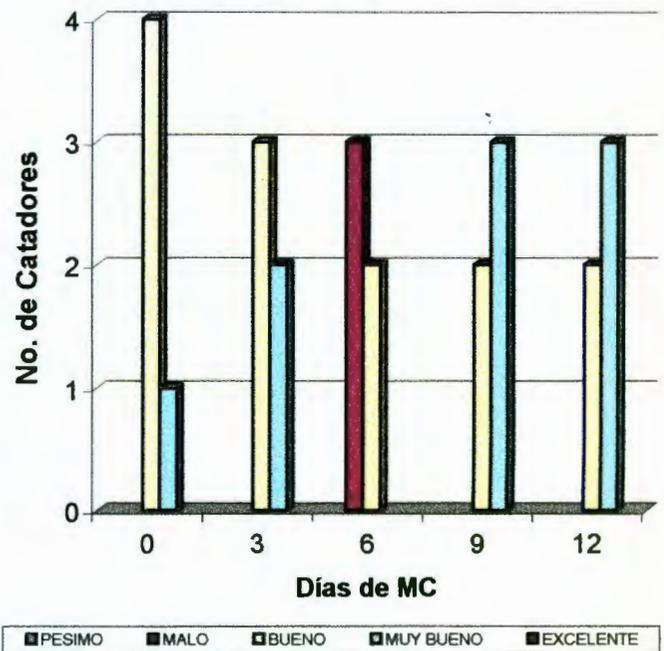


Figura 47. Acidez

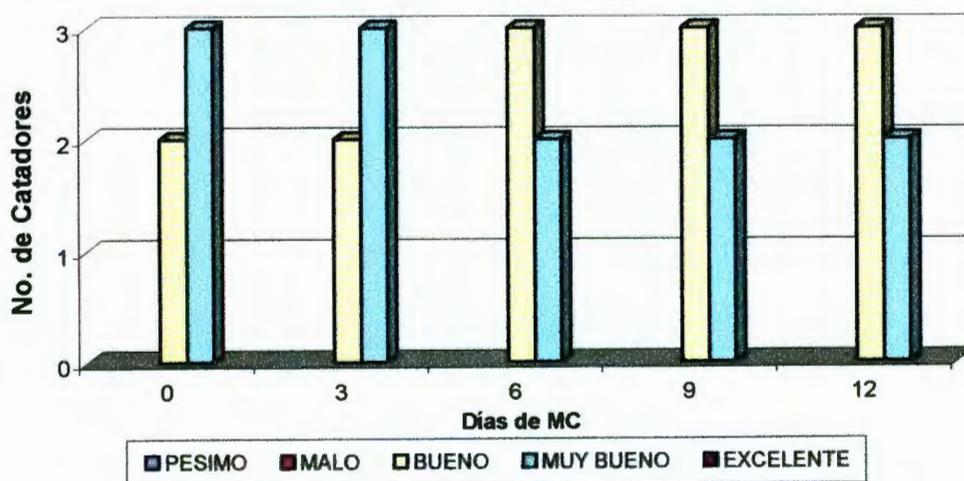


En la Fig. 48 vemos que el grado alcohólico en general está en un rango que va de "bueno" a "muy bueno", sobresaliendo ligeramente los vinos de VT y de 3 días de MC. Para que un vino tenga buena apreciación en cuanto alcohol se refiere,

el panelista tiene que saber discernir entre los aromas, ya que en general un vino de C. Sauvignon tiene una graduación alcohólica similar de entre 10.5°GL a 10.8°GL, (Anexo) que no se pueden considerar una buena graduación alcohólica, sin embargo, si lo apreciamos en conjunto, podría haber un balance gustativo que permite dar una calificación de buena a dicha graduación alcohólica.

Análisis Sensorial de Vinos Cabernet Sauvignon en Función del Tiempo de Maceración Carbónica

Figura 48. Grado Alcohólico



La calificación global más alta para ésta variedad, fue de 99 puntos para el vino de 9 días de MC (Fig. 49). En la Fig. 50 vemos que, al igual que para las otras variedades, la tendencia general fue a reconocer aroma frutales, Sin embargo se apreciaron notas a canela.

Figura 49. Calificación Global del Análisis Sensorial de =

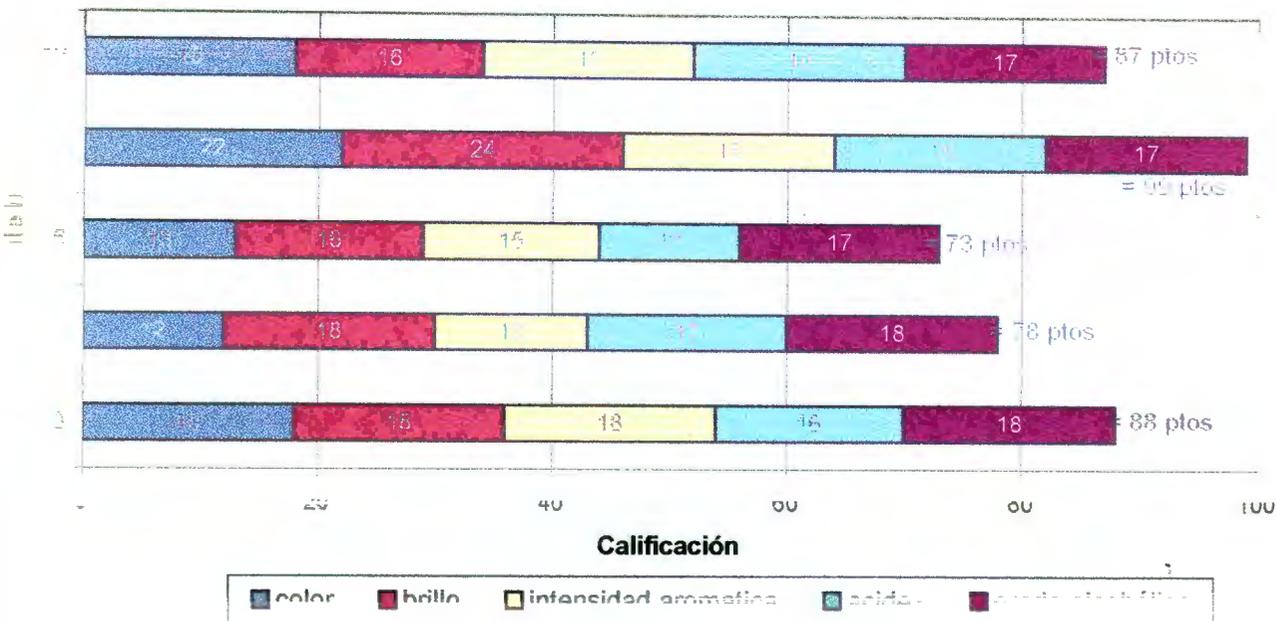
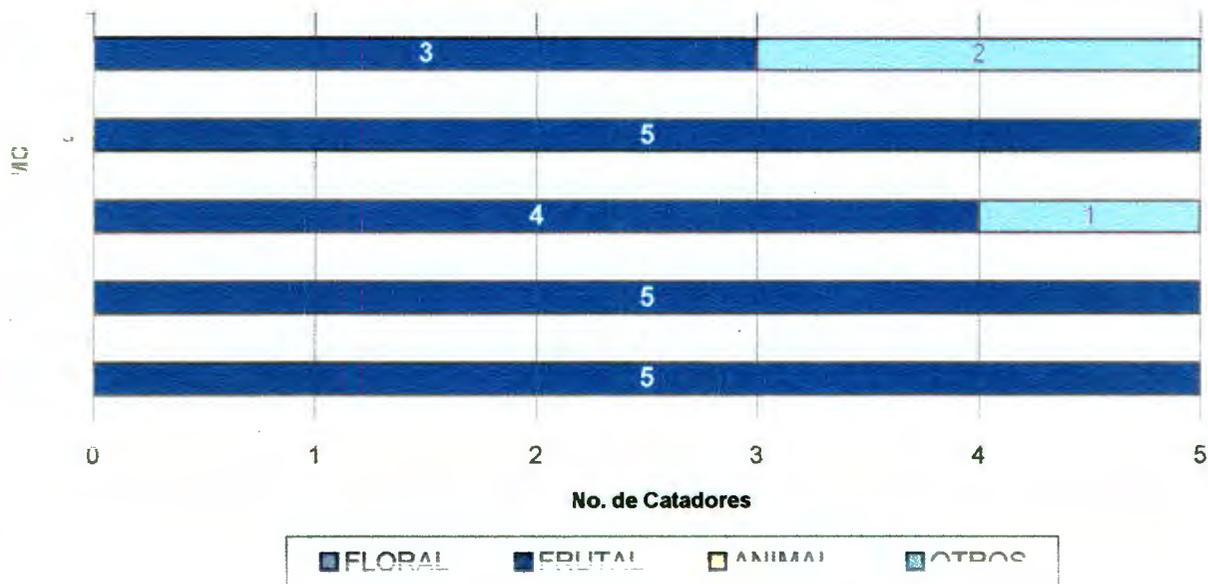


Figura 50. Análisis del Aroma de Vino Cabernet Sauvignon



V. CONCLUSIONES

De los resultados obtenidos en este trabajo, se puede concluir lo siguiente:

Las características que confiere la maceración carbónica (MC) a un vino, están directamente relacionadas con la variedad y con el tiempo de MC.

La degradación de las paredes celulares de la baya sugiere que se llevó a cabo una fermentación intracelular y a su vez una difusión de compuestos, lo cual se vio claramente reflejado en las pruebas de firmeza, en donde se pudo observar que la menor firmeza (mayor degradación de los compuestos del mesocarpio) en la baya, en general, se obtuvo con 6 días de MC; sin embargo, el tiempo al cual la baya presentó mayor degradación en la cáscara fue a los 9 días de MC. Con respecto a la variedad, fue Cabernet Sauvignon la que presentó menor firmeza.

La mayor intensidad de color se presentó en Ruby Cabernet (0.61). Por lo que se refiere al tiempo de MC fue el testigo (VT) el que presentó mayor intensidad de color, siendo ésta comparable con la obtenida a los 12 días de MC, lo cual no se pudo correlacionar con el análisis de firmeza debido al CO₂ que ejerce una fuerza adicional. Por lo que se refiere al matiz en función de la variedad, se observó el mayor valor en Malbec; y, en función del tiempo de maceración, fue a 3 días de MC donde se notó un valor mayor, comparable con el de 9 días de MC, lo cual coincide sensiblemente con la prueba de firmeza, ya que a los 9 días de MC presentaba la menor firmeza, por lo tanto más degradación de cascara y pulpa.

En los análisis comparativos que se hicieron para el color, entre los valores obtenidos por un colorímetro Hunter Lab contra un valor dado por la lectura de un espectrofotómetro fueron comparables, y congruentes. Solo hay que aclarar que, para un vino, es sumamente importante el color medido por medio de la absorbancia a 520 nm, que es la longitud de onda en que se absorbe el color rojo, mientras que los parámetros que tiene un colorímetro Hunter Lab se puede medir brillo (L), y tonalidades rojas (a) y azules (b) que son importantes para un vino, sin embargo, dependería del objetivo del análisis para saber que método utilizar. Sin embargo la medición por Hunter Lab no podría ser recomendable para sustituir la

espectrofotometría ya que lo que interesa en el vino es la intensidad en los tonos rojos, y no los azules, verdes o amarillos.

