



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA
DE MÉXICO**

**FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES
CUAUTITLÁN**

**ESTUDIO DE LA CAPACIDAD ANTIOXIDANTE,
COMPUESTOS FENÓLICOS Y CALIDAD
SENSORIAL DE VINOS TINTOS MEXICANOS
PROCEDENTES DE DIFERENTE REGIÓN**

TESIS

**QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE:
INGENIERA EN ALIMENTOS**

**PRESENTAN:
ARIANA AGUILAR CONTRERAS
LIZETH GRIS HUITRÓN**

**ASESORA:
DRA. MARÍA ANDREA TREJO MÁRQUEZ**

**COASESORA:
DRA. MARÍA GABRIELA VARGAS MARTÍNEZ**

CUAUTITLÁN IZCALLI, EDO. DE MÉXICO 2012



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.



**FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES CUAUTITLÁN
UNIDAD DE ADMINISTRACIÓN ESCOLAR
DEPARTAMENTO DE EXÁMENES PROFESIONALES**

ASUNTO: VOTO APROBATORIO

**DRA. SUEMI RODRÍGUEZ ROMO
DIRECTORA DE LA FES CUAUTITLÁN
PRESENTE**

**ATN: L.A. ARACELI HERRERA HERNÁNDEZ
Jefa del Departamento de Exámenes
Profesionales de la FES Cuautitlán**

Con base en el Art. 28 del Reglamento de Exámenes Profesionales nos permitimos comunicar a usted que revisamos la **TESIS:**

Estudio de la capacidad antioxidante, compuestos fenólicos y calidad sensorial de vinos tintos mexicanos procedentes de diferente región

Que presenta la pasante: **Ariana Aguilar Contreras**
Con número de cuenta: **40609557-6** para obtener el Título de: **Ingeniera en Alimentos**

Considerando que dicho trabajo reúne los requisitos necesarios para ser discutido en el **EXAMEN PROFESIONAL** correspondiente, otorgamos nuestro **VOTO APROBATORIO**.

ATENTAMENTE
“POR MI RAZA HABLARA EL ESPÍRITU”
Cuautitlán Izcalli, Méx. a 27 de febrero de 2012.

PROFESORES QUE INTEGRAN EL JURADO

	NOMBRE	FIRMA
PRESIDENTE	Dr. José Francisco Montiel Sosa	
VOCAL	Dra. Ma. De los Angeles Cornejo Villegas	
SECRETARIO	Dra. María Andrea Trejo Márquez	
1er SUPLENTE	I. A. Alberto Solís Díaz	
2do SUPLENTE	M. en T. A. Omar Reyes Martínez	

NOTA: los sinodales suplentes están obligados a presentarse el día y hora del Examen Profesional (art. 120).
HHA/pm



**FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES CUAUTILÁN
UNIDAD DE ADMINISTRACIÓN ESCOLAR
DEPARTAMENTO DE EXÁMENES PROFESIONALES**

ASUNTO: VOTO APROBATORIO

**DRA. SUEMI RODRÍGUEZ ROMO
DIRECTORA DE LA FES CUAUTILÁN
PRESENTE**

**ATN: L.A. ARACELI HERRERA HERNÁNDEZ
Jefa del Departamento de Exámenes
Profesionales de la FES Cuautilán**

Con base en el Art. 28 del Reglamento de Exámenes Profesionales nos permitimos comunicar a usted que revisamos la **TESIS:**
Estudio de la capacidad antioxidante, compuestos fenólicos y calidad sensorial de vinos tintos mexicanos
Procedentes de diferente región

Que presenta la pasante: **Lizeth Gris Huitrón**
Con número de cuenta: **30300604-8** para obtener el Título de: **Ingeniera en Alimentos**

Considerando que dicho trabajo reúne los requisitos necesarios para ser discutido en el **EXAMEN PROFESIONAL** correspondiente, otorgamos nuestro **VOTO APROBATORIO**.

ATENTAMENTE
“POR MI RAZA HABLARA EL ESPÍRITU”
Cuautilán Izcalli, Méx. a 27 de febrero de 2012.

PROFESORES QUE INTEGRAN EL JURADO

	NOMBRE	FIRMA
PRESIDENTE	Dr. José Francisco Montiel Sosa	
VOCAL	Dra. Ma. De los Angeles Cornejo Villegas	
SECRETARIO	Dra. María Andrea Trejo Márquez	
1er SUPLENTE	I. A. Alberto Solís Díaz	
2do SUPLENTE	M. en T.A. Omar Reyes Martínez	

NOTA: los sinodales suplentes están obligados a presentarse el día y hora del Examen Profesional (art. 120).
HHA/pm



“La vida es bella vivela, la vida es arte
contéplala, la vida es misterio descúbrela”

Madre Teresa de Calcuta (1910-1997)

¡¡VIVE!!

“Ya perdoné errores casi imperdonables.
Traté de sustituir personas insustituibles,
de olvidar personas inolvidables.
Ya hice cosas por impulso.
Ya me decepcioné con algunas personas,
mas también yo decepcioné a alguien.

Ya abracé para proteger.
Ya me reí cuando no podía.
Ya hice amigos eternos.
Ya amé y fui amado pero también fui rechazado.
Ya fui amado y no supe amar.
Ya grité y salté de felicidad.
Ya viví de amor e hice juramentos eternos,
pero también los he roto y muchos.

Ya lloré escuchando música y viendo fotos.
Ya llamé sólo para escuchar una voz.
Ya me enamoré por una sonrisa.
Ya pensé que iba a morir de tanta nostalgia y...

Tuve miedo de perder a alguien especial
y terminé perdiéndolo
¡¡pero sobreviví!!
¡¡Y todavía vivo!!
No paso por la vida.
Y tú tampoco deberías sólo pasar...

¡¡¡Vive!!!

Bueno es ir a la lucha con determinación
abrazar la vida y vivir con pasión.
Perder con clase y vencer con osadía,
porque el mundo pertenece a quien se atreve
y la vida es mucho para ser insignificante."

Charles Chaplin (1889-1977) actor, director, escritor, productor y compositor británico

DEDICATORIA

Este trabajo está dedicado a nuestros padres:

Gerardo Aguilar, Jovita Contreras, Zonia Huitrón y Javier Gris, quienes desde el día que supieron que serían padres comenzaron a preocuparse por nosotras, dando su mayor esfuerzo para cuidarnos y formarnos, para que nunca nos faltara nada y pudiéramos alcanzar nuestros sueños, sin importar lo que tuvieran que hacer o pasar. Gracias por todos los esfuerzos y sacrificios que realizaron para que pudiéramos concluir nuestro camino profesional, por saber escucharnos, comprendernos y brindarnos su amor incondicional. No tenemos palabras para describir lo orgullosas que nos sentimos de ser sus hijas y el amor que hay en nuestro corazón por ustedes.

A las doctoras Andrea Trejo y Gabriela Vargas, por todo el apoyo, tiempo y dedicación que nos proporcionaron para poder realizar este trabajo, gracias por la formación profesional y amistad que nos han brindado, siempre estarán en nuestros corazones.

ARY/LIZ

AGRADECIMIENTOS

Ariana Aguilar Contreras

A **DIOS** por sobre todas las cosas y la **Virgen de Guadalupe** por permitirme llegar a esta etapa con salud y en compañía de la gente que amo.

A mi papá **Gerardo Aguilar Neria**, gracias por todo tu amor, tu ejemplo, tus consejos, por consentirme tanto, porque aparte de ser mi padre eres mi amigo. Eres a la persona que más admiro, mi ídolo, lo más grande que tengo, mi motivo, mi inspiración, eres mi todo papito, esto es para ti y por ti, eres el mejor y mi héroe, te amo con toda mi vida papi. Le pido a dios me deje regresarte un poco de todo lo que tú me has dado porque lo mereces, te amo.

A mi mamá **Jovita Contreras Hernández**, mamita nunca alcanzaré a agradecerte todo tu amor y dedicación, tus desvelos, tus cuidados, gracias por consentirnos tanto a mi hermanita y a mí, también por tus regaños, eres mi ángel, mi ejemplo de mujer, lo más hermoso, esto también es para ti y por ti, te admiro y siempre será así. Gracias mami eres la mejor, te amo con toda mi vida.

A mi hermosa hermana **Diana Aguilar Contreras**, sin ti no hubiera alcanzado esta meta, como expresarte mi gratitud, todas esas noches de desvelo, riendo, cantando y platicando, todos los momentos que hemos vivido con nuestro papi y mami, gracias por cuidarme, siempre vas a contar conmigo, eres una mujer muy inteligente y capaz de lograr todo, se feliz siempre con la familia que has formado. Hermanita linda, gracias por ser mi amiga, te admiro, te amo y siempre será así.

A mi lindo sobrino **Daniel Gerardo Peña Aguilar**, gracias por llenar la casa de alegría y por darnos día a día tus sonrisitas, aunque eres berrinchudo porque eres el consentido de todos, todavía eres muy pequeño pero algún día leerás estas líneas y sabrás con cuanto amor fuiste esperado y recibido, Danny siempre voy a estar para ti bebé, aparte de tu tía quiero ser tu amiga, te amo mi precioso principito azul.

A mi novio **Juan Carlos Hernández Castillo**, mi ingeniero gracias por todo tu amor, apoyo, comprensión, por tu buen humor y la paciencia para aguantar mi carácter tan explosivo y mis caprichos, has sacado lo mejor de mí, me has ayudado a ser mejor persona, te admiro y sé que vas a llegar a donde te lo propongas porque te lo mereces, siempre voy a estar a tu lado para realizar más sueños juntos. Gracias por estar en mi vida, cambiarla y convertirme en ella. Te amo Car.

A toda mi familia que siempre me ha apoyado, mis tíos y tías, en especial a mi tía **Lena** y mi tío **Carlitos** (†) que son mis segundos papás, a mi tía **Esther**, gracias por su todo su apoyo, siempre va a contar con nosotros también, a mi tío **Javi**, gracias por tu ayuda, tus consejos y amistad, sabes que más que mi tío para mí eres como un hermano, cuentas conmigo, te quiero mucho.

A mis primos (**Alma, Thalía, Daniel, Jessica, Héctor Miguel, Toño y Lety**). Gracias por compartir conmigo sus vidas, con la mayoría compartí la niñez y seguimos compartiendo nuestros logros, siempre van a contar conmigo, les deseo mucho éxito en sus respectivas profesiones y vidas personales.

En especial a **Hugo, Iván** y **Carlos Aguilar** compartimos la niñez, por ustedes jugué canicas, carritos, futbol, primitos gracias por su compañía porque más que primos nos vemos como hermanos, voy a estar siempre para lo que requieran, les deseo éxito en sus profesiones y sus vidas personales, los quiero mucho de verdad.

A mi primo **Erick Contreras**, con quien también compartí mi niñez, agradezco tus consejos, tus regaños, gracias por cuidarme y escucharme, te has convertido en un amigo incondicional, sabes también cuentas siempre conmigo y el próximo ingeniero de la familia eres tú, te deseo todo el éxito que te mereces, primito te adoro.

A mi prima **Adriana Aguilar**, enano te quiero muchísimo y eres como mi hermanita menor, no tengas miedo a nada y siempre estaré a tu lado para apoyarte, un día también harás realidad tus sueños y serás una profesionalista, esfuéstrate y lucha cada día, te quiero mucho.

A mi cuñado **Gerardo Peña Torres**, gracias a ti y tu familia por todo el apoyo brindado, a tu lado tienes a la mujer más maravillosa del mundo que es mi hermana y tienes por hijo a mi lindo tesoro que es Danny, cuídalos mucho, son mi vida, mucho más éxito en todo lo que realices.

A las personas más maravillosas e imprescindibles que tengo en mi vida y a quienes amo con todo mí ser:

A mi migui y hermana **Lizeth Gris Huitrón**, unas líneas no son suficientes para expresarte mi cariño y gratitud, eres mi amiga, mi confidente, mi cómplice, has estado en los momentos más difíciles y lindos para mí, lloramos y reímos, cantamos, nos emberrinchamos, nos encaprichamos y nos enojamos juntas, eres parte de mi familia. Ahora concluimos esta etapa de tesis y lo hacemos juntas también, después de tantas dificultades ¡¡¡¡¡Lo logramos migui!! Este es solo uno de los éxitos que hemos compartido y los que nos faltan. Gracias frískis, siempre vas a contar conmigo, te mereces lo mejor del mundo, te quiero mucho.

A **Lorena Gutiérrez Sánchez**, migui gracias por tu cariño, tu confianza, tú también eres como otra hermana para mí, tus consejos y apoyo, cuando mi imaginación volaba tu me devolvías a la realidad y eso es muy valioso, siempre voy a estar para lo que necesites, gracias por todos los momentos en la universidad y fuera de ella, te deseo lo mejor en tu vida personal y profesional, te mereces lo mejor en todos los aspectos, eres capaz de lograr todo, te quiero mucho.

A **Héctor Espínola Arredondo**, niño hermoso eres una de las personas más importantes en mi vida, gracias por todo lo maravilloso que me enseñas, te admiro por la gran persona que eres y la valentía con la que siempre luchas por lo que quieres, en la secundaria cambiaste mi perspectiva de vida y lo vuelve a hacer, pido a dios que cuide de ti a cada paso y le pido también me permita verte nuevamente, siempre estás en mi corazón, te adoro.

A mis amigas de la infancia, **Elizabeth** y **Marisol Reyes Martínez**, cuantos recuerdos chicas, gracias por cuidarme siempre, por la inigualable amistad que siempre nos han brindado a mi hermana y a mí, les deseo lo mejor de lo mejor, Eli, tú continúas estudiando así que mucha suerte ingeniera y Mary que ya formaste una familia, disfrútala mucho, las quiero inmensamente niñas.

A mi amiga **Alejandra Albino Velázquez**, tantos años de amistad y te lo agradezco de todo corazón, te conocí en una de las más hermosas etapas de mi vida que fue la secundaria y me encanta que sigamos en contacto a pesar del tiempo, mucho éxito en tu carrera y tu vida personal, gracias amiga, te quiero mucho.

A mi amiga **Diana Carera Santillán**, gracias por todos los años compartidos, por tu apoyo, por tantas vivencias y cariño que me has brindado sin condición desde que nos conocimos en la prepa, siempre estaré contigo y te deseo lo mejor junto a tu esposo y tu bebé, te quiero muchísimo.

A **Rodrigo Valdés Nava**, niño gracias por tu buen humor que siempre me arranca una sonrisa, por todas esas alegrías compartidas en la prepa junto a **Diana, Abigail** y **Raúl**, en mí siempre tendrás una gran amiga en quien confiar, suerte en tu carrera y vida personal, te quiero mucho.

A la familia de **Liz (Sra. Zonia Huitrón** y **Sr. Javier Gris)** por su apoyo durante toda la carrera y la realización de esta tesis, a la mamá de **Car (Sra. Marina Castillo)** por el apoyo durante todo el tiempo de conocerla. Gracias a las dos familias por haberme recibido siempre en sus casas y los momentos compartidos también con mi familia, su apoyo es invaluable, muchas gracias de todo corazón por hacerme parte de su familia y formar parte de la mía.

AGRADECIMIENTOS

Lizeth Gris Huitrón

A **Jehová** por darme la vida, tomar mi mano y nunca soltarla, por guiar mi camino y llenar de luz mi vida, por estar conmigo en todo momento, y escoger los mejores padres para mí, por darles la sabiduría necesaria para guiarme y que pudiera llegar al final de este camino, por enviarme a mis hermanos quienes han sido una bendición en mi vida, por regalarme a toda mi familia quienes me han brindado su amor, por rodearme de amigos incondicionales y personas valiosas que me han guiado en tu camino, pero sobre todo por brindarme tu amor y guardarme como a la niña de tus ojos y esconderme bajo la sombra de tus alas (**salmo 17:8**). Te amo Dios mío.

A mi mamá **Zonia Huitrón** por darme la vida y ser la mejor madre que una hija puede pedir, por ser mi mejor amiga, compañera, confidente y ejemplo a seguir, porque cada vez que estaba a punto de caer y dejarme vencer siempre tuviste una palabra de aliento y un consejo sabio, por compartir todos los triunfos y fracasos, pero sobre todo por dar tu vida por mí y ser el motor que día a día me impulso para poder llegar al final de este camino y empezar uno nuevo, por todas esas cosas y muchas más gracias. Te amo mami.

A mi papá **Javier Gris** por ser el mejor padre que una hija puede tener, por esforzarte día a día por darme lo mejor, por impulsarme a conseguir mis metas y lograr mis sueños, pues sin tu apoyo no podría haber llegado al final de este camino, gracias por enseñarme a ser una mujer independiente y no darme por vencida nunca pese a las circunstancias que pueda estar pasando, gracias por darme una palabra de aliento cada vez que veías que ya no podía más, gracias por darme la vida y tu amor incondicional, gracias por hacerme la mujer que hoy soy y por ser mi papi. Te amo dady.

A mis hermanos **Israel y Javier** por brindarme su amor y apoyo incondicional, por cuidar de mí desde pequeña y estar siempre a mi lado impulsándome para alcanzar mis sueños, por consolarme en los momentos difíciles, pero sobre todo por enseñarme a tener un gran corazón y hacerme sonreír. Los amo hermanitos.

A mis **cuñadas** por pertenecer a mi familia y ser parte de este paso en mi vida, pero sobretodo por regalarme a los seres más hermosos que me llenan de orgullo y felicidad, **mis sobrinos**.

A mis abuelitos **Andrea Flores y Cecilio Huitrón** por ser los mejores abuelitos que una nieta pueda tener y estar conmigo siempre., sin ustedes no podría haber llegado al final de este camino, pues ustedes me impulsaron para no dejarme vencer. A mis abuelitos **Carmen López y Javier Gris** quienes están cuidándome desde el cielo y aunque ya no pueden estar físicamente en estos momentos conmigo los llevo siempre en mi corazón, estas líneas están escritas con todo mi cariño para ustedes pues se que deseaban verme concluir este proyecto.

A mis tíos y primos que han estado junto a mí impulsándome para lograr concluir mis sueños y verme feliz. En especial a mis tíos **Jorge Contreras y Celia Huitrón** quienes han sido como unos padres para mí y han estado conmigo en todos los momentos en que los he necesitado, a mi tío **Jesús Huitrón** por ser un gran

*ejemplo a seguir, a mi prima **Jazmín Huitrón** por ser mi hermana, confidente, amiga, tenerme confianza y hacerme cómplice de sus locuras.*

*A mi mascota **Sandy** por ser mi amiga y compañera fiel, por estar conmigo y regalarme tantos momentos de felicidad, por acompañarme en las noches de estudio y desvelo, por despertarme día adía con alegría y hacerme feliz, se que en cada momento desde el cielo estas cuidándome y acompañándome como siempre lo hacías, día a día te llevo en mi corazón, te extraño mucho pulga.*

*A mi amiga, hermana, confidente y cómplice **Ariana Aguilar** por estar conmigo en los momentos más difíciles y no dejarme caer, por compartir momentos de tristeza, alegría, triunfos, fracasos, por todos los momentos que vivimos durante la carrera, por las risas, el llanto, las locuras, las peleas, las noches de desvelo y estrés, por permitirme ser parte de esta experiencia inolvidable, pero sobre todo por darme el mejor de los regalos que un ser humano pueda tener, su amistad incondicional. No tengo palabras para agradecerte todo lo que has hecho por mi migui, tienes un lugar muy especial en mi corazón, siempre estaré para que lo que necesites. Te quiero.*

*A **Cesar Palacios** por tomar mi mano y apoyarme en los momentos más difíciles, por no dejarme vencer cuando estaba a punto de caer, por enseñarme a ver la vida de una forma diferente, por todos los momentos de alegría que compartimos antes y en el transcurso de este trabajo, por hacerme sonreír. Siempre estarás en mi corazón por ser una persona tan especial para mí.*

*A **Juan Carlos Hernández** por su apoyo incondicional durante toda la carrera y en la elaboración de este trabajo, por compartir momentos de tristeza y felicidad, pero sobre todo por su valiosa amistad, gracias bony por estar conmigo siempre y ser mi mejor amigo, tienes un lugar muy especial en mi corazón. Te quiero mucho.*

*A **Erick Contreras** por ser un gran amigo y brindarme su apoyo en el transcurso de este camino, tienes un lugar muy especial en mi corazón.*

*A **Diana Curiel** por todas las locuras que compartimos juntas antes y durante la realización de este trabajo, por levantarme cada vez que caía y darme su apoyo para impulsarme a alcanzar mis sueños, por ser una amiga incondicional y permitirme ser parte de su vida. Te quiero mucho flaka.*

*A mi migui **Lorena Gutiérrez** por todos los momentos que compartimos durante la carrera, por todas las locuras, tristezas y alegrías que hemos compartido y por su valiosa amistad. Te quiero migui.*

*A todos mis **amigos** que han estado a mi lado en las diversas etapas de mi vida, apoyándome y compartiendo momentos de alegría y tristeza, su amistad es un tesoro muy importante para mí. Los amo.*

*A **Gerardo Aguilar y Jobita Contreras**, por abrireme las puertas de su casa y su corazón, por ser mis papas adoptivos, por impulsarme y alentarme a concluir este proyecto y comenzar un nuevo camino, por brindarme su cariño y apoyo en todo momento. Gracias a toda la familia **Aguilar Contreras** por permitirme formar parte de ella. Los quiero mucho.*

Ary y Liz

*A los compañeros y amigos de nuestra **generación 30 de IA**, en especial a los chicos del laboratorio de Poscosecha: **Estrellita** por toda tu alegría y sencillez, por tu buen humor, niña te deseamos todo lo mejor del mundo. A **Claudia** por su honestidad, carisma y simpatía, gracias por todos los momentos, carnes si se puede y tu también lo vas a lograr. A **Lupita** por su amistad durante la carrera, eres una gran persona, lo mejor de todo corazón. A **Lorena, Lucero, Ingrid, Adriana, Carlos y Mauricio**, todos hicimos un gran equipo y los llevaremos siempre en nuestros corazones, mucho éxito para todos ingenieros.*

*A la **Dra. María Andrea Trejo Márquez**, gracias por su apoyo incondicional, con mucho cariño, admiración y respeto le dedicamos este trabajo que usted encauso y llevó al final, gracias por alentarnos en todo momento a continuar, usted es el alma de esta tesis, gracias por su profesionalismo pero sobre todo por dejarnos conocer al gran ser humano que es. Mucho más éxito en su vida personal y profesional.*

*A la **Dra. María Gabriela Vargas Martínez**. Gaby gracias por tu amistad y profesionalismo, por compartir con nosotras tus conocimientos, por tu accesibilidad y tu gran calidad humana, esta tesis también es para ti, por tu buen humor y alegría que siempre nos contagiabas aún en los momentos de más difíciles, mucho más éxito en tu vida tanto profesional y personal.*

*A nuestra amada **Universidad Nacional Autónoma de México FES-CI**, por albergar nuestros sueños, emociones e ilusiones, por habernos dado todo, una profesión que amamos, los mejores profesores, los mejores amigos, las mejores experiencias, las palabras nunca alcanzarán para expresar el orgullo que sentimos de pertenecer a la máxima casa de estudios. **¡¡¡¡Orgullosamente UNAM!!!!***



ÍNDICE

ÍNDICE	I
ÍNDICE DE CUADROS	IV
ÍNDICE DE FIGURAS	V
RESUMEN	i
INTRODUCCIÓN.....	ii
1. ANTECEDENTES	2
1.1. Breve Historia de la vid y el vino	2
1.1.2. Variedades de uva	3
1.1.3. Factores que afectan la calidad de las uvas	4
1.2. Zonas vitivinícolas mexicanas a estudiar	5
1.2.1. Casas productoras de vino en México	6
1.3. Producción y consumo de vino en el mundo	8
1.3.1. Producción de vino en el mundo	8
1.3.2. Evolución del consumo de vino	9
1.3.3. Situación del vino en México	10
1.3.4. Crisis en los viñedos	11
1.3.5. Principales estados productores de vino del país	12
1.4. Proceso de elaboración de vino tinto	13
1.4.1. Técnicas especiales de vinificación.....	19
1.4.2. Clasificación de los vinos.....	20
1.5. Defectos de los Vinos	21
1.6. Beneficios del consumo de vino tinto a la salud	23
1.6.1. Antioxidantes.....	25
1.6.2. Función de los antioxidantes	27
1.6.3. Antioxidantes en alimentos	29
1.6.4. Compuestos fenólicos.....	30
1.7. Métodos analíticos para la detección de polifenoles	31
1.7.1. Cromatografía	31
1.7.2. Clasificación de las técnicas cromatográficas	34
1.7.3. Cromatografía líquida de alta eficacia	35



1.8. Cata de Vino	38
1.9. Normatividad.....	38
1.9.1. Codex alimentario de vinos	38
1.9.2 Normatividad Mexicana	39
1.9.3. Legislación europea de vinos	39
2. OBJETIVOS.....	41
General	41
Objetivo Particular 1.....	41
Objetivo Particular 2.....	41
Objetivo Particular 3.....	41
3. MATERIALES Y MÉTODOS	43
3.1 Secuencia Metodológica.....	43
3.2. Material de Estudio	44
3.3. Evaluación de la calidad de los vinos.....	45
3.4. Técnicas analíticas	46
3.4.1. Parámetros fisicoquímicos.....	46
3.4.2 Parámetros químicos	47
3.5. Desarrollo del método analítico para identificar compuestos fenólicos por HPLC ..	48
3.6 Evaluación sensorial de los vinos	50
3.7. Tratamiento estadístico	54
4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	56
4.1. Evaluación de parámetros fisicoquímicos de los vinos	56
4.1.1. Acidez Total	58
4.1.2. Acidez Volátil.....	60
4.1.3. Sulfuro Total.....	63
4.1.4. Sólidos Solubles.....	65
4.1.5. Azúcares Reductores.....	67
4.1.6. % Alcohol Volumétrico	69
4.1.7. Antocianos.....	71
4.1.8. Intensidad Colorante.....	75
4.1.9. Tonalidad.....	77
4.1.10. Fenoles Totales.....	80
4.1.11. Capacidad Antioxidante	83



4.2. Relación de capacidad antioxidante y compuestos fenólicos	93
4.3. Análisis Sensorial	95
4.4. Relación de los parámetros fisicoquímicos, químicos y sensoriales con la calidad de los vinos y el costo.	102
CONCLUSIONES.....	107
RECOMENDACIONES	110
ANEXOS.....	112
A. CROMATOGRAMAS DE CUANTIFICACIÓN DE FENOLES POR HPLC.....	112
B. CURVA DE CALIBRACIÓN DE HPLC PARA LA CUANTIFICACIÓN DE LOS FENOLES.....	114
REFERENCIAS	119



ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Partes que constituyen la planta	3
Cuadro 2. Características de las uvas estudiadas	4
Cuadro 3. Factores que determinan la calidad de la uva	5
Cuadro 4. Zonas vitivinícolas estudiadas.....	6
Cuadro 5. Casas vitivinícolas estudiadas.....	7
Cuadro 6. Exportaciones mundiales de vino por año civil	10
Cuadro 7. Defectos del vino tinto.....	22
Cuadro 8. Concentración de los principales constituyentes en el vino	23
Cuadro 9. Efectos positivos del consumo del vino en la salud	24
Cuadro 10. Efecto de los componentes del vino en el funcionamiento del cuerpo humano	25
Cuadro 11. Principales polifenoles identificados en la dieta	31
Cuadro 12. Componentes de un HPLC.....	36
Cuadro 13. Detección de fenoles en vinos por HPLC	37
Cuadro 14. Vinos estudiados	44
Cuadro 15. Código de identificación de los vinos evaluados.....	45
Cuadro 16. Datos de reactivos empleados.....	49
Cuadro 17. Datos del gradiente empleado.....	49
Cuadro 18. Área vs Concentración.....	86
Cuadro 19. Altura vs Concentración.....	86
Cuadro 20. Contenido de fenoles en vinos tintos estudiados	87
Cuadro 21. Evaluación de Intensidad de color, aroma, sabor en el vino tipo de uva.....	97
Cuadro 22. Evaluación de Intensidad de color, aroma, sabor en el vino tipo de uva.....	100
Cuadro 23. Análisis comparativos de resultados fisicoquímicos experimentales contra resultados bibliográficos y normatividad.	103
Cuadro 24. Análisis comparativo de cuantificación de compuestos fenólicos por HPLC contra resultados bibliográficos.....	104



ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Producción mundial de vino en 2008	8
Figura 2. Producción e importación nacional de vinos en 2008	11
Figura 3. Venta anual promedio de vinos a nivel nacional.....	12
Figura 4. Estados productores de vino	12
Figura 5. Diagrama de proceso del vino tinto	13
Figura 6. Reacción de la fermentación alcohólica	15
Figura 7. Ruta metabólica de la fermentación alcohólica	16
Figura 8. Reacción de la fermentación maloláctica.	18
Figura 9. Ruta de la fermentación maloláctica.	18
Figura 10 Mecanismo de reacción del radical superóxido.....	27
Figura 11. Mecanismo de enzimas antioxidantes.....	28
Figura 12. Métodos analíticos.....	32
Figura 13. Cuadro metodológico	43
Figura 14. Vinos tintos mexicanos estudiados	44
Figura 15. Procedimiento para la selección y entrenamiento de catadores.....	51
Figura 16. Ficha de cata.....	53
Figura 17. Evaluación de pH.....	57
Figura 18. Evaluación de acidez total.....	59
Figura 19. Evaluación de acidez volátil	61
Figura 20. Evaluación de sulfuro total	64
Figura 21. Evaluación de sólidos solubles.....	66
Figura 22. Evaluación de azúcares reductores.	68
Figura 23. Evaluación % de alcohol.....	70
Figura 24. Evaluación de antocianos.....	73
Figura 25. Evaluación de intensidad colorante.	76
Figura 26. Evaluación de tonalidad.....	79
Figura 27. Evaluación de fenoles totales	82
Figura 28. Evaluación de capacidad antioxidante.	85
Figura 29. Compuestos fenólicos en vino tinto de diferentes.....	89
Figura 30. Fenoles identificados en vinos de variedad Merlot.....	90
Figura 31. Fenoles identificados en vinos de uvas Cabernet S.*Merlot	91



Figura 32. Fenoles identificados en vinos de uva Tempranillo	91
Figura 33. Fenoles identificados en vinos de uvas Cabernet S.*Tempranillo	92
Figura 34. Fenoles identificados en vinos de uva Cabernet Sauvignon	92
Figura 35. Capacidad antioxidante vs ácido gálico (HPLC)	94
Figura 36. Análisis Sensorial de vinos de diferentes tipo de Uvas (Tempranillo, Cabernet Sauvignon, Merlot, Cabernet sauvignon*Merlot, Cabernet Sauvignon*Tempranillo).	96
Figura 37. Análisis Sensorial Casa Productora.....	99
Figura 38. Análisis Sensorial Región Productora.....	101



RESUMEN

En el presente trabajo se realizó un estudio de los parámetros fisicoquímicos, compuestos fenólicos, capacidad antioxidante y propiedades sensoriales de vinos tintos mexicanos de diferentes casas productoras, regiones y tipos de uva, con la finalidad de contribuir al conocimiento de estos productos nacionales y establecer su calidad, así como los beneficios a la salud.