Por lo que se refiere a la acidez total lo que refleja la prueba de medias, el mayor valor se obtuvo en R. Cabernet (7.01); sin embargo, el nivel de acidez más aceptable se presentó en Malbec (6.09). En cuanto al tiempo de MC, la mayor acidez se obtuvo con 0 días de MC (Vinificación tradicional) en R. Cabernet (9.37) y la mejor acidez a 12 días de MC con Cabernet Sauvignon con 5.13 g/L de H₂T, ya que entra en el valor de especificación comercial de un vino tinto de esa variedad (experiencia personal). La acidez total de los vinos obtenidos en el presente estudio resultó, en general, muy alta, por lo que muy probablemente la fermentación maloláctica no se llevó a cabo. Sin embargo, los resultados indican que no se pudo controlar la acidez del vino, lo cual también se ve reflejado en el pH.

El mayor pH se obtuvo en los vinos de uva Malbec con 9 días de MC (4.4), y el mejor pH fue el que se obtuvo en un vino elaborado con R. Cabernet a los 3 días de MC (3.57), y en función del tiempo de MC el mayor pH se obtuvo a 9 días de MC (4.22, en la prueba de medias) y el mejor se obtiene a 0 días de MC (3.19). Nuevamente ya que esos valores caen dentro del rango de las especificaciones de las casas comerciales de vino tinto de éstas variedades, ya que ello refleja una intensidad moderada de la acidez al gusto, y mantiene el color estable.

En lo que a compuestos volátiles se refiere, se encontraron 7 compuestos con actividad aromática y comunes para los 4 tratamientos (0, 3, 6, 9, 12 días de MC) en vino elaborado con uva R. Cabernet los cuales son: 3 metil – 1 butanol; 2 metil – 1 butanol; 2,3 butanediol; Etil fenil alcohol, Thiophene 2,5 dihidro; Succinato dietilo; ácido hexanedioico mono (2 etil hexil ester).

Para un vino elaborado de manera tradicional, el análisis de compuestos volátiles dio como resultado un total de 102 compuestos distintos; mientras que para un vino con un tratamiento de 12 días de MC solo 40 compuestos fueron detectados, de éstos, sólo 20 son compuestos comunes entre los demás tratamientos y 7 de importancia aromática y con mayor porcentaje en abundancia.

Según el análisis sensorial entre los tratamientos para cada variedad, en el caso de R. Cabernet, el mejor calificación global se dio al vino de 3 y 9 días de

MC con 88 puntos respecto al testigo (85 puntos), (cosa que no coincide con la evaluación analítica); con una intensidad colorante de: 0.49 y 0.61 respectivamente; con un matiz de: 36.3 y 44.46 respectivamente; con una acidez total de 6.27 y 6.57 respectivamente; con un pH de 3.57 y 3.93 respectivamente; ambas con un aroma frutal. Para la variedad Malbec el vino mejor calificado fue el de 9 días de MC con 98 puntos, el cual analíticamente presentó una intensidad colorante de 0.17, un ángulo de matiz de 45.7; acidez total de 6.57; y un pH de 4.4, y con aroma frutal. El vino C. Sauvignon mejor calificado según los panelistas fue el de 9 días de MC con 99 puntos y con las siguientes características: Intensidad colorante de 0.29; un ángulo de matiz de 43.6; una acidez total de 5.3, y un pH de 4.33, sobresaliendo un aroma afrutado, lo cual no es muy característico de ésta variedad.

En particular, el mejor tiempo de MC para el cultivar R. Cabernet fué de 9 días, comparado con el testigo (vino elaborado de manera tradicional VT). En lo que se refiere a color tuvo una intensidad de igual valor (0.61) que un vino de VT, el ángulo de matiz es más alto para el vino de MC 41.64 que para el de VT 32.42, es decir que el rojo en el vino tradicional esta más definido; en acidez total el vino de MC fue de 6.5, mientras que para el VT fue de 9.5 (muy alta), éste valor de acidez en la industria, eminentemente tendría que ser corregido; si hablamos de pH, el valor para un vino con MC fue de 3.7 mientras que para el VT fue de 2.8, el vino con MC sería entonces más suave al paladar. En volumen de alcohol de un vino de VT y el de MC prácticamente fueron iguales 10.39°GL (Ver anexo).

Por otro lado, vino del cv. Malbec con MC, en comparación con el testigo se vio más acentuada entre los 6 y los 9 días de MC. Si hablamos de color, resulta difícil relacionar la difusión de color en dichos tratamientos ya que al parecer al evaluar la firmeza se presenta un fenómeno de elasticidad en el mesocarpio, lo cual impide correlacionar de manera absoluta la difusión de color con la degradación de las paredes celulares de la cáscara de la uva. De las variables evaluadas podemos concluir que el tiempo de MC favorable y comparable con el testigo, para ésta variedad es el de 12 días de MC (cosa que no coincide con el análisis sensorial). En el caso intensidad de color, el vino MC fue 42.3.% menor que el testigo (0.11, 0.43 respectivamente), en este caso el

único tratamiento comparable sería el de 9 días de MC (0.26 VT: 0.17 9 días MC); para el ángulo de matiz el testigo y el vino de MC de 12 días es muy comparable (38.3, 39.3 respectivamente) y más luminoso, es decir menos oscuro, y un rojo más vivo (L, a, b) con un valor de 32.42 y 31.72, respectivamente. De Malbec, se obtuvo un vino con una AT a los 12 días de MC de 5.8 comparada con el testigo este valor fue 70.7% menor el pH es de 4.1 en comparación con el testigo que fue de 3.5, confiere al vino un sabor más débil, en lo que a alcohol se refiere, en un vino de Malbec con un tratamiento de 12 días de MC se obtuvo una graduación alcohólica de 10.88 contra una de 10.65 para el testigo (VT) (Ver anexo).

Finalmente para C. Sauvignon, la mayor degradación del mesocarpio y de la pulpa se observó a los 9 días de MC, y se reflejó en la intensidad de color 0.29, que en este caso es la mayor, incluso comparable con el testigo (0.26), el ángulo de matiz (41.64) es alto con respecto al testigo (37.26) más claro, tendiente al café - rojizo y al azul (L, a, b) con respecto al testigo. La AT que adquiere el vino con un tratamiento de 9 días de MC fue de 5.3 g/L de ácido tartárico mientras que la del testigo fue mas alta (7.8 g/L de ácido tartárico), en el pH se determinó un valor de 4.3 contra un valor de 3.3 en el testigo, y por último el grado alcohólico fue mas bajo 10.39 °GL, que en el testigo 10.79 °GL, para la producción de alcohol se obtuvo una mejor graduación a 6 días de MC (10.87 °GL) (Ver anexo). Para esta variedad el análisis sensorial coincide con el resultado analítico.

La variedad que mejor se adaptó a una MC, obteniendo de manera particular mejores características, en comparación con los mejores vinos de cada variedad en función del tratamiento de MC fue el cultivar Ruby Cabernet (por el color que adquirió y el balance en el gusto). Variedad cultivada en el Centro de México (ya que no se sabe si se comportaría de la misma manera R. Cabernet cultivada en otra región, por el clima, la tierra, la situación geográfica). Sin embargo con C. Sauvignon se obtuvieron muy buenos resultados.

En conclusión, las características que se pueden obtener por medio de una MC en un vino, están relacionadas como se ha mencionado, con la variedad de uva que se utilice, tanto las condiciones iniciales del fruto como acidez y grados brix, la situación geográfica del viñedo, el clima y el tratamiento que se le da al viñedo (poda, injerto, riego, fertilización, etc). En este trabajo quedó claro que

además de lo anterior la bondad de la Maceración Carbónica depende también de los días de MC y la variedad de uva.

En el área de Enología, hay un sin número de caminos por explorar. Sería interesante determinar el comportamiento a 9 días de MC de R. Cabernet (que fue la que mejor se adaptó a una MC y el mejor tiempo) cultivada en diferentes regiones. De la misma manera se pudiese experimentar con C. Sauvignon. Por otro lado se abre otro campo de estudio en lo que se refiere a compuestos volátiles y los precursores de los mismos.

De igual manera se puede estudiar la extracción de color en MC aunado a la adición de enzimas que pudieran favorecer la operación, lo cual se podría estudiar también para concentrado de uva y cidra.

VI. BIBLIOGRAFÍA

1. Abaach, R.F. Webb, A.D. Kepner, R.E. 1959. A Comparison of antocyan pigments of *vinifera* grapes, II *J. Amer. Enol. Vitic.*, 10:164-172
2. Alvarado P. A. 1997. Estudio para la Estabilización del Jugo de Zanahoria a Través de Complejos Enzimáticos de *Aspergillus niger* y *Erwinia carotovora*. Tesis de Maestría en Ciencia y Tecnología de los Alimentos. Facultad de Química, UAQ.
3. Ammti, A., Donati A.M., Galassi, S., Pallota, U., 1973. Esperienze di vinificazione per macerazione carbonica di uve prodotte in Romagna-note II-*Sci. Technol. Alim.*, pp 357-361.
4. Amerin, M. A. 1970. The technology of wine making AVI Pub. C. USA pp. 120-210.
5. Amerine, M.A, Roessler, E. B. 1983. Wine. Their sensory evaluation. W.H. Freeman and Company., pp 102-105.
6. Amerine, M. A, Roessler, E. 1958. Methods of determining field maturity of grapes. *Amer. J. Enol.*, 9:37-40.
7. Anaya, R. 1993. La viticultura mexicana en los últimos 25 años. En: Memorias del 25° día del Vinicultor. SARH, INIFAP, Matamoros, Coah. México. Publicación especial No. 46, pp 123-136.
8. André P., Bernard P. Chambroy, Y., Flanzky C., Jouret, C. 1967. Méthode de vinification par maceration carbonique.- I. Production de jus de goutte en vinification par macération carbonique. *Ann Technol. Agric.*, 16, 109-116.
9. Antoniani, C. 1946. Lezioni di chimica delle fermentazioni. Ed. Ambrosiana . Milano., pp 235-237
10. Arellano, F. 1988. Mercadeo y destino de la producción de uva en México. En: Memorias del Primer Ciclo Internacional de Conferencias sobre Viticultura. SARH, INIFAP. Torreón Coah. pp.G1-G-5
11. Asociación de Vitivinicultores y Secretaría de Programación y Presupuesto, 1985.
12. Baker , T. Amerine M., 1953 The grape. *Food Res.*, 18, 381.

13. Bergerent J., Feuillat M., Kamal, S. 1971. Recherches sur la vinification par "macération carbonique", expérimentation sur le Gamay en Côte-d'Or (1970). *C.R. J. Macération Carbonique*, 10-11 Février 1971, pp 195-204.
14. Bertrand, A. 1968. Utilisation de la chromatographie en phase gazeuse pour le dosage des constituants volatils du vin. *Conn. Vigne Vins*, 3, 175-270.
15. Bourzeix, M. 1971. Constitution phénolique des vins obtenus après fermentation intracellulaire (laboratoire; macération carbonique (cuve). *C. R. Journées Macération Carbonique*, 10-11 Février 1971, pp.182-187.
16. Bourzeix M. 1971. La diffusion des composés phénoliques au cours de la fermentation intracellulaire. *C. R. Journées Macération Carbonique*, 10-11 Février, 1971 pp.47-61.
17. Bourzeix, M., Weyland D., Heredia N., Desfeux C. 1986. Etude des catéchines et des procyanidols de la grappe de raisin, du vin et d'autres dérivés de la vigne. *Bull. OIV*, 59. pp 1171-1254.
18. Brèmond, E. 1957. Techniques modernes de vinification. Ed. La Maison Rustique, Paris. 560 pp.
19. Carboneau, A. 1998. Notes inédites d'Ecophysiologie de la Vigne. Ecole Nationale Supérieure Agronomique, Montpellier, Fra.
20. Carbonell, M. 1970. Tratado de Vinicultura. Edit. Aedos, Barcelona, España.
21. Centro de Investigación Agrícola del Norte (CIAN). 1987. Guía práctica del viticultor. INIA SARSH. México.
22. Carroll, D.E. 1986. Effects of carbonic maceration on chemical, physical and sensory characteristics on Muscadine wines. *J. Food Sci.*, 51, 1195-1196-1252.
23. Castor, J. Guymon A. 1952: Carbonic Maceration. *Sci.* 115, 147-149.
24. Chambroy Y. 1981. Etude du degagement de gaz carbonique de baies de raisin placées en atmosphere appauvrie en oxygene. Thèse de specialité. Marsellie Luminy.
25. Champagnol, F. 1984. Elements de Physiologie de la vigne et de la Viticulture generale. Ed. DEHAN, Montpellier, Fra. pp 351.
26. Chancrin, E. Siloret, P. 1957. Le vin. Ed. Hachette, Paris.
27. Chauvauver, M. 1971. The wine science. *J. Food Sci.*, 32, 1112-1115.