Los vinos estudiados fueron de 3 tipos de uvas mono varietales y mezclas de éstas (Cabernet Sauvignon, Merlot, Tempranillo, Cabernet Sauvignon*Merlot y Cabernet Sauvignon*Tempranillo), dos regiones de producción (Baja California y Coahuila) y diferentes casas productoras (Monte Xanic, L.A. Cetto, Pedro Domecq, Santo Tomás, Casa Madero). Las propiedades fisicoquímicas y químicas evaluadas fueron: pH, acidez total y volátil, % Alcohol, sulfuros totales, intensidad de color, tonalidad, antocianos, fenoles totales, azúcares reductores, actividad antioxidante y perfil de compuestos fenólicos identificados por Cromatografía líquida de alta eficacia, así como un análisis sensorial.

Los vinos presentaron un rango de pH de 3.5 a 3.9, acidez total de 3.48 a 5.49 mg/L de ácido tartárico, acidez volátil en un rango de 0.23 a 0.48 mg/L de ácido acético, 46.33 a 67.83 mg/L de SO₂, de 6.8 a 9 °Brix, 4.5 a 10.55 g/L de azúcares reductores, un % de alcohol volumétrico de 11% como mínimo y 14% como máximo, un rango de 445 mg/L a 1020 mg/L de antocianos, y tuvieron valores de 5 a 10 de intensidad colorante, así como 8.8 a 11.70 de tonalidad. Los vinos estudiados presentaron un contenido de compuestos fenólicos de 2645.73 a 6748.31 mg/L de ácido gálico, y una actividad antioxidante de 82 a 109.43 mg/mL para secuestrar al radical N, N-Dimetil-p-phenylenediamine (DMPD).

El compuesto fenólico identificado por cromatografía líquida de alta eficacia que se presentó en mayor contenido en los vinos estudiados fue la rutina; los vinos elaborados con la variedad Tempranillo presentaron mayor contenido en rutina y menor contenido en ácido gálico, los vinos procesados con la variedad Merlot mayor contenido en rutina y catequina, y los vinos de la variedad Cabernet Sauvignon fueron más ricos en rutina. Los vinos varietales procesados con la mezcla de uva Cabernet Sauvignon*Merlot, presentaron la mejor calificación sensorial por el panel semi-entrenado; éstos vinos fueron considerados los de mejor calidad sensorial. El tipo de uva, casa vinícola y región productora influyeron en la calidad final del vino tinto, contenido de compuestos fenólicos y actividad antioxidante.



INTRODUCCIÓN

El vino es el producto de la fermentación alcohólica del jugo de la uva, el cual es almacenado en una manera específica para conservar sus propiedades (Shetty *et al.*, 2007). Los principales países productores a nivel mundial son: Italia, Francia y España. México ocupa el vigésimo sexto lugar como productor de vid (OIV, 2007). El mercado mundial en el 2007 presentó 280 millones de hectolitros producidos, 235 millones de consumo, y 78 millones de exportación (Barco, 2007). En México en 2003 se consumían aproximadamente 200 mL por persona al año, cifra que para el 2007 alcanzó los 500 mL (Font, 2009). La diversidad de climas en México permite explotar viñedos en lugares que van desde seis metros bajo el nivel del mar, como es el caso del Valle de Mexicali Baja California y Coahuila (Ramírez, 2005). El conocimiento de la composición fenólica y capacidad antioxidante de la uva tiene una importancia fundamental en la elaboración de los vinos tintos (González, 2005). Los compuestos fenólicos presentes en los vinos están directamente relacionados con su calidad, contribuyen a las características organolépticas, como color, astringencia y amargor; además por su capacidad de captura de radicales libres, tienen un papel importante en el control de la oxidación en el organismo humano. La capacidad antioxidante del vino está directamente relacionada con su contenido en polifenoles. El tipo de polifenoles determina en último término su capacidad antioxidante y cambia según variedad, área de producción, técnicas agrarias, proceso de vinificación, vendimia, año, edad, etc. (Leighton *et al.*, 1997). Los principales constituyentes fenólicos del vino con capacidad antioxidante son: derivados de ácidos fenólicos, ácidos cinámicos y tirosina; estilbenos, flavonoides y procianidinas (Leighton y Urquiaga, 2001). El bajo consumo per cápita en México se explica por la preferencia de otras bebidas alcohólicas (cerveza, tequila) y sobre todo por la arraigada costumbre entre la población de acompañar las comidas con refrescos carbónicos (colas, naranjadas) en vez de con un vino (Sánchez y González, 2007). El consumo de vino tinto produce beneficios en la salud y en los últimos años han surgido numerosos estudios, principalmente en la prevención de enfermedades crónicas asociadas con estrés oxidativo, tales como, arterosclerosis, artritis, demencia o cáncer. Los antioxidantes son esencialmente importantes para el organismo por la capacidad que tienen de proteger a las macromoléculas biológicas contra el daño oxidativo (Ávalos *et al.*, 2003), por lo antes mencionado se decidió realizar un estudio de vinos tintos Mexicanos para proporcionar información de éstos y generar información sobre su consumo moderado.



VINO TINTO

ANTECEDENTES





1. ANTECEDENTES

1.1. Breve Historia de la vid y el vino

El vino es una bebida producida exclusivamente por la fermentación de la uva fresca o del zumo de uvas fresca (Peynaud, 1984).

Los primeros pasos en el cultivo de la vid se debieron a poblaciones sedentarias de zonas de Transcaucasia, Armenia, Asia Menor e Irán, hace unos seis milenios. Las emigraciones de estos pueblos de Oriente hacia el sur dieron lugar a la expansión de estas primeras variedades hacia otras regiones (Arozarena, 1998).

Los griegos aportaron la ordenación del cultivo y lo extendieron a las costas mediterráneas de Italia, Silicia, Francia y España. Después los romanos heredaron la cultura vitivinícola griega, la perfeccionaron, e impulsaron decisivamente su cultivo en Europa. Tras la caída del Imperio Romano, durante la Edad Media, la vitivinicultura se identifica con la cultura cristiana, y se desarrolla y difunde. En el siglo XVI, con el descubrimiento de América, los españoles y portugueses llevan la vid a Sudamérica y México, desde donde se extiende progresivamente por la práctica totalidad del continente, en aquellas zonas climáticamente favorables para su cultivo (Arozarena, 1998).

En el siglo XIX se descubrió que las raíces de las vides americanas eran más resistentes que las europeas. Con Pasteur puede decirse que nació la Enología moderna, combinación de la Biología y la Química aplicada para conservar la calidad del vino (Aleixandre, 1997).



1.1.1. Partes de la planta de la vid

En el cuadro 1 se muestran las partes que constituyen la planta de la vid.

Cuadro 1. Partes que constituyen la planta

PARTE DE LA PLANTA	DESCRIPCIÓN
<p>Vid</p> 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Pertenece a la familia de las plantas trepadoras denominadas <i>Ampellidaceae</i>. Comprende varios géneros, uno de ellos es el <i>vitis</i>, que produce uva de vinificación, este género es la especie de vid de Europa y Asia Occidental a partir de la que se elaboran la mayoría de vinos del mundo.
<p>Racimo</p> 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Se compone de raspón o escobajo y de granos de uva, la proporción de uno y otro varía mucho según el tipo de la variedad de la vid, tipo de viñedo, terreno, cultivo y sobre todo la climatología.
<p>Uva</p>  	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Se presenta en forma de racimo, son frutos carnosos donde la pulpa cubre directamente al fruto. Se divide en tres partes principales: <ol style="list-style-type: none"> a) La piel u hollejo: parte que cubre a cada uno de los frutos, ésta se divide en tres partes: capa externa, capa media (están las sustancias que proporcionan el olor y los taninos) y capa interna (con sustancias colorantes como quercurosidea y quercetrol. b) La pulpa: Contiene agua, azúcares (glucosa, fructosa), ácidos orgánicos (fundamentalmente tartárico, málico y cítrico) materias minerales (el potasio es la más importante con un 50%), materias pécticas (de estructura similar a la de la celulosa), enzimas y vitaminas. c) Las pepitas o semillas; se encuentran en la parte central, contienen una elevada cantidad de materias grasas, resinosas y taninos que pueden dar un sabor desagradable al mosto.

Fuente: Aleixandre (1997), Meneses (2001)

1.1.2. Variedades de uva

En la actualidad el 90% del viñedo mundial está constituido por variedades de las especie *Vitis vinifera* (Meneses, 2001).



En el cuadro 2 se presenta las variedades de uva estudiadas en este trabajo, caracteres morfológicos, aptitudes de cultivo y vinificación, así como su localización geográfica en México y en el Mundo.

Cuadro 2. Características de las uvas estudiadas

UVA	DESCRIPCIÓN
<p>Cabernet Sauvignon</p> 	<ul style="list-style-type: none"> De origen Bordolés. brote muy vellosa, blanco y con rebordes de color acarminado oscuro. Hojas jóvenes vellosas, abultadas, conservando el tinte rojizo en los bordes del limbo que les da un aspecto vinoso o granate oscuro. Racimos pequeños (alrededor de 10 cm de largo), cilindrocónicos, alados, de un peso medio de 100 a 125 gramos, bayas esféricas, pequeñas, negras, de piel espesa y dura. La pulpa es firme y crujiente, con un sabor especial de gusto astringente. Es apreciada en todo el mundo: en Italia, Grecia, España, Yugoslavia, En América destaca en Chile, seguida de California, Argentina y México. En total mundial ronda las 70,000 hectáreas.
<p>Merlot</p> 	<ul style="list-style-type: none"> De origen Bordolés. Hojas verdes vellosas, blancuzcas, las hojas adultas son medianas o grandes de color verde oscuro, cuneiforme, abarquilladas alrededor del punto peciolar. Racimos son cilíndricos, medianos (10 a 15 cm de longitud), sueltos a veces alados. Las bayas son esféricas, pequeñas o medianas, de color azul negruzco. Se encuentra mayoritariamente en casi todas las provincias de Italia y en Francia. También se sitúa en Suiza, Hungría, Bulgaria, Yugoslavia, Madivia y España. En cultiva en América, en México, California, Argentina, Brasil y Uruguay.
<p>Tempranillo</p> 	<p>De origen Español, de ahí su nombre Tempranillo de Rioja</p> <ul style="list-style-type: none"> Brote algodonoso blanco con bordes rosados. Hojas jóvenes vellosas, anaranjadas o bronceadas. Las hojas adultas son grandes de forma truncada, arrolladas, abarquilladas en el punto peciolar. Racimos medianos o grandes, largos, estrechos, cilíndricos, las bayas son medianas, esféricas, de color negro azulado, hollejo bastante grueso, pulpa carnosa, piel jugosa. Su producción es buena y regular. Se adapta a todo tipo de suelos, con preferencia de terrenos orientados al medio día bien soleados.

Fuente: Arozarena (1998)

1.1.3. Factores que afectan la calidad de las uvas

En el cuadro 3 se muestra los factores más importantes que afectan en la calidad de las uvas empleadas para la vinificación.



Cuadro 3. Factores que determinan la calidad de la uva

FACTOR	INFLUENCIA
Clima	<ul style="list-style-type: none">• La calidad y personalidad de un vino están estrechamente ligadas a los caracteres climáticos existentes en la región en donde se produce la uva (humedad del suelo, las horas de sol y la cantidad de lluvia, frecuencia y velocidad de los vientos). La influencia del clima es muy grande, ya que condiciona la maduración del fruto y por consiguiente, la composición del vino resultante.
Insolación	<ul style="list-style-type: none">• Los rayos solares recibidos por la planta son indispensables para la fotosíntesis que permite elaborar todos los compuestos hidrocarbonados necesarios para su vida, además de la acumulación de reservas (azúcares) en el fruto. Cuanto mayor sea la insolación durante el periodo vegetativo de la vid, las uvas tendrán mayor contenido en azúcares y menos contenido en ácidos.
Temperatura	<ul style="list-style-type: none">• Participa en el desarrollo de la vid y en su distribución geográfica a través de dos componentes:• Bajas Temperaturas: Las fuertes heladas con temperaturas inferiores a -15°C, pueden producir la destrucción parcial o total de la cepa.• Elevadas Temperaturas: Se asocian a una fuerte sequía, no son favorables para la vid porque producen una ralentización en la acumulación de reserva e incluso el bloqueo del metabolismo de la planta.• Temperaturas Medias anuales: Para que la vid desarrolle bien su ciclo vegetativo necesita calor. El periodo anual favorable se define como la época durante la cual la temperatura media diaria es igual o superior a la que mantiene a la planta sin actividad, constituyendo el umbral a partir del cual la viña entra en la actividad vegetativa.
Agua	<ul style="list-style-type: none">• En la vida de la vid el agua es de gran importancia porque asegura diversas funciones en la planta (metabolismo, transportes, etc.) y también en la unión suelo-planta (alimentación mineral). Según la época de las lluvias, la reacción de la planta será diferente.

Fuente: Aleixandre (1997)

1.2. Zonas vitivinícolas mexicanas a estudiar

En el cuadro 4 se aprecian las zonas mexicanas dedicadas a la vinificación con las que se trabajó en el presente estudio.



Cuadro 4. Zonas vitivinícolas estudiadas

ZONA PRODUCTORA	CLIMA
Coahuila	<ul style="list-style-type: none">Región conocida como la comarca de la Laguna que también toca parte de Durango, la zona vinícola es de 9,000 hectáreas, en esta comarca son dos las ciudades de importancia vinícola Parras y Saltillo. Cuenta con tres ciudades de importancia vinícola (Parras, Saltillo y Coahuila). En las regiones más cálidas las uvas llegan a un nivel de azúcar mayor con menor acidez total y en las variedades rojas con menos color, la fruta madura más rápido durante el periodo más cálido de la estación. En las regiones más frías o en años más fríos sucede lo contrario, las uvas maduran tardíamente, tienen una acidez total más alta y más color, pueden carecer de suficiente azúcar para producir bastante alcohol para que el vino sea estable.
Baja California	<ul style="list-style-type: none">Cuenta con un clima mediterráneo (templado) gracias a los vientos del Océano Pacífico, a 15 kilómetros de la costa y a la altura de unos 400 metros sobre el nivel del mar, está ubicado en Latitud (32°N) y esto asegura abundante luz, los inviernos son húmedos, las épocas de lluvias son entre noviembre y marzo. Hay grandes diferencias de temperatura entre día y la noche. Sus regiones de cultivo son: Valle de Guadalupe y Valle de Calafia, al noroeste de Ensenada, Valle de Santo Tomas, a 45 km al sur de Ensenada, Valle de San Vicente, a unos 90 km al sur de Ensenada, Valle de San Antonio de las Minas, al noroeste de Ensenada.

Fuente: Meneses (2001)

1.2.1. Casas productoras de vino en México

En las zonas elegidas para este trabajo se encuentran gran cantidad de casas vitivinícolas, algunas más artesanales y otras cuentan con tecnología de punta, en el cuadro 5 se presentan algunos datos relevantes de las casas y la región de donde proceden.



Cuadro 5. Casas vitivinícolas estudiadas

REGIÓN	CASA PRODUCTORA
Coahuila	<ul style="list-style-type: none">• Casa Madero: También conocida como las Bodegas de San Lorenzo, establecida en 1626 siendo una de las más antiguas de América. En su etiqueta manejan la fecha de 1597 como fecha de establecimiento, lo que la haría la más antigua de América, sin embargo Robert Joseph en su libro "The wines of América" lo clasifica como el segundo vino más antiguo. Algunas de las variedades son: Cabernet Sauvignon, Merlot, Malbec, etc.
Baja California	<ul style="list-style-type: none">• Vides de Guadalupe S.A (L.A. Cetto): El valle está plantado en su totalidad con variedades vinífera la mayoría francesas, Cabernet Sauvignon, Chenin Blanc, Colombard, Sirah y Zinfande. La producción es de 750,000 cajas anuales. Su historia data de más de 67 años en el cultivo de la vid y tiene tres cavas.• Monte Xanic: Produce desde 1987. Esta casa cuenta con 25 acres de viñedos y se encuentra a 25 millas al Nordeste de Ensenada en el valle de Guadalupe, tiene la capacidad de producir 16,000 cajas anuales con la expectativa de llegar a 25,000. Algunas de las variedades que producen son: Cabernet Sauvignon, Merlot, Malbec, Sauvignon Blanc y Semillon.• Pedro Domecq: En 1948 cuando inicia el análisis del proyecto de producción en México, año en el que Don Antonio Ariza Cañadilla establece contacto con Don Pedro F. Domecq y González en Nueva York, ambos recorren los posibles zonas de producción de uva con José Ignacio Domecq y el Dr. Winkler de la Universidad de Davis, California. El primer vino que se elaboró y comercializó, surge con el nombre de Los Reyes. Casa Pedro Domecq como líder vinícola en México, detecta un nicho creciente de consumidores que se interesaban por iniciarse en el mundo del vino, por lo que desarrolla Padre Kino, que innovaba con su presentación del envase y la manera de abrirlo sin utilizar sacacorchos.• Santo Tomás: Esta casa vinícola encuentra sus orígenes en las expediciones de los misioneros jesuitas que llegaron a la zona junto con colonizadores y soldados españoles ya desde 1697. La misión de Santo Tomás de Aquino, fue fundada por José Loriente el 24 de Abril de 1791, en lo que ahora se conoce como el valle de Santo Tomás.

Fuente: Meneses (2001), Casa Pedro Domecq (2010), Santo Tomás (2010)



1.3. Producción y consumo de vino en el mundo

1.3.1. Producción de vino en el mundo

La Organización Internacional de la Viña y el Vino (OIV) difundió las estadísticas de 2008 y cómo estas han fluctuado a comparación de años anteriores. En el caso de Argentina, la producción de vino descendió un 2% en 2008 y un 5% en los últimos 4 años; mientras que el consumo de vino cayó hasta los 10,6 millones de hectolitros frente a los 11,1 del año 2007, en tanto que el consumo mundial retrocedió en 2008, 2 millones de hectolitros (MiohL) respecto a 2007. Esta disminución del consumo se da principalmente en Francia, España, Italia y Alemania. En primer lugar, fuera de la Unión Europea, se ubica Estados Unidos con un consumo de 27,2 millones de hectolitros (OIV, 2008).

En la siguiente figura se muestra la producción mundial del vino, según estadísticas de la Organización Internacional del Vino en el año 2008.

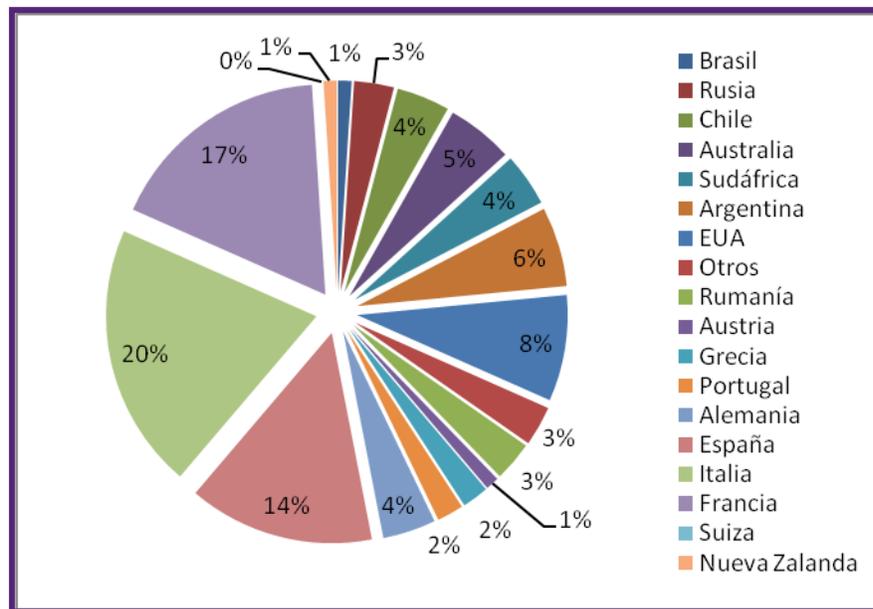


Figura 1. Producción mundial de vino en 2008

Fuente: OIV (2008)

La producción en el 2009 de nuevo se sitúa con las de 2007 y 2008 entre las producciones de vino más débiles de los últimos quince años de la UE (OIV, 2010). La producción 2009 alcanzó, como en 2008, fuera de jugos y mostos, 147,1 MiohL para la UE y 159,8 MiohL. En el seno de la UE, en relación con la producción de 2008, las evoluciones perceptibles cuantitativamente están sobre todo situadas en Francia (+3,9 MiohL vinificados, pero esto,



con referencia a una producción vinícola de 2008 que, con 41,6 MiohL, era la producción más débil de éste país desde 1991) (OIV, 2010).

1.3.2. Evolución del consumo de vino

El consumo de vino es alto en los principales países productores como: Francia, Italia, Portugal, España, Argentina y Chile. Los cambios en el sistema de la vida y en los hábitos alimenticios, están haciendo descender en consumo de vino a favor de otras bebidas alcohólicas. Los países de Oriente y del norte de África, de tradición musulmana, prácticamente no consume bebidas fermentadas, mientras que el consumo de vino aumenta de forma lenta en países del norte de América, Europa, Asia, Oceanía y África del Sur (Meneses, 2001).

El mundo, descorchó en el año 2008 menos botellas que en el 2007. Tras varios años de crecimiento interrumpido, el consumo global de vino se contrajo un 0,8%, comparado al 2006. Esta baja global ha sido esencialmente generada por una disminución del consumo en aquellos países europeos tradicionalmente grandes productores y consumidores, como es el caso de Francia, Italia, España y Alemania. Así como también, según explica Federico Castellucci, director General de la OIV, se debe a la crisis económica (OIV, 2008).

Bajo la influencia especialmente de la crisis económica mundial, el consumo global en la UE registra un decremento especialmente marcado entre 2008 y 2009 (-5,8 MiohL, es decir -4,6% / 2008), sabiendo que éste ya se había manifestado a partir de la segunda mitad del año 2008 (-2,3 Millones de hectolitros, es decir -1,8% / 2007). Así, los países tradicionalmente grandes productores y consumidores han acentuado el ritmo de la disminución de su consumo y, en una primera aproximación, registran retrocesos de demanda importantes: -1,7 MiohL en Italia, -1,5 MiohL en España, -0,9 MiohL en Francia entre 2008 y 2009, (OIV, 2010).

Para los países controlados, las influencias de la crisis se hacen sentir de igual manera, excepto, en un primer enfoque, para un número restringido de países como Suiza, Australia o República Checa, sabiendo que, para estos dos últimos países la reciente evolución de la demanda tenía un avance interanual demasiado perceptible (OIV, 2010).



Se trata entonces de un retroceso consecutivo a un primer repliegue de 3,8 MiohL entre 2007 y 2008, y esto en un contexto de desarrollo de la demanda mundial de vino mermada desde mediados de la década de 1990. Así, en 2 años el sector, en términos de orden de magnitud, habrá sufrido un retroceso de alrededor de 10 MiohL del consumo mundial de vino muy probablemente ligado a la crisis económica general (OIV, 2010).

Se muestra a continuación el cuadro 6 donde se observa el porcentaje del consumo de vino en algunos países, en los años más recientes, es claro que los porcentajes más elevados son los países del hemisferio sur y Estados Unidos.

Cuadro 6. Exportaciones mundiales de vino por año civil

PAÍSES	PROMEDIO 1996-2000 (%)	PROMEDIO 2001-2005 (%)	PROMEDIO 2009 (%)
Hemisferio Sur (Argentina, Chile, Australia/Nueva Zelanda) + EEUU	14.8	23.4	30.8
Bulgaria, Hungría, Rumania y Argelia, Túnez, Marruecos	4.9	3.1	2.0
Otros países	9.0	8.4	7.4

Fuente: OIV (2010)

El mercado mundial, aquí considerado como la suma de las exportaciones de todos los países (considerando que los países controlados pesan en conjunto el 94% de los intercambios mundiales), alcanza así en 2009 86,1 MiohL, es decir -3,6% / 2008. Éste retroceso es el primero registrado desde 2000, si consideramos que el nivel de 2008 efectivamente es muy próximo al de 2007 (89,25 contra 89,43 MiohL, respectivamente) (OIV, 2010). Aquí aún se siente la influencia de la crisis económica general que, como ya se ha indicado, reduce la demanda, especialmente en los países importadores en los que el vino, producto no indispensable para la alimentación humana, lógicamente disminuye en volumen.

1.3.3. Situación del vino en México

En 1595, Felipe II, rey de España, expidió una Cédula Real para prohibir la producción de vino en nuestro país, ordenando destruir los viñedos existentes, porque la calidad y cantidad que se producía entonces, amenazaba los intereses comerciales, tanto de



productores como de distribuidores españoles. La producción vitivinícola se mantuvo limitada y casi exclusiva del medio eclesiástico (Meneses, 2001).

En la década de los años cincuenta del Siglo XX, la vitivinicultura comienza a ser de nuevo significativa en diversas zonas del país, empezando a despuntar en los sesentas y setentas para posicionarse con más arraigo y profundidad a partir de los ochenta, década en la cual el vino mexicano adquiere gran relevancia, como resultado del interés de un buen número productores establecidos por varias generaciones, de enólogos y vitivinicultores expertos y de un puñado de personas con ánimos un tanto aventureros, con ideas y expectativas novedosas, que se empeñaron en que México produjera vinos de la más alta calidad para que compitieran con los mejores del mundo (Meneses, 2001).

1.3.4. Crisis en los viñedos

Según estadísticas de la asociación Nacional de Vinicultores, desde 2002 México produce un promedio de 1.5 millones de cajas al año, de las cuales Baja California aporta alrededor de 805 de la producción (Falcón, 2009). A continuación se muestra en la figura 2 la producción e importación nacional de vinos.

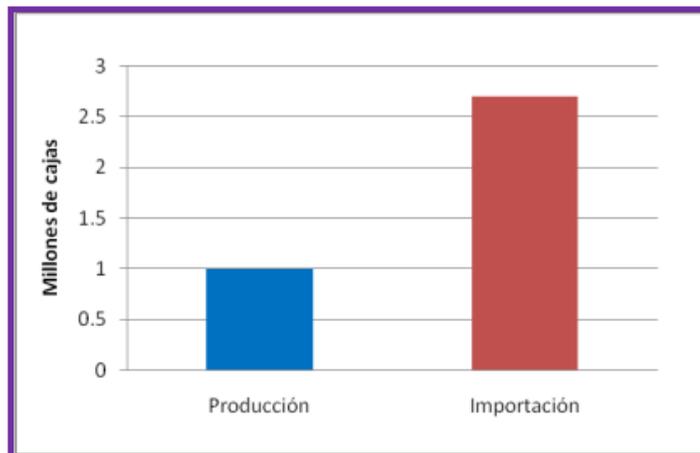


Figura 2. Producción e importación nacional de vinos en 2008

Fuente: Falcón (2009)

Durante los primeros meses del 2009, el volumen de consumo de vino en el país cayó 3%, lo que afectó las ventas tanto de grandes como de pequeñas firmas. Las grandes como L.A. Cetto, Santo Tomás y Domecq, registraron una caída de 15%, mientras que los vinicultores pequeños estimaron un descenso de 20% para todo el año (Falcón, 2009).

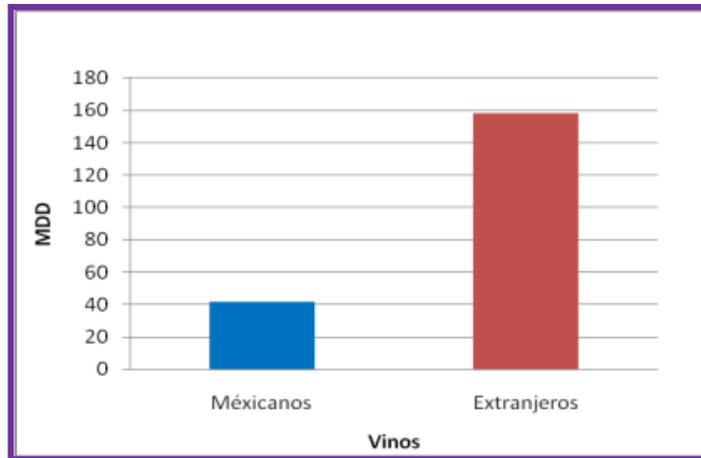


Figura 3. Venta anual promedio de vinos nivel nacional
Fuente: Falcón (2009)

México ocupa el lugar 45 a nivel mundial en consumo per cápita de vino, muy por debajo de los países con tradición en la bebida, ya que el mexicano consume en promedio tres copas de vino al año, mientras que los bebedores en Italia, Francia o España, consumen entre 35 y 40 litros de vino promedio (Falcón, 2009).

1.3.5. Principales estados productores de vino del país

En la figura 4 se muestran los principales estados productores de vino del país.



Figura 4. Estados productores de vino
Fuente: Las vendimias (2009)

Los más importantes son: Baja California, Coahuila, Querétaro, Zacatecas y Aguascalientes.



1.4. Proceso de elaboración de vino tinto

A continuación en la figura 5 se presenta el diagrama de proceso del vino tinto.