28. Chávez Franco S.H. 1996. Propiedades biomecánicas de los frutos, caso zarzamora. En: Memoria IX Curso de Actualización. Frutales con futuro en el comercio internacional, Fundación Salvador Sánchez Colín CICTAMEX S.C. México.
29. Comisión Nacional Frutícola CONAFRUT. 1985. El Mercado exterior Frutícola, Uva., pp. 13. Asoc. Nacional de Vinicultores.
30. Crouzet J. 1986. Les enzymes et l'arôme des vins. *R.F.OE.*, 102, pp.42-49.
31. De Flores, G., Perezsandi, L., Pérez, M. 1995. Los vinos, los quesos y el pan. Limusa. Noriega Editores., pp 16-123.
32. Díaz-Cervantes, M. 1982. Elaboración casera de vinos de mesa blancos y tintos. Centro de Investigaciones Agrícolas del Norte Centro. SARH. pp.6-19.
33. Díaz-Cervantes, M. 1992a. Las vinificaciones clásicas y especiales. Elementos de Enología. Editado por C. Químicas UAZ/INIFAP-ZAC-AGS. pp.62-79.
34. Díaz -Cervantes, M. 1992b. Panorama de la Vinicultura en la Región Centro-Norte de México. Elementos de Enología. Editado por C. Químicas UAZ. INIFAP ZAC-AGS. pp.12-21.
35. Dubois, P., Etievant, P., Dekimpe, J., Buret, M., Chambroy, Y., Flanzzy, C., 1977. Etude sur l'arôme des vins de macération carbonique. *C.R. Acad. Agric.*, 63, pp.1183-1189.
36. Dubois, P., Dekimpe, J., Buret, M. 1983. Nouvelle méthode de vinification. *C.R. Acad. Agric. Fr.*, 21, 935-938.
37. Ducruet, V., Flanzzy, C., Bourzeix, M., Chambroy, Y., 1983. Les constituants volatils des vins jeunes de macération carbonique. *Sci. Aliments*, 3, 413-426.
38. Ducruet, V., 1984. Comparasion of the headspace volatiles of carbonic maceration and traditional wine. *Lebensm. Wiss. Technol.*, 17, 217-221.
39. Ehrlich, F. 1917. Red wine Aroma. *Biochem.*, 79, 232-240.
40. Etievant, P. 1981. Volatile phenol determination in wine. *J. Agric. Food Chem.* 29, 65-67.
41. Ferrarini, R. Y Montalto, O. 1986 Confezionamento del vino in bottiglia. *Vini d'Italia Italia* Vol. 1:19.

42. Flanzy, M., 1935. La vinification des vins rouges. Nouvelle méthode de vinification. *Rev. Vitic.*, 83,315-319, 325-329, 341-347.
43. Flanzy, C, Andre, P., Flanzy, M., Chambroy, Y., 1967. Variations quantitatives des acides organiques stables, non cétoniques, non volatils, dan les baies de raisin placées en anaérobiose carbonique: Influence de la température; Influence de la durée d'anaérobiose, *Ann. Technol. Agric.* 25, 175-190.
44. Flanzy, C.,1978. Etude sur le métabolisme du raisin. These Doctorat d'Etat, Fac. Sciences Marseitt Luminy.
45. Flanzy, C., Andre, P., Buret, M., Chambroy, Y., 1980. Cépages et métabolisme anaérobic. *C.R. Acad. Agric.*, 66, 828-838.
46. Flanzy, C., Andre, P., Bernard, P., Chambroy, Y., 1980. Vinification par macération carbonique. VII. Préchauffage de la vendange. *Ann. Technol. Agric.*, 29, 13-25.
47. Flanzy, C., Flanzy, M., Benard, P. 1987. La vinification par maceration carbonique. INRA, Paris. pp 11-101.
48. Flanzy, C. Andre, P, Flanzy, M., Chambroy, Y. 1967. Variations quiantitatives des acides organiques stables, non cétoniques, non volatils, dans les baies de raisin placées en anaèrobiose carbonique; a) Influence de la température, b) Influence de la drtée d'anaèrobiose. *Ann Technol. Agric.* 16, a) 27-34; b) 89-107.
49. Flores, R. N. 2000. Evaluación de la fermentación maloláctica inducida en vinos tintos del cv. Ruby Cabernet, obtenidos por dos métodos de vinificación y dos cepas de la levadura (*Saccharomyces cerevisiae*). Tesis de Maestría en Ciencia y Tecnología de los Alimentos. Facultad de Química, UAQ.
50. Fregoni, M. 1998. Viticoltura di Qualità.Grafiche Lama – Piacenza. Italia. Pp11-16.
51. García, J. 1984. Ampelografía. Cursos de Educación Continúa. Dpto de Fitotécnia. Centro de Ciencias Agropecuarias. UAA.
52. García, J. 1992. a) Nociones generales de viticultura. Elementos de Enología. C.Q./UAZ. INIFAP-AGS/ZAC. b) Estructura y funciones de la Vid. Elementos de Enología. C.Q./UAZ. INIFAP-AGS/ZAC.

53. Galet, P. 1983. *Precis de Viticulture*. 4a Edición. Imprimerie DEHAN, Montpellier, Fra. pp 584.
54. Galet, P. 1988. *Cépages et Vignobles de France*. Tome I. Les vignes américaines. 2a Edition. Imprimerie Charles Dehan, Montpellier. Fra.
55. Galet, P. 1985. *Precis d'Ampélographie Pratique*. 5éme Edition Imprimerie DEHAN, Montpellier, Fra. pp 256.
56. Garoglio, P.G. 1962. "La Nueva Enología" 1a. Edición. Instituto di Industrie Ararie Firenze., pp 331-337.
57. Gonzalez-Raurich M., Reglero G., Herraiz M., Cabezudo M.D. 1985. El vino. *Alim. Equip. Tecnol.*, marzo-abril, pp.131-145.
58. Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática (INEGI). 1997. Catálogo de información agrícola y de estatus financiero y pecuarios, Instituto de Geografía e Informática. Dcto. IAI. Rolando Olvera Oropeza. Aguascalientes, México.
59. Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática (INEGI). 1999. Catálogo de información agrícola y de estatus financiero y pecuarios, Instituto de Geografía e Informática. Dcto. IAI. Rolando Olvera Oropeza. Aguascalientes, México.
60. Johnson, H. 1971. *The Word Atlas of wine*. Simond and Schuster, N.Y.
61. Jouret, C., Moutounet M., Dubois P. 1972 Formation de vinylbenzène de la fermentation alcoolique du raisin. *Ann. Technol. Agric.*, 21, 69-72.
62. Jouret C., 1971. Produits principaux et secondaires de la fermentation intracellulaire. C. R. J. Maceration Carbonique, 10-11 Février 1971, 29-36.
63. Jouret, C., Moutounet, M. 1970. Comparasion des dubstances volatiles émises au cours de la vinification des taisin foulès et non foulès. *Ann Technol Agrc.*, 19, 59-68.
64. Kourakou, T. 1967. *Méthodes actuelles d'vinification*. Ed. Dunod, Paris.
65. Lerma, S. 1995. Del Viñedo a la Industria, Industrias Vinícolas. La Vitivinicultura. El Colegio de Michoacán, A.C. México D.F. pp. 15.
66. Lorenzo, M. Cornejo, L. 1996/97. Los Componentes volátiles responsables del Aroma en el Vino. *Bebidas Mexicanas*. Vol. 5. pp 30-32.

67. Madero, J., 1992. Panorama de la Vitivinicultura. Programa de Viticultura. INIFAP-CIFAP-ZAC. 1ª. Parte. Elementos de Enología. Editado por C. Q. INIFAP/ZAC-AGS. pp 21-32.
68. Madrid, V. 1980. Tecnología del Vino y Bebidas Derivadas. Mundi- Prensa. AMV. Ediciones Madrid España.
69. Margheru, G. 1987. Ossezioni sui composti fenolici dei due annate consecutive. L'Enotecnico. Italie. Vol 10:59.
70. Meyer, F. Lerma, S. 1985. Situación actual de la Viticultura. Comisión Nacional de Fruticultura, CONAFRUT. Asociación Nacional de Vitivinicultura, pp. 25.
71. Miranda, L. R. 1990. A maturity trial study of pinot noir wines: Aroma Profile by sniffing gas chromatographic effluent. Oregon State University., pp. 12-62.
72. Morales, A. 1980. La cultura del Vino en México. Ediciones Castillo. México. pp 20- 46.
73. Moscoso, A. 1982. Viña y Vino. Revista Técnica de Vitivinicultura y Enología, España.
74. Navarre, J., Navarre, C. 1986. Manuel d' Enologie. 4ª. Édition. Éditions J-B Bailliere. pp.27-35, 82-87, 130-144.
75. Navarre, J. 1998. L'oenologie. Editorial Leauoisier. Londres, París, Nueva York., pp. 354
76. Nelson, K.E. 1988 Modern methods of postharvest handling. En Memorias del Primer Ciclo Internacional de Conferencias sobre Viticultura. SHARH, INIFAP. Torreón Coah. Pp H1-H34.
77. Nelson, K. E. 1990. The grape. In quality and prevetion of friut. N.A. Chapter 7, Michel Eskin Ed. CRC PRESS., pp 125-167.
78. Orgelia, F. Enología Teórico – Practica. 1978, vol. I. Ediciones Instituto Saieciano de Artes Gráficas de Buenos Aires. pp.479-521
79. Office International De La Vigne Et Du Vin, (O.I.V.) 1995. Bulletin. Vol 44-628- Juin 1980. 11, rue Rouquépine, 75008 Paris. pp.399
80. Paronetto, L. 1987. Lievito selezionato: un importante contributo alla qualita del vino. L' Enotecnico, Italia, No. 10.
81. Peynaud, E. Guimberteau C. 1962. Formations et précipitaions de colloides dans les vins roges C.R. Acad. Agric., 1962, 21,720.

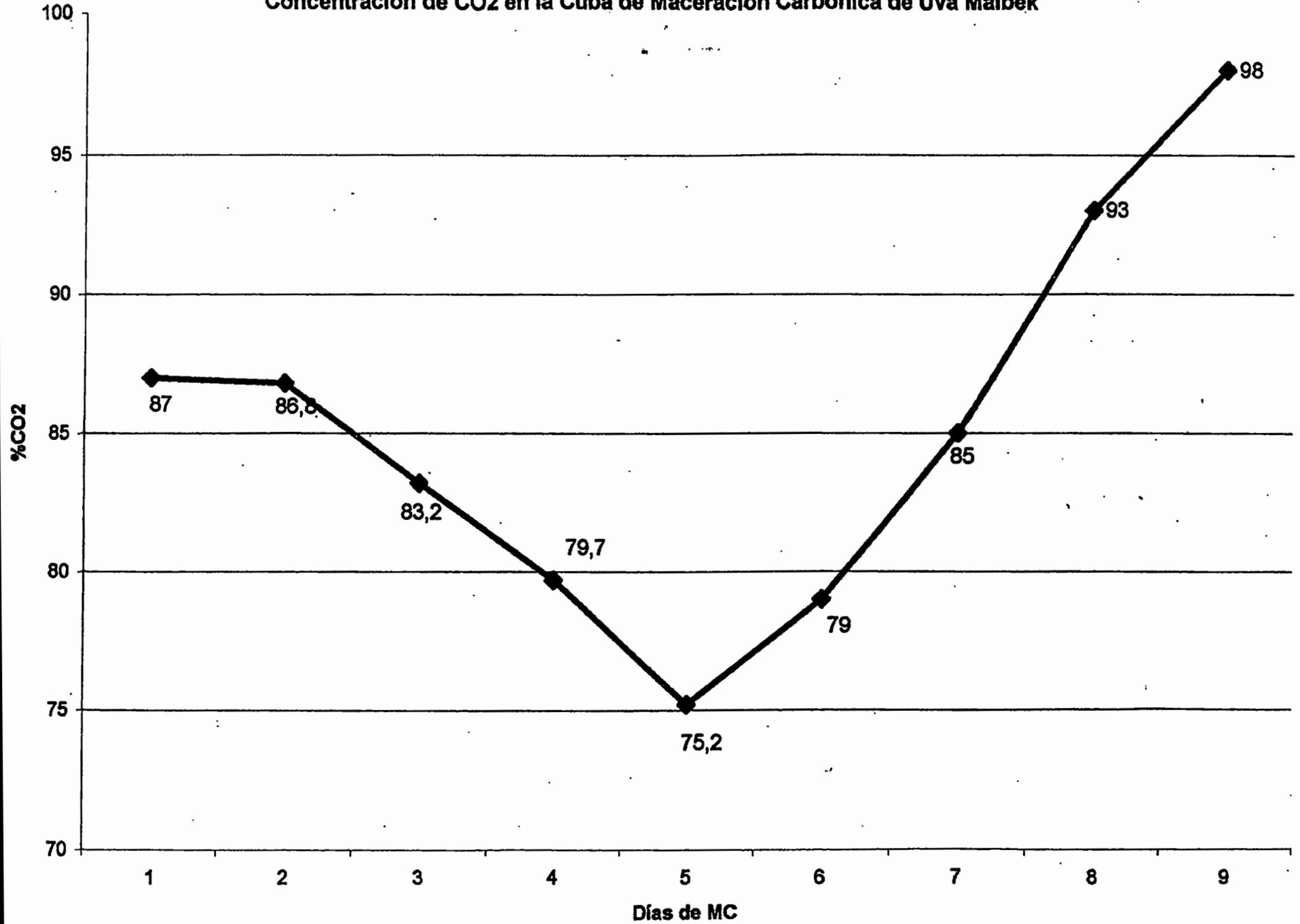
82. Peynaud, E. 1975. *Connaissance et Travail du Vin*. Dound. Paris.
83. Peynaud, E. 1984. *Enología Práctica. Conocimiento y Elaboración del Vino*, 2da. Edición. Editorial Mundi-Prensa. Madrid, España., pp.125-137.
84. Pratt, C. 1971. Reproductive anatomy in cultivate grapes. *A revie. Amer. J. Enol. Viticult.* 22 (2): 92-109.
85. Pratt, C. 1974. Vegetative anatomy of cultivated grapes. *A revie. Amer. J. Enol. Viticult.* 25 (3): 131-150.
86. Pouget, R. 1972. Considérations générales sur le rythme végétatif et la dormance des bourgeons de la vigne. *Vitis*. 11, 198-212.
87. Rankin, B. C. Kepner, R.E., Webb, A.D. 1958. Comparison of anthocyan pigments of *vinifera* grapes. *Amer. J. Enol.* 9: 105-110.
88. Reazing, G. Scales, H. Y., Anderasen, A. 1973. *J. Agric. Food. Chem.* 21, 50-54
89. Reyes, C. J. 1989. Microvinificación (técnicas para la evaluación de cultivares de Vid. CIAN, INIA.
90. Richard C., Bernard P., Bouvier J.C., Chambroy Y., Flanzly C.- 1982. Vinification par macération carbonique. Utilisation de mout ou de vin pour le rechauffage de la vendange. *Sci. Alim.*, 2, 341-363.
91. Ribereau-Gayon J. 1982. *Trattato di Enologia Trasformazione e trattamento dei vini*. Edizioni Agricole Bologna. Edit. Librairie Polytechnique Ch. Béranger. Paris et Liège., pp 35-126.
92. Ribereau-Gayon, J., Peynaud, E. 1971. *Sciences et technique de la vigne*, Tomos I y II. Editeur Dunod, París, France. T. I; pp. 35-55. T. II; pp. 251-270.
93. Santibañez, J. 1992. "Nociones Generales de Viticultura". *Elementos de Enología*. Editado por C. Químicas UAZ/INIFAP-ZAC-AGS., pp.1- 12.
94. Secretaría de Agricultura, Ganadería y Desarrollo Rural (SAGAR), 1990-1996. *Anuario estadístico de la producción Agrícola de los Estados Unidos Mexicanos*.
95. Secretaria de Agricultura y Recursos Hidráulicos (SARH). 1993. *Boletín mensual "Estadísticas" Diciembre.*, pp.7-9.
96. Salinas M. R., Alonso G., Navarro G., Parado F. 1990. Aportación al Estudio de la Evolución de Componente Aromáticos Mayoritarios en Vinificación por Maceración Carbónica de Uvas Monastrell, I: 1-Propanol, Isopropanmol, 1-Butanol, 2-Metil-1-Butanol y 3-Metil-1-Butanol. *Anal. Bromatol.* XLII-2 ;209-217.

97. Seguin, A., Torres P., 1981. L'élevage des vins en Roussillon. *Bull Techn. Pyr. Orient.*, 99, 61-70.
98. Seifert, W. 1938. *Chemie des Mostes und Weines*. Wiesbaden., pp 198.
99. Sudraud, P., Cassignard, R. 1959. Travaux recents sur la fermentation malolactique. *Vigne Vin* 80,10-13. Citado por Orgelia Francisco. *Enología Teórico-Practica Vol. 1 3era. Edición* pp 210-214. Edit. Buenos Aires Argentina 1978.
100. Sholberg, P.L. Reynolds, A.C. Gaunce, A.P. 1996. Fumigation of table grapes with acetic acid to prevent postharvest decay. *Plant Disease*. 80 No. 12. 1425-1430.
101. Singleton, 1972 (citado por Venegas, G.C. 1999).
102. Tiscareño, J. 1990. *Manual de Viticultura y Enología*. Edición especial de la Universidad Autónoma de Aguascalientes.
103. Thomas, P. Bhushan, B. Jpshi, M. R. 1995. Comparasion of the effect of gamma irradiation, heat-radiation combination, and sulfhur dioxide genereting pads on decay an quality of grapes. *J. Food Sci. Technol.* 32, 6, 477- 481.
104. Uys, D. C. 1996. Firmness meter for grape verries: How firm are our table grapes realle. *Deciduous Fruit Grower*. 4C (10) 379-383.
105. Venegas G.C. 1999. Evaluación de la calidad y capacidad de conservación de la uva de mesa cv. Ruby Seedless (*Vitis vinifera* L.) sobre portainjertos resistentes a la filoxera y/o nemátodos. Tesis de Maestría en Ciencia y Tecnología de los Alimentos. Facultad de Química. Universidad Autónoma de Querétaro. , pp. 140.
106. Versini, G., Tomasi, T. 1983. Confronto tra i componenti volarili dei vini rossi ottenuti con macerazione tradizionale e macerazione carbonica. Importanza differenziante del cinnamato di etile. *L'enotecnico*, 19, 595-600.
107. Vougt, E. 1972. *La Fabricación de los Vinos*. Editorial Acriba. Zaragoza España.

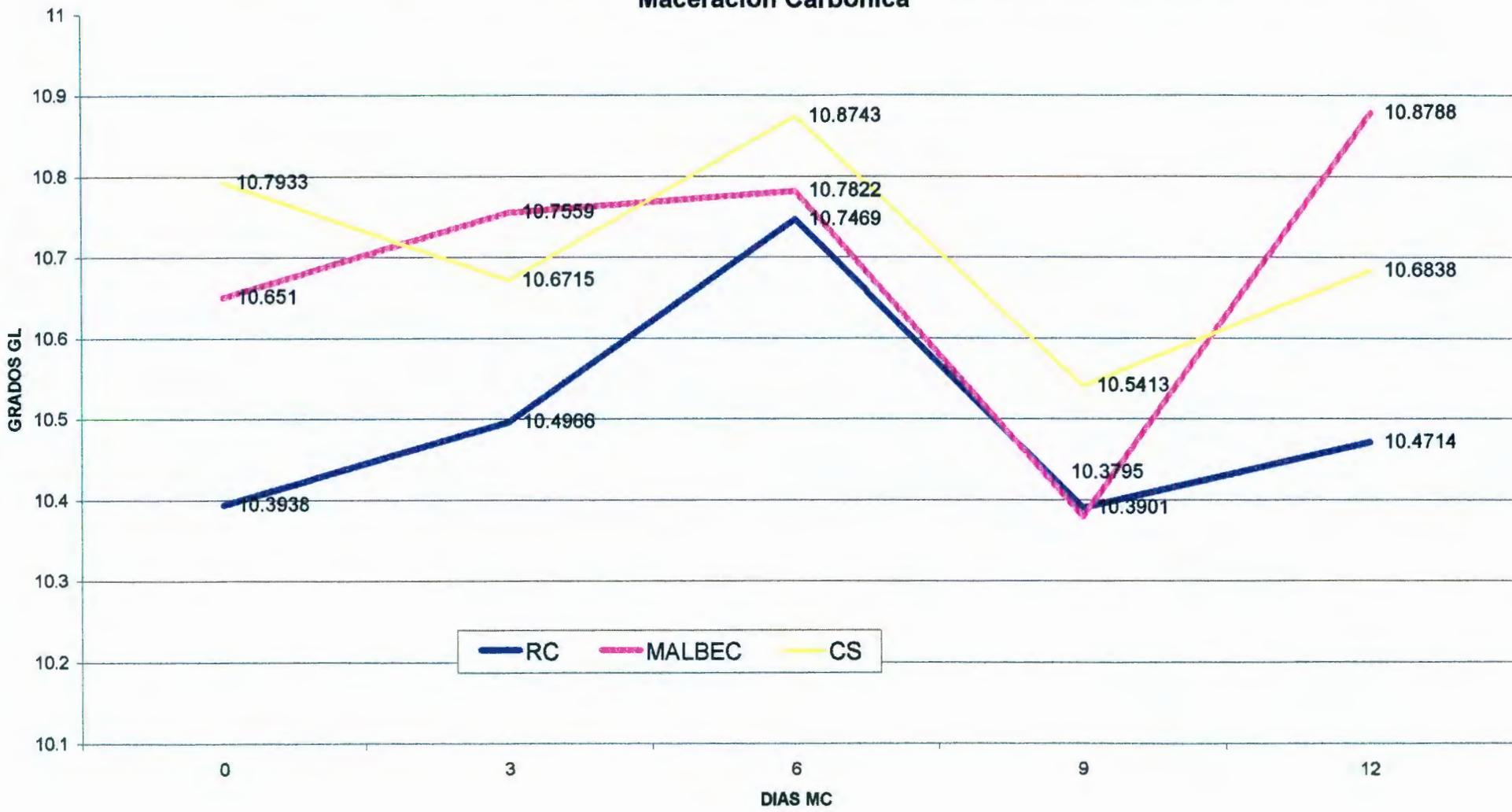
108. Weaver, R. 1981. Cultivo de la Uva. Department of Viticulture and Enology. University of California Davis. CECSA. pp. 52-127
109. Williams, A.A., Tucknott, O.G. 1973. The selective extraction of aroma components from alcoholic distillates. *J. Sci. Food Agric.* 24: 863
110. Winkler, A. J., Amerine. 1938. Color in California wines II. Preliminary comparissons of certain factors influencing color. *Food Res.*, 3: 439-447
111. Winkler, A. J., 1938. The effect of climatic regions. *Wine Review*, 6:14-16, 32.
112. Winkler, A. J. 1990 *Viticultura General*. 6ta Edición Ed. CECSA. México. pp.53, 103,119-163,792.
113. Yahuaca J. 1999. Efecto del anillamiento y de la aplicación de ethrel sobre la conservación de uva de mesa cv. *Málaga Roja* producida en la Comarca Lagunera. Tesis de Maestría en Ciencia y Tecnología de los Alimentos. Facultad de Química, UAQ.