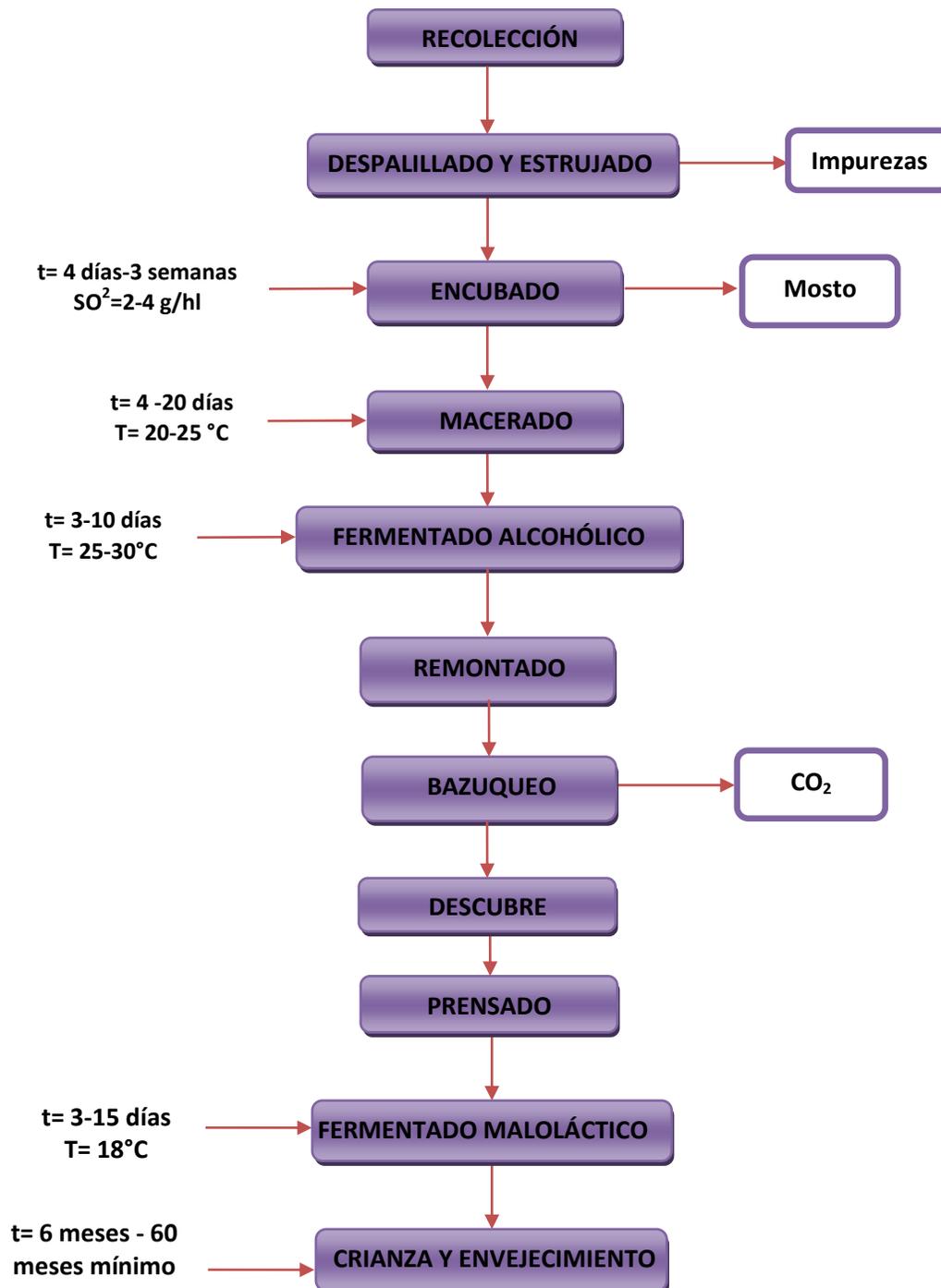


Figura 5. Diagrama de proceso del vino tinto

Fuente: Aleixandre y Álvarez (2002)



El proceso de elaboración del vino tinto se describe a continuación (Aleixandre y Álvarez 2002):

❖ Vendimia (Recolección)

La vendimia manual permite realizar una selección de los racimos en el viñedo, desechando aquellos que con mal estado sanitario o madurez deficiente. La mecánica permite vendimiar por las noches, evitando altas temperaturas, sin embargo la aplicación de un antioxidante como el sulfuroso en la misma viña protege de forma efectiva contra la oxidación. La forma de transportar la vendimia es remolques, los cuales se protegen con lonas de plástico para evitar el contacto del metal con la uva. La descarga se realiza mediante un sistema basculante o descargando la tolva y se envía hasta la despalladora.

❖ Despalillado y estrujado

Una despalladora-estrujadora de paletas-rodillos se utiliza para eliminar los raspones, es recomendable dejar una pequeña parte en las uvas que proceden de viñas jóvenes y en el caso de las uvas podridas para minimizar el riesgo de quiebra oxidásica mediante la fijación de la lacasa en los raspones.

❖ Encubado

La vendimia estrujada se manda a los depósitos de fermentación por medio de bombas de pastas, este transporte permite el sulfitado racional por medio de una bomba dosificadora de inyección sincronizada con el movimiento de la bomba elevadora de vendimia, las bombas deben tratar suavemente la masa y evitar aireaciones, una vez encubada la pasta se analiza la composición del mosto, prioritariamente el contenido de azúcares, acidez y pH del mosto, se comprueba que el sulfuro añadido es el adecuado. El encubado depende del vino que se desee obtener, para un vino joven va de 4 a 5 días, de 6 a 10 días para vinos jóvenes equilibrados, siendo un periodo de 2 a 3 semanas para vinos destinados a la crianza, también en esta operación se realiza el sulfitado para frenar el desarrollo de bacterias por lo que se adiciona al mosto de 2 a 4 g/hl de SO₂.

❖ Maceración

Durante el encubado se produce la maceración o extracción fraccionada de las sustancias que se encuentran en las partes sólidas de la uva, es el proceso decisivo de la vinificación, se obtiene la mayor parte de los componentes que van a determinar las características



finales del vino, se persiguen principalmente dos fenómenos: la extracción de compuestos fenólicos y su difusión en el mosto en fermentación, con la finalidad de obtener vinos armoniosos y equilibrados, el tiempo en que se lleva a cabo la maceración es de 4 a 20 días a una temperatura que va de 20 a 25°C.

❖ Fermentación alcohólica

La maceración tiene lugar paralelamente a la fermentación alcohólica, la conducción de la maceración-fermentación dependerá de la temperatura, el control de la fermentación precisa de una vigilancia constante y la adecuación de las operaciones a las necesidades de la fermentación.

La elección de la temperatura va a depender del tipo de vino que se quiera elaborar, cuando se quiere alcanzar un grado alcohólico y un contenido aromático elevado es necesario mantener la temperatura de fermentación bastante baja, en cambio una elevada extracción polifenólica precisa temperaturas más altas, la temperatura en vinificación de tinto se sitúa entre 25 y 30°C, en función de conseguir una vinificación bastante rápida, buena maceración y evitar parar la fermentación. .

La fermentación alcohólica se manifiesta por un calentamiento del mosto, desprendimiento carbónico que produce una ebullición y descenso de la densidad, la ecuación global de la transformación. .

En la figura 6 se muestra la reacción llevada a cabo para la obtención del alcohol.



Figura 6. Reacción de la fermentación alcohólica
Fuente: Aleixandre y Álvarez (2002)

En la figura 7 se muestra la ruta metabólica que sigue la fermentación alcohólica, partiendo de la glucólisis donde se consumen 2 moléculas de ATP para llegar a la fase del piruvato, éste se descarboxila y produce acetaldehído que posteriormente se reduce a etanol.

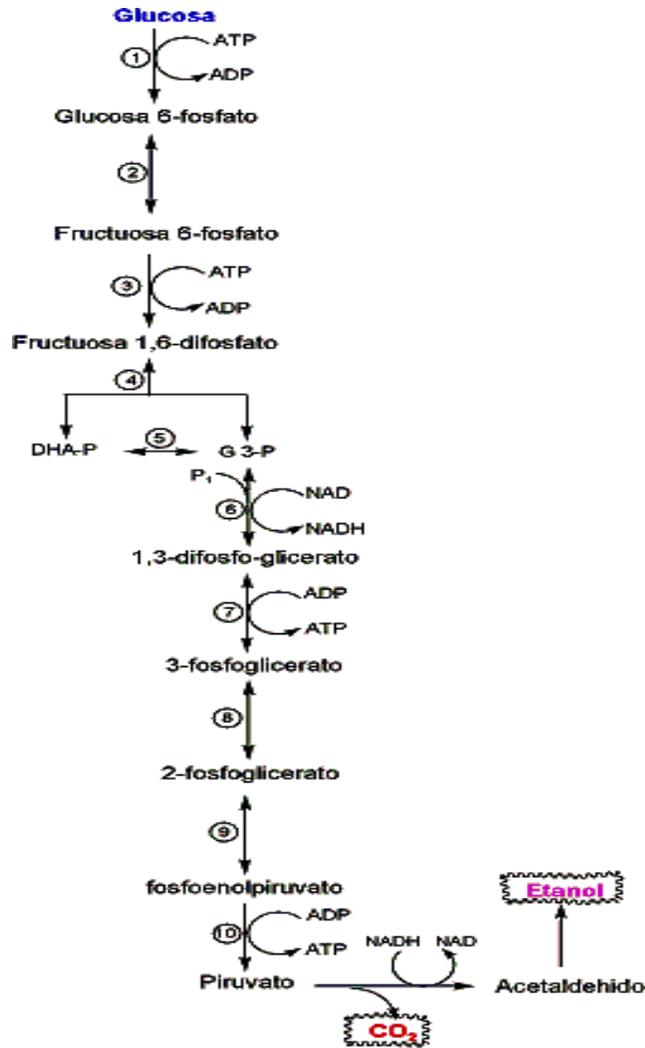


Figura 7. Ruta metabólica de la fermentación alcohólica
Fuente: Aleixandre y Álvarez (2002)

❖ Remontado

Consiste en sacar el mosto en fermentación por la parte inferior del depósito y volverlo a inducir por la parte superior para que rocíe el sombrero de orujos, favoreciendo la extracción de las sustancias del hollejo y su difusión por la masa del líquido, además de la aireación, los efectos del remontado en la elaboración de vinos tintos es: activar las levaduras mediante aporte de oxígeno, facilitar el reparto de sulfuroso y equilibrar la concentración de alcohol, facilitar la dispersión térmica, evitar la acetificación del sombrero.



El remontado puede llevarse a cabo por dos formas: sin aireación (el mosto sale y entra al depósito sin contacto con el aire), con aireación (el mosto en fermentación se saca por la parte inferior del depósito dejándolo caer desde cierta altura a una cubeta).

❖ Bazuqueo

Consiste en romper el sombrero de orujo formado en la superficie de la masa en fermentación y sumergirlo en el líquido, se realiza para distribuir uniformemente las levaduras, evitar acetificación, facilitar el desprendimiento de CO₂, etc. Se realiza por varios métodos los más comunes son: dispositivos manuales de madera o acero inoxidable, sistema automatizado.

❖ Descubre

Constituye la fase final de la maceración, consiste en sacar el líquido del depósito por la parte inferior para llevarlo a otro depósito donde concluirá la fermentación, las pastas se extraen y posteriormente se llevan a la prensa para poder extraer el resto del vino que contengan. El vino descubado se trasiega a otro depósito, generalmente con aireación para activar las levaduras.

❖ Prensado

No se realiza de forma continua, se hace gradualmente, el tipo de prensa utilizado influye en la calidad del vino, deben utilizarse prensas que no maltraten la uva como las mecánicas (platos), hidráulicas o neumáticas horizontales e incluso verticales.

❖ Fermentación maloláctica

Es la transformación por las bacterias lácticas del ácido málico en ácido láctico y anhídrido carbónico, es decir la reacción fundamental se reduce a una simple descarboxilación del ácido málico.



A continuación en la figura 8 se muestra la reacción de la fermentación maloláctica.

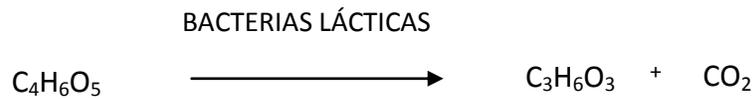


Figura 8. Reacción de la fermentación maloláctica.

Fuente: Aleixandre y Álvarez (2002)

En la figura 9 se muestra la ruta metabólica ocurrida durante la fermentación maloláctica, la cual sigue la misma secuencia de reacciones que la fermentación alcohólica hasta la fase del piruvato reduciéndose posteriormente a lactato.

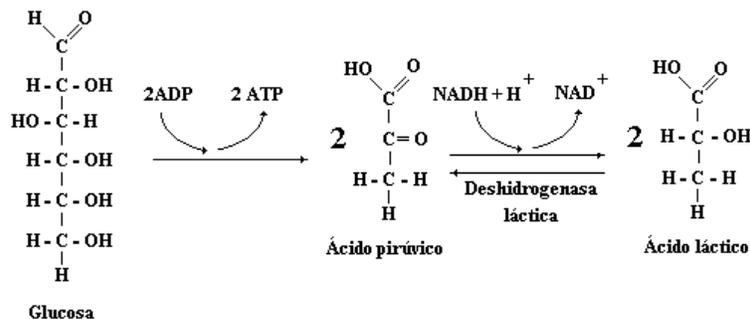


Figura 9. Ruta de la fermentación maloláctica.

Fuente: Aleixandre y Álvarez (2002)

La fermentación se realiza en depósitos de acero inoxidable o barricas, constituye una verdadera desacidificación biológica del vino. Los vinos tintos se hacen más suaves, armoniosos y maduros, ya que los taninos que contiene no ligan gustativamente con una acidez elevada. Favorece la estabilidad microbiológica del producto final, evitando que se produzca la fermentación durante el embotellado, ya que el ácido málico es fácilmente atacable, para evitar la degradación indeseable de los azúcares en láctico y acético, el inicio de la fermentación maloláctica debe darse cuando la fermentación alcohólica ha terminado; siempre hay un resto de azúcares que es degradado también por las bacterias lácticas, produciendo ácido acético y aumentando la acidez volátil 0.1-0.2 mg/L.

Los factores que en la práctica condicionan la fermentación maloláctica son: la variedad vinífera empleada, clima, técnicas de cultivo, tratamientos fitosanitarios del viñedo, las



operaciones enotécnicas (encubado, escurrido, trasiego, clarificaciones, filtraciones), pH (2.9), temperatura (18°C) de 3 a 15 días, aireación, nutrición de bacterias, grado alcohólico (la resistencia de las bacterias lácticas al alcohol es variable, pero por encima de 15 grados su actividad queda inhibida), sulfitado (la dosis aconsejable es no sobrepasar los 10-15 mg/L de sulfuro libre, la corrección de sulfuro puede ser 30 mg/L al final de la fermentación maloláctica).

❖ Crianza y Envejecimiento

Después de la fermentación el vino todavía puede evolucionar, el objetivo de estas es: la estabilización físico-química y microbiológica del vino, mejorar los caracteres organolépticos de los vinos.

La crianza debe conducir al vino a desarrollar su carácter gustativo, puede realizarse de dos maneras: se conserva al abrigo del aire en cubas o depósitos en contacto controlado con el oxígeno del aire o se somete a una crianza oxidativa. El envejecimiento, debe llevar al vino a su calidad óptima en el momento del consumo, se realiza en un recipiente hermético de vidrio, en el que permanece un período de tiempo más o menos largo según el tipo de vino. La crianza debe ser en un tiempo no inferior de 6 a 12 meses, mientras que el envejecimiento puede ser catalogado como vinos de reserva que deben ser almacenados en un tiempo no menor a 36 meses y los vinos gran reserva que deben permanecer en la cava en un tiempo no menor a 60 meses.

1.4.1. Técnicas especiales de vinificación

Las técnicas para vinificación se describen a continuación (Club vino Argentina, 2009):

- ❖ Vinificación continua: realiza la vinificación de modo que se evite el trabajo manual, centralizando la dirección de las operaciones y el control de la fermentación.
- ❖ Termovinificación: consiste en la maceración en caliente de la vendimia estrujada antes de la fermentación. El sistema está compuesto de un tornillo sinfín que transporta la vendimia estrujada a través de un intercambiador tubular calentando por circulación caliente o de vapor.



- ❖ **Maceración Carbónica:** consiste en introducir los racimos de uvas enteras dentro de un depósito cerrado y crear en su interior una atmósfera rica en carbónico.

1.4.2. Clasificación de los vinos

Los vinos se clasifican en: vino tinto, vino blanco, vino generoso, rosado, espumoso, champán, transfer y gran vas (Club vino Argentina, 2009):

- **Vino tinto:** Se elabora principalmente con uvas tintas a las que no les han quitado los hollejos. La fermentación dura aproximadamente 20 días, este tipo de vino envejece según la cantidad de tiempo que pasa en una barrica o en una botella. La barrica es un recipiente de madera que se utiliza específicamente para la crianza del vino y debe cumplir estrictas características para que el vino se estabilice adecuadamente. La madera que más se usa en las barricas es el roble, aporta suavidad al sabor y una leve oxigenación. A partir de allí ubicamos al vino llamado "vino joven" que pasa hasta 6 meses dentro de la barrica. El Vino Crianza pasa como mínimo 6 meses en barrica y tiene 2 de antigüedad. Tres años de vejez y uno de ellos en barrica de madera pasan los vinos reserva. Los vinos gran reserva tienen 5 años de vejez y 2 de ellos deben ser en barrica de madera.
- **Vino blanco:** Se puede elaborar con uva blanca o tinta, cuando se usan uvas tintas se separa el mosto del hollejo para evitar que le de color. Al vino blanco generalmente no se le añeja
- **Vino generoso:** Es aquel que posee una graduación alcohólica comprendida entre los 15 y los 23°, y que se ha obtenido mediante sistemas de crianza peculiares y específicos que le aportan unas características propias. Se suelen identificar con los vinos andaluces (Jerez), aunque en realidad se elaboran también en otras zonas de España.
- **Vino rosado:** Con una maceración leve de la uva tinta previa al prensado se elabora el vino rosado, así toma algo de color pero no tanto como el vino tinto. El vino rosado es un vino que debe consumirse joven. Al igual que el vino blanco, el rosado se conserva



en bodega a temperaturas que no superan los 5°C. De esta manera el vino se almacena en óptimas condiciones hasta que llegue el momento de su embotellado.

- **Vino espumoso / Vino espumante:** Se le aplica una segunda fermentación al vino en un envase cerrado, generando anhídrido carbónico. Destacamos 3 tipos de vinos espumantes que variarán según el envase donde se produzca la segunda fermentación.
- **Champán:** Segunda fermentación en botella, elaborado conforme al método champenoise en la región de Champaña, Francia. Se trata generalmente de un vino blanco, aunque también existe el champán rosado, que se elabora a partir de varios tipos de uva, la mayor parte tintas.
- **Transfer:** segunda fermentación en envases de gran capacidad y así terminar su madurez en la botella.
- **Gran Vas:** se logra realizando la segunda fermentación en envases grandes cerrados a presión.

1.5. Defectos de los Vinos

Las enfermedades del vino están ocasionadas por microorganismos. Las mermas de la calidad están originadas principalmente por productos metabólicos microbianos (ácido acético, etil-fenoles, diacetilo, manitol) pero también por la alteración y destrucción de componentes propios del vino (es decir glicerol, ácido tartárico, ácido cítrico) por los microorganismos presentes. Generalmente los vinos alterados exhiben además características visuales y físicas nada atractivas (es decir tonalidad castaña, enturbiamiento, viscosidad). En las enfermedades del vino es particularmente característico que las alteraciones no puedan considerarse concluidas sino que siguen progresando, de manera que el vino en el que no se traten los microorganismos nocivos resulta al final absolutamente no apto para el consumo (Reinhard, 2006).



A continuación se presenta en el cuadro 7 los defectos de calidad que puede presentar el vino.

Cuadro 7. Defectos del vino tinto.

DEFICIENCIAS DEFECTOS ENFERMEDADES	ASPECTO	COLOR	SABOR
Sabor a hielo	Intensificación del color herrumbroso, castaño amarillento, rojo naranja	Peculiar herbáceo, abocado, corteza de pan negro	Herbáceo, dulzón, desagradable
Sabor mohoso justo a podrido	Intensificación del color nada llamativo	Penetrante mohoso, aroma propio enmascarado avinagrado	Queso enmohecido, gorgonzola, azúcar de cebada, mermelada de manzana
Defectos asociados a tanino, justo inmaduro, áspero, orujo, amargo	Claro de color fuerte, oscuro, mate	Herbáceo apagado, astringente, a orujo, escobajo, herbáceo	Fuerte, irritante, áspero
Fermentación alterada	Nada llamativo	Fermentativo, afrutado, a éster, aldehído, acidulado	Picante, inarmónico, dulzón
Enmohecimiento	Velo, blanco de moho en la superficie	Mohoso a manteca rancia, avinagrado	Débil, vacío, soso
Coloración demasiada intensa, coloración anómala, pardea miento, quiebra castaña, quiebra negra	Rojo-naranja, amarillo, rojo castaño, copos castaños coloración castaña superficial	Rancio, nuez, pera, corteza de pan, fruta reseca	Gusto a nuez, aceitoso, insípido
Sabor a papel de filtro, gusto a producto de tratamiento	Corriente	A cartón, polvo, químico apagado	A cartón, insípido, extraño
Sabor a medicina, disolvente, sabor a ésterol, sabor a aceite mineral	Corriente	Incisivo, penetrante a diesel, acetona, laca, plástico, goma yodoformo	Químico penetrante extraño al vino yodoformo
Defecto de clarificación	Corriente	Extraño al vino químico, debilitado corrompido	Extraño al vino químico
Gusto a almendras amargas	Corriente azul verdoso	Corriente	Amargo
Sabor a madera, sabor a tonel	Corriente amarillo pardusco	A madera intenso a hierba, a madera de tonel (carpintería)	Fuerte a serrín, sabor a madera, a tanino, ácido crudo
Añejo	Amarillo dorado, rojo anaranjado o corriente	Gusto a petróleo, piel de Rusia curtida	Amargado, apagado, jalea, gusto a viejo
Formación de cristales	Sedimento, cristales definidos, costra de tartrato, cristales hexagonales,	Corriente	Corriente

Fuente: Reinhard (2006)



1.6. Beneficios del consumo de vino tinto a la salud

El consumo inteligente de vino, en especial del tinto, puede presentar potenciales efectos beneficiosos para la salud. El vino es rico en antioxidantes, especialmente en compuestos polifenólicos. Dichos compuestos se ha demostrado que son bioactivos, no nutrientes, que se encuentran de forma natural y en concentraciones muy bajas en el vino, procedentes de las uvas de origen, y que pueden tener un impacto significativo en la salud (Sánchez y González, 2007).

En el cuadro 8 de muestra la concentración en mg/L de los principales compuestos fenólicos presentes en los vinos tintos y blancos.

Cuadro 8. Concentración de los principales constituyentes en el vino

COMPUESTO FENÓLICO	VINO TINTO (mg/L)	VINO BLANCO (mg/L)
Acido gálico	95	7
Catequina	191	35
Epicatequina	82	21
Ácido Caféico	7.1	2.8
Cianidina	2.8	0
Malvidin-3-glucósido	23.5	1.0
Miricetina	8.5	0
Quercetina	7.7	0
Resveratrol	1.5	0.0

Fuente: Sánchez y González (2007)

Los compuestos polifenólicos tienen actividad anti-inflamatoria, antialérgica, antitrombótica, antiaterogénica y antimicrobiana. La concentración total de compuestos polifenólicos en el vino varía entre 1,80 y 4,06 g/L equivalentes en ácido gálico, con un promedio de 2,57 g/L para vino tinto, y de 0,16 a 0,33 g/L, con un promedio de 0,24 g /L, para el vino blanco (Leighton y Urquiaga, 2001).

La catequina es el compuesto fenólico monomérico más abundante, seguido por el ácido gálico, en el vino tinto. El ácido gálico proviene principalmente de la hidrólisis de los ésteres de flavonoides, presentes en la piel y en las pepas de las uvas. Los niveles de epicatequina son menores que los de catequina en la mayoría de los vinos. Las concentraciones de ácido caféico son relativamente bajas tanto para vino tinto como blanco (Leighton y Urquiaga, 2001).



En el cuadro 9 se muestran efectos positivos del vino en la salud.

Cuadro 9. Efectos positivos del consumo del vino en la salud

ESTUDIO	EFFECTOS EN LA SALUD	REFERENCIA
Se seleccionaron 14 varones y 14 mujeres se dividieron en 4 grupos de 7, dos grupos bebieron vino durante un mes, realizándoles análisis bioquímicos en condiciones basales a los 15 y 30 días.	El vino tinto aumento HDL y redujo el índice cardiovascular sobre todo en mujeres.	Fernández <i>et al.</i> (2007)
45 mujeres postmenopáusicas, el consumo de 400 mL/día de vino tinto durante 6 semanas.	Redujo significativamente el colesterol LDL en un 8% e incrementó el colesterol HDL en un 17%.	Naissides <i>et al.</i> (2006)
La ingesta moderada de vino (2-5 vasos al día).	Disminución del riesgo de mortalidad por enfermedad coronaria.	Leighton y Urquiaga. <i>et al.</i> (2000)
Efecto de absorción de polifenoles en ratas.	El moderado contenido de alcohol del vino tinto incrementa la absorción de quercetina y de glucósido-3-O de quercetina, e incrementa su metabolismo hacia la o-metilación para dar compuestos como la tamarixetina.	Dragoni <i>et al.</i> (2006)
Efecto de diferentes vinos tintos españoles en las propiedades vasodilatadoras.	Buena correlación encontrada entre la concentración de polifenoles especialmente kampferol, de los vinos tintos y gracias a su efecto vasodilatador se les puede conferir características únicas en la prevención de enfermedades.	Padilla <i>et al.</i> (2005)
Un reciente estudio en ratas alimentadas con una dieta hipercalórica.	Previene parcialmente el incremento de peso corporal, modulando la ingesta de energía de dichas ratas obesas.	Bargallo <i>et al.</i> (2006)
Estudio del papel protector del vino tinto frente al estrés oxidativo en 26 ancianos italianos sanos,	Una dieta deficiente causa una reducción en la capacidad antioxidante total del plasma, el sulfato de dehidroepiandrosterona y el factor-I de crecimiento insulínico (TGF-I)., sin embargo el consumo de vino tinto (aproximadamente 500 mL/día) mostró un efecto protector frente a esta tendencia.	Antonini <i>et al.</i> (2005)
Estudio en 115 sujetos con diabetes que habían sufrido un primer infarto de miocardio sin consecuencias, recibieron una cantidad diaria moderada de vino tinto durante 1 año. En otro estudio en personas diabéticas el consumo de 360 mL/día de vino tinto durante 2 semanas.	Reducción significativa de marcadores de estrés oxidativo y de inflamación, mejorando la función cardiaca después del infarto de miocardio. Mejoró la resistencia a la insulina.	Sánchez y González (2007)



En el cuadro 10 se muestran los efectos que los diferentes componentes del vino producen sobre el funcionamiento del cuerpo humano.

Cuadro 10. Efecto de los componentes del vino en el funcionamiento del cuerpo humano

COMPONENTE	EFEECTO
Ácidos y sales minerales	Diuréticos
Proteínas	Contribuyen a la movilización del nitrógeno en el cuerpo, ayudan a la actividad de los fenómenos intestinales, aumenta los glóbulos rojos en la sangre
Vitaminas	Funcionan como antioxidantes, intervienen en el metabolismo de los glúcidos y transmisión de los impulsos nerviosos, actúan en diversas reacciones metabólicas, intervienen en la formación de la sangre,
Polifenoles	Tienen propiedades antioxidantes, antimutagénicas, anticarcinogénicas, antiinflamatorias,

Fuente: Aleixandre (1997)

1.6.1. Antioxidantes

1.6.1.1. Estrés oxidativo

El oxígeno está asociado a las condiciones de vida aerobia, representa la fuerza motriz para el mantenimiento del metabolismo y viabilidad celular al mismo tiempo que involucra un peligro potencial debido a las características paramagnéticas de este gas responsable de la formación de intermediarios parcialmente reducidos y dotados de una reactividad alta conocidas como especies reactivas de oxígeno (ROS, por sus siglas en inglés) (Martínez, 2007).

Las ROS son radicales libres (RL) o precursores de radicales. En los orbitales, los electrones giran en pares con un espín particular, esto se conoce como máxima estabilidad natural; por tanto, si hay electrones desapareados en un orbital, se generan especie moleculares altamente reactivas que tienden a robar un electrón de cualquier otro átomo para compensar su deficiencia electrónica. El oxígeno, es el principal radical libre, ya que él tiene dos electrones desapareados (Martínez, 2007).

Entre las ROS destacan:

Radicales: ión superóxido ($O_2^{\cdot-}$). Radical hidroxilo ($\cdot OH$), alcoxilo ($RO\cdot$), peroxilo ($ROO\cdot$) y óxido de nitrógeno ($NO\cdot$)



No radicales: peróxido de hidrógeno (H_2O_2), oxígeno singlete $\cdot O_2$ y peroxinitrito ($ONOO^-$).

Las ROS tienen un origen tanto endógeno, como exógeno. Entre las fuentes endógenas destacan (Martínez, 2007):

1. La cadena respiratoria, donde la reducción monovalente de la molécula de oxígeno da lugar a la formación de la mayoría de las ROS.

2. Las células fagocitarias (neutrófilos, monocitos o macrófagos), utilizan el sistema de la NADPH oxidasa generando directamente al ión superóxido (O_2^-). Por otra parte, como mecanismo de defensa, dichas células también generan óxido de nitrógeno (NO), por acción de la óxido-nítrico sintasa sobre la arginina intracelular. La combinación del O_2^- con el NO da lugar a la formación del $ONOO^-$ capaz de inducir peroxidación lipídica en las lipoproteínas.

3. La autooxidación de compuestos de carbono tales como aminoácidos, proteínas, lípidos, glicósidos y ácidos nucleicos dan lugar también a la formación de estos radicales.

4. La activación catalítica de diversas enzimas del metabolismo intermediario como la hipoxantina, xantina oxidasa, aldehído oxidasa, monoamino oxidasa y ciclooxigenasa, lipoxigenasa, son fuentes representativas de esta producción.

Las fuentes exógenas de radicales libres pueden ser (Martínez, 2007):

- Ambientales. Radiación electromagnética, luz solar, ozono, tabaco, etc.
- Farmacológicas. Xenobióticos, drogas, etc.
- Nutricionales. Contaminantes, aditivos, pesticidas, etc.,

1.6.1.2. Daño oxidativo a biomoléculas

Son muchas las ROS que actúan como oxidantes biológicos, pero el O_2 es el mayor reductor, la simple adición de un protón da lugar a la formación de HO_2 , convirtiéndose éste en un agente oxidante muy activo.

Estas transformaciones se resumen de la siguiente forma en la figura 10.

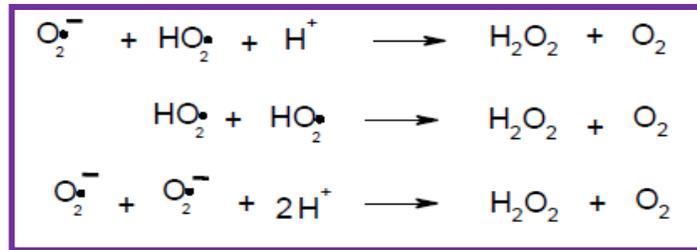


Figura 10 Mecanismo de reacción del radical superóxido

Fuente: Martínez (2007)

Las ROS producen acciones diversas sobre el metabolismo de los principios inmediatos, que pueden ser el origen del daño celular (Martínez, 2007):

- ❖ Sobre los lípidos poliinsaturados de las membranas produciendo pérdida de fluidez y lisis celular como consecuencia de la peroxidación lipídica (PL).
- ❖ Sobre los glicósidos, actúan alterando las funciones celulares tales como: las asociadas a la actividad de las interleucinas y la formación de prostaglandinas, hormonas y neurotransmisores.
- ❖ Sobre las proteínas produciendo inactivación y desnaturalización.
- ❖ Sobre los ácidos nucleicos mediante la modificación de bases produciendo mutagénesis y carcinogénesis.

1.6.1.3. Procesos fisiológicos y fisiopatológicos relacionados con los radicales libres

Ante el estrés oxidativo el organismo responde con la defensa antioxidante, pero en determinadas ocasiones puede ser insuficiente, desencadenando diferentes procesos fisiológicos y fisiopatológicos. En la actualidad son muchos los procesos relacionados con la producción de radicales libres como son: mutagénesis, transformación celular, cáncer, arteriosclerosis, infarto de miocardio, diabetes, enfermedades inflamatorias, trastornos del sistema nervioso central, envejecimiento celular, etc. (Martínez, 2007).

1.6.2. Función de los antioxidantes

Los sistemas biológicos en ambientes oxigenados han desarrollado mecanismos de defensa, tanto a nivel fisiológico como bioquímico. A continuación se resumen los mecanismos de defensa bioquímicos (Martínez, 2007):



- ❖ Sistema enzimático. Los organismos aerobios han desarrollado enzimas antioxidantes tales como: superóxido dismutasa (SOD), catalasa (CAT), glutatión peroxidasa (GPx) y DT-diaforasa, que actúan tal y como se muestra en la figura 9.
- ❖ La SOD es la responsable de la reacción de dismutación del O_2 a H_2O_2 , que en reacciones posteriores, catalizadas por la catalasa o por la GPx, se convierte en H_2O y O_2 . La catalasa se encuentra principalmente en los peroxisomas, y su función principal consiste en eliminar el H_2O_2 generado de la β -oxidación de los ácidos grasos, mientras que la GPx degrada el H_2O_2 citoplasmático. La DT diaforasa, cataliza la reducción de quinona a quinol y participa en la reducción de drogas de estructura quinónica.

En la figura 11 se muestra el mecanismo de reacción de las enzimas antioxidantes.

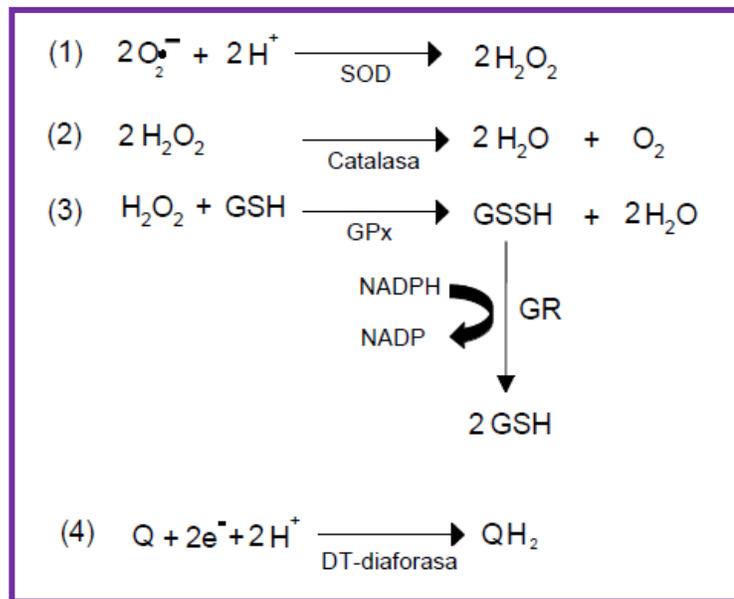


Figura 11. Mecanismo de enzimas antioxidantes

Fuente: Martínez (2007)

- ❖ Sistema no enzimático. Las células utilizan una serie de compuestos antioxidantes o captadores de radicales libres como son: vitamina E, vitamina C, β -caroteno, ferritina, ceruloplasmina, selenio, glutatión reducido (GSH), manganeso, ubiquinona, zinc, ácido úrico, flavonoides, coenzima Q, melatonina, bilirrubina, taurina, cisteína, entre otros. Los flavonoides que son extraídos de determinados alimentos interactúan de manera directa con la especie reactiva para producir



complejos estables o de menor reactividad, mientras que en otras ejerce la función de co-substrato en la acción catalítica de algunas enzimas (Martínez, 2007).

- ❖ Sistemas reparadores. A su vez éstos se subdividen en dos grandes grupos, los directos y los indirectos (Martínez, 2007):
- ❖ Directo. Reducción de los grupos (S-S) de los aminoácidos azufrados de las proteínas por enzimas específicas como la disulfuro reductasa y la sulfóxido reductasa.
- ❖ Indirecto. En primer lugar se reconoce el daño molecular siendo éste eliminado o degradado, y en segundo lugar se sintetiza la parte eliminada. Esto ocurre tanto en las proteínas oxidadas y en peróxidos lipídicos de cadenas hidrocarbonadas, así como en las oxidaciones del ADN y ARN.

1.6.2.2. Características de los antioxidantes

Las principales características de un compuesto o sistema antioxidante son, la prevención o detección de una cadena de propagación oxidativa, mediante la estabilización del radical generado y la regeneración del antioxidante radicalario, ayudando así a reducir el daño oxidativo en el cuerpo humano. Hay dos tipos principales de antioxidantes, el "primario" (ruptura de la reacción en cadena, secuestradores de radicales libres) y el "secundario" o "preventivo". Los mecanismos antioxidantes "secundarios" pueden incluir la desactivación de metales, inhibición de los hidroperóxidos lipídicos interrumpiendo la producción de volátiles indeseables, la regeneración de antioxidantes "primarios", eliminar el oxígeno singulete, etc. (Martínez, 2007).

Por lo anterior se puede definir como antioxidantes en el ámbito de los alimentos como: "aquellas sustancias que, en bajas cantidades, actúan previniendo o retardando grandemente la oxidación de materiales fácilmente oxidables tales como las grasas (Martínez, 2007).

1.6.3. Antioxidantes en alimentos

En el organismo se produce un equilibrio entre oxidantes/antioxidantes, cuando este equilibrio se rompe a favor de los oxidantes se produce un estrés oxidativo, el cual está implicado en muchos procesos fisiopatológicos, *vide supra*. Por tanto, es de vital importancia el consumo de alimentos que contengan antioxidantes naturales y de esta manera se pueda mantener el equilibrio entre oxidantes/antioxidantes o incluso a favor de



los antioxidantes. Además, si tenemos en cuenta que durante la vida se produce un equilibrio entre oxidantes y antioxidantes, y a medida que el individuo envejece dicho balance está a favor de los oxidantes, es de vital importancia un consumo de alimentos ricos en antioxidantes naturales para contrarrestarlos (Martínez, 2007).

1.6.3.1. Antioxidantes indispensables para la salud

En los últimos años ha cobrado especial interés, el estudio de la actividad biológica de los polifenoles y en especial la evaluación de la capacidad antioxidante asociada a ellos. Los polifenoles en vegetales, frutas y té pueden prevenir enfermedades degenerativas, incluyendo cánceres, con la acción antioxidante (Martínez, 2007).

1.6.4. Compuestos fenólicos

Los polifenoles son un grupo de compuestos presentes en la naturaleza que poseen anillos aromáticos con sustituyentes hidroxilos. Estos compuestos son en su mayoría potentes antioxidantes por su estructura química (donador de H^+ o electrones) necesarios para el funcionamiento de las células vegetales; que se encuentran en frutas y verduras, por ejemplo, manzanas y cebollas, y en bebidas como té y vino (Leighton y Urquiaga, 2001).

Se clasifican de acuerdo con el número de átomos de carbono del esqueleto base.

La composición del vino es compleja, el número de compuestos identificados se ha incrementado enormemente gracias al desarrollo de nuevas tecnologías analíticas. En el vino existen aproximadamente 500 compuestos conocidos, de los cuales 160 son ésteres. La mayoría de sus componentes provienen de la uva y del proceso fermentativo (Leighton y Urquiga, 2001).

La determinación de los componentes fenólicos en el vino es muy importante ya que éste grupo de sustancias son las responsables del color, sabor, astringencia, entre otros parámetros característicos del vino. La determinación de éste grupo de componentes varían según el tipo de vino y su envejecimiento, los métodos más comunes para identificación y cuantificación de fenoles son entre otras la electroforesis capilar y la Cromatografía líquida de alta eficacia (HPLC, por sus siglas en inglés: high performance liquid chromatography) (Malovaná *et al.* 2001).



En el cuadro número 11 se presentan los principales compuestos polifenólicos que se han identificado en la dieta

Cuadro 11. Principales polifenoles identificados en la dieta

ÁTOMOS DE CARBONO	ESQUELETO	TIPO	EJEMPLOS PRESENTES EN VINO
6	C ₆	Fenoles simples	Ácido gálico
		Benzoquinonas	
7	C ₆ - C ₁	Ácidos fenólicos	Tirosol
8	C ₆ - C ²	Derivados de tirosina y Ácidos	Ácido cafeico
		fenilacéticos	
9	C ₆ - C ³	Ácidos cinámicos	
		Fenilpropenos	
		Cumarinas	
10	C ₆ - C ₄	Naftoquinones	
13	C ₆ -C ₁ -C ₆	Xantonas	
14	C ₆ - C ₂ -C ₆	Estilbenos	Resveratrol
		Antraquinones	
16	C ₆ -C ₃ -C ₆	Flavonoides Isoflavonoides	Quercitina, Cianidina, Catequina, Miricetina, Malvidina
18	(C ₆ -C ₃) ₂	Lignanós Neolignanós	
30	(C ₆ -C ₃ -C ₆) ₂	Bioflavonoides	
n9	(C ₆ -C ₃) _n	Ligninas	
n6	(C ₆) _n	Melaninas catecólicas	Procianidina
n15	(C ₆ -C ₃ -C ₆) _n	Taninos condensados	

Fuente: Leighton y Urquiaga (2001)

1.7. Métodos analíticos para la detección de polifenoles

1.7.1. Cromatografía

La cromatografía es un procedimiento de separación de los constituyentes de una mezcla, se ha convertido en un método analítico de primer orden para identificar y cuantificar los compuestos de una fase líquida o gaseosa homogénea. El principio básico se fundamenta en los equilibrios de concentración de los compuestos presentes entre dos fases no miscibles una llamada estacionaria, la cual está inmovilizada en una columna o fijada sobre un soporte y la otra, llamada móvil, se desplaza al contacto de la primera. La elución a velocidades diferentes de los compuestos presentes por la fase móvil conduce a su separación. De todos los métodos analíticos e instrumentales, la cromatografía es el que tiene el mayor campo de aplicabilidad y por ello ocupa una posición dominante (Rouessac,



y Rouessac, 2003). En la figura 12 se muestran las técnicas analíticas empleadas para la separación y cuantificación de compuestos.

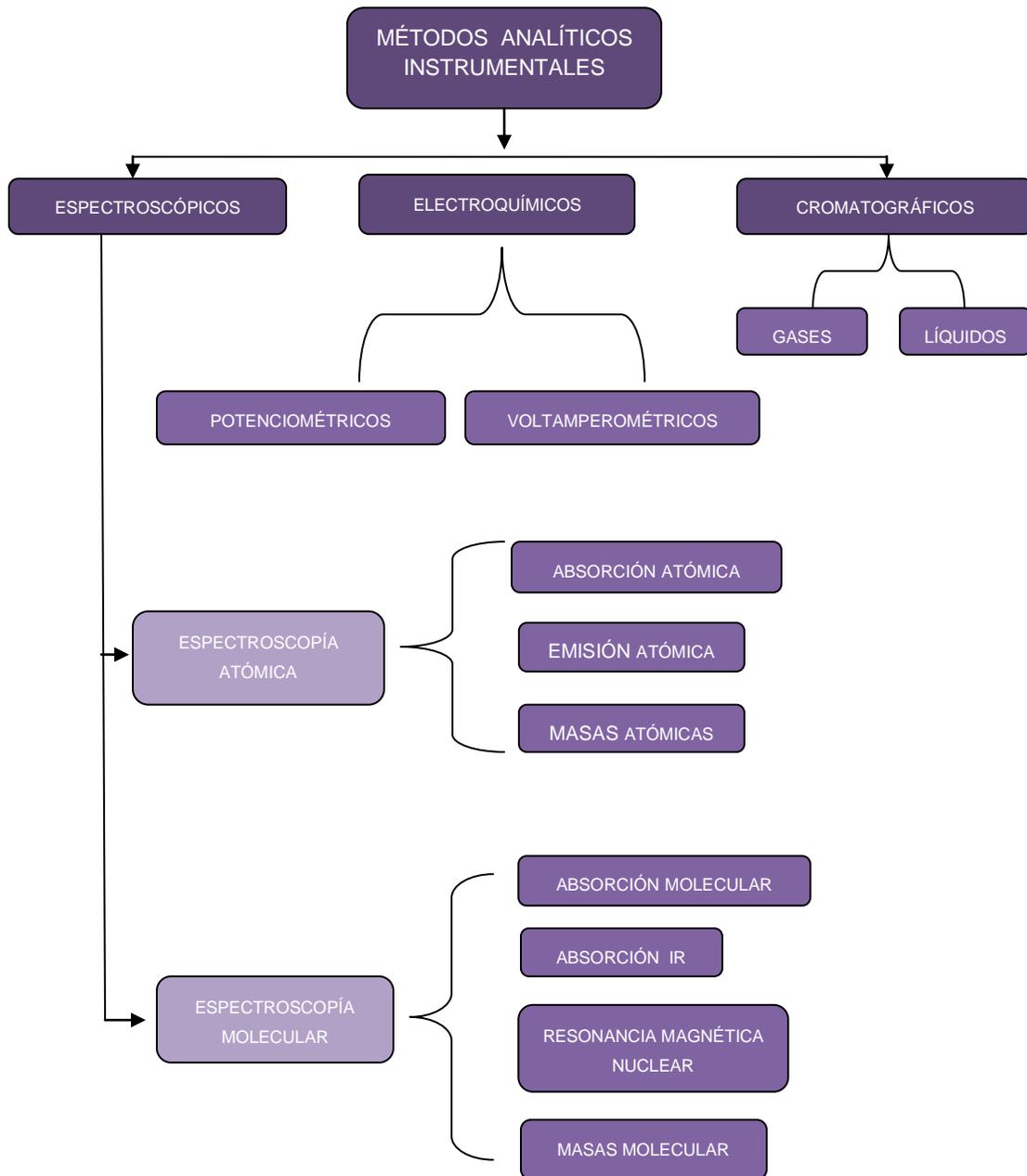


Figura 12. Métodos analíticos

Fuente: Yerga (2002)

La cromatografía es un procedimiento físico-químico de separación, de la misma importancia que la destilación, la cristalización o la extracción fraccionada, de constituyentes de una mezcla homogénea líquida o gaseosa. Se trata de un procedimiento



de aplicación muy amplia, tanto es así que muchas mezclas heterogéneas o en forma sólida pueden transformarse en fase líquida por el empleo de un disolvente (éste aparece como un compuesto suplementario de la mezcla analizada). En la cromatografía se lleva a cabo los siguientes procesos (Rouessac y Rouessac, 2003):

1. Se inmoviliza en una columna un sólido finamente dividido llamado fase estacionaria.
2. Se coloca en la parte superior de la columna un pequeño volumen de muestra que hay que separar.
3. Se forza a la mezcla disuelta a través de la fase móvil, a atravesar la columna de arriba abajo para arrastrar los diversos constituyentes. Si los compuestos de la mezcla migran a velocidades diferentes, podrán recogerse separadamente. Además de esta forma de uso empleada desde su origen, la cromatografía se convirtió en un método de análisis cuando se tuvo la idea de instalar a la salida de la columna un dispositivo para monitorizar, en función del tiempo, un parámetro que permitiera localizar los cambios de composición de la fase móvil; de este modo podemos conocer el tiempo de retención de los compuestos. Esta forma de cromatografía, cuyo objetivo no es el de recuperar los compuestos, apareció en los años cuarenta. Su desarrollo ha sido relativamente lento (Rouessac y Rouessac, 2003).

La identificación de un compuesto por cromatografía corresponde a un método comparativo. Si se dispone de un compuesto del que no se sabe si se trata de A o B, su identificación por el método cromatográfico consistirá en comparar su tiempo de retención con el correspondiente a dos compuestos de referencia A y B y esto, sin cambiar de instrumentación y colocándolos en las mismas condiciones (Rouessac y Rouessac, 2003).

Este procedimiento particular de fraccionamiento ha nacido bajo su forma moderna a principios de éste siglo con los trabajos del botánico Michel Tswett, a quien se le atribuye la invención de los términos cromatografía y cromatograma (Rouessac y Rouessac, 2003). La técnica ha mejorado considerablemente de sus principios. Actualmente se dispone de cromatógrafos que reúnen alrededor de una columna optimizada y miniaturizada (para poder separar micro cantidades de muestras) todo un conjunto de accesorios destinados a asegurar la repetibilidad de las experiencias sucesivas por el perfecto control de los diferentes métodos de separación. La separación efectuada se conserva en un registro individual llamado cromatograma, que no es otra cosa que la expresión gráfica de las



variaciones de composición de la fase eluida con el transcurso del tiempo. Este gráfico se obtiene por un detector situado a la salida de la columna.

1.7.2. Clasificación de las técnicas cromatográficas

Las técnicas cromatográficas pueden clasificarse según la naturaleza física de las fases, según el procedimiento utilizado, según el fenómeno físico-químico originario del coeficiente de distribución K . La clasificación seguida a continuación da prioridad a la naturaleza de las fases presentes (Rouessac y Rouessac, 2003):

Cromatografía líquida (LC) La fase móvil es un líquido. Es el tipo de cromatografía que engloba la forma más antigua conocida como método preparativo de separación. Esta categoría muy extendida, puede subdividirse según el fenómeno aplicado:

- ❖ **Cromatografía líquido-sólido (o de adsorción).** La fase estacionaria es un sólido finamente dividido sobre el que las moléculas se adhieren por un doble efecto de adsorción física y química. El parámetro físico-químico implicado es el coeficiente de adsorción. Las fases estacionarias han progresado mucho desde Tsweet, que utilizaba el carbonato de calcio o la inulina (tipo de almidón).
- ❖ **Cromatografía iónica.** La fase estacionaria lleva en la superficie sitios iónicos y la fase móvil es una disolución tampón acuosa. La fase estacionaria permite el intercambio de éstos contraiones móviles con iones del mismo signo de la muestra. La separación descansa sobre el valor de los coeficientes de distribución iónica.
- ❖ **Cromatografía de exclusión.** La fase estacionaria es un material que comporta poros cuyas dimensiones se eligen en relación con el tamaño de las especies que hay que separar. De este modo se realiza un tipo de tamiz a escala molecular, de permeabilidad selectiva. Esta técnica está designada por los términos de filtración sobre gel o permeabilidad en gel, según la naturaleza respectivamente acuosa u orgánica de la fase móvil. La separación se lleva a cabo en base a los coeficientes de distribución.
- ❖ **Cromatografía líquido-líquido (o de reparto).** La fase estacionaria es un líquido inmovilizado sobre un material inerte y poroso que sólo desempeña un papel de apoyo. La impregnación, el procedimiento más antiguo para inmovilizar un líquido, es una forma ya abandonada, debido al riesgo importante de degradación de la columna.
- ❖ **Cromatografía de afinidad (de fase enlazada).** Para inmovilizar la fase estacionaria (generalmente se trata de un polímero de tipo líquido) hay que fijar de forma definitiva las especies que la componen por enlaces covalentes: es la técnica de inmovilización



por enlace. La separación se basa en el coeficiente de reparto de K de la disolución entre las dos fases, un fenómeno comparable a la extracción de una fase acuosa en un disolvente por medio de un embudo de decantación.

- ❖ **Cromatografía de gases (GC).** La fase móvil es un gas inerte y como hemos visto anteriormente este tipo de cromatografía puede subdividirse según el fenómeno aplicado:
- ❖ **Cromatografía gas-líquido.** La fase móvil es un gas y la fase estacionaria es un líquido inmovilizado por impregnación o por enlace sobre un soporte inerte que puede ser simplemente la pared de la columna. De nuevo es el coeficiente de reparto K el que está implicado. Fueron Martin y Synge quienes sugirieron la sustitución de la fase móvil líquida por un gas para mejorar las separaciones. A partir de esta época asistimos al verdadero comienzo de la cromatografía analítica.
- ❖ **Cromatografía gas-sólido.** La fase estacionaria es un sólido poroso (grafito o gel de sílice o aluminio) y la fase móvil es un gas. Este tipo de GC es muy efectiva para análisis de mezclas de gases o de compuestos con bajo punto de ebullición. El parámetro implicado es el coeficiente de adsorción.
- ❖ **Cromatografía de fluidos supercríticos (SFC).** La fase móvil es un fluido en estado supercrítico, como el dióxido de carbono a unos 50°C y 150 bares (15 MPa). La fase estacionaria puede ser un sólido o un líquido. De este modo se reúnen las ventajas propias de las técnicas procedentes (GC ó LC).

1.7.3. Cromatografía líquida de alta eficacia

Entre las técnicas cromatográficas cuya fase móvil es un líquido, la cromatografía líquida de alta eficacia (HPLC) es la más conocida. Su campo de aplicación cubre una gran parte del ámbito de la cromatografía de gases a la que se le añade el correspondiente al análisis de compuestos termosensibles o de aquellos con masas moleculares muy grandes o incluso polares. Su éxito se debe a la posibilidad de actuar de forma muy precisa sobre la selectividad entre los compuestos a través de la elección de la columna y de la composición del eluyente, es decir, al sacar partido de las interacciones disolución/fase móvil/fase estacionaria (Rouessac y Rouessac, 2003).

HPLC: constituye una técnica analítica de uso muy generalizado. Las fases estacionarias constituidas generalmente por micro partículas esféricas cuyo diámetro está comprendido entre 2 y 5 μm , producen una pérdida de presión importante en la columna. Por lo tanto, es necesario aplicar una fuerte presión a la fase móvil para obtener un caudal conveniente.



A continuación en el cuadro 12 se muestran las partes principales con las debe contar un cromatógrafo de líquidos de alta eficacia y su función en la operación del equipo.

Cuadro 12. Componentes de un HPLC

COMPONENTE	FUNCIÓN
<p>Disolventes (fase móvil)</p> 	<p>La interacción más o menos fuerte entre fase estacionaria (normal o de polaridad inversa) influye sobre los tiempos de retención de los solutos. La polaridad de la fase estacionaria permite distinguir dos situaciones iniciales: Si la fase estacionaria es polar, la cromatografía es en fase normal. En este caso se utilizará una fase móvil poco polar. Si la fase estacionaria es muy poco polar, la cromatografía se denomina en fase inversa o cromatografía hidrófoba, y se usará una fase móvil polar (lo más utilizado es metanol o acetonitrilo con agua).</p>
<p>Desgasificador (de membranas)</p> 	<p>La presencia de gases ambientales (N₂, O₂, CO₂) disueltos en la fase móvil en cantidad apreciable, puede perturbar las separaciones ya que se modifica la compresibilidad de los eluyentes y pueden formarse eventualmente burbujas, además el oxígeno acorta la vida de las columnas, por lo tanto es preferible desgasificar los disolventes, bien por ultrasonidos o burbujeando helio, o bien haciéndolos pasar por un tubo largo y de pequeño diámetro de un material polimérico permeable al gas.</p>
<p>Bomba</p> 	<p>Están diseñadas para mantener un caudal sin impulsos y estable, incluso cuando la composición de la fase móvil varía. Estas bombas pueden ser de un solo pistón o bien de dos, para regular el desplazamiento de los pistones se controla por un motor de paso asociado a una leva de forma particular.</p>
<p>Inyector</p> 	<p>La inyección de un volumen preciso de muestra debe hacerse a la entrada de la columna en un corto periodo de tiempo para perturbar lo menos posible el régimen de circulación establecido en la columna y en el detector, para ello se emplea una válvula de alta presión que funciona en dos tiempos: posición de carga y de inyección.</p>
<p>Pre-columna</p> 	<p>Las pre-columnas se instalan entre el inyector y la columna analítica, eliminando los componentes de la muestra fuertemente adsorbidos antes de que la muestra llegue a la columna analítica. La regla general para seleccionar una columna es que sea similar a la columna analítica.</p>
<p>Columna termostatazada</p> 	<p>La columna es un tubo recto, calibrado, de acero (a veces forrado de un material inerte de vidrio) que mide entre 3 y 15 cm de longitud, regularmente con diámetro interno de 4.6 mm, que exige un flujo de fase móvil de 0.5 a 2 ml/min. La fase estacionaria se mantiene entre dos discos porosos situados entre sus extremidades cuyos volúmenes muertos deben ser lo más pequeños posible.</p>
<p>Detector</p> 	<p>Ya que esta cromatografía se emplea mayormente para revelar la presencia o determinar un compuesto presente, un detector debe reunir un cierto número de cualidades: dar a cada compuesto una respuesta proporcional a su concentración instantánea, ser sensible y tener poco ruido de fondo, ser estable en el tiempo. Los modos de detección más corriente se basan en propiedades ópticas de los compuestos: absorción, fluorescencia e índice de refracción.</p>

Fuente: Rouessac y Rouessac (2003)



En el cuadro 13 se muestran algunos trabajos en los que se emplea esta técnica para la identificación y cuantificación de fenoles por HPLC.

Cuadro 13. Detección de fenoles en vinos por HPLC

CONDICIONES DE HPLC	FENOLES DETECTADOS	AUTORES
Fase reversa, con detector de arreglo de diodos.	Ácido gálico, epicatequina, ácido ferúlico, quercitina, ácido cafeico, ácido cumárico.	Silva <i>et al.</i> (2005)
Detector arreglo de diodos sin preparación de la muestra (inyección directa).	Ácido gálico, catequina, epicatequina, rutina, trans-resveratrol.	Revilla y Ryan (2000)
Columna monolítica, gradiente binario, detector de arreglo de diodos.	Ácido cafeico, catequina, epicatequina, cis-resveratrol.	Castellari <i>et al.</i> (2002)
Detector de arreglo de diodos y detección MS.	Ácido fórmico, catequina, ácido gálico, ácido cafeico, tirosol, trans-reveratrol.	Loredana <i>et al.</i> (2006)
Columna C ₁₆ , en fase reversa y pretratamiento isotacofóretico.	Ácido gálico, epicatequina, ácido ferúlico, quercitina, ácido cafeico, ácido cumárico, ácido ferúlico.	Sladkovský <i>et al.</i> (2004)
Extracción en fase sólida, empleando solventes orgánicos.	Ácido gálico, epicatequina, ácido ferúlico, quercitina, ácido cafeico, ácido cumárico, ácido ferúlico, trans-resveratrol.	Malovaná <i>et al.</i> (2001)
Columna C ₁₈ con detector de arreglo de diodos, centrifugando la muestra de vinos.	Malvidina, petunidina, delphinina, peonidina y cianidina.	Hermosín <i>et al.</i> (2005)
Extracción en fase sólida con cartucho C ₁₈ sep-pak, con detector de arreglo de diodos.	Trans-resveratrol.	Kallithrakaa <i>et al.</i> (2001)
Columna C ₁₈ , con un detector de arreglo de diodos.	Ácido gálico, epicatequina, ácido ferúlico, quercitina, ácido cafeico, trans-resveratrol.	Rastija <i>et al.</i> (2009)



1.8. Cata de Vino

Cata es realizar un análisis sensorial sobre el producto degustado, también puede definirse como "Degustar con atención un producto cuya calidad queremos apreciar sometiéndolo a nuestros sentidos, descubriendo sus atributos y defectos". Es aquí donde cabe mencionar que existen dos tipos de cata, la propia de un aficionado y la del profesional. La diferencia entre estos dos tipos de cata, radica en que para el aficionado el momento de la cata se traduce en un momento de placer; en tanto que para la profesional se convierte en una herramienta fundamental (Muñoz, 2006).

La cata se divide en dos tipos (Garrobo, 2007):

- **Cata analítica:** Se intenta comprender la influencia del sabor y el olor con la constitución del vino. Se desarrollan las pruebas añadiendo a un vino base diversos contenidos, por ejemplo de alcohol, glicerina, ácido acético, etc. Cata teórica: Estudio de los mecanismos gustativos en relación a la anatomía de los sentidos definiendo los umbrales de percepción de los sabores elementales: dulce, ácido, salado y amargo.
- **Cata hedonista:** Entran en juego los sentidos con relación a la fase visual, olfativa y gustativa. Consiste, "sencillamente", en describir con detalle y exactitud las sensaciones percibidas en la cata, culminando en su calificación, este tipo de cata fue la realizada en el presente trabajo.

1.9. Normatividad

En México debido al bajo consumo y producción de vinos no se cuenta con una amplia normatividad como es el caso de la Unión Europea, los cuadros que se presentan a continuación muestran un resumen de la normatividad de vinos tintos mexicanos y Unión Europea.

1.9.1. Codex alimentario de vinos

- Norma general del codex para los aditivos alimentarios. codex stan 192-1995.
- Código de prácticas para la prevención y reducción de la contaminación por ocratoxina (cac/rcp 63-2007) en el vino (Codex Alimentarius, 2009).



1.9.2 Normatividad Mexicana

Las normas mexicanas que aplican actualmente para los vinos tintos son: **NMX-V-004-NORMEX-2005**, Bebidas alcohólicas- determinación de furfural- métodos de ensayo (prueba), **NMX-V-005-NORMEX-2005**, bebidas alcohólicas-determinación de aldehídos, ésteres, metanol y alcoholes superiores-métodos de ensayo (prueba), **NMX-V-006-NORMEX-2005**, Bebidas alcohólicas-determinación de azúcares reductores directos y totales-métodos de ensayo (prueba), **NMX-V-013-NORMEX-2005**, Bebidas alcohólicas-determinación del contenido alcohólico (por ciento de alcohol en volumen a 293 k) (20 °C) (% alc. vol.) métodos de ensayo (prueba), **NMX-V-017-NORMEX-2005**, Bebidas alcohólicas-determinación de extracto seco y cenizas-métodos de ensayo (prueba), **NMX-V-012-NORMEX-2005**, Bebidas alcohólicas-vino-especificaciones, **NMX-V-030-NORMEX-2005**, Bebidas alcohólicas-vino generoso-especificaciones, **NMX-V-047-NORMEX-2009**, Bebidas alcohólicas-vino espumoso y vino gasificado denominación, etiquetado y especificaciones.

1.9.3. Legislación europea de vinos

La legislación europea de vinos tintos es una colección de documentos y procedimientos que rigen la producción de vino elaborado con uva fresca, los reglamentos de la comisión que aplican actualmente son:

- Comisión de Reglamento 753/02 - Etiquetado (EUR-Lex, 2010^a)
- Comisión de Reglamento 884/01 - Documentos de acompañamiento y registros (EUR-Lex, 2010^b)
- Comisión del Reglamento 2729/00 - Controles en el sector vitivinícola (EUR-Lex, 2010^c)
- Reglamento 1227 / 00 - Clasificación de las vides, el inventario de producción (EUR-Lex, 2010^d)
- Reglamento 1622 / 00 - Prácticas enológicas (EUR-Lex, 2010^e)
- Reglamento de la Comisión 1607-1600 - Vinos de Calidad (EUR-Lex, 2010^f)
- Reglamento del Consejo 2392/86 - del registro vitícola comunitario (EUR-Lex, 2010^g)



VINO TINTO

OBJETIVOS





2. OBJETIVOS

General: Realizar un estudio de los parámetros fisicoquímicos, compuestos fenólicos, capacidad antioxidante y propiedades sensoriales de vinos tintos mexicanos de diferentes casas productoras, regiones y tipos de uva, con la finalidad de contribuir al conocimiento de estos productos nacionales y establecer su calidad, así como los beneficios a la salud.

Objetivo Particular 1: Determinar los parámetros fisicoquímicos y sensoriales de vinos tintos procedentes de Baja California y Coahuila que permitan establecer su calidad.