ANEXO I

Concentración de CO2 en la Cuba de Maceración Carbónica de Uva Malbek



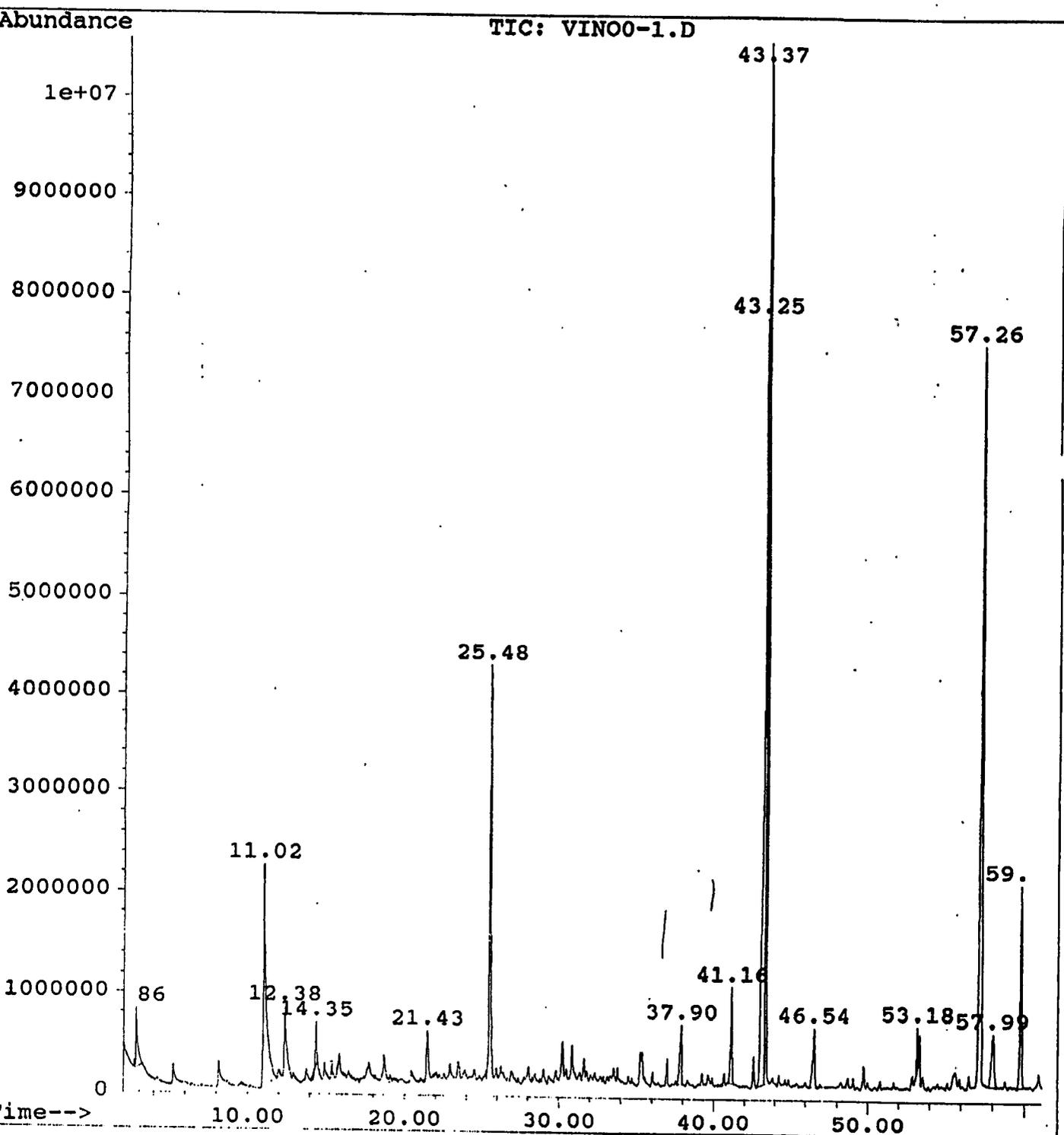
Porcentaje en Volumen de Alcohol de Vino Tinto de Tres Variedades de Uva en Función del Tiempo de Maceración Carbónica



ABUNDANCIA RELATIVA DE COMPUESTOS VOLÁTILES ENCONTRADOS EN VINO ELABORADO POR EL MÉTODO TRADICIONAL.

| # Pico | T.R. | Compuesto | % abundancia relativa |
|---------------|-------------|--|------------------------------|
| 1 | 2.748 | Methylene Chloride | 0.039 |
| 2 | 2.855 | 1 Butanol, 3 metil | 1.223 |
| 3 | 5.245 | Acido Propanoico, 2 hidroxí,etil ester | 0.465 |
| 4 | 8.134 | Acido acético | 0.451 |
| 5 | 8.195 | 2 butanol, 3 metil | 1.280 |
| 6 | 11.02 | 2, 3 butanediol | 7.502 |
| 7 | 11.789 | 2, 3 butanediol | 0.144 |
| 8 | 11.967 | 2, 3 butanediol | 0.313 |
| 9 | 12.026 | 2, 3 butanediol | 0.220 |
| 10 | 12.119 | Metil Silano | 0.126 |
| 11 | 12.38 | 1, 3 butanediol | 1.743 |
| 12 | 12.503 | 1, 3 butanediol | 1.123 |
| 13 | 12.933 | 1, 3 butanediol | 0.261 |
| 14 | 13.741 | 3,8 dimetil decano | 0.382 |
| 15 | 13.851 | 1 octanol, 2,2 dimetil | 0.181 |
| 16 | 14.354 | Butirolactona | 1.160 |
| 17 | 14.466 | Acido butanoico 4 cloro | 0.367 |
| 18 | 14.911 | Butanamide N etil | 0.054 |
| 19 | 15.034 | Butanamide N etil | 0.167 |
| 20 | 15.376 | 1 etoxi 3 pentanol | 0.489 |
| 21 | 15.735 | Heptadecano 2 metil | 0.349 |
| 22 | 15.778 | (1R, 2R, 4R)-p- metano-1,2,8 triol | 0.131 |
| 23 | 15.834 | Acido butanoico 3 metil | 0.792 |
| 24 | 16.443 | Heptadecane | 0.384 |
| 25 | 17.609 | 1H Pirazole 1,3,5 trimetil | 0.299 |
| 26 | 17.723 | 2,3,5 Trimetilfurano | 0.643 |
| 27 | 18.542 | Trans-2,3-epoxidecane | 0.137 |
| 28 | 18.671 | 1,6 hexanediamine | 0.740 |
| 29 | 20.411 | Octadecane | 0.243 |
| 30 | 20.531 | Etanol 2 (hexadeciloxi) | 0.069 |
| 31 | 21.433 | Nonane, 1 Yodo | 1.256 |
| 32 | 21.837 | Tetradecane 2 metil | 0.162 |
| 33 | 21.927 | Tetradecane 2 metil | 0.101 |
| 34 | 21.994 | Xanthatin | 0.061 |
| 35 | 22.543 | NO IDENTIFICADO | 0.198 |
| 36 | 22.912 | Acido tetradecanoico | 0.469 |
| 37 | 23.468 | Hexacosano | 0.606 |
| 38 | 23.897 | Benzeno 1 (1,5, dimetil 4 hexenil) 4 metil | 0.466 |
| 39 | 24.5 | Nonadecane | 0.315 |
| 40 | 25.255 | Decacosane (alcano) | 0.228 |
| 41 | 25.477 | Fenil etil alcohol | 0.747 |
| 42 | 25.911 | Benzene (1 pentilheptil) | 0.222 |
| 43 | 26.23 | 1 benzene (1heptiloctil) | 0.219 |
| 44 | 26.376 | Ambrosil | 0.093 |
| 45 | 26.912 | Benzene (1 propilononil) | 0.115 |
| 46 | 26.963 | Pienol 2- (5-metil-3 isoxazocil) | 0.146 |
| 47 | 28.039 | Benzene (1 etildeclil) | 0.405 |
| 48 | 28.459 | Acido nonahexa contanoico | 0.208 |
| 49 | 29.013 | Heptadecane 8 metil | 0.359 |
| 50 | 29.369 | Thrichothec 9- ene- 3, 4,8,5 tetrol | 0.195 |
| 51 | 29.819 | Benzene (1 hexyloctil) | 0.303 |
| 52 | 30.227 | 1 pentan-3 ol, 3 metil | 1.057 |
| 53 | 30.495 | Ambrosin | 0.411 |

File : D:\VINO0-1.D
Operator : MERCEDES
Acquired : 13 Jun 98 4:44 pm using AcqMethod VOLATILM
Instrument : 5972 - In
Sample Name: EXTRACTO VINO TINTO. DECOL. CARB. ACT.
Misc Info : 2 uL DE 25 CH2Cl2
Vial Number: 1