Objetivo Particular 2: Establecer el efecto del tipo de uva (Cabernet Sauvignon, Merlot, Tempranillo, Cabernet Sauvignon*Merlot, Cabernet Sauvignon*Tempranillo) y la casa productora (Sto. Tomás, L. A. Cetto, Monte Xanic, Pedro Domecq y Casa Madero) con la capacidad antioxidante y contenido de fenoles de vinos tintos procedentes de Baja California y Coahuila.

Objetivo Particular 3: Identificar los principales compuestos fenólicos presentes en los vinos tintos por cromatografía de líquidos de alta eficacia y establecer su relación con la capacidad antioxidante.



VINO TINTO

MATERIALES y MÉTODOS





3. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 Secuencia Metodológica

Para poder realizar los objetivos planteados se llevó a cabo la secuencia metodológica que se muestra en la figura 13.

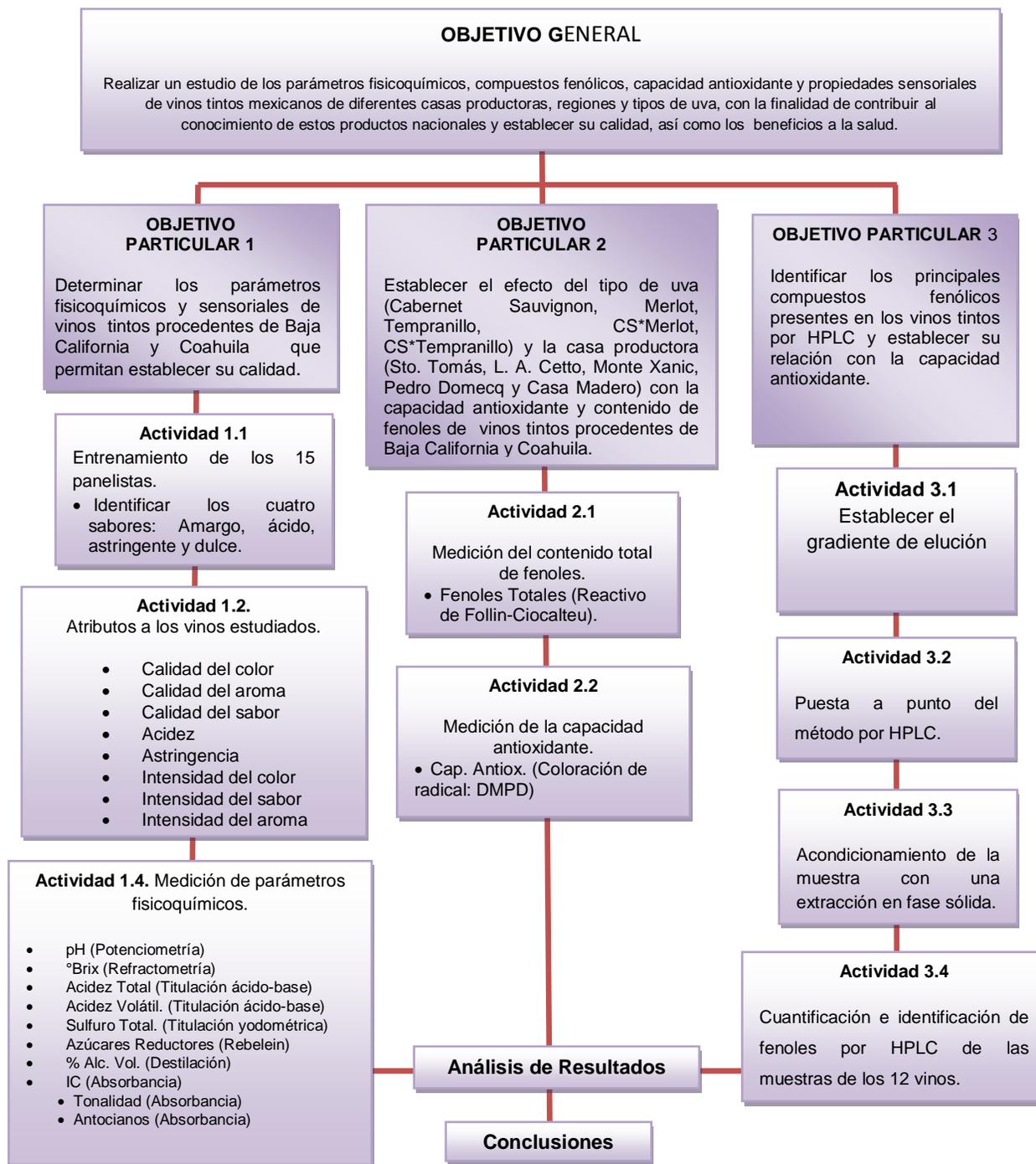


Figura 13. Cuadro metodológico



3.2. Material de Estudio

Las muestras estudiadas en el presente trabajo fueron un total de 9 vinos mono varietales y 4 vinos de mezclas de las uvas evaluadas procedentes de los estados de Coahuila y Baja California. Los vinos de Baja California fueron de las casas vitivinícolas: La Cetto, Monte Xanic, Pedro Domecq, Santo Tomas y los de Coahuila de Casa Madero. En el cuadro 14 se muestra los vinos utilizados en el presente estudio.

Cuadro 14. Vinos tintos estudiados

ESTADO PRODUCTOR	CASA VITIVINÍCOLA	TIPO DE UVA O MEZCLA
Baja California	Monte Xanic	Cabernet Sauvignon y Cabernet Sauvignon-Merlot
	L.A. Cetto.	Cabernet Sauvignon
	Pedro Domecq	Cabernet Sauvignon
	Santo Tomás	Cabernet Sauvignon, Merlot, Tempranillo y Tempranillo- Cabernet Sauvignon
Coahuila	Casa Madero	Cabernet Sauvignon, Merlot, Cabernet Sauvignon-Merlot , Cabernet Sauvignon-Tempranillo

En la siguiente figura se aprecian los 14 vinos estudiados.



Figura 14. Vinos tintos mexicanos estudiados



Los vinos fueron adquiridos en diferentes centros de comercialización de la zona Metropolitana, los productos fueron almacenados a temperatura ambiente, mientras no fueron abiertos, una vez abiertas las botellas se sellaron los corchos con parafilm y se mantuvieron en refrigeración a temperatura de 12° C para evitar la pérdida de alcohol, y mantener los vinos en buen estado hasta su análisis.

Para identificar los vinos se asignó un código a cada uno, como se muestra en el cuadro 15; cada código está formado por las dos primeras iniciales del nombre de la casa vitivinícola, seguido de las dos ó tres primeras letras del nombre de la uva con que fue elaborado el vino, y las iniciales del estado en el que fue producido, finalizando con el año en que fue elaborado.

Cuadro 15. Código de identificación de los vinos evaluados

CASA VINÍCOLA	UVA	REGIÓN PRODUCTORA	CÓDIGO
Santo Tomás	Cabernet Sauvignon	Baja California	ST-CS-BC-2007
Santo Tomás	Merlot	Baja California	ST-MER-BC-2008
Santo Tomás	Tempranillo	Baja California	ST-TEM-BC-2007
Santo Tomás	Cabernet Sauvignon-Tempranillo	Baja California	ST-CS*TEM-BC-2007
Monte Xanic	Cabernet Sauvignon	Baja California	MX-CS-BC-2007
Monte Xanic	Cabernet Sauvignon-Merlot	Baja California	MX-CS*MER-BC-2007
Pedro Domecq	Cabernet Sauvignon	Baja California	PD-CS-BC-2008
L.A. Cetto	Cabernet Sauvignon	Baja California	LC-CS-BC-2008
Casa Madero	Cabernet Sauvignon	Coahuila	CM-CS-C-2008
Casa Madero	Merlot	Coahuila	CM-MER-C-2008
Casa Madero	Cabernet Sauvignon-Tempranillo	Coahuila	CM-CS*TEM-C-2007
Casa Madero	Cabernet Sauvignon-Merlot	Coahuila	CM-CS*MER-C-2009

3.3. Evaluación de la calidad de los vinos

Los vinos fueron evaluados por triplicado para determinar su calidad: acidez total, acidez volátil, azúcares reductores, grado alcohol, antocianos, pH, sólidos solubles, intensidad de



color, fenoles totales y capacidad antioxidante cuya técnica se describe en el apartado 3.4. También se realizó un análisis sensorial que se describe en el apartado 3.6. La identificación de fenoles se realizó por cromatografía líquida de alta resolución que se describe en el apartado 3.5.

3.4. Técnicas analíticas

3.4.1. Parámetros fisicoquímicos

- **pH.** Se determinó con potenciómetro mediante la lectura de pH sumergiendo el electrodo directamente en el vino tinto, se tomaron 50 mL de cada muestra y se tomaron lecturas por triplicado.
- **Sólidos solubles.** Se determinaron por medio de un refractómetro de mano (marca Atago) poniendo una gota de vino tinto. Los resultados se expresaron como °Brix.
- **Acidez total.** Se analizó por una valoración ácido-base en presencia de timolftaleína como indicador del punto final de la valoración ácido-base. Los resultados se expresan como g/ L de ácido tartárico.
- **Acidez volátil.** Se analizó de acuerdo al método García Tena, mediante la valoración ácido-base del destilado resultante de 50 mL de vino con hidróxido de sodio 0.1 M y timolftaleína como indicador (García, 1990). Los resultados se expresan como g/L de ácido acético.
- **Dióxido de azufre libre y total.** Se analizaron según el método de García Tena Ripper Doble, mediante valoración yodométrica del SO₂ operando directamente con el vino. Para evitar el error introducido por la recombinación del sulfuroso liberado de su combinación con los aldehídos, durante la valoración volumétrica, se hace una segunda valoración, después de nueva liberación del SO₂ recombinado (García, 1990). Los resultados se expresan en mg/L de bióxido de azufre.
- **Porcentaje de alcohol volumétrico.** Se evaluó mediante la técnica establecida en la Norma Oficial Mexicana NOM-142-SSA1-1995. Una destilación se realizó de 250 mL de vino tinto con 100 mL de agua destilada y 2.5 mL de Hidróxido de Sodio 6 N, el destilado obtenido se colocó en una probeta de 250 mL y se realizó la lectura directa de un alcoholímetro en escala a 20°C. Los resultados se expresan en % en volumen.



- **Intensidad colorante.** De acuerdo el método de CIE aplicable para vinos tintos la intensidad del colorante se define como la suma de las absorbancias en las celdas espectrofotométricas para las radiaciones de longitudes de onda de 420 y 520 nm. Para la medida de dichas absorbancias se empleó un espectrofotómetro (Arozarena, 1998).
- **Tonalidad.** La tonalidad se puede definir como el arco tangente de la diferencia entre las absorbancias determinadas por el cálculo de intensidad del colorante (Arozarena, 1998).

3.4.2 Parámetros químicos

- **Antocianos.** Se realizó mediante espectrofotómetro con la preparación de una solución extractora de HCl 3N y metanol (1:5), solución de HCl 0.5 N y metanol 80% (1:1) y agua oxigenada al 30%, se hace reaccionar y se lee la absorbancia a 535 nm. Los resultados se expresan en g/L.
- **Fenoles totales.** Se analizó mediante el método de Folin-Ciocalteu, el cual se basa en hacer reaccionar el reactivo Folin-Ciocalteu con la muestra de vino, carbonato de sodio y agua (García, 1990). Los resultados se expresan en g/L de ácido gálico.
- **Azúcares reductores.** El método de Rebelein se basa en las propiedades reductoras de la glucosa y la fructosa sobre las sales cúpricas. Estos azúcares son oxidados a la temperatura de ebullición por un exceso de solución alcalina de Cu^{2+} que contiene tartrato para mantener el metal en solución. El Cu^{2+} es reducido a Cu^+ y el Cu^{2+} en exceso se puede determinar por yodometría después de adicionar exceso de KI y acidular (García, 1990). Los resultados se expresan en g/L de azúcares reductores.
- **Capacidad antioxidante.** Se determinó como capacidad antioxidante equivalente al Trolox (TEAC por sus siglas en inglés). Siguiendo el método descrito por Fogliano *et al.* (1999) se basa en la decoloración del radical catatónico DMPD como resultado de la transferencia de un átomo de hidrógeno de un compuesto antioxidante) TROLOX ó antioxidantes en una muestra problema medida a 505 nm. Los resultados se expresaron en mg/mL de Trolox.



3.5. Desarrollo del método analítico para identificar compuestos fenólicos por HPLC

Para la identificación de fenoles en los vinos se desarrolló y se puso a punto el método por cromatografía líquida de alta eficacia.

- *Equipo:* Cromatógrafo de líquidos de alta eficacia (HPLC) marca Shimadzu, integrado por:
 - Bomba: marca Shimadzu modelo LC-10AT
 - Desgasificador: marca Shimadzu DGU-14A FCV-10AL
 - Mezclador: marca Shimadzu
 - Auto inyector: marca Shimadzu SIL-10A
 - Horno de la columna: marca Shimadzu CTO- 10A
 - Detector de arreglo de diodos: marca Shimadzu modelo SPD-M20A
 - Controlador: marca Shimadzu CBM-20^a
 - Equipo de cómputo: DELL, serie X1060264, con el software LC Solution

- *Columna*
 - Fase estacionaria: Luna 5 μ C18. (Octadecilsilano UDS, no polar).
 - Tamaño: 150 x 4.60 mm.
 - Tamaño de partícula: 5 μ m

- *Condiciones del análisis:*
 - Fase móvil: A) Metanol 100% de grado HPLC, previamente filtrado y desgasificado.
 - Fase móvil: B) Ácido acético al 0.4% filtrado y desgasificado.
 - Flujo: 1 mL/min. Se utilizó el gradiente que se muestra en el cuadro 17.

- *Estándares*

En el cuadro 16 se muestran los datos de los reactivos empleados como estándares.



Cuadro 16. Datos de reactivos empleados

ESTÁNDAR	PUREZA	CÓDIGO	PROVEEDOR
Ácido Gálico	97%	147915-5G	Sigma Aldrich
Ácido Caféico	95%	CO625-2G	Sigma Aldrich
(+)-Catequina	98%	C1251-10G	Sigma Aldrich
Rutina	94%	R5143-50G	Sigma Aldrich

➤ *Preparación de los estándares a identificar:*

Se pesaron 0.005 g de cada estándar (Ácido gálico, ácido caféico, catequina, rutina), se disolvieron y se aforaron a 5 mL cada uno con metanol 100%. Una vez preparadas las soluciones de estándares se tomaron 300 μ L de cada estándar y se colocaron en un vial para correrlas en el equipo.

➤ *Sistema de gradiente de elución de la fase móvil.*

El gradiente establecido se muestra en el cuadro 17.

Cuadro 17. Datos del gradiente empleado

TIEMPO (min)	AC ACÉTICO (%) (FASE MÓVIL B)	METANOL (%) (FASE MÓVIL A)
0-15	95	5
15-16	95	5
16-40	60	40
40-42	95	5
42-50	95	5
50	0	0

➤ *Preparación de la muestra por medio de extracción en Fase Sólida*

Para llevar a cabo la extracción en fase sólida se colocaron 4 mL de metanol en una jeringa y se hicieron pasar 2 mL/min por un cartucho Sep-pak C18, una vez pasado el metanol se adicionó 4 mL de agua por el cartucho (2 mL/min), y después 10 mL de vino (tomados directamente de la botella) con un flujo de 1 mL/min, posteriormente se introdujo



aire por el cartucho y se secó durante tres minutos, pasado este tiempo se realizó la extracción haciendo pasar 3 mL de metanol por el cartucho con flujo de 1 mL/min. La muestra se filtró y se depositó en un vial hasta su evaluación.

3.6 Evaluación sensorial de los vinos

Los vinos fueron evaluados sensorialmente a partir de una cata hedónica realizada con 15 panelistas semi entrenados, donde se evaluaron: acidez, astringencia, calidad e intensidad de color, aroma y sabor de los vinos.

➤ *Entrenamiento y selección de panelistas*

Para la realización de las pruebas sensoriales se utilizó un panel de catadores seleccionados y semi entrenados.

Para la selección del grupo de panelistas se llevó a cabo el procedimiento que se muestra en la figura 15.

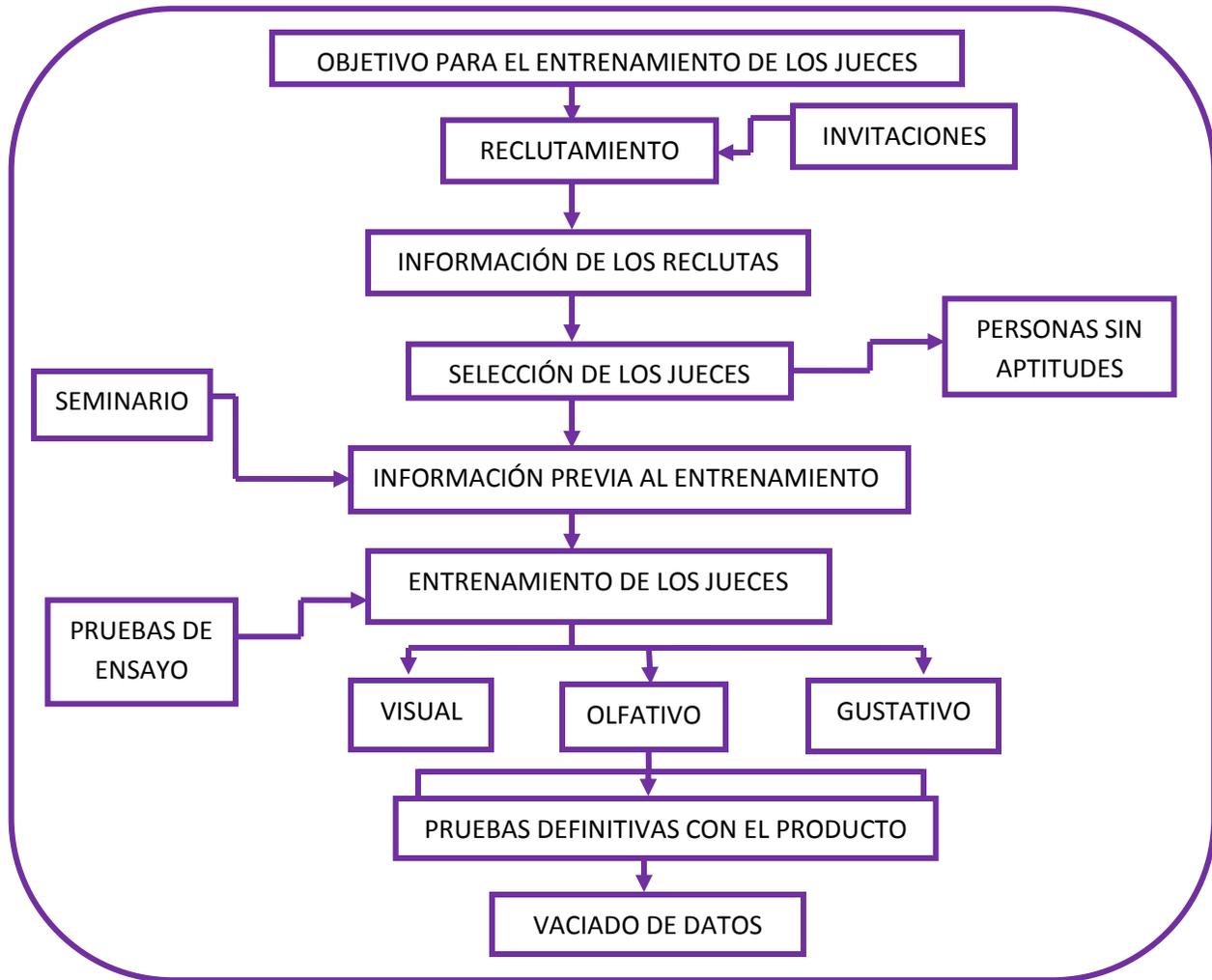


Figura 15. Procedimiento para la selección y entrenamiento de catadores

- *Reclutamiento:*

Un grupo de 15 alumnos que cursaron el Taller de frutas y hortalizas en la FES Cuautitlán, UNAM se seleccionaron y recibieron un entrenamiento para realizar la cata de vino tinto.

- *Información de los reclutas:*

A los reclutas se les aplicó un cuestionario con la finalidad de obtener información sobre ellos y eliminar a los que presentaron antecedentes de alergias y hábitos alimenticios que pudieran afectar la evaluación sensorial de los vinos.



- *Selección de los jueces:*

Con los resultados obtenidos de la aplicación de los cuestionarios se seleccionó al panel de jueces que no presentaron enfermedades y cumplieron con los requerimientos necesarios para poder participar en el entrenamiento sensorial.

- *Información previa al entrenamiento:*

Un seminario en el área de vinos se realizó con el objetivo de introducir a detalle en el tema de la cata de vino a los jueces. Se definieron conceptos como: que es un sabor, función de los aromas, como se perciben los aromas, fracción aromática, los aspectos importantes a evaluar en la cata de vino en cuanto a la evaluación visual, olfativa y gustativa.

- *Entrenamiento de los jueces:*

Los catadores seleccionados recibieron un entrenamiento mediante una serie de sesiones en las que se les familiarizó con la identificación de los sabores dulce, amargo, ácido y astringente, posteriormente se les familiarizó con la cata de vino tinto con la utilización de la ficha de cata empleada en este trabajo la cual se muestra en la figura 16.

- *Pruebas de ensayo:*

Se realizaron pruebas preliminares con vinos tintos que no fueron evaluados en este trabajo, para asegurarnos de que los panelistas fueron bien entrenados.



- *Pruebas definitivas*

En la figura 16 se muestra la ficha de evaluación que se aplicó al panel de catadores para realizar en análisis sensorial.

Nombre: _____

Fecha: _____

Instrucciones: Coloca una X en la casilla correspondiente

PARÁMETRO	1	2	3	4	5
Calidad del Color					
Calidad del Aroma					
Calidad del Sabor					
Acidez					
Astringencia					

1.- Me desagrada mucho
2.- Me agrada
3.- Ni me gusta ni me disgusta
4.-Me gusta
5.- Me gusta mucho

PARÁMETRO	1	2	3	4	5
Intensidad del Color					
Intensidad del Sabor					
Intensidad del Aroma					

1.- Muy débil
2.- Débil
3.- Moderado
4.- Intenso
5.- Muy intenso

Figura 16. Ficha de cata



Las catas de vino se realizaron dentro del laboratorio de postcosecha en un área seleccionada para esta actividad, se utilizaron copas de plástico de aproximadamente 100 mL. La temperatura de presentación de los vinos fue de 18 °C, por sesión se analizaron de 3 a 4 muestras de vino en las mismas condiciones, en cada una de las sesiones los vinos fueron evaluados por diez catadores. Se realizaron 2 sesiones de cata por cada semana de experimentación.

3.7. Tratamiento estadístico

Para los diferentes tratamientos estadísticos fue empleado el paquete informático SPSS versión 18. Todos los tratamientos se realizaron partiendo de las medias ajustadas de los valores obtenidos tras el análisis fisicoquímico y sensorial de cada uno de los valores de los 12 vinos estudiados por triplicado. Es decir se parte de un valor por cada parámetro y vino. Se realizaron análisis ANOVA para determinar si existía diferencia entre la casa productora con un mismo tipo de uva un nivel de confianza del 95% (Bowker, 1985).

Análisis de regresión múltiple: Es un método multivariante que permite obtener modelos que establecen una relación estadística entre una variable respuesta o dependiente (en este trabajo son los resultados de los parámetros fisicoquímicos y los atributos que los catadores calificaron en la evaluación sensorial).



RESULTADOS y DISCUSIÓN





4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Evaluación de parámetros fisicoquímicos de los vinos

Los parámetros fisicoquímicos tienen influencia en la calidad sensorial de los vinos. El pH de estos presenta un valor dentro de la escala básica y proporciona un color menos intenso, mientras que en la escala ácida las tonalidades serán más rojizas (Romero, 2008).

En la figura 17A se observa que los vinos elaborados con las diferentes variedades de uvas presentaron pH ácidos. Los vinos que presentaron menor valor de pH fueron los de la variedad Merlot, seguidos de los Cabernet Sauvignon, y los Tempranillo registraron un mayor valor de pH. Los vinos elaborados con las mezclas de uvas Cabernet Sauvignon*Tempranillo y Cabernet Sauvignon*Merlot, presentaron un comportamiento similar en los valores obtenidos de pH.

En un estudio de vinos españoles elaborados con uva Tempranillo se encontró reportado un valor de 3.48, con Merlot de 3.34, en Cabernet Sauvignon de 3.30 (Arozarena, 1998); los vinos mexicanos estudiados en este trabajo presentaron valores más elevados de pH en comparación de los españoles, lo cual indicó que los vinos mexicanos pueden presentar un efecto en la calidad sensorial, debido a las condiciones climáticas que presenta cada uno de los países, ya que México es un país de clima seco en la región de Coahuila y Baja California (Comisión Nacional del agua, 2010), mientras que España se encuentra en una zona templada y no tiene características climáticas homogéneas ya que hay zonas de aire cálido y zonas de aire frío, lo cual afecta en el cultivo y maduración de las uvas (Educaplus, 2009), dando como resultado estas diferencias entre los valores de pH. El tipo de uva no influyó en los resultados finales de pH en los vinos estudiados debido a que no hubo diferencia significativa ($p \geq 0.05$) entre estos.

En la figura 17B se muestra el efecto de la casa productora en el pH del vino elaborado con uva Cabernet Sauvignon, se observó que el más ácido fue el vino de L. A. Cetto con 3.5, seguido de Monte Xanic con 3.7, Pedro Domecq y Santo Tomas con un valor de 3.73, la que presentó el menor valor de acidez fue el vino de la casa Madero con 3.9, esto pudo ser a causa de las condiciones utilizadas por cada casa productora en el proceso de



elaboración del vino, pues en la crianza y envejecimiento de estos se lleva a cabo la estabilidad fisicoquímica y se busca tener un pH ácido porque este define la velocidad de oxidación y deterioro de la calidad desde un punto de vista organoléptico: a mayor pH, mayor riesgo de oxidación del vino durante su conservación, además este condiciona el equilibrio entre las distintas fracciones de dióxido de azufre, a mayor pH, menor concentración de SO₂ libre y molecular, por lo tanto menor protección ante la oxidación, es por ello que se debe obtener un pH ácido.

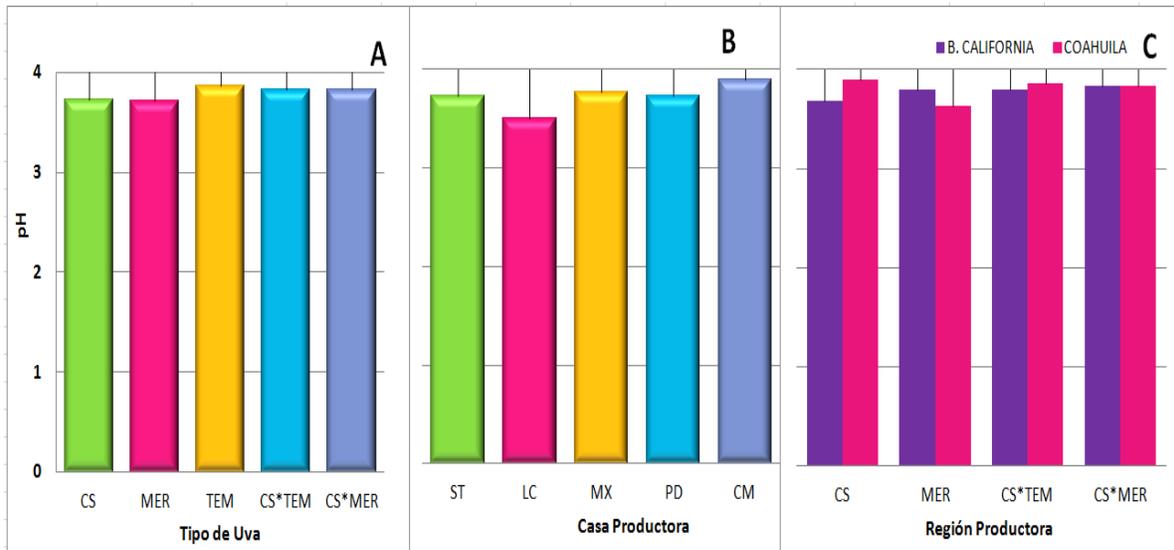


Figura 17. Evaluación de pH A) vino tinto de diferentes tipos de uvas (Cabernet Sauvignon, Merlot, Tempranillo, Cabernet Sauvignon*Tempranillo, Cabernet Sauvignon*Merlot) B) vino Cabernet Sauvignon procedente de diferentes casas productoras (Santo Tomas, L. A. Cetto, Monte Xanic, Pedro Domecq, Casa Madero) C) vino Cabernet Sauvignon, Merlot, Cabernet Sauvignon*Tempranillo, Cabernet Sauvignon Merlot de diferente región productora (Baja California, Coahuila).

En la figura 17C se observa el efecto de la región productora en vinos elaborados con uvas Cabernet Sauvignon y Merlot y vinos varietales producidos con las mezclas Cabernet Sauvignon*Tempranillo y Cabernet Sauvignon* Merlot. El vino Cabernet Sauvignon de la región de Baja California presentó pH más ácido que el de Coahuila. El vino elaborado con variedad Merlot producido en la región de Coahuila presentó pH más ácido en comparación del vino de Baja California. Los producidos con las mezclas Cabernet Sauvignon*Tempranillo y Cabernet Sauvignon*Merlot de las regiones de Baja California y Coahuila presentaron un valor de 3.8, se puede observar que la región productora influyó en el valor de pH debido a las condiciones climáticas que presentan



cada estado, ya que Coahuila cuenta con un clima más cálido y en este las uvas llegan a un nivel de azúcar mayor con menor acidez total (Meneses, 2001).

Bibliográficamente, se encontraron datos reportados en un rango de 3.2 hasta 3.8 en diversos estudios de vinos tintos argentinos (Ávalos *et al.*, 2003). En vinos italianos producidos con distintos tipos de uva entre las que destaca Cabernet Sauvignon se encontró reportado un valor máximo de 3.5 (Versari y Parpinello, 2010). En vinos chilenos elaborados con uva Cabernet Sauvignon de diferentes zonas de Chile presentaron pH de 3.8 a 3.9 (Ceppi y Castillo, 2008), los vinos mexicanos estudiados producidos con esta variedad presentaron un valor máximo de 3.9. En vinos tintos españoles de variedad Tempranillo se encontraron datos reportados de 3.9, los vinos mexicanos estudiados con esta variedad presentaron un valor de 3.8, siendo menor al de los españoles (Arola *et al.*, 2000). Los resultados estadísticos obtenidos muestran que no se presentó diferencia significativa ($p \geq 0.05$), debido a que el pH se mantuvo dentro de un rango de 3.5 a 3.8.

El pH es un parámetro importante que determina la estabilidad y calidad final de los vinos ya que influye en la acidez total y volátil, si se obtiene un pH bajo se obtendrá un valor de acidez total y volátil elevado, ocasionando alteraciones en la calidad sensorial del vino, pues este desarrollará un sabor ácido no deseable.