ABUNDANCIA RELATIVA DE COMPUESTOS VOLÁTILES ENCONTRADOS EN VINO DE 3 DÍAS DE MC

| # Pico | T.R. | Compuesto | % abundancia relativa |
|---------------|-------------|--|----------------------------------|
| 1 | 2.806 | Methylene Chloride | 0.760 |
| 2 | 2.878 | 1 Butanol, 3 metil | 3.261 |
| 3 | 3.214 | Methylene Chloride | 1.098 |
| 4 | 3.512 | Methylene Chloride | 0.474 |
| 5 | 3.741 | Methylene Chloride | 0.358 |
| 6 | 4.252 | Methylene Chloride | 1.118 |
| 7 | 5.282 | 1 metoxi butane | 1.648 |
| 8 | 5.728 | Ac. Acético | 0.285 |
| 9 | 8.162 | 2 butanol, 3 metil | 0.950 |
| 10 | 9.657 | 2, 3 butanediol | 0.637 |
| 11 | 10.237 | Acido butanolico 3 hidroxi etil ester | 0.026 |
| 12 | 11.047 | 2,3 butanediol | 4.599 |
| 13 | 12.406 | 2,3 butanediol | 0.982 |
| 14 | 12.976 | 2,3 butanediol | 0.052 |
| 15 | 13.622 | Glicine etil ester hidroclore | 0.438 |
| 16 | 13.769 | 2 Propanol 1 (metil 1 propoxi) | 0.277 |
| 17 | 14.403 | Butirolactone | 1.224 |
| 18 | 14.931 | Pentanamide, N etil | 0.188 |
| 19 | 15.883 | alfa-L- galactopiranoside metil | 0.145 |
| 20 | 16.167 | alfa-L- galactopiranoside metil | 0.310 |
| 21 | 17.853 | 3,4, Heptadine | 0.349 |
| 22 | 18.733 | D- Xylopiranose 5-C- (acetiloxi 2,3,4 triol) | 0.271 |
| 23 | 21.491 | Acido Pentanoico etil ester | 1.703 |
| 24 | 22.115 | Acido propionico 3 metoxy metil ester | 0.264 |
| 25 | 22.963 | Acido Hexanoico | 0.392 |
| 26 | 23.474 | Hexadecano 2,6,10,14, trimetil | 0.149 |
| 27 | 25.516 | Fenil etil alcohol | 1.496 |
| 28 | 28.119 | 2Propanol 1,3 dimetoxi | 0.231 |
| 29 | 29.041 | 2- metil octadecane | 0.197 |
| 30 | 29.399 | 2 metoxi phenothiazine | 0.178 |
| 31 | 29.856 | Benzene (1 hexil heptil) | 0.170 |
| 32 | 30.274 | 1 Penten-3-ol , 3 metil | 0.390 |
| 33 | 30.54 | 7 Hexilhexano-6-olide | 0.220 |
| 34 | 30.885 | 3,3 dimetil-3H- indol- 2,1 metil cetona | 0.834 |
| 35 | 31.413 | Octadecane 1 cloro | 0.212 |
| 36 | 33.199 | Acido 3 clorobenzoico, trimetil silli ester | 0.135 |
| 37 | 33.595 | 3 hidroxi- 4 isopropil-5,10 dimetil diester | 0.245 |
| 38 | 33.903 | 1 Deoxi-2,4 metilene-d- xilitol | 0.588 |
| 39 | 34.649 | beta-D- Arabinopiranoside, metil 2,3,5 | 0.626 |
| 40 | 35.324 | Acido benzoico, 4 etoxy etil ester | 0.460 |
| 41 | 35.414 | Glycine, N' acetil etil ester | 0.477 |
| 42 | 36.094 | Docosane | 0.232 |
| 43 | 37.034 | Acido decanoico metil ester | 0.197 |
| 44 | 37.621 | 1H Indol 2,3 dihidro- 1,2 dimetil | 0.167 |
| 45 | 37.969 | 5 metoxi carbonil 4 butanolde | 1.685 |
| 46 | 38.359 | Acido decanoico 2,4,6,8 tetrametil | 0.212 |
| 47 | 39.308 | Acido decanoico | 0.205 |
| 48 | 39.688 | Nonadecane 2,6,10,14 tetrametil | 0.326 |
| 49 | 40.71 | Acido Heptadecanoico metil ester | 0.145 |
| 50 | 41.077 | Glicerin | 0.660 |
| 51 | 41.145 | Thiophene 2,3 dihidro | 0.878 |
| 52 | 42.622 | Dietil phtalato | 0.367 |
| 53 | 43.133 | Thiophene 2,5 dihidro | 2.797 |

ABUNDANCIA RELATIVA DE COMPUESTOS VOLÁTILES ENCONTRADOS EN VINO DE 3 DÍAS DE MC

| # Pico | T.R. | Compuesto | % abundancia relativa |
|---------------|-------------|--|----------------------------------|
| 54 | 43.426 | Succinato Dietilo | 23.307 |
| 55 | 44.274 | Acido Heptanodico 15 metil metil ester | 0.170 |
| 56 | 44.716 | Acido benzoico | 0.088 |
| 57 | 46.578 | Acido dodecanoico | 1.297 |
| 58 | 49.112 | Vanillin | 0.184 |
| 59 | 49.782 | Acido Nonahexacontanoico | 0.560 |
| 60 | 50.028 | metil 2-metoxitetradecacen | 0.121 |
| 61 | 50.867 | Pyrolidin- 2-one, 5 heptil | 0.586 |
| 62 | 52.98 | Tricosene | 0.273 |
| 63 | 53.223 | Dibutil phtalato | 0.963 |
| 64 | 53.356 | Acido tetradecanoico | 0.798 |
| 65 | 54.545 | Galactosa, 6 deoxi-2-O-metil dietil | 0.365 |
| 66 | 55.173 | 2-bromo, 3 metosiacetophenane | 0.122 |
| 67 | 56.021 | Hexacosane | 0.313 |
| 68 | 56.532 | Acido pentadecanoico | 0.214 |
| 69 | 57.381 | Acido hexanedioico mono 2 etil ester | 27.554 |
| 70 | 57.634 | Acido hexanedioico mono 2 etil ester | 0.047 |
| 71 | 58.006 | Acido butanoico propil ester | 0.272 |
| 72 | 58.865 | 2 Nonadecanone | 0.078 |
| 73 | 59.856 | Acido Hexanoico | 5.052 |
| 74 | 60.456 | Acido Hexanoico | 0.281 |
| 75 | 60.824 | Acido Hexanoico | 0.156 |
| 76 | 60.966 | Ciclotetradecane 1,7,11 trimetil | 0.388 |

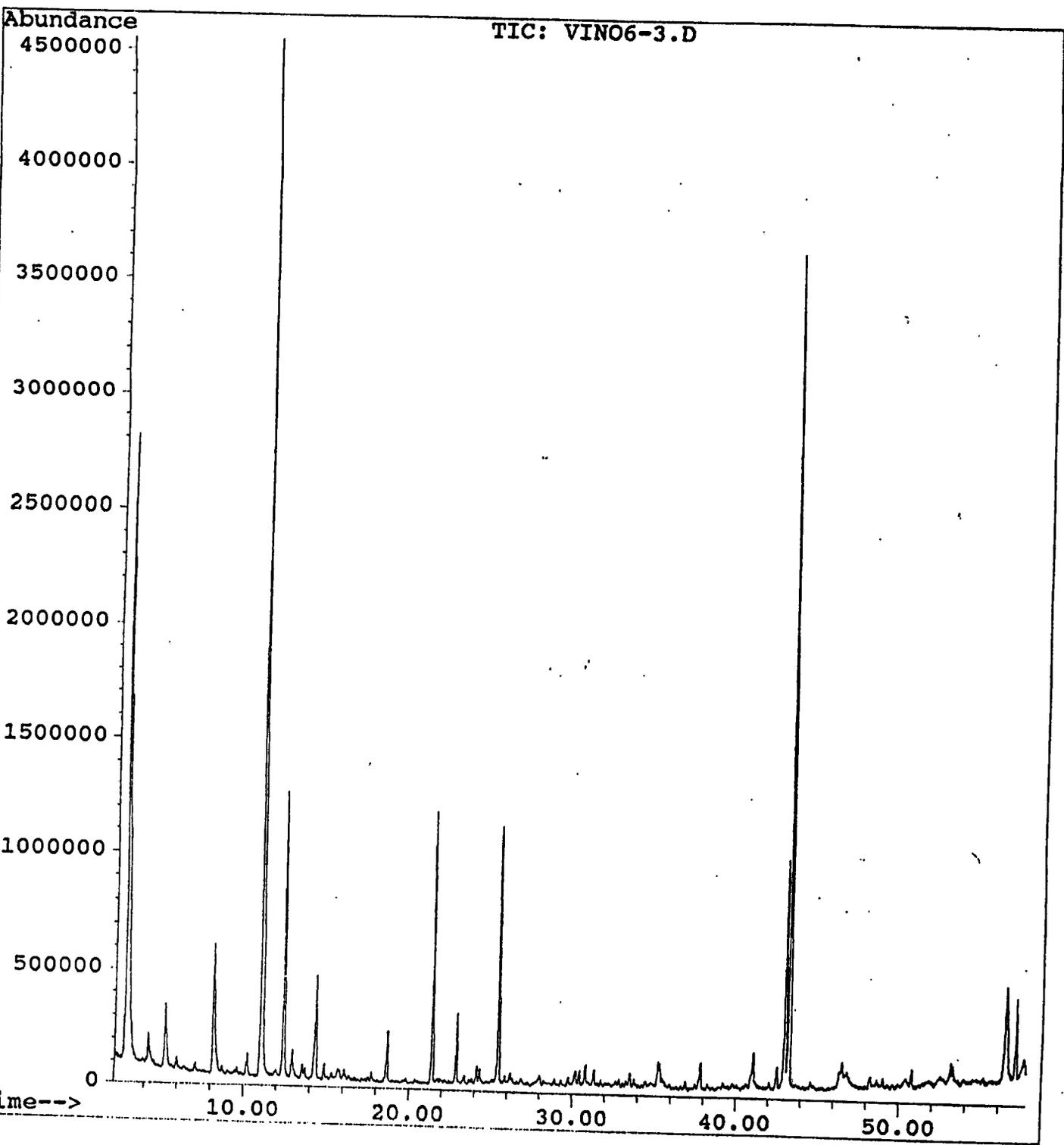
ABUNDANCIA RELATIVA DE COMPUESTOS VOLÁTILES ENCONTRADOS EN VINO DE 6 DÍAS DE MC

| # Pico | T.R. | Compuesto | % abundancia relativa |
|--------|--------|--|--------------------------|
| 1 | 2.88 | 1 Butanol, 3 metil | 36.430 |
| 2 | 4.245 | 1 Butanol, 3 metil | 0.705 |
| 3 | 5.274 | Acido propiónico, 2 hidoxi etil ester | 1.214 |
| 4 | 5.99 | 1butanol 3 metoxi | 0.257 |
| 5 | 7.113 | Decane, 3,8 dimetil | 0.123 |
| 6 | 7.959 | 2, 3 butanediol | 9.830 |
| 7 | 9.057 | Acido acético | 0.214 |
| 8 | 9.668 | Ac. Acético | 0.031 |
| 9 | 10.264 | Semioxamaide | 0.335 |
| 10 | 11.494 | Acido Butanoico 3 hidroxil etil ester | 21.704 |
| 11 | 12.099 | 1,3 butanediol | 0.183 |
| 12 | 12.717 | Etane 1,1 diethoxi | 7.728 |
| 13 | 13.168 | 2,3 butanediol | 17.250 |
| 14 | 13.823 | Propilene glicol | 0.508 |
| 15 | 14.56 | Eicosane | 1.719 |
| 16 | 15.025 | Butirolactone | 0.282 |
| 17 | 15.444 | Propanone- α - methyloxine | 0.274 |
| 18 | 15.894 | Oxirane, tetrametil | 0.345 |
| 19 | 16.198 | Pentacosane | 0.206 |
| 20 | 16.489 | Decane 1,1 dietoxi | 0.163 |
| 21 | 17.664 | Heptacosane | 0.073 |
| 22 | 18.781 | 2- ciclohexabe-1-one-6 metil-3-(1metil) | 0.897 |
| 23 | 20.517 | 2 butanone, 4 hidroxio, 3 metil | 0.124 |
| 24 | 21.565 | Octadecane 1 cloro | 2.750 |
| 25 | 22.094 | 2,3-Di- α -metil-D-xilopiranosio | 0.188 |
| 26 | 22.32 | 2,3, Dimetilanphetamine | 0.116 |
| 27 | 22.57 | Benzene (1 burhylheptil) | 0.121 |
| 28 | 22.974 | Acido hexanoico | 0.515 |
| 29 | 23.545 | Decane 3,8 dimetil | 0.249 |
| 30 | 23.956 | Benzene (1 etilniril) | 0.184 |
| 31 | 24.223 | 3 metil fenol | 0.165 |
| 32 | 24.418 | Isosorbide Dinitrate | 0.207 |
| 33 | 24.57 | Nonadecane | 0.149 |
| 34 | 25.53 | Fenil etil alcohol | 3.710 |
| 35 | 25.995 | Benzene (1pentilheptil) | 0.149 |
| 36 | 26.313 | Benzene (1.butiloctil) | 0.484 |
| 37 | 26.728 | 2H Pyran-2-one-5,6, dihidro-4-metoxio-6 | 0.110 |
| 38 | 27.036 | 1 Di-N-burilbenzene | 0.186 |
| 39 | 28.124 | Etanol 2, 2 ^o xi bis | 0.460 |
| 40 | 28.386 | 1H Indole- 3-carboxal dihidro, 5 metoxi | 0.083 |
| 41 | 28.527 | Eicosane | 0.131 |
| 42 | 28.818 | Pentasiloxane dodecametil | 0.114 |
| 43 | 29.102 | Pentacosane | 0.190 |
| 44 | 29.441 | 6-Indolizine acido carboxilic 2 metil | 0.147 |
| 45 | 29.889 | 2H -1-benzopiran-2-one, 6-(3hidroxio-3-me) | 0.170 |
| 46 | 30.289 | Quinazoline, 6 nitro | 0.415 |
| 47 | 30.542 | 2 Pirrolidinone | 0.305 |
| 48 | 30.904 | 2 quinolinemetanol, 8 hydroxy | 0.467 |
| 49 | 31.421 | Acido octanoico | 0.275 |
| 50 | 31.682 | 8 dodecalactone | 0.089 |
| 51 | 31.883 | 1-Naphtalenol, 5,6,7,8, tetrahidro-2,5 di | 0.145 |
| 52 | 32.195 | Silane, dichlorometilphenil | 0.161 |
| 53 | 32.405 | Heneicosane | 0.182 |

ABUNDANCIA RELATIVA DE COMPUESTOS VOLÁTILES ENCONTRADOS EN VINO DE 6 DÍAS DE MC

| # Pico | T.R. | Compuesto | % abundancia relativa |
|--------|--------|--|--------------------------|
| 54 | 32.797 | Acido acético (2,4,6 trithylbenzoi) | 0.154 |
| 55 | 32.97 | 1,3,5,7, Ciclooctatetradene 1 fenil | 0.112 |
| 56 | 33.214 | metil 9 metiltetradecanoate | 0.128 |
| 57 | 33.39 | Piridine, 3 butil, Ioxide | 0.123 |
| 58 | 33.614 | 2 propenal 3 (2,2,6 trimetil 7 oxabiol) | 0.316 |
| 59 | 34.162 | Triciclazole | 0.337 |
| 60 | 34.658 | 4 amino-1,5 acido pentanodioico | 0.239 |
| 61 | 34.798 | 1 Hexamine; N (2,2 dietil ehxl) | 0.257 |
| 62 | 35.337 | Acido benzoico, 4 etoxi etil ester | 0.851 |
| 63 | 35.623 | 1 Pentadecane | 0.294 |
| 64 | 36.133 | Pentadecane 8,8 diheptil | 0.148 |
| 65 | 36.48 | 1 pentadecane | 0.099 |
| 66 | 37.066 | Acido hexadecanoico metil ester | 0.358 |
| 67 | 37.623 | Morphinan-14-ol 3 metoxi 17 metil | 0.075 |
| 68 | 37.946 | 2(3H) furanone, dihidro 5 propil | 0.568 |
| 69 | 38.385 | Acido heptadecanoico etil ester | 0.148 |
| 70 | 39.325 | Acido decanoico | 0.239 |
| 71 | 39.838 | 1,2,3 propanetriol, 1 acetate | 0.302 |
| 72 | 40.578 | 3 etoxi-4-metoxibenzaldehido | 0.071 |
| 73 | 40.734 | Acido hexadecanoico; 14 metil, metil ester | 0.137 |
| 74 | 41.152 | Glicerin | 1.076 |
| 75 | 42.648 | AcidoPhtalico alilil etil ester | 0.380 |
| 76 | 43.421 | Succinato dietilo | 23.190 |
| 77 | 43.543 | Monometil nitrosamine | 0.130 |
| 78 | 44.314 | Acido heptadecanoico 15 metil, metil ester | 0.096 |
| 79 | 44.731 | Acido benzoico | 0.084 |
| 80 | 44.946 | 9 acido octadecanoico metil ester | 0.087 |
| 81 | 46.603 | Acido dodecanoico | 0.626 |
| 82 | 48.331 | 1,2, benzene acido dicarboxilic | 0.117 |
| 83 | 48.784 | 2 Heptadecanone | 0.119 |
| 84 | 49.137 | 4 Etoxi-3- anisaldeido | 0.173 |
| 85 | 49.806 | 1 lysine, N2 (2,4, dicloropenoxi) acetil | 0.177 |
| 86 | 50.065 | 6H purine-6-tione, 1,7, dihidro-1-metil | 0.078 |
| 87 | 50.875 | Pirrolidin-2-one, 5 heptil | 0.134 |
| 88 | 51.764 | 2 Hydroxiphenotiacle | 0.072 |
| 89 | 52.961 | Octadecane 1 cloro | 0.109 |
| 90 | 53.252 | 1,2, acido benzenedicarboxilico butil | 1.707 |
| 91 | 54.347 | Liniltripentil silane | 0.051 |
| 92 | 54.568 | nonil fenol | 0.121 |
| 93 | 55.198 | 4 nonil fenol | 0.050 |
| 94 | 55.545 | Metanone (2 hidroxifenil) fenil | 0.062 |
| 95 | 55.991 | Eicosane 2 metil | 0.074 |
| 96 | 56.56 | Acido pentadecanoico | 0.096 |
| 97 | 57.348 | Acido hexanedioico mono (2-etil hexil) ester | 7.545 |
| 98 | 58.855 | Hexadecane 7,9 dimetil | 0.050 |
| 99 | 59.85 | Acido hexadecanoico | 1.275 |
| 100 | 60.448 | D- Ribosa | 0.061 |
| 101 | 60.994 | 1,3,4 methano-1H ciclobuta pentalene | 0.106 |

File : D:\VINO6-3.D
Operator : MERCEDES
Acquired : 13 Jun 98 9:22 pm using AcqMethod VOLATILM
Instrument : 5972 - In
Sample Name: EXTRACTO VINO TINTO. DECOL. CARB. ACT.
Misc Info : 2 uL DE 25 CH2Cl2
Vial Number: 1