4.1.1. Acidez Total

Es la suma de los ácidos valorables del vino y mosto cuando se lleva el pH a 7 añadiendo una solución de hidróxido de sodio. Los ácidos más frecuentes del vino son el tartárico, málico y láctico, todos ellos desempeñan un papel importante en las características organolépticas del vino. Los ácidos tartárico y málico proceden de la uva, y el láctico proviene de la fermentación maloláctica del vino. Otros ácidos presentes en el vino, aunque de forma minoritaria son: cítrico, acético, glucónico, ascórbico, succínico, etc. (García y Xirau, 2002).

En la figura 18A se observa el efecto del tipo de uva en la acidez total de los vinos, la variedad Merlot presentó un valor de 5.45 g/L de ácido tartárico, seguida de Cabernet Sauvignon con 5.04 g/L de ácido tartárico, Tempranillo tuvo menor contenido con 3.4 g/L de ácido tartárico. El vino varietal producido con Cabernet Sauvignon*Tempranillo obtuvo un valor elevado en comparación del Cabernet Sauvignon*Merlot, siendo Cabernet



Sauvignon la variedad predominante en la mezcla del vino. Los resultados obtenidos mostraron diferencia significativa ($p \leq 0.05$) por el tipo de uva, esto puede ser debido a la composición de la uva utilizada, ya que la variedad Merlot presenta pulpa blanda, azucarada y piel medianamente espesa, Cabernet Sauvignon tiene piel espesa y dura, pulpa firme y crujiente con un sabor astringente, Tempranillo presenta hollejo gruesa, pulpa carnosa y piel jugosa (Arozarena, 1998).

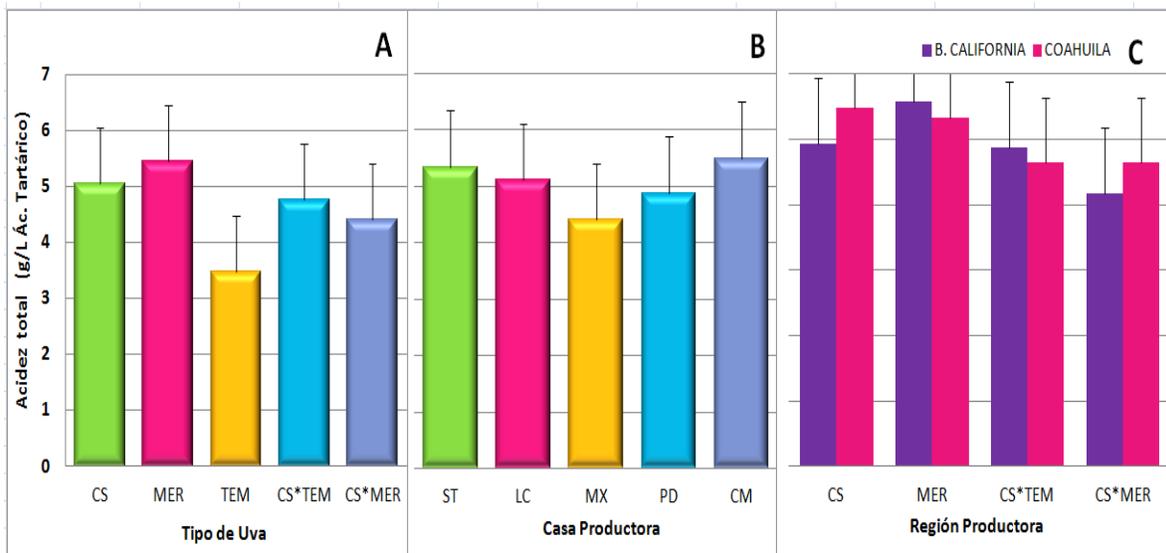


Figura 18. Evaluación de acidez total A) vino tinto de diferentes tipos de uvas (Cabernet Sauvignon, Merlot, Tempranillo, Cabernet Sauvignon*Tempranillo, Cabernet Sauvignon*Merlot) B) vino Cabernet Sauvignon procedente de diferentes casas productoras (Santo Tomas, L. A. Cetto, Monte Xanic, Pedro Domecq, Casa Madero) C) vino Cabernet Sauvignon, Merlot, Cabernet Sauvignon*Tempranillo, Cabernet Sauvignon Merlot de diferente región productora (Baja California, Coahuila).

En un estudio de vinos españoles elaborados con uva Tempranillo se encontró reportado un valor de 5.1 g/L de ácido tartárico, para Merlot de 5.6 g/L de ácido tartárico, en Cabernet Sauvignon de 5.8 g/L de ácido tartárico (Arozarena, 1998), los vinos tintos mexicanos procesados con uva Tempranillo, Merlot y Cabernet Sauvignon mostraron menor contenido de acidez total en comparación de los españoles producidos con las mismas variedades, esto puede ser a causa de las condiciones climáticas de la región en la que fueron cultivadas las uvas y los estados de madurez en las que estas se procesaron para obtener el vino.

En la figura 18B se observa el efecto de la casa productora en la acidez total de los vinos elaborado con uva Cabernet Sauvignon, los vinos de casa Madero presentaron mayor contenido con un valor de 5.49 g/L de ácido tartárico, los de Santo Tomas con 5.3 g/L de



ácido tartárico, los productos de Monte Xanic obtuvieron menor acidez con 4.41 g/L de ácido tartárico. Los resultados obtenidos mostraron diferencia significativa ($p \leq 0.05$) por la casa, esto indica que esta tiene un efecto importante sobre el contenido final de acidez total en los vinos, lo cual puede ser debido a las condiciones utilizadas durante la fermentación (temperatura, tiempo y tipo de levadura).

En la figura 18C se muestra el efecto de la región productora en la acidez total de los vinos evaluados. El vino producido con la variedad Cabernet Sauvignon de la región de Coahuila presentó mayor acidez en comparación al de Baja California; el vino Merlot de Coahuila tuvo menor acidez que el de Baja California, mientras que el elaborado con Cabernet Sauvignon*Merlot de la región de Coahuila reportó un valor más elevado que el de Baja California, esto podría ser por las condiciones climáticas que presenta cada estado.

La acidez es un parámetro importante en la calidad ya que al aumentar esta, incrementa el grado alcohólico en los vinos. Una acidez total elevada confiere al vino mayor resistencia al crecimiento de bacterias y genera un vino estable.

4.1.2. Acidez Volátil

Está compuesta por el conjunto de los ácidos del vino, obtenidos por destilación en condiciones determinadas (García y Xirau, 2002).

En la figura 19A se observa que los vinos elaborados con la variedad Cabernet Sauvignon presentaron mayor acidez volátil con valor de 0.38 g/L, seguida de los Tempranillo y Merlot con valores de 0.37 y 0.23 g/L de ácido acético, lo cual fue debido al pH de cada variedad, ya que está directamente relacionado con el contenido de acidez volátil final en los vinos.

En un estudio de vinos tintos españoles elaborados con Tempranillo se encontró reportado un valor de 0.9 g/L de ácido acético, en Merlot 0.6 g/L de ácido acético, para Cabernet sauvignon 0.5 g/L de ácido acético (Arozarena, 1998). Los vinos mexicanos tuvieron menor cantidad de acidez volátil en comparación de los españoles producidos con los mismos tipos de uvas, esto puede ser ocasionado por las condiciones de clima y suelo que



presenta cada país, las cuales afectan en el crecimiento y maduración de la uva, ya que dependiendo de este, será el contenido de ácidos en las uvas.

El análisis estadístico demostró que la acidez volátil de los vinos de la variedad Merlot presentaron diferencia significativa ($p \leq 0.05$) en comparación con la variedad Cabernet Sauvignon y Tempranillo, esto fue debido a que el vino de elaborado con uva Merlot tuvo menor acidez volátil y menor pH, la cual afectó en el contenido final de acidez ya que estos parámetros están directamente relacionados, Cabernet Sauvignon fue la variedad que influyó más en la cantidad final de acidez volátil. El tipo de uva influye en el contenido final de acidez de los vinos debido a que la composición química de las tres variedades es diferente, el ácido málico se encuentra en cantidades elevadas en uvas poco maduras y va disminuyendo a media que estas van madurando, el cítrico es abundante en estas, el tartárico es el más abundante en el mosto, esto genera que la composición de este sea variable, ya que en estos existen varios ácidos orgánicos libres y combinados en forma de sales (Aleixandre y Álvarez, 2002).

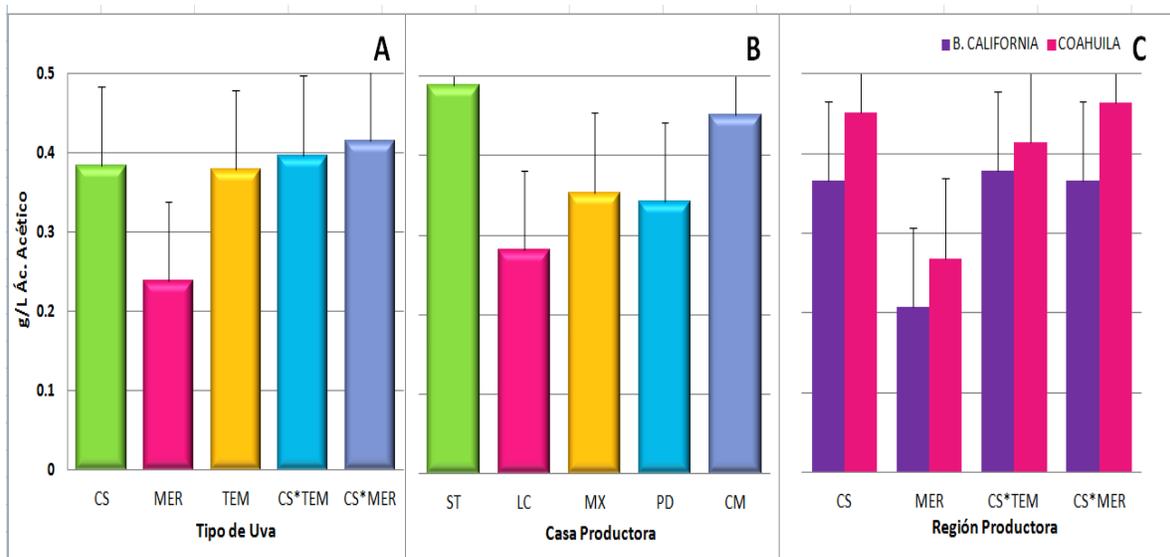


Figura 19. Evaluación de acidez volátil A) vino tinto de diferentes tipos de uvas (Cabernet Sauvignon, Merlot, Tempranillo, Cabernet Sauvignon*Tempranillo, Cabernet Sauvignon*Merlot) B) vino Cabernet Sauvignon procedente de diferentes casas productoras (Santo Tomas, L.A. Cetto, Monte Xanic, Pedro Domecq, Casa Madero) C) vino Cabernet Sauvignon, Merlot, Cabernet Sauvignon*Tempranillo, Cabernet Sauvignon Merlot de diferente región productora (Baja California, Coahuila).

En la figura 19B se observar el efecto de la casa productora sobre la acidez volátil de los vinos elaborados con la variedad Cabernet Sauvignon. El vino producido por casa Santo Tomas tuvo 0.48 g/L de ácido acético, el cual fue superior al de todos los vinos estudiados,



seguido de Casa Madero y L.A. Cetto con 0.45 y 0.28 g/L de ácido acético, respectivamente. La acidez volátil de los vinos producidos en diferentes casas vinícolas fue diferente significativamente ($p \leq 0.05$), esto indica que la casa productora influye en el contenido final de acidez volátil en los vinos de uva Cabernet Sauvignon, este comportamiento pudo ser debido a la composición química del mosto, condiciones de fermentación alcohólica y maloláctica utilizadas, ya que en estas se producen o degradan algunos ácidos. El ácido tartárico es el más fuerte del vino, le proporciona dureza y a temperaturas bajas se precipita formando cristales de sales de potasio y calcio, dando como resultado un vino no estabilizado, el ácido málico desempeña un papel importante en la vida de algunos vinos, ya que es fácilmente degradable por bacterias y levaduras, el ácido succínico es producido durante la fermentación y proporciona el sabor característico a las bebidas fermentadas, el ácido láctico se produce en la fermentación, el ácido acético es el responsable de la acidez volátil, es un producto natural de la fermentación alcohólica (Aleixandre y Álvarez, 2002).

En la figura 19C se observa el efecto de la región productora en el contenido de acidez volátil de los vinos. Los vinos de la región de Coahuila mostraron mayor contenido en comparación de la región de Baja California, registrándose diferencia significativa entre las regiones ($p \leq 0.05$) para todos los vinos independientemente del tipo de uva; lo cual pudo ser a causa de las condiciones climáticas del estado, tipo de suelo y estado de madurez en el que fue procesada la uva.

La Norma NMX-V-012 establece que el contenido máximo para acidez volátil es de 1.2 g/L de ácido acético, los vinos estudiados presentaron como máximo 0.41 g/L de ácido acético, lo cual favorece la calidad final de los vinos debido a que la acidez es un parámetro de calidad, pues contribuye a la selección de levaduras en la fermentación eliminando el desarrollo de bacterias, provoca que el vino clarifique mejor, que el color rojo de los vinos tintos sea más intenso, más rico en matices y más brillante. Una acidez adecuada confiere al vino frescor, intensidad de color, una acidez demasiado elevada da sensación de verdor, dureza y gusto desagradable (Aleixandre y Álvarez, 2002).



4.1.3. Sulfuro Total

Es el principal conservador de vinos y mostos, debido a sus propiedades antisépticas sobre levaduras y bacterias, tiene actividad antioxidante y mejora las características organolépticas del vino. El dióxido de azufre presente en el vino procede de la práctica enológica llamada "sulfatado" y está en parte como gas (SO_2), bisulfito (HSO_3^-) y sulfito (SO_3^{2-}) constituyendo el llamado dióxido de azufre libre y en parte combinado con el aldehído acético, azúcares, taninos, colorantes, etc., y constituye el dióxido de azufre combinado. Esta distinción es importante para efectos prácticos, ya que el dióxido de azufre con acción antiséptica es el libre, mientras que el combinado constituye la reserva necesaria para la fracción. La presencia de anhídrido sulfuroso en los vinos tintos produce una decoloración de los antocianos (Romero, 2008).

En la figura 20A se observa el efecto del tipo de uva en el contenido de SO_2 de los vinos. Los vinos de la variedad Tempranillo presentaron menor contenido con un valor de 50 mg/L, seguido de los Cabernet Sauvignon con 52.17 mg/L, y los Merlot valores de 58 mg/L, mientras que el vino elaborado con mezclas Cabernet Sauvignon*Merlot tuvo el mayor contenido de sulfuro total; esto puede ser a causa de que estos dos tipos de uvas presentaron SO_2 elevados, por lo que al realizar la mezcla de estas el valor final es alto. En un estudio de vinos tintos españoles producidos con uva Tempranillo se encontró reportado un valor de 55 mg/L, los vinos procesados con uva Merlot reportaron 67 mg/L, con Cabernet Sauvignon 72 mg/L (Arozarena, 1998). El vino tinto mexicano producido con uva Tempranillo mostró menor contenido de sulfuros totales en comparación del español elaborado con esta variedad, la uva Merlot tuvo un contenido similar al del español, el vino Cabernet Sauvignon tuvo menor contenido de sulfuros respecto a este mismo.

Las pruebas estadísticas realizadas mostraron que la uva Tempranillo tuvo un efecto significativo ($p \leq 0.05$) en comparación con las demás variedades estudiadas en el contenido de sulfuro total de los vinos, esto debido a que se observó una menor cantidad de estos compuestos, lo cual indica que las condiciones de crianza establecidas en el viñedo pudieron afectar el estado de maduración en el que fue procesada esta uva, ya que si se procesa una uva en un estado de madurez con cantidad adecuada de azúcares, el sulfitado será favorable en el proceso de elaboración del vino.



En la figura 20B se observa el efecto de la casa productora en vinos producidos con uva Cabernet Sauvignon en el contenido de SO_2 , los vinos de Monte Xanic presentaron mayor contenido con un valor de 56.66 mg/L, seguidos de los Pedro Domecq y casa Madero, siendo los vinos de Santo Tomas los de menor contenido con un 46.3 mg/L. En el análisis estadístico se observó que la casa productora registró un efecto significativa ($p \leq 0.05$) en el contenido de sulfuros totales, siendo los vinos de Santo Tomas, los que mostraron un menor contenido de sulfuros totales, esto pudo ser ocasionado por la composición química del mosto utilizado, las cantidades de sulfuro empleadas en el sulfitado y las condiciones de fermentación establecidas en el proceso, ya que el sulfuro puede ser producido por las levaduras a partir del azufre contenido en el mosto (Aleixandre y Álvarez, 2002).

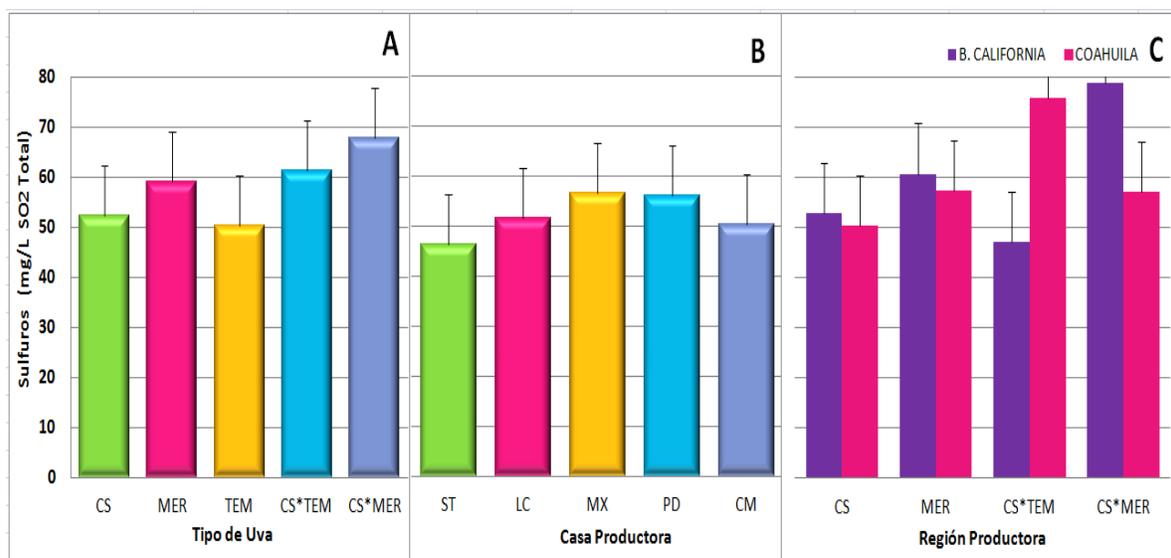


Figura 20. Evaluación de sulfuro total A) vino tinto de diferentes tipos de uvas (Cabernet Sauvignon, Merlot, Tempranillo, Cabernet Sauvignon*Tempranillo, Cabernet Sauvignon*Merlot) B) vino Cabernet Sauvignon procedente de diferentes casas productoras (Santo Tomas, L. A. Cetto, Monte Xanic, Pedro Domecq, Casa Madero) C) vino Cabernet Sauvignon, Merlot, Cabernet Sauvignon*Tempranillo, Cabernet Sauvignon Merlot de diferente región productora (Baja California, Coahuila).

En la figura 20C se muestra el efecto de la región productora en el contenido de SO_2 de los vinos de diferentes tipos de uvas. El vino elaborado con uva Cabernet Sauvignon procedente de Baja California presentó mayor contenido que el de Coahuila, mientras que los de uva Merlot de Baja California mostraron mayor contenido que los de Coahuila. En el caso de las mezclas el vino producido con uvas Cabernet Sauvignon*Tempranillo de la región de Coahuila obtuvo mayor contenido que el de la región de Baja California. Los vinos de la región de Baja California mostraron diferencia significativa ($p \leq 0.05$) en



comparación con los de la región de Coahuila, esto debido a las condiciones climáticas que presenta el estado. Bibliográficamente se encontraron valores reportados desde un rango de 55.94 mg/L hasta 148.64 mg/L en diferentes vinos (Ávalos *et al.*, 2003). Los valores obtenidos experimentalmente se encuentran dentro de los rangos de datos reportados en la bibliografía.

La Norma NMX-V-012 establece que el contenido máximo de bióxido de azufre es de 300 mg/L, los vinos estudiados presentaron como máximo 67.6 mg/L de bióxido de azufre, por lo que los vinos cumplen con lo establecido por la norma, el contenido bajo de sulfuros en los vinos mexicanos indica que las levaduras utilizadas y las condiciones del medio de fermentación fueron realizadas con cepas de características genéticas que son de lenta reacción, ya que si las condiciones del medio son ricas en sulfatos, la reacción es facilitada y da como resultado mayor contenido de sulfuros.

4.1.4. Sólidos Solubles

En la figura 21A se observa el efecto del tipo de uva en el contenido de sólidos solubles en vinos tintos. Los vinos elaborados con las mezclas de uvas Cabernet Sauvignon*Tempranillo y Cabernet Sauvignon*Merlot, tuvieron un valor de 8 °Brix, la variedad Tempranillo presentó mayor contenido con 7.6°Brix, Merlot tuvo menor contenido con 7.05°Brix, el tipo de uva que más influyó en los sólidos solubles de los vinos varietales fue Cabernet Sauvignon. Las pruebas estadísticas realizadas mostraron que no hubo diferencia significativa ($p \geq 0.05$) entre los resultados obtenidos experimentalmente debido a que los valores obtenidos se mantuvieron dentro del rango reportado esperado.

En la figura 21B se observa el efecto de la casa productora en los sólidos solubles de los vinos producidos con uva Cabernet Sauvignon. El vino de Monte Xanic tuvo mayor contenido con un valor de 8.1°Brix, seguida de los de Casa Madero, mientras que los de Santo Tomas presentaron un menor contenido de sólidos solubles con 6.6°Brix. Las pruebas estadísticas realizadas mostraron que no hubo diferencia significativa ($p \geq 0.05$) entre los resultados obtenidos experimentalmente debido a que los valores obtenidos se mantuvieron dentro del rango reportado esperado.

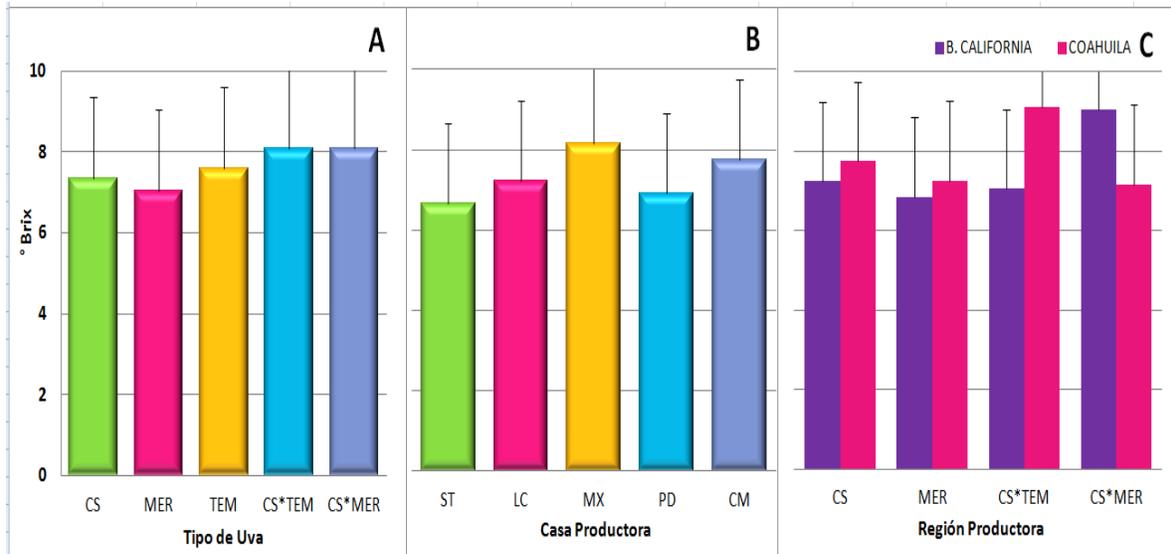


Figura 21. Evaluación de sólidos solubles A) vino tinto de diferentes tipos de uvas (Cabernet Sauvignon, Merlot, Tempranillo, Cabernet Sauvignon*Tempranillo, Cabernet Sauvignon*Merlot) B) vino Cabernet Sauvignon procedente de diferentes casas productoras (Santo Tomas, L.A. Cetto, Monte Xanic, Pedro Domecq, Casa Madero) C) vino Cabernet Sauvignon, Merlot, Cabernet Sauvignon*Tempranillo, Cabernet Sauvignon Merlot de diferente región productora (Baja California, Coahuila).

En la figura 21C se observa el efecto de la región productora en el contenido de sólidos solubles de vinos. El vino elaborado con la uva Cabernet Sauvignon producido en la región de Coahuila presentó mayor contenido de sólidos solubles que los procedentes de Baja California; mientras que el vino Merlot de la región de Coahuila mostró mayor contenido en comparación al de Baja California. En el caso del vino elaborado con la mezcla de uvas Cabernet Sauvignon*Tempranillo producido en la región de Coahuila obtuvo mayor contenido de sólidos solubles que el de Baja California mientras que el elaborado con la mezcla Cabernet Sauvignon*Merlot de la región Baja California presentó mayor contenido, esto puede ser debido al estado de madurez en el que fueron procesadas las uvas. Las pruebas estadísticas realizadas mostraron que no hubo diferencia significativa ($p \geq 0.05$) entre los resultados obtenidos experimentalmente debido a que los valores obtenidos se mantuvieron dentro del rango reportado esperado.

Los sólidos solubles son un parámetro importante en la calidad de los vinos, ya que estos dependen del contenido de pH, acidez total y de la evolución del aroma en el mosto. En las últimas etapas de maduración de la uva, el contenido de azúcares varía muy poco mientras



que el contenido aromático aumenta considerablemente. En los casos en que los niveles de pH y de azúcares no son más altos que los de la acidez se realizará su corrección, o cuando se pretende obtener un vino muy alcohólico, la intensidad aromática puede ser la consideración principal para decidir la fecha de la vendimia (Aleixandre y Álvarez, 2002).

4.1.5. Azúcares Reductores

En la figura 22A se puede observar el efecto del tipo de uva en el contenido de azúcares reductores de los vinos. La variedad Cabernet Sauvignon, tuvo un valor de 5.1 g/L, Tempranillo tuvo 4.5 g/L. El vino elaborado con la mezcla Cabernet Sauvignon* Merlot presentó mayor contenido con un valor de 10.55 g/L, seguido del vino producido con Cabernet Sauvignon* Tempranillo con un valor de 7.7 g/L, esto es debido a que la uva Merlot tuvo mayor contenido de azúcares reductores con un valor de 5.3 g/L. En vinos italianos producidos con diversos tipos de uva entre las que destacan Cabernet Sauvignon se encontró reportado que los vinos presentaron un rango máximo de 5.5 g/L de azúcares reductores (Versari y Parpinello, 2010). En un estudio de vinos chilenos elaborados con uva Cabernet Sauvignon de diferentes zonas de Chile presentaron valores en un rango de 1.74 a 2.6 g/L de azúcares reductores (Ceppi y Castillo, 2008). Los vinos tintos estudiados en este trabajo presentaron cantidades elevadas de azúcares reductores en comparación de los datos reportados bibliográficamente.

Los resultados estadísticos demostraron que hubo diferencia significativa entre los datos ($p \leq 0.05$) el vino producido con la mezcla de las uvas Cabernet Sauvignon*Merlot presentó diferencia significativa en comparación del vino procesado con la mezcla de uvas Cabernet Sauvignon*Tempranillo ya que fue el vino que mostró mayor contenido de azúcares, esto puede ser por la composición química de las variedades de uvas utilizadas y a los estados de madurez de éstas, ya que las uvas contienen de un 15 a 25% de azúcares, sobre todo de glucosa y fructosa, estas se encuentran en proporciones casi iguales en los mostos de uvas maduras, mientras que en no maduras predomina la glucosa y en maduras la fructosa, la glucosa y la fructosa son fácilmente fermentadas por la levadura, pero la glucosa es fermentada con mayor facilidad que la fructuosa. (Aleixandre y Álvarez, 2002).

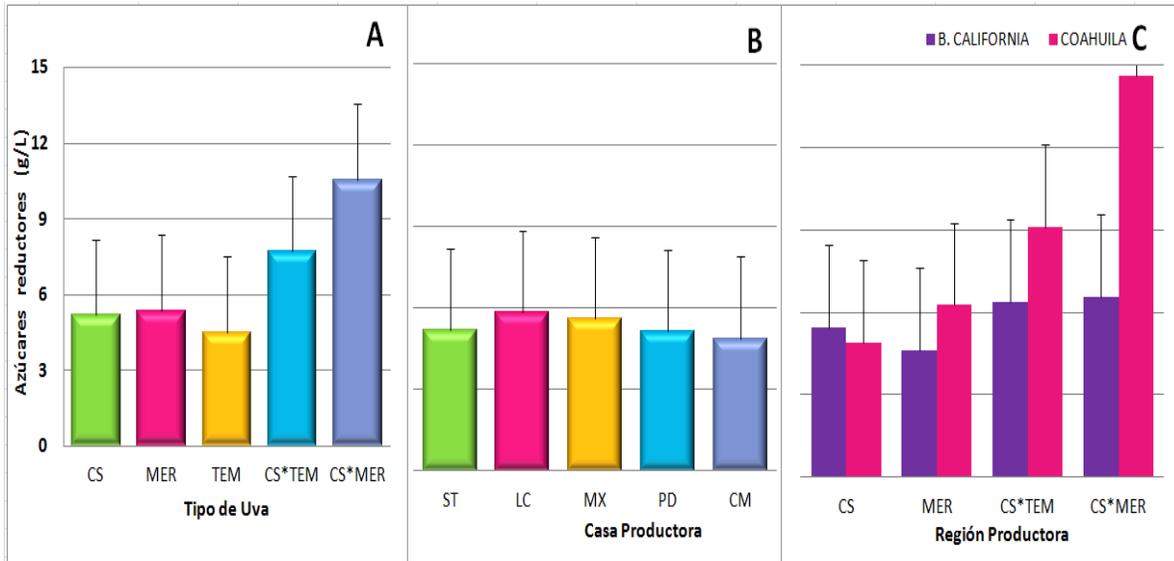


Figura 22. Evaluación de azúcares reductores A) vino tinto de diferentes tipos de uvas (Cabernet Sauvignon, Merlot, Tempranillo, Cabernet Sauvignon*Tempranillo, Cabernet Sauvignon*Merlot) B) vino Cabernet Sauvignon procedente de diferentes casas productoras (Santo Tomas, L. A. Cetto, Monte Xanic, Pedro Domecq, Casa Madero) C) vino Cabernet Sauvignon, Merlot, Cabernet Sauvignon*Tempranillo, Cabernet Sauvignon Merlot de diferente región productora (Baja California, Coahuila).

En la figura 22B se muestra el efecto de la casa productora en el contenido de azúcares reductores en vinos elaborados con uva Cabernet Sauvignon. Los vinos de Casa Madero obtuvieron un menor contenido con un valor de 4.8 g/L, seguidos de los de Pedro Domecq y Santo Tomas con 5.1 g/L, mientras que los de La Cetto tuvieron un mayor contenido alcanzando niveles de 5.8 g/L. Los resultados estadísticos demuestran que hubo diferencia significativa entre los datos ($p \leq 0.05$), los vinos producidos por casa Madero mostraron diferencia significativa con respecto a los de las otras casas; ya que estos productos registraron un menor contenido de azúcares; esto pudo ser debido al contenido de azúcares del mosto (glucosa, pentosas, arabinosa, xilosa, etc.), y a las condiciones establecidas de fermentación, ya que glucosa y la fructosa pueden ser fermentadas por bacterias lácticas formando ácidos lácticos y acéticos y en la fermentación maloláctica los azúcares de los vinos disminuyen en especial la glucosa y arabinosa, generando menor contenido de azúcares reductores en el vino. (Aleixandre y Álvarez, 2002).

En la figura 22C se observa el efecto de la región en el contenido de azúcares reductores de los vinos. Los vinos procedentes de Coahuila, presentaron un mayor contenido de azúcares reductores. Los resultados estadísticos demuestran que hubo diferencia



significativa entre los datos ($p \leq 0.05$), la región que mostró diferencia significativa fue Coahuila, esto pudo ser debido a las condiciones climáticas que presenta el estado pues estas favorecen el cultivo de la uva, las cuales deben encontrarse en el estado de madurez óptimo para su proceso, ya que dependiendo de este la uva tendrá un contenido de azúcares reductores, los cuales actuarán en la fermentación incrementándose en el proceso de elaboración del vino, dando como resultado vinos menos ácidos y astringentes.

4.1.6. % Alcohol Volumétrico

En la figura 23A se observa el efecto del tipo de uva en el contenido de alcohol de vinos tintos., El vino de uva de variedad Tempranillo tuvo un valor de 13.8%, mientras que los de Cabernet Sauvignon y Merlot presentaron valores de 12.76 y 12.2%, respectivamente., En el caso de las mezclas de uvas, el vino producido con Cabernet Sauvignon*Tempranillo registró un valor de 13.9%, y el vino de la mezcla Cabernet Sauvignon*Merlot presentó un valor de 13.13%. En un estudio de vinos tintos españoles producidos con uva Tempranillo se encontró reportado un valor de 11.85%, los Merlot reportaron 13.74 %, los Cabernet Sauvignon presentaron 11.71 % (Arozarena, 1998). En vinos Argentinos se encontraron datos reportados en un rango de 8.81 a 13.72% (Avalos, 2003). En vinos italianos elaborados con diversos tipos de uva entre las que destacan la Cabernet Sauvignon se encontraron rangos máximos de 11.9 % (Versari y Parpinello, 2010). En vinos Españoles producidos con Tempranillo tuvieron un contenido de 11.72 %, los Cabernet Sauvignon presentaron 12.61% (Arola *et al.*, 2000). En vinos Chilenos Cabernet Sauvignon de diferentes zonas de Chile se reportaron valores en un rango de 12.5 a 13.3 % (Ceppi y Castillo, 2008). Los resultados obtenidos experimentalmente de los vinos estudiados se encontraron en un rango de 12 a 13.8%. Los vinos mexicanos producidos con estos tipos de uvas presentaron mayor contenido de alcohol en comparación de los demás vinos, esto pudo ser debido al estado de madurez en el que fueron utilizadas las uvas para la producción del vino, ya que en la uva madura los azúcares están en forma de glucosa y fructosa en cantidades aproximadamente iguales, durante la fermentación la glucosa es degradada antes que la fructosa, y por lo tanto esta es la que se quedará en los vinos al final de la fermentación y producirá etanol, el cual asegura la buena conservación del vino, elimina microorganismos patógenos y hace resaltar las cualidades de los demás componentes.(Aleixandre, 1997).



Las pruebas estadísticas realizadas demostraron que no hubo diferencia significativa entre los datos ($p \leq 0.05$), ya que los valores se mantuvieron dentro del rango esperado. Las variaciones en el contenido de alcohol pueden ser debidas a la composición de azúcares en el mosto y a las enzimas producidas por las levaduras, las cuales actúan en la fermentación produciendo alcohol (Aleixandre y Álvarez, 2002).

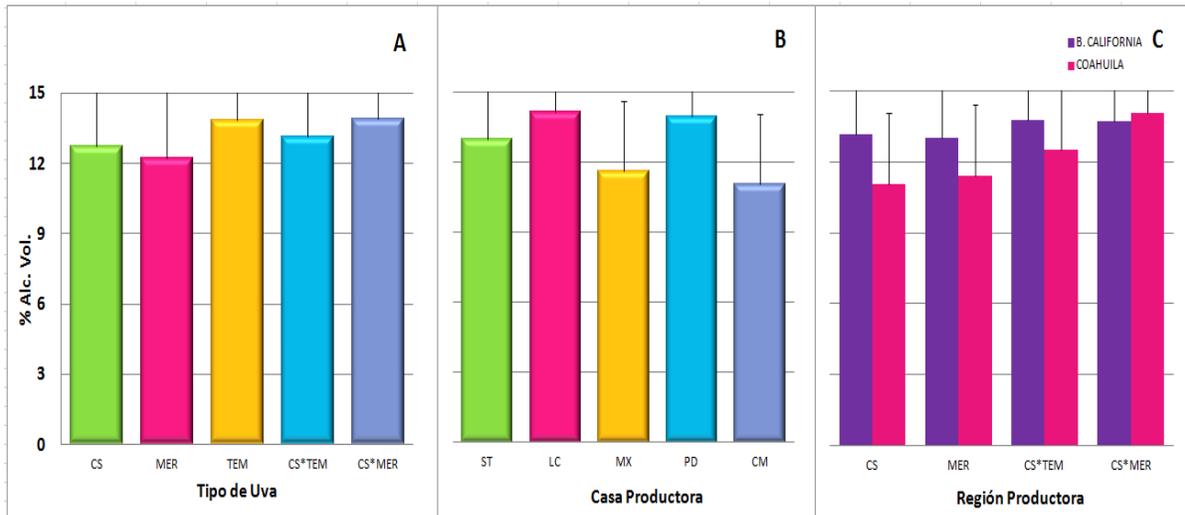


Figura 23. Evaluación % de alcohol A) vino tinto de diferentes tipos de uvas (Cabernet Sauvignon, Merlot, Tempranillo, Cabernet Sauvignon*Tempranillo, Cabernet Sauvignon*Merlot) B) vino Cabernet Sauvignon procedente de diferentes casas productoras (Santo Tomas, L. A. Cetto, Monte Xanic, Pedro Domecq, Casa Madero) C) vino Cabernet Sauvignon, Merlot, Cabernet Sauvignon*Tempranillo, Cabernet Sauvignon Merlot de diferente región productora (Baja California, Coahuila).

En la figura 23B se observa el efecto de la casa productora en el contenido de alcohol de los vinos elaborados con uva Cabernet Sauvignon. Los vinos de la casa productora que presentó mayor contenido de alcohol fueron los de L.A. Cetto, con un valor de 14.16%, seguidos de los Pedro Domecq con 13.93%, y los de Casa Madero con 11.06%. Las pruebas estadísticas realizadas demostraron que no hubo diferencia significativa entre los datos ($p \leq 0.05$), ya que los valores se mantuvieron dentro del rango esperado, esto pudo ser a causa de la cantidad de azúcares reductores en los mostos, tipo de levaduras utilizadas, tiempo y temperatura de fermentación establecidos para la producción del vino, ya que dependiendo de estos factores serán como actúen las levaduras en la fermentación alcohólica.

En la figura 23C se observa el efecto de la región productora en el % de alcohol volumétrico de vinos., Los vinos elaborados en la región Baja California tuvieron mayor



contenido a excepción del elaborado con la mezcla de uvas Cabernet Sauvignon*Merlot producido en la región Coahuila. Las pruebas estadísticas realizadas demostraron que no hubo diferencia significativa entre los datos ($p \leq 0.05$), ya que los valores se mantuvieron dentro del rango esperado.

La Norma 142-SSA-1995 establece que las bebidas alcohólicas deberán tener un contenido mínimo de 2% y máximo 55% de volumen en 20°C (293K), La Norma NMX-V-012 establece que los vinos deberán tener un contenido de % de alcohol mínimo de 8.5 máximo de 14% G.L real a 288 K (15°C). Los vinos tintos estudiados cumplen con lo establecido por la norma ya que el % de alcohol experimental se encontró en un máximo de 12%, lo que indica que los vinos mexicanos son vinos de calidad en cuanto al contenido de alcohol, ya que este proviene de la fase fermentativa y en esta se modifica la composición del vino, además de que el etanol interviene en la estabilización, envejecimiento y propiedades sensoriales del vino, su producción se incrementa durante la fermentación, favoreciendo el crecimiento de microorganismos y permite a las levaduras dominar el proceso de fermentación, durante este, el etanol actúa como un solvente de extracción de pigmentos y taninos, es esencial en la formación de compuestos volátiles producidos durante la fermentación y formados durante el envejecimiento en barricas de Roble (Sánchez, 2007).

4.1.7. Antocianos

Estos compuestos son responsables del color de los vinos tintos, están involucrados en las reacciones de polimerización que suceden durante el envejecimiento. Su estructura se caracteriza por un esqueleto básico de quince átomos de carbono (C6-C3-C6) de tipo 2-fenil benzopirona. Los antocianos son sales de flavilio (de núcleo flavilio polihidroxilado y/o metoxilado) y glucósidos (están unidos por enlace glucosídico a una molécula de azúcar). Se llaman también antocianinas y sus derivados privados del azúcar se denominan antocianidinas (o antocianidoles) (Romero, 2008).

En la figura 24A se observa el efecto del tipo de uva en el contenido de antocianos de vinos tintos. El vino producido con uva Tempranillo presentó mayor contenido de antocianos con un valor de 702.85 mg/L, esto debido a que fue el tipo de uva que tuvo mayor contenido de pH, el cual favorece la disolución de la materia colorante provocando



mayor fragilidad de las células de los hollejos y presentó mayor contenido de alcohol, este favorece la extracción de compuestos fenólicos. El vino de uva Cabernet Sauvignon mostró un valor de 700.67 mg/L, mientras que el de la variedad Merlot valores de 507.80 mg/L, ya que fue la uva que presentó menor pH. En el caso de los vinos varietales, el elaborado con Cabernet Sauvignon*Merlot tuvo mayor contenido de antocianos, además de haber presentado un mayor contenido de sulfuros, los cuales favorecen la disolución de materia colorante, provocando una mayor fragilidad de las células de los hollejo, también obtuvo mayor contenido de alcohol y pH; el vino Cabernet Sauvignon*Tempranillo presentó menor valor de antocianos y ,un menor contenido de los parámetros antes mencionados. En un estudio de vinos tintos españoles elaborados con Tempranillo se encontró reportado un valor de 251.48 mg/L, los vinos Merlot y los Cabernet Sauvignon presentaron valores de 309.48 y 339.74 mg/L, respectivamente (Arozarena, 1998). Los vinos tintos mexicanos estudiados presentaron mayor contenido en comparación de los españoles producidos con los mismos tipos de uva. Las pruebas estadísticas demostraron que no hubo diferencia significativa ($p \geq 0.05$) entre el contenido de antocianos de los vinos por la variedad de uva estudiada. La variación en el contenido de antocianos puede ser debido a diversos factores como los son la temperatura, condiciones de insolación del viñedo, prácticas vitícolas, sistema de conducción, fertilización y riego, ya que dependiendo de estos será el contenido de antocianos en los hollejos de las uvas, la cantidad de estos en el hollejo aumentara durante la madurez de la uva. (Romero, 2008).

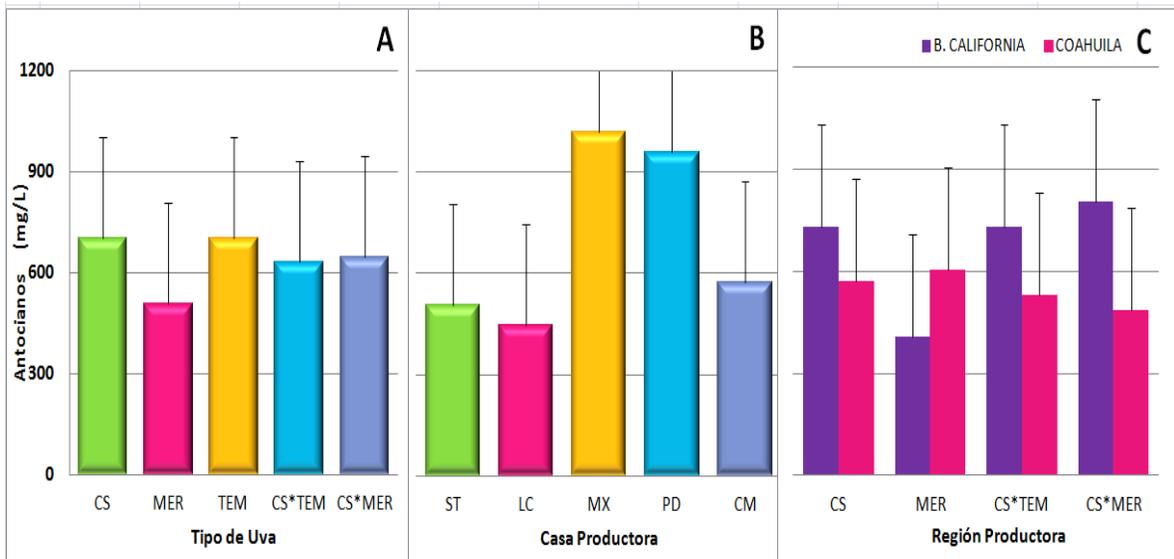


Figura 24. Evaluación de antocianos A) vino tinto de diferentes tipos de uvas (Cabernet Sauvignon, Merlot, Tempranillo, Cabernet Sauvignon*Tempranillo, Cabernet Sauvignon*Merlot) B) vino Cabernet Sauvignon procedente de diferentes casas productoras (Santo Tomas, L. A. Cetto, Monte Xanic, Pedro Domecq, Casa Madero) C) vino Cabernet Sauvignon, Merlot, Cabernet Sauvignon*Tempranillo, Cabernet Sauvignon Merlot de diferente región productora (Baja California, Coahuila).

En la figura 24B se observa el efecto de la casa vinícola en el contenido de antocianos de los vinos. El vino de casa Monte Xanic tuvo mayor contenido con un valor de 1020.20 mg/L, seguido de Pedro Domecq y L.A. Cetto con 959.52 y 445.74 mg/L, respectivamente. Los análisis estadísticos demostraron que el contenido de antocianos de los vinos de las diferentes casas productoras presentaron diferencia significativa ($p \leq 0.05$). Los vinos de la casa L.A. Cetto, mostraron el menor valor de antocianos, El vino de Monte Xanic fue el de mayor contenido de antocianos. Esto pudo ser debido a las condiciones utilizadas durante la fase de maceración en la elaboración del vino, en ésta se persiguen la extracción de compuestos fenólicos y su difusión en el mosto en fermentación, las maceraciones prolongadas permiten obtener vinos con mucho color ricos en materia colorante (antocianos), pero muy astringentes (con abundantes taninos), en la maceración es importante controlar el estado de madurez de la uva, la dosis adicionada de SO_2 , la presencia de Oxígeno (ya que impide la oxidación de los polifenoles), la temperatura de encubado (la cual favorece la extracción de los compuestos fenólicos), pH, grado alcohólico, tiempo de encubado y tratamientos mecánicos de la vendimia (estrujado, despallillado, bombeo) (Aleixandre, 1997).



En la figura 24C se observa el efecto de la región productora en el contenido de antocianos de los vinos. El vino elaborado con la variedad Cabernet Sauvignon producido en el estado de Baja California presentó mayor contenido de antocianos en comparación del elaborado con la misma variedad en la región de Coahuila, el vino elaborado con Merlot procesado en el estado de Coahuila tuvo mayor contenido que producido en Baja California, el vino elaborado con las mezclas Cabernet Sauvignon*Tempranillo de Baja California tuvo mayor contenido que el vino de la región de Coahuila. Los vinos de la región que mostraron diferencia significativa ($p \leq 0.05$) fueron los de Baja California debido a su mayor contenido de antocianos. Esto pudo ser causado por el estado de madurez en el que fueron utilizadas las uvas, ya que el contenido de antocianos va a depender de la relación pulpa/hollejo de la uva.

En diferentes trabajos de investigación se reporta el contenido de antocianos, en vinos chilenos, en los cuales se encontró que las antocianidinas, cianidina y malvidina, están presentes en cantidades relativamente altas, entre 0-7 y 0-90 mg/L respectivamente, y son las principales responsables de otorgar su color al vino (Leighton y Urquiaga, 2001). En vinos Argentinos se encontró que el contenido de antocianinas totales expresados como cianidina-3-glucósido están comprendidos en el rango de 27.43 a 116.8 mg/L. (Avalos, 2003). En vinos chilenos elaborados con uva Cabernet Sauvignon de diferentes zonas de Chile presentaron resultados en un rango de 574 a 749 mg/L. (Ceppi y Castillo, 2008). En vinos españoles producidos con uva Cabernet Sauvignon, Merlot y tempranillo se encontraron valores reportados en un rango de 500 a 400 y 200 mg/L, respectivamente (Reyero *et al.*, 2005). Los resultados obtenidos experimentalmente muestran que la uva Tempranillo procesada en los vinos mexicanos presentó mayor contenido de antocianos en comparación de la uva Tempranillo con la que se procesaron los vinos españoles, al igual que la uva Cabernet Sauvignon y Merlot.

Los valores de los vinos tintos mexicanos estudiados se encuentran en rangos superiores que los valores obtenidos en evaluaciones de diferentes vinos como los chilenos y argentinos, los rangos que se obtuvieron para los vinos tintos mexicanos estudiados se encuentran desde 549 hasta 702 mg/L, los cuales se encuentran dentro del rango establecido mundialmente, el cual está en un rango de 100 a 800 mg/L (Camussoni, y Carnevalli, 2004).



Los antocianos son un parámetro de calidad importante en los vinos, ya que estos son responsables del color de los vinos tintos y están involucrados en las reacciones de polimerización que suceden durante el envejecimiento, entre mayor sea la cantidad de antocianos presentes en el vino, este tenderá a tonalidades rojizas y su poder antioxidante será mayor.

4.1.8. Intensidad Colorante

El color es una de las características organolépticas del vino tinto que van a definir su calidad. Los compuestos fenólicos presentes en la piel de la uva tinta van a ser los responsables del color del vino tinto. Los antocianos y los taninos (flavanoles polimerizados o procianidinas) serán los compuestos más relevantes en relación al color y estabilidad de los vinos tintos. En el proceso de cata es el primer atributo en ser evaluado y ofrece información sobre la calidad. (Romero, 2008).

El color del vino tinto y su posterior estabilidad se deben principalmente a la presencia de antocianos y taninos. Estos compuestos se extraen de la uva durante el proceso de elaboración del vino y se irán modificando a lo largo del tiempo. Todas las modificaciones que se dan en el color del vino, y en otras características asociadas a los compuestos fenólicos, dependen de numerosos factores. La estabilidad del color será función, entre otros, del grado de extracción de antocianos y taninos, de las condiciones del medio y de las posteriores modificaciones de estas moléculas durante el envejecimiento (Romero, 2008).

En la figura 25A se observa el efecto de la variedad de uva en la intensidad colorante en el vino tinto. El vino que presentó mayor intensidad colorante fue el de variedad Tempranillo con un valor de 8.6, esto pudo ser porque fue la uva que tuvo mayor contenido de antocianos, los cuales están relacionados con el color del vino, Cabernet Sauvignon y Melot tuvieron un valor de 7.6 y 6.7, respectivamente, esto pudo deberse a que los vinos de la variedad Merlot fueron los que presentaron menor contenido de antocianos, mientras que los vinos varietales elaborados con la mezcla Cabernet Sauvignon*Merlot presentaron mayor contenido con un valor de 10, esto debido a que la uva predominante en esta mezcla fue Cabernet Sauvignon, la cual tuvo mayor valor, la mezcla Cabernet Sauvignon*Tempranillo presentó menor contenido, esto pudo deberse a que la variedad Cabernet Sauvignon influyó más en esta mezcla. En un estudio de vinos tintos españoles



procesados con uva Tempranillo se encontró reportado la intensidad colorante en un valor de 5.9, los vinos elaborados con uva Merlot reportaron un valor de 10.48 y los v Cabernet Sauvignon presentaron un valor de 6.875 (Arozarena, 1998). Los vinos tintos elaborados con la uva Tempranillo presentaron un valor de 8.6 siendo éste más elevado que los reportados para vino español producido con el mismo tipo de uva. El vino tinto mexicano elaborado con la uva Merlot presentó un valor de 6.7 siendo este menor que el del vino español producido con el mismo tipo de uva, el vino mexicano Cabernet Sauvignon tuvo un valor de 7.6 siendo más elevado que el del vino español producido con el mismo tipo de uva.

Las pruebas estadísticas realizadas demostraron que la intensidad de colorante de los vinos por variedad de uva presentaron diferencia significativa ($p \leq 0.05$); los vinos elaborados con la mezcla de uvas Cabernet Sauvignon*Merlot mostró diferencia significativa debido a que fue el vino que presentó menor contenido de intensidad colorante, esto pudo ser debido a que fue la mezcla que tuvo menor contenido de antocianos, también pudo ser por el estado de madurez de las uvas utilizadas y condiciones de maceración para la elaboración del vino tinto, ya que es en esta fase donde los compuestos fenólicos van a difundir al vino y sólo una parte total de los fenoles de la uva son extraídos de la piel, semillas y pulpas de estas (Romero, 2008).

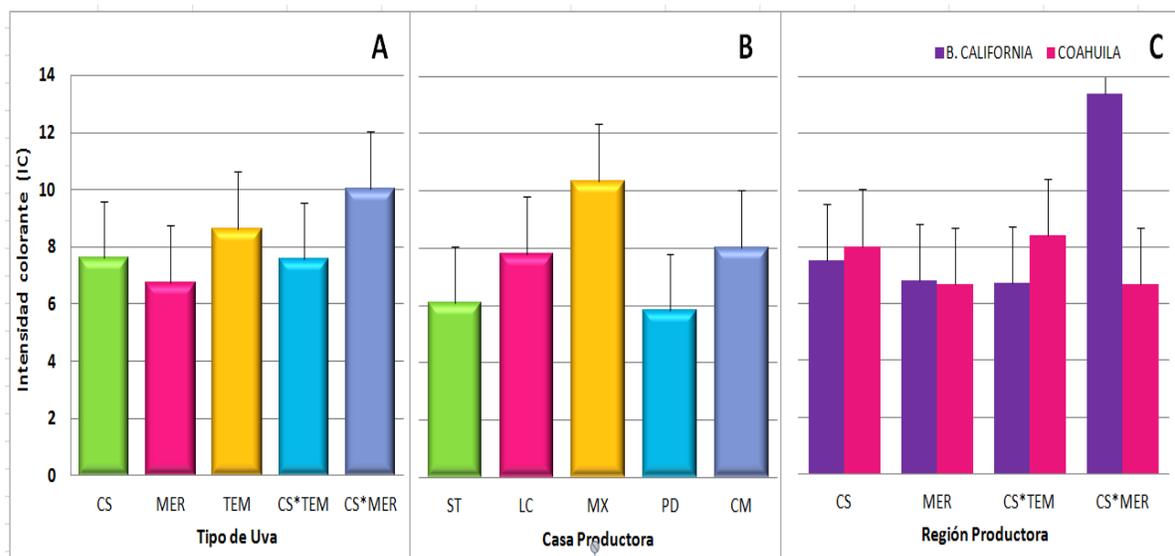


Figura 25. Evaluación de intensidad colorante A) vino tinto de diferentes tipos de uvas (Cabernet Sauvignon, Merlot, Tempranillo, Cabernet Sauvignon*Tempranillo, Cabernet Sauvignon*Merlot) B) vino Cabernet Sauvignon procedente de diferentes casas productoras (Santo Tomas, L. A. Cetto, Monte Xanic, Pedro Domecq, Casa Madero) C) vino Cabernet Sauvignon, Merlot, Cabernet Sauvignon*Tempranillo, Cabernet Sauvignon Merlot de diferente región productora (Baja California, Coahuila).



En la figura 25B se observa el efecto de la casa productora en la intensidad colorante de los vinos elaborados con uva Cabernet Sauvignon. El vino de casa Monte Xanic tuvo mayor intensidad colorante con un valor de 10, esto pudo ser a causa de su alto contenido de antocianos, casa Madero tuvo un valor de 8, y , una de las casas que presentó menor contenido fue Santo Tomas con un valor de 6.8, esto debido a que sus vinos presentaron un menor contenido de antocianos. .

Las pruebas estadísticas realizadas demostraron que la intensidad colorante de los vinos de las diferentes casas productoras presentaron diferencia significativa ($p \leq 0.05$), la región productora que presentó diferencia significativa fue Coahuila, la cual obtuvo menor contenido de intensidad colorante, esto pudo ser debido a que fue la región que tuvo menor contenido de antocianos,

En la figura 25C se observa el efecto de la región productora en el contenido de intensidad colorante en vinos tintos. El vino elaborado con la variedad Cabernet Sauvignon de región de Coahuila tuvo mayor intensidad colorante en comparación del vino de Baja California, el de la variedad Merlot producido en Baja California presentó mayor contenido en comparación del procesado en la región de Coahuila, mientras que el elaborado con la mezcla Cabernet Sauvignon*Tempranillo de la región de Baja California tuvo mayor contenido en comparación la región de Coahuila. Las pruebas estadísticas realizadas demostraron que los datos obtenidos por presentaron diferencia significativa ($p \leq 0.05$). Los vinos de Coahuila que mostro diferencia significativa, debido a que fue la que presentó menor contenido de intensidad colorante.

La intensidad de color en el vino es un parámetro de calidad importante debido a que el color debe ser estable en el envejecimiento del vino, el equilibrio se dará cuando se tenga la concentración balanceada de antocianos, donde todas las reacciones de polimerización sean igualmente probables. Un proceso de elaboración de vino controlado y una crianza controlada favorecerán las reacciones de combinación y por lo tanto la estabilización del color y disminución de la astringencia (Romero, 2008).

4.1.9. Tonalidad

En vinos con un pH elevado el color tenderá a ser menos vivo, más apagado, mientras que a pH más ácidos las tonalidades lo harán hacia otras más rojizas (Romero, 2008).



En la figura 26A se observa el efecto de la variedad de uva en la tonalidad en vinos tintos. El vino producido con Tempranillo tuvo una elevada tonalidad con un valor de 10.5, esto pudo ser a causa de su contenido elevado de antocianos, los cuales están relacionados con el color en los vinos. El vino de variedad Merlot mostró un valor de 9.8, el Cabernet Sauvignon tuvo un valor de 9.5, mientras que los elaborados con las mezclas Cabernet Sauvignon*Tempranillo presentaron una tonalidad con un valor de 11.7, esto debido a que la uva Tempranillo fue la variedad predominante en esta mezcla, además de su elevado contenido de antocianos., El vino producido con la mezcla Cabernet Sauvignon*Merlot presentó un contenido menor debido a que la uva Cabernet Sauvignon fue la variedad predominante en esta mezcla y la obtuvo menor contenido de antocianos. Las pruebas estadísticas mostraron que el vino producido con la mezcla de uvas Cabernet Sauvignon*Merlot presentaron diferencia significativa ($p \leq 0.05$) en comparación de los demás datos, debido a que este vino fue el que presentó los valores más bajos de tonalidad, esto pudo ser probablemente porque su menor contenido de antocianos, además de que la composición química del mosto utilizado pudo variar debido al contenido de estos compuestos en el hollejo.

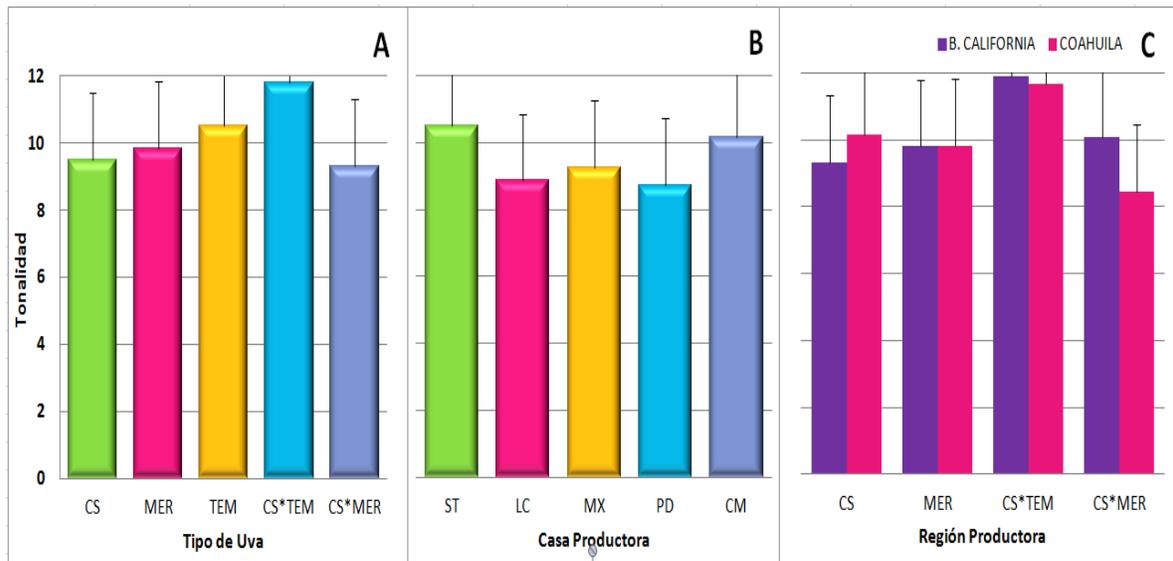


Figura 26. Evaluación de tonalidad A) vino tinto de diferentes tipos de uvas (Cabernet Sauvignon, Merlot, Tempranillo, Cabernet Sauvignon*Tempranillo, Cabernet Sauvignon*Merlot) B) vino Cabernet Sauvignon procedente de diferentes casas productoras (Santo Tomas, L. A. Cetto, Monte Xanic, Pedro Domecq, Casa Madero) C) vino Cabernet Sauvignon, Merlot, Cabernet Sauvignon*Tempranillo, Cabernet Sauvignon Merlot de diferente región productora (Baja California, Coahuila).