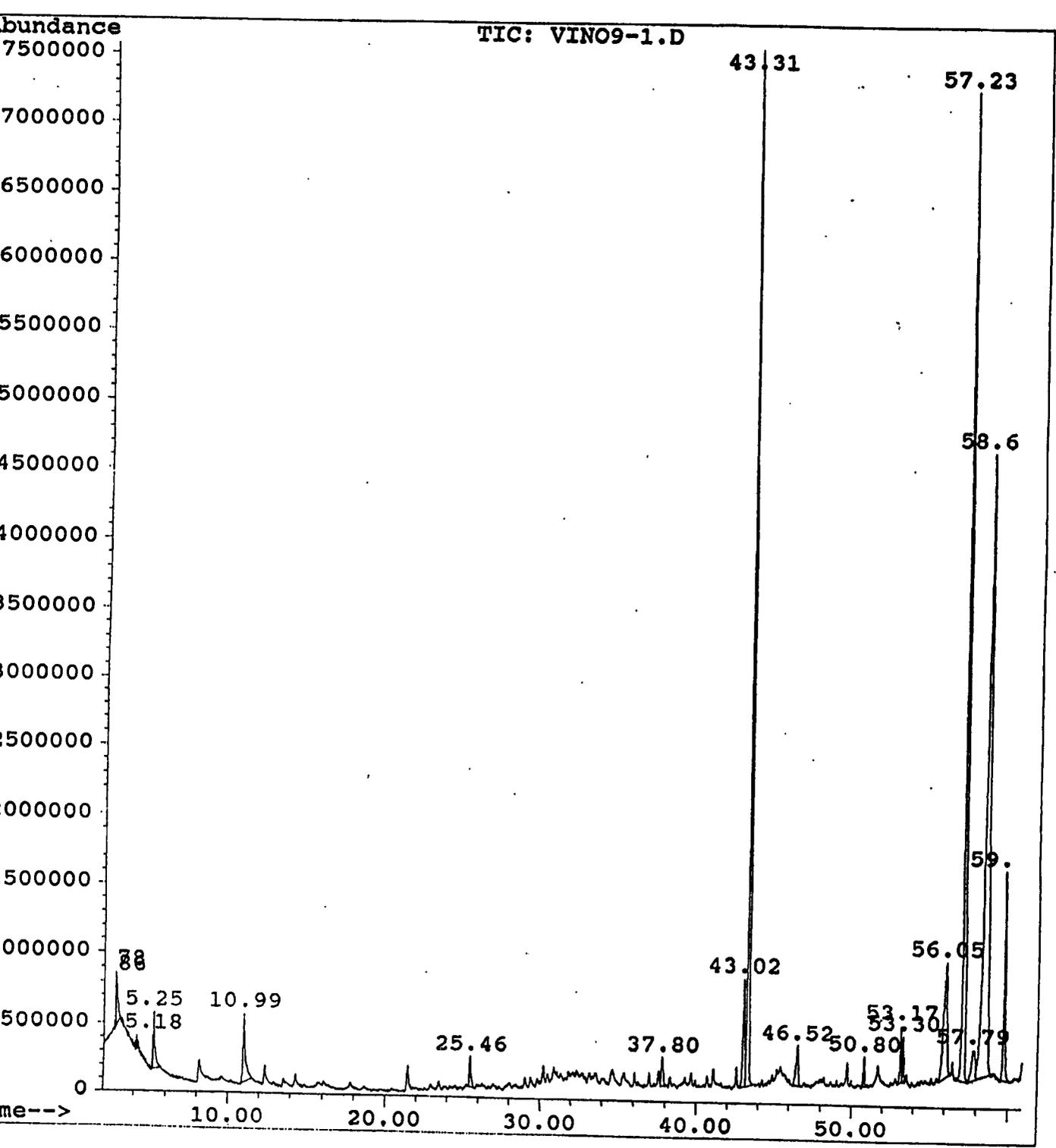
ABUNDANCIA RELATIVA DE COMPUESTOS VOLÁTILES ENCONTRADOS EN VINO DE 9 DÍAS DE MC

| # Pico | T.R. | Compuesto | % abundancia relativa |
|--------|--------|---|-----------------------|
| 1 | 2.561 | 1 Butanol, 3 metil | 14.000 |
| 2 | 2.672 | 1 Butanol, 3 metil | 0.379 |
| 3 | 2.776 | Metil cloride | 0.643 |
| 4 | 2.863 | | 1.690 |
| 5 | 3.065 | | 0.401 |
| 6 | 3.154 | 2, 3 butanediol | 9.020 |
| 7 | 3.214 | | 0.253 |
| 8 | 4.149 | | 0.329 |
| 9 | 4.233 | | 0.415 |
| 10 | 5.176 | Acido propionico 2 hidroxi-etil ester | 0.257 |
| 11 | 5.252 | 1,3 butanediol | 1.045 |
| 12 | 8.162 | Acido acético | 0.487 |
| 13 | 10.99 | 2,3, butanediol | 6.940 |
| 14 | 12.359 | 2,3, butanediol | 0.600 |
| 15 | 13.573 | Eicosane | 0.100 |
| 16 | 14.32 | Metanediamine, NNNN tetraetil | 0.236 |
| 17 | 21.434 | alfa-D- acido glucopiranosideronico | 0.569 |
| 18 | 23.448 | Tetradecane 2,6,10 trimetil | 0.237 |
| 19 | 25.461 | Fenil etil alcohol | 0.742 |
| 20 | 29.014 | Heptadecane 2 metil | 0.236 |
| 21 | 29.384 | Acido Etanetioico S tetradecil ester | 0.056 |
| 22 | 29.809 | 2H 1 benzopiran-2-one-6 (3hidroxi- 3 metil) | 0.131 |
| 23 | 30.186 | Isopropil miristate | 0.469 |
| 24 | 30.48 | Metacrilamide | 0.312 |
| 25 | 30.874 | Hexadecane 3 metil | 0.557 |
| 26 | 31.015 | Etilidiburoxysilane | 0.148 |
| 27 | 31.81 | 4 metil 2,6, dihidroxiauroline | 0.290 |
| 28 | 33.17 | 2-2(2-etoxiphenil) 7H 1,3,4, triadizolo | 0.344 |
| 29 | 34.619 | beta D-arabinopiranoside, metil 2,3,4 | 0.469 |
| 30 | 35.372 | Acido borinico, dietil 4 acetil fenil ester | 0.210 |
| 31 | 36.05 | Docosane | 0.251 |
| 32 | 36.992 | Acido hexadecanoico metil ester | 0.222 |
| 33 | 37.582 | Benzene, 4 etil 1-2 dimetil | 0.268 |
| 34 | 37.795 | Benz© acridine 7,10 dimetil | 0.667 |
| 35 | 38.32 | Ziram | 0.163 |
| 36 | 39.264 | Acido Octadecanoico | 0.208 |
| 37 | 39.659 | Tricosane | 0.281 |
| 38 | 40.681 | Acido Hexadecanoico 14 metil metil ester | 0.165 |
| 39 | 41.084 | Tiofene 2,5, dihidroxi | 0.251 |
| 40 | 42.563 | Dietil phtalate | 0.405 |
| 41 | 43.024 | Thiofene 2,3 dihidro | 2.415 |
| 42 | 43.313 | Dietil succinato | 16.370 |
| 43 | 44.874 | 4 butil 4 | 0.355 |
| 44 | 45.195 | | 0.558 |
| 45 | 45.415 | | 0.715 |
| 46 | 46.524 | Pentacosane | 1.139 |
| 47 | 49.718 | Ciclopentanodecane | 0.498 |
| 48 | 50.8 | | 0.502 |
| 49 | 51.688 | | 0.507 |
| 50 | 51.844 | | 0.043 |
| 51 | 53.173 | Dibutil phtalate | 0.977 |
| 52 | 53.305 | Acido Tetradecanoico | 0.719 |
| 53 | 56.048 | | 5.357 |

ABUNDANCIA RELATIVA DE COMPUESTOS VOLÁTILES ENCONTRADOS EN VINO DE 9 DÍAS DE MC

| # Pico | T.R. | Compuesto | % abundancia relativa |
|--------|--------|---|--------------------------|
| 54 | 56.318 | | 0.082 |
| 55 | 56.486 | Acido Pentadecanoico | 0.383 |
| 56 | 57.226 | Acido hexadecanoico mono (2 etilhexil)ester | 19.290 |
| 57 | 57.792 | Acido oleico | 1.471 |
| 58 | 58.009 | | 0.118 |
| 59 | 58.639 | 1,2, Benzene acido dicarboxilico 3 nitro | 27.001 |
| 60 | 59.748 | Acido hexadecanoico | 3.821 |

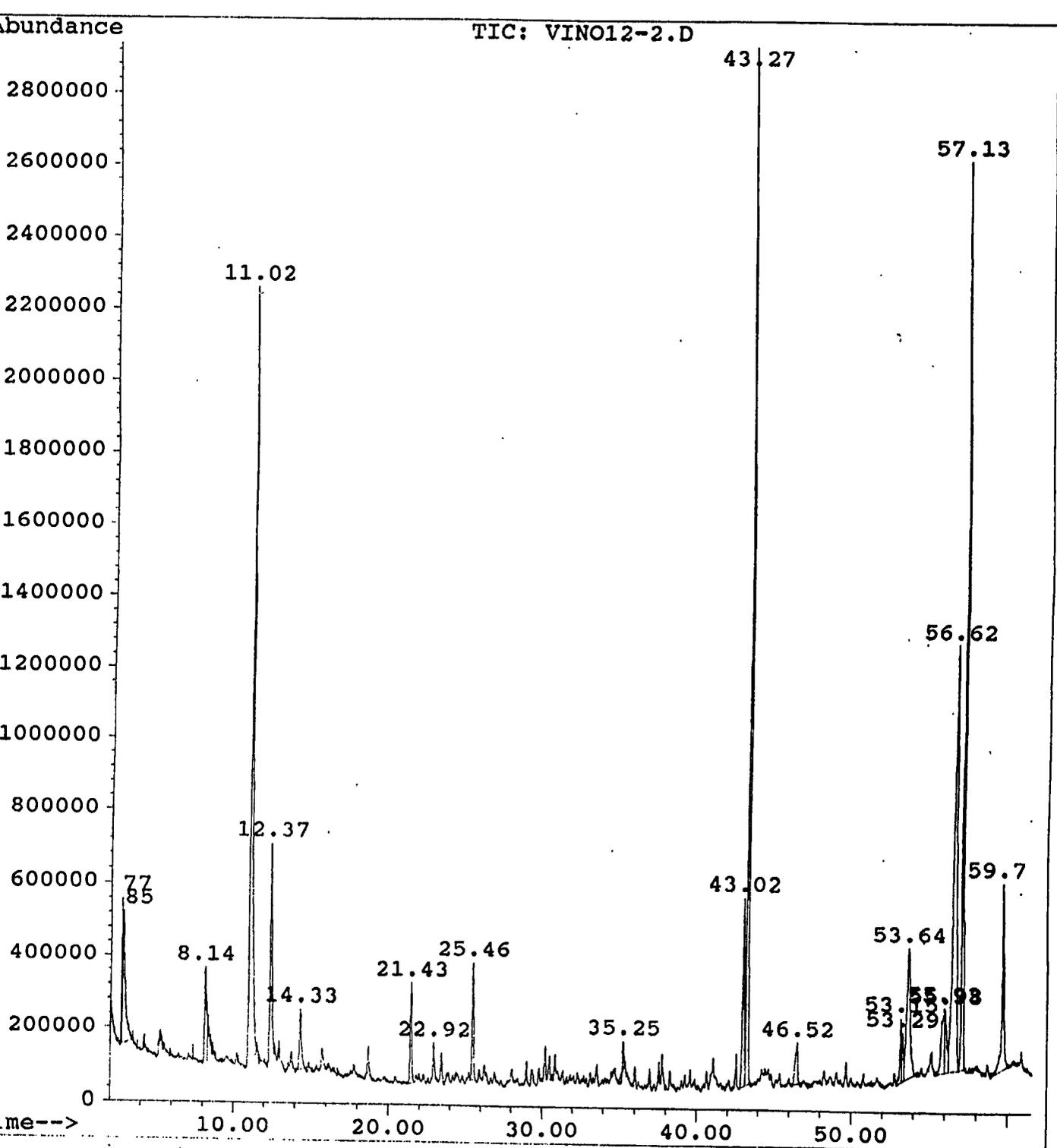
File : D:\VINO9-1.D
Operator : MERCEDES
Acquired : 13 Jun 98 8:13 pm using AcqMethod VOLATILM
Instrument : 5972 - In
Sample Name: EXTRACTO VINO TINTO. DECOL. CARB. ACT.
Misc Info : 2 uL DE 25 CH2Cl2
Vial Number: 1



ABUNDANCIA RELATIVA DE COMPUESTOS VOLÁTILES ENCONTRADOS EN VINO DE 12 DÍAS DE MC

| # Pico | T.R. | Compuesto | % abundancia relativa |
|--------|--------|--|--------------------------|
| 1 | 2.766 | 1 Butanol, 3 metil | 16.260 |
| 2 | 2.849 | 2, 3 butanediol | 4.370 |
| 3 | 2.97 | Ciclopropane 1,2, dimetil cis | 1.421 |
| 4 | 5.252 | Butane 2 etoxi | 0.305 |
| 5 | 5.32 | Pentane 1 metoxi | 0.247 |
| 6 | 8.145 | 2, 3 butanediol | 1.357 |
| 7 | 8.27 | Acido acético | 0.223 |
| 8 | 8.313 | | 0.212 |
| 9 | 11.015 | 2,3, butanediol | 39.500 |
| 10 | 11.506 | 2,3, butanediol | 0.430 |
| 11 | 12.369 | 2,3, butanediol | 4.410 |
| 12 | 14.327 | Butirolactone | 1.369 |
| 13 | 15.741 | 3,3-dimetilpiperidine | 0.065 |
| 14 | 18.703 | 2 butanamine N- (1-metilpropil) | 0.681 |
| 15 | 21.434 | Hidroperoxide, 1,4, dioxan- 2,1 | 1.611 |
| 16 | 22.92 | Acido Hexanoico | 0.778 |
| 17 | 23.422 | Decane 3,8 dimetil | 0.586 |
| 18 | 25.457 | Fenil etil alcohol | 1.798 |
| 19 | 28.983 | Tetratriacontane | 0.410 |
| 20 | 30.198 | Benzene (1 butilheptil) | 0.565 |
| 21 | 30.477 | Ambrosin | 0.407 |
| 22 | 30.852 | Hexacosane | 0.321 |
| 23 | 35.246 | Acido benzoico 4 etoxi etil ester | 0.380 |
| 24 | 37.564 | Acido benzoico 4 etoxi etil ester | 0.437 |
| 25 | 37.773 | Benzo@ fenantiene 1,12 dimetil | 0.707 |
| 26 | 41.071 | Thiophene 2,5, dihidro | 0.512 |
| 27 | 42.559 | Dietil phtalate | 0.572 |
| 28 | 43.018 | Thiophene 2,3, dihidro | 3.549 |
| 29 | 43.272 | Succinato dietilo | 13.960 |
| 30 | 48.517 | fenol 2,6, bis (1,1, dimetiletil) 4 etil ester | 1.161 |
| 31 | 49.673 | Octadecane 1 eteniloxi) | 0.391 |
| 32 | 53.151 | Dibutil phtalate | 0.852 |
| 33 | 53.288 | Acido tetradecanoico | 0.689 |
| 34 | 53.64 | Acido Octadecanoico | 4.699 |
| 35 | 55.825 | Nonadecane | 0.994 |
| 36 | 55.934 | 9 Acido Octadecenoico (2) 2 hidroxi 1(h) | 0.883 |
| 37 | 55.975 | Acido Oleico | 1.647 |
| 38 | 56.616 | Bis (2 etil hexil) phtalate | 15.022 |
| 39 | 57.131 | Acido Hexanedioico dioctil ester | 13.838 |
| 40 | 59.701 | Acido Hexadecanoico | 3.836 |

File : D:\VINO12-2.D
Operator : MERCEDES
Acquired : 13 Jun 98 3:35 pm using AcqMethod VOLATILM
Instrument : 5972 - In
Sample Name: EXTRACTO VINO TINTO. DECOL. CARB. ACT.
Misc Info : 2 uL DE 25 CH2Cl2
Vial Number: 1



FICHA DE DEGUSTACIÓN DE VINOS

CLAVE DEL VINO : _____
DEGUSTADOR _____
FECHA _____

VISUAL:

Color 1 2 3 4 5

Brillo 1 2 3 4 5

NASAL:

Intensidad Aromática 1 2 3 4 5

Tipos de Aromas frutal floral animal

Otros (especifique): _____

GUSTATIVO:

Acidez 1 2 3 4 5

Alcohol 1 2 3 4 5

Astringencia 1 2 3 4 5

Persistencia 1 2 3 4 5

APARIENCIA GENERAL