En la figura 26B se observa el efecto de la casa productora en la tonalidad en vinos elaborados con la variedad Cabernet Sauvignon. Los vinos de casa Santo Tomas presentaron el mayor valor de tonalidad con 10.5, esa casa no presentó contenido elevado de antocianos, por lo que la cantidad de color puede ser debido al contenido de taninos presente en el hollejo con el que fue producido el vino, los de Casa Madero tuvieron un valor de 10.1, y los de Pedro Domecq presentaron un menor contenido con un valor de 8.7, esta casa presentó alto contenido de antocianos, por lo que el bajo contenido de tonalidad pudo ser a causa de las condiciones utilizadas durante la fase de maceración, ya que en esta se lleva a cabo la extracción de compuestos fenólicos y antocianos, al tiempo de crianza y envejecimiento del vino, en los cuales se llevan a cabo reacciones de polimerización, las cuales son responsables del contenido de color en el vino (Romero, 2008). Las pruebas estadísticas mostraron que no hubo diferencia significativa ($p \leq 0.05$) entre las tonalidades de los vinos, debido a que los resultados se mantuvieron dentro del mismo rango.

En la figura 26C se observa el efecto de la región productora en la tonalidad en los vinos tintos. El vino elaborado con la variedad Cabernet Sauvignon producido en la región de Coahuila tuvo mayor tonalidad que el de la misma variedad de la región de Baja California:



los producidos con uva Merlot de las regiones de Baja California y Coahuila mostraron la misma tonalidad, el vino elaborado con mezclas Cabernet Sauvignon*Tempranillo y Cabernet Sauvignon*Merlot producidos en la región de Baja California presentaron mayor de tonalidad que los vinos procesado en la región de Coahuila. Las pruebas estadísticas mostraron que no hubo diferencia significativa ($p \leq 0.05$) entre la tonalidad de los vinos, debido a que estos se mantuvieron dentro del mismo rango.

4.1.10. Fenoles Totales

Los compuestos fenólicos presentes en los vinos están directamente relacionados con su calidad ya que contribuyen a las características organolépticas, como color, astringencia y amargor; además por su capacidad de captura de radicales libres, tienen un papel importante en el control de la oxidación en el organismo humano (Moreno et al., 2006).

En la figura 27A se muestra el efecto del tipo de uva en el contenido de compuestos fenólicos totales en el vino tinto. El vino de la variedad Tempranillo presentó un valor de 6040.82 mg/L de ácido gálico, seguido de Merlot con 3358.25 mg/L de ácido gálico, Cabernet Sauvignon obtuvo menor valor con 3218.71 mg/L de ácido gálico. El vino procesado con las mezclas Cabernet Sauvignon*Tempranillo mostró mayor contenido con 6748.31 mg/L de ácido gálico, siendo Tempranillo la uva predominante en esta mezcla ya que fue la variedad que evaluada individualmente presentó mayor contenido de compuestos fenólicos.

Las pruebas estadísticas mostraron que hubo diferencia significativa ($p \leq 0.05$) entre los datos, los tipos de uva Merlot, Cabernet Sauvignon, Cabernet Sauvignon*Merlot, mostraron diferencias significativas comparados con Tempranillo y la mezcla Cabernet Sauvignon*Tempranillo, este comportamiento es debido a que la mezcla Cabernet Sauvignon*Tempranillo y la uva Tempranillo presentaron mayor contenido de compuestos fenólicos y las variedades Merlot y Cabernet Sauvignon tuvieron bajo contenido de estos, esto puede ser a causa de la extracción de polifenoles presentes en la uva, la cantidad obtenida de la extracción varía en función del cultivo, de la cosecha, de las condiciones climáticas de la región, y de los procesos de vinificación (Aleixandre, 1997).



Los resultados de los compuestos fenólicos obtenidos de los vinos tintos mexicanos estudiados presentaron valores en un rango de 2218 hasta 6748 mg/L, los valores mundiales de los polifenoles totales para vinos tintos están reportados en un rango de 1000 a 4000 mg/L equivalentes en ácido gálico (Camussoni y Carnevalli, 2004). Los vinos tintos mexicanos estudiados presentaron concentraciones elevadas de compuestos fenólicos en comparación de vinos de otros países y se encuentran dentro del rango reportado mundialmente. En un trabajo donde se estudian diversos vinos se encontró reportado que la concentración total de compuestos fenólicos en el vino varía entre 1.80 y 4.06 g/L equivalentes en ácido gálico, con un promedio no mayor de 2.7 g/L en vinos tintos (Leighton, 2001). En vinos argentinos se encontraron valores en un rango de 85.33 a 180.33 mg/L de ácido gálico (Avalos, 2003). En vinos chilenos producidos con uva Cabernet Sauvignon y Merlot reportaron un contenido de 13 a 49 mg/L, se encontró que los vinos elaborados con uva Cabernet Sauvignon presentaron mayor contenido de flavonoles que los vinos producidos con uva Merlot (Ciudad, 2002). En vinos tintos uruguayos producidos con uva Merlot y Cabernet Sauvignon reportaron para Cabernet Sauvignon un promedio de 1360.86 mg/L, para Merlot un promedio de 1375.22 mg/L (Echeverry *et al.*, 2002). En vinos italianos elaborados con diversos tipos de uva en los que destacan Merlot y Cabernet Sauvignon con valores de 3.36 g/L y 2.72 g/L equivalentes en ácido gálico, respectivamente, (Majo y La Guardia, 2008). En un trabajo donde se estudiaron vinos italianos elaborados con diversos tipos de uva entre las que destacan Cabernet sauvignon se encontró reportado un rango de 1990 mg/L equivalentes en ácido gálico de compuestos fenólicos totales (Versari y Parpinello, 2010).

En la figura 27B se observa el efecto de la casa vinícola en el contenido de compuestos fenólicos totales en el vino tinto producidos con uva Cabernet Sauvignon. El vino de la casa Monte Xanic presentó un valor de 4517.75 mg/L de ácido gálico, seguida de los de Pedro Domecq y Santo Tomás con 3208.67 y 2645.73 mg/L.

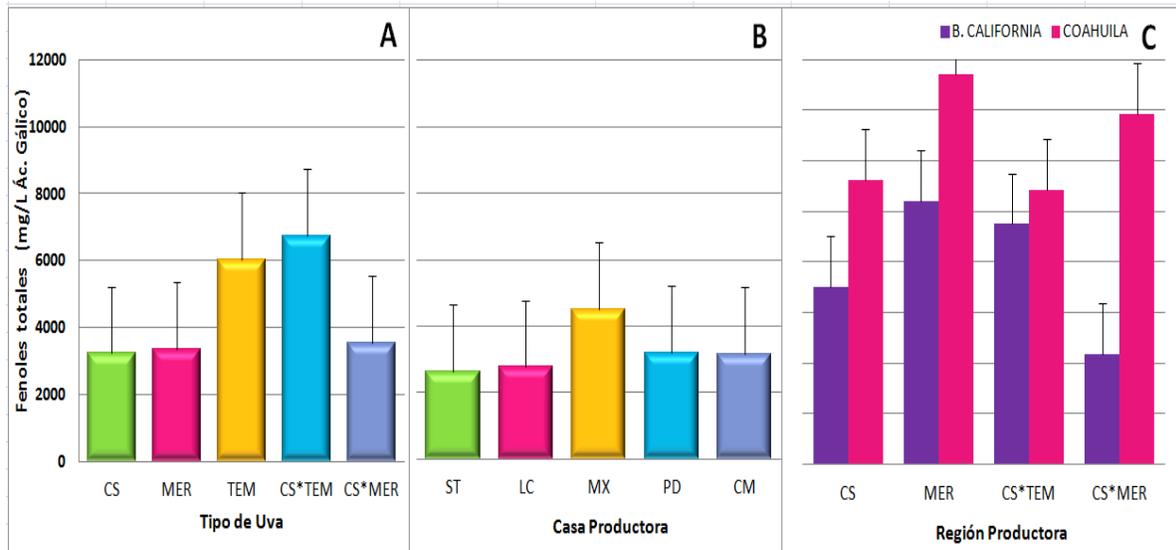


Figura 27. Evaluación de fenoles totales A) vino tinto de diferentes tipos de uvas (Cabernet Sauvignon, Merlot, Tempranillo, Cabernet Sauvignon*Tempranillo, Cabernet Sauvignon*Merlot) B) vino Cabernet Sauvignon procedente de diferentes casas productoras (Santo Tomas, L. A. Cetto, Monte Xanic, Pedro Domecq, Casa Madero) C) vino Cabernet Sauvignon, Merlot, Cabernet Sauvignon*Tempranillo, Cabernet Sauvignon Merlot de diferente región productora (Baja California, Coahuila).

Las pruebas estadísticas mostraron que hubo diferencia significativa ($p \leq 0.05$) entre los fenoles totales de los vinos procedentes de las diferentes casas productoras; Los vinos de Monte Xanic, tuvieron mayor contenido de compuestos fenólicos totales, esto puede ser debido a la cantidad de compuestos fenólicos que fueron extraídos durante los procesos de vinificación, la extracción está influenciada por muchos factores, tales como temperatura, tiempo de contacto con la piel de la uva, tipo de envase usado en el proceso de fermentación, concentración de etanol, cepa de levadura, pH y enzimas pectolíticas, los cuales determinan el contenido final de compuestos fenólicos totales en el vino.

En la figura 27C se observa el efecto de la región productora en el contenido de compuestos fenólicos en el vino tinto. Los vinos producidos en la región de Coahuila presentaron menor contenido que los procesados en la región de Baja California, esto puede ser a causa de las condiciones climáticas que presenta el estado de Baja California, pues favorecen la crianza y estado de madurez óptimo para la uva, ya que estas influyen directamente sobre el contenido total del vino, si la uva contiene compuestos fenólicos elevados, el vino que sea procesado con esta uva será un vino con contenidos fenólicos de altas concentraciones.



Las pruebas estadísticas mostraron que hubo diferencia significativa ($p \leq 0.05$) entre los resultados obtenidos, la región productora siendo Baja California la que tuvo mayor contenido de compuestos fenólicos totales.

4.1.11. Capacidad Antioxidante

Un antioxidante es definido como aquella sustancia natural o artificial capaz de prevenir la oxidación mediada por radicales libres (RL). Los RL poseen uno o más electrones desapareados y son capaces de existir independientemente, son altamente reactivos y generan daños oxidativos sobre componentes celulares y extracelulares, comprometiendo así la función normal de los tejidos. Un adecuado equilibrio entre la producción de RL y las defensas antioxidantes parece estar relacionado con un estado de buena salud (Echeverry, et al., 2002).

El TEAC (actividad antioxidante equivalente en trolox) se define como la concentración de una solución de Trolox con un potencial antioxidante, equivalente a una concentración de 1 Mm del compuesto fenólico a estudiar. Este método mide la concentración de una solución de Trolox con un potencial antioxidante equivalente a una concentración estándar del compuesto estudiado, refleja la habilidad de los compuestos antioxidantes capaces de donar hidrogeno, para secuestrar los cationes de los radicales **ABTS** (2-2 azindi-3-etilbencenotiazolin-6-sulfonat), **DPPH** (2,2 difenil-1-picirilhidrazil) y **DMPD** (N,N-dimetil-p-fenilendiamina) (Martínez y Periago, 2000).

En la figura 28A se observa el efecto de la variedad de uva en la capacidad antioxidante de vinos tintos. El vino de uva Cabernet Sauvignon presentó mayor actividad con un valor de 93.58 mg/mL para secuestrar el radical DMPD a 505 nm, El vino Tempranillo mostró un valor de 86.68 mg/mL para secuestrar el radical DMPD; mientras que el vino Merlot tuvo menor actividad con un valor de 82 mg/mL para secuestrar el radical DMPD. En el caso de los vinos producidos con las mezclas Cabernet Sauvignon*Tempranillo tuvo 98.29 mg/mL de actividad antioxidante para secuestrar el radical DMPD, y el elaborado con Cabernet Sauvignon*Merlot presentó 109.43 mg/mL para secuestrar el radical DMPD. Las pruebas estadísticas realizadas demostraron que la mezcla Cabernet Sauvignon*Merlot tuvo diferencia significativa ($p \geq 0.05$) debido a que fue la que mostró mayor actividad antioxidante, esto pudo ser debido a que la variedad Merlot tuvo mayor contenido de



compuestos fenólicos totales, la cual pudo estar influyendo en mayor cantidad en esta mezcla, dando como resultado mayor contenido de éstos y por lo tanto generando mayor actividad antioxidante.

En la bibliografía se encontraron diversos estudios de capacidad antioxidante, en vinos peruanos producidos con uva Malbec se determinó capacidad antioxidante por medio del radical DPPH, en el cual se obtuvo como resultado que se necesitaron 42.27 mg/ml de vino para secuestrar el 50% del radical..En vinos argentinos se aplicó el método ABTS para evaluar la capacidad antioxidante en fase acuosa, el vino Cabernet Sauvignon presentó la más alta capacidad antioxidante, seguido del vino Malbec, los vinos tintos demostraron un 70-90% en la prevención de la oxidación de grupos SH (fase acuosa), siendo igualmente efectivos en la prevención del daño oxidativo en medio lipídico, en este trabajo se encontró una correlación significativa entre el contenido de compuestos fenólicos y catequina con la capacidad antioxidante de los vinos tintos estudiados (Fernández, *et al.*, 2007).

En vinos argentinos se realizó la determinación de actividad antioxidante mediante el radical DPPH donde los valores de actividad antioxidante se encuentran reportados en un rango de 38.4 a 77.8 mg de ácido gálico equivalentes/100mL de vino (Avalos, 2003). En vinos tintos italianos producidos con diferentes tipos de uva entre los que destacan Cabernet Sauvignon y Merlot se realizó la determinación de actividad antioxidante por el método de la oxidación del radical AAPH (2-2-azo-bis (2-aminopropane -dihydrochloride), el cual reportó que el vino Cabernet-Sauvignon presentó (5.54 ± 0.50 mmol/L TRE) y el vino Merlot un valor de 2.90 ± 0.08 mmol/L TRE, (Majo y La Guardia, 2008). Los vinos tintos mexicanos presentaron mayor actividad antioxidante que los diferentes vinos tintos estudiados de diversos países, esto pudo ser debido al método utilizado para determinar la capacidad antioxidante, a la composición de compuestos fenólicos contenida en el mosto con el que fueron elaborados los vinos, aunque esta no sólo está influenciada por la variedad de uva, sino también por el proceso de elaboración y el envejecimiento del mismo.

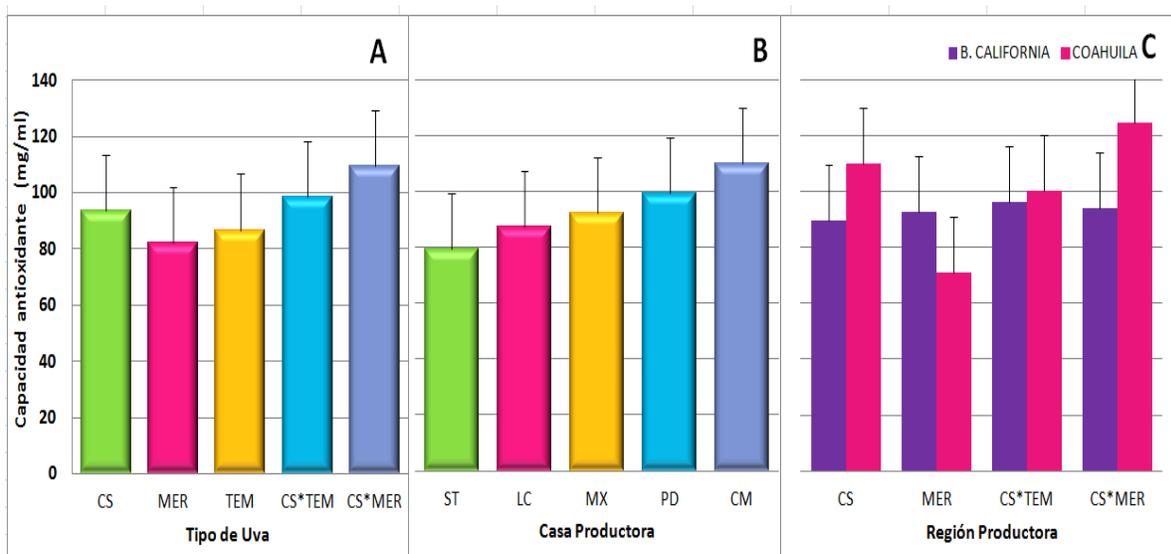


Figura 28. Evaluación de capacidad antioxidante A) vino tinto de diferentes tipos de uvas (Cabernet Sauvignon, Merlot, Tempranillo, Cabernet Sauvignon*Tempranillo, Cabernet Sauvignon*Merlot) B) vino Cabernet Sauvignon procedente de diferentes casas productoras (Santo Tomas, L. A. Cetto, Monte Xanic, Pedro Domecq, Casa Madero) C) vino Cabernet Sauvignon, Merlot, Cabernet Sauvignon*Tempranillo, Cabernet Sauvignon Merlot de diferente región productora (Baja California, Coahuila).

En la figura 28B se observa el efecto de la casa productora sobre la capacidad antioxidante de vinos tintos elaborados con uva Cabernet Sauvignon. El vino de Casa Madero presentó valor de 109.96 mg/mL para secuestrar el radical DMPD, seguido de la casa Pedro Domecq y Santo Tomás con un valor de 99.37 y 79.18 mg/mL. Las pruebas estadísticas realizadas demostraron que hubo diferencia significativa entre los datos obtenidos ($p \geq 0.05$) ya que el vino de la casa Santo Tomas presentó menor actividad antioxidante, esto pudo ser a causa de que fue una de las casas que presentó menor contenido de compuestos fenólicos totales, lo cual pudo ser por las condiciones utilizadas durante la fase de maceración, en la cual se lleva a cabo la extracción de compuestos fenólicos, los cuales están directamente relacionados con la actividad antioxidante, ya que entre mayor sea el contenido de compuestos fenólicos, mayor actividad antioxidante.

En la figura 28C se observa el efecto de la región productora en la capacidad antioxidante de los vinos, los producidos en Coahuila presentaron mayor actividad antioxidante para secuestrar el radical DMPD que los vinos elaborados en la región de Baja California. Las pruebas estadísticas realizadas demostraron que hubo diferencia significativa entre los datos obtenidos ($p \geq 0.05$). La capacidad antioxidante no está dada sólo por la suma de las capacidades antioxidantes de cada uno de los componentes, sino del microambiente y de



la interacción de los compuestos entre sí, pudiéndose producir efectos sinérgicos e inhibitorios. La actividad antioxidante total de los vinos está directamente relacionada con la cantidad total de compuestos fenólicos, ya que estos contienen antioxidantes los cuales determinan la calidad final del vino.

4.1.12. Compuestos fenólicos por HPLC

Los compuestos fenólicos constituyen un amplio grupo de sustancias químicas considerados metabolitos secundarios de las plantas, con diferentes estructuras químicas y actividad, englobando más de 8,000 compuestos distintos. Los compuestos fenólicos están relacionados con la calidad sensorial de los alimentos (Martínez y Periago, 2000).

En los cuadros 18 y 19 se muestran las ecuaciones para cada compuesto fenólico y su coeficiente de correlación obtenido de la determinación de las pruebas para establecer la linealidad del método cromatográfico.

Cuadro 18. Área vs Concentración

COMPONENTE	ECUACIÓN	R	r ²
Ácido Gálico	Áreas= -794.973+1.1726E7*Concentración	0.9982	0.9965
Ácido Cafeico	Áreas= -9361.9+4.6823E7*Concentración	0.9989	0.9979
Catequina	Áreas= -13479.4+6.2436E6*Concentración	0.8767	0.7686
Rutina	Áreas= -6600.25+8.1188E6*Concentración	0.9941	0.9883

Cuadro 19. Altura vs Concentración

COMPONENTE	ECUACIÓN	R	r ²
Ácido Gálico	Altura= -74.9096+573181*Concentración	0.9983	0.9966
Ácido Cafeico	Altura= -1277.99+6.0815E6*Concentración	0.9989	0.9979
Catequina	Altura= -31.7214+1.2456E6*Concentración	0.9994	0.9988
Rutina	Altura= -329.748+396244*Concentración	0.9994	0.9988

Debido a que es más común, se pretendía usar las áreas para la cuantificación de los cuatro fenoles estudiados, sin embargo en los resultados de Catequina se observó que por áreas el coeficiente de correlación (r) fue más aproximado a la unidad en alturas, por lo



que sólo en el caso de este fenol se empleó para la cuantificación la ecuación obtenida por alturas.

En el cuadro 20 se muestra el contenido de fenoles de cada uno de los vinos evaluados por cromatografía líquida de alta eficacia.

Cuadro 20. Contenido de fenoles en vinos tintos estudiados

COMPONENTE POR VINO					
CÓDIGO DEL VINO	Ácido Gálico (mg/L)	Catequina (mg/L)	Ácido Cafeico (mg/L)	Rutina (mg/L)	Total (mg/L)
CM-CS-C-2008	14.7701	55.2030	8.8841	33.6770	112.5342
PD-CS-BC-2008	13.3048	38.9614	16.5964	47.5618	116.4244
ST-CS-BC-2007	7.0006	4.3910	10.7119	76.0693	98.1728
LC-CS-BC-2008	9.8010	6.6644	5.8586	9.1681	31.4921
MX-CS-BC-2007	6.7428	6.7543	8.8549	11.7931	34.1451
CM-MER-C-2008	9.5943	62.1453	10.7216	71.6746	154.1358
ST-MER-BC-08	6.1070	32.3209	7.7412	57.9140	104.0831
ST-TEM-BC-2007	6.9215	16.2013	13.3728	73.4039	109.8995
CM-CS*MER-C-2009	8.5990	70.8473	7.3354	51.7525	138.5342
MX-CS*MER-BC-2007	10.5862	2.1239	12.8065	18.2935	43.8101
CM-CS*TEM-C-2007	10.8925	42.6284	8.2815	46.7035	108.5059
ST-CS*TEM-BC-2007	7.6167	8.3598	10.7397	68.2229	94.9391
PROMEDIO	9.3280	28.8834	10.1587	47.1861	95.5563

En el cuadro anterior se observa que el vino elaborado con la uva Merlot, procedente de la casa vinícola Casa Madero de la región de Coahuila (**CM-MER-C-2008**) presentó mayor contenido de los cuatro compuestos fenólicos identificados por HPLC (ácido gálico, catequina, ácido cafeico y rutina), este vino tuvo un contenido de 154.13 mg/L, seguido del vino de las mezclas Cabernet Sauvignon*Merlot de Casa Madero (**CM-CS*MER-C-2009**) de Coahuila, con un valor de 138.53 mg/L, seguido del de la variedad Cabernet Sauvignon de Pedro Domecq (**PD-CS-BC-2008**), con un valor de 116.42 mg/L. Los vinos de menor contenido de compuestos fenólicos estudiados fueron los procedentes de Baja California como el de la variedad Cabernet Sauvignon de Monte Xanic (**MX-CS-BC-2007**) con un valor de 34.14 mg/L, el vino de la variedad Cabernet Sauvignon de L. A. Cetto (**LC-CS-BC-2008**) con un valor de 31.49 mg/L.

El vino elaborado con uva Tempranillo tuvo mayor contenido en rutina y menor contenido en ácido gálico, los de la variedad Merlot mostraron mayor contenido en rutina y catequina, los de Cabernet Sauvignon fueron más ricos en rutina, siguiendo esta tendencia los vinos a base de Merlot, sin embargo la mayor diferencia observada fue por casa vitivinícola. Los vinos procesados con la mezcla de Cabernet Sauvignon*Tempranillo presentaron mayor



contenido en rutina, las mezclas de uvas Cabernet Sauvignon*Merlot tendieron a ser más ricos en rutina y catequina. Los de Santo Tomás tuvieron el más alto contenido de rutina, teniendo el resto de los fenoles en cantidades muy bajas, los vinos de Monte Xanic mostraron el mayor contenido en rutina y ácido cafeico, que en ácido gálico y catequina, los vinos de Pedro Domecq mostraron mayor contenido en rutina y catequina, los de casa L. A. Cetto presentaron el menor contenido en los compuestos fenólicos estudiados. Los de la Casa Madero procedentes de Parras Coahuila, registraron un alto contenido en catequina y rutina, siendo de los más altos en la sumatoria de los cuatro fenoles estudiados.

Los vinos procedentes de la región de Coahuila tienden a ser más ricos en rutina y catequina, mientras que los de Baja California son más ricos únicamente en rutina.

El compuesto fenólico encontrado en mayor concentración en la mayoría de los vinos estudiados fue la rutina, contrario a lo reportado bibliográficamente para otros vinos tintos de diferentes países, donde el ácido gálico, catequina o ácido cafeico fueron los mayoritarios (Malovaná *et al.*, 2001).

La sumatoria de los fenoles estudiados se observan en el cuadro 20 y en la figura 29A, se muestra la clasificación de estos resultados por tipo de uva, en la figura 29 B por casa vinícola y en la 29 C por región, obteniéndose que los vinos procesados con la variedad Merlot mostraron mayor contenido de compuestos fenólicos con un valor promedio de 129.10 mg/L, seguida de los Tempranillo y Cabernet Sauvignon con 109.89 mg/L, y 78.55 mg/L, respectivamente. Los vinos de ña casa vinícola que presentó mayor contenido de compuestos fenólicos fue Casa Madero, seguida de Pedro Domecq y Santo Tomas, mientras que los de menor contenido fueron los de casa L. A. Cetto. La región productora que presentó mayor contenido de fenoles en sus vinos fue la región Coahuila, esto debido a las condiciones climáticas que presenta el estado condiciones de crianza utilizadas en el viñedo y estado de madurez de la uva utilizada.

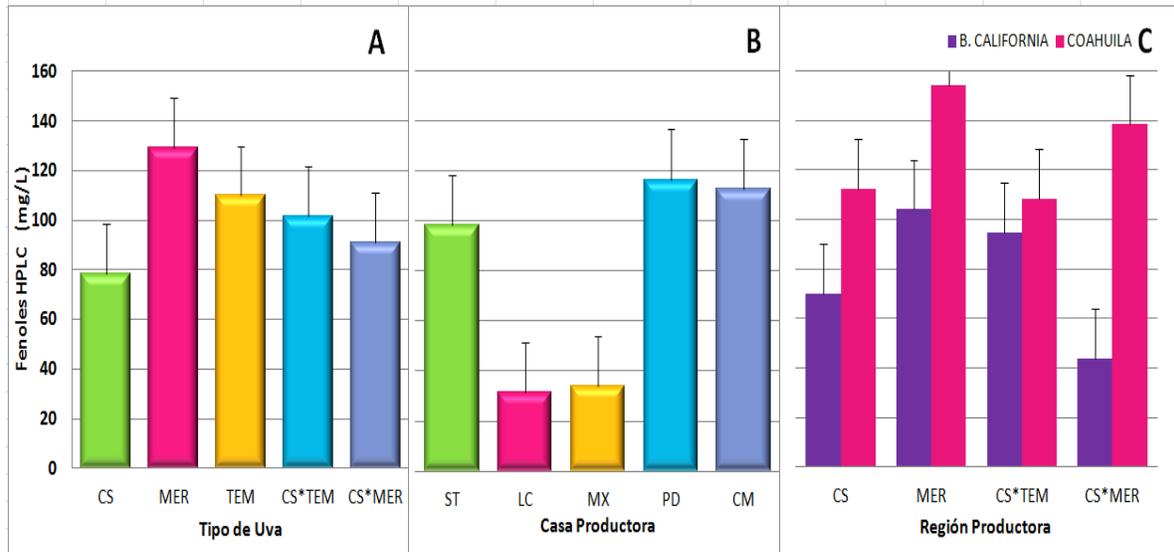


Figura 29. Compuestos fenólicos en vino tinto de diferentes A) vino tinto de diferentes tipos de uvas (Cabernet Sauvignon, Merlot, Tempranillo, Cabernet Sauvignon*Tempranillo, Cabernet Sauvignon*Merlot) B) vino Cabernet Sauvignon procedente de diferentes casas productoras (Santo Tomas, L. A. Cetto, Monte Xanic, Pedro Domecq, Casa Madero) C) vino Cabernet Sauvignon, Merlot, Cabernet Sauvignon*Tempranillo, Cabernet Sauvignon Merlot de diferente región productora (Baja California, Coahuila).

Castellari et al. (2002) reportan que el ácido gálico predomina en vinos italianos al evaluar su contenido por HPLC, con valores de 39 a 61 mg/L, la catequina con 23 a 40 mg/L, rutina con 3.6 a 10 mg/L, siendo el último el ácido caféico con 2.2 mg/L como mínimo y un máximo de 8.7 mg/L, caso contrario a lo presentado en este trabajo cuyo fenol encontrado en mayor proporción con un promedio de 47.18 mg/L es la rutina.

En el trabajo de Casares (2010) donde analiza fenoles en vinos se reporta que la rutina inhibe las plaquetas de agregación, así como disminución de la permeabilidad capilar, haciendo que el diluyente de la sangre y la circulación mejora, así como también refuerza los capilares, por tanto, puede reducir los síntomas de la hemofilia, también puede reducir la citotoxicidad de oxidado colesterol LDL y disminuir el riesgo de enfermedades del corazón, además de que hay alguna evidencia de que la rutina se puede utilizar para tratar las hemorroides y várices.

Según La Torre y Saitta (2005) en su estudio con vinos Italianos cuantifican por HPLC empleando un detector de arreglo de diodos; sin embargo al detector le fue acoplado un detector MS el cual excluye la posibilidad de interferencia de otros compuestos, los resultados de los vinos con uvas Merlot presentaron mayor cantidad el ácido gálico con un promedio de 84 mg/L, seguido de la catequina cuyos valores van desde 14.24 hasta 78.67



mg/L, La rutina va de 4.78 a 29.28 mg/L, resultando el de menor contenido el ácido cafeico, con valores entre 2.64 a 8.61 mg/L, nuevamente se aprecia que el ácido gálico es el que se presenta en mayor contenido en estos vinos italianos mientras que en los mexicanos a base de Merlot en este trabajo también son más ricos en rutina, seguidos de catequina, ácido cafeico y ácido gálico, sin embargo los italianos reportan un rango muy amplio de contenido de Catequina y son similares a los mexicanos que son de 32.32 mg/L para el de Baja California y 62.14 mg/L para el de Coahuila, los resultados se ven influenciados por el país productor ya que el tipo de uva es el mismo. Malovaná et al. (2001) presentan su estudio en vinos tintos procedentes de las Islas Canarias, en el cuantifica por HPLC compuestos fenólicos utilizando la extracción en fase sólida, no cuantifica rutina, sin embargo los valores del ácido gálico van de 5.16 a 28.33 mg/L, la catequina se encuentra en mayor proporción con valores de 74.98 a 85.01 mg/L, el ácido cafeico presenta valores bajos de 3.04 a 6.24 mg/L. A diferencia de los estudios antes mencionados los vinos estudiados en este trabajo son más ricos en cuanto al contenido de catequina y no en ácido gálico como es la tendencia y se encontró reportado en la bibliografía.

En la figura 30 se puede observar que el vino de uva Merlot de Coahuila fue el más rico en los fenoles estudiados, siendo el más abundante Rutina, seguido del contenido de Catequina. Cuyo valor es también alto respecto de los otros dos que son ácido gálico y cafeico.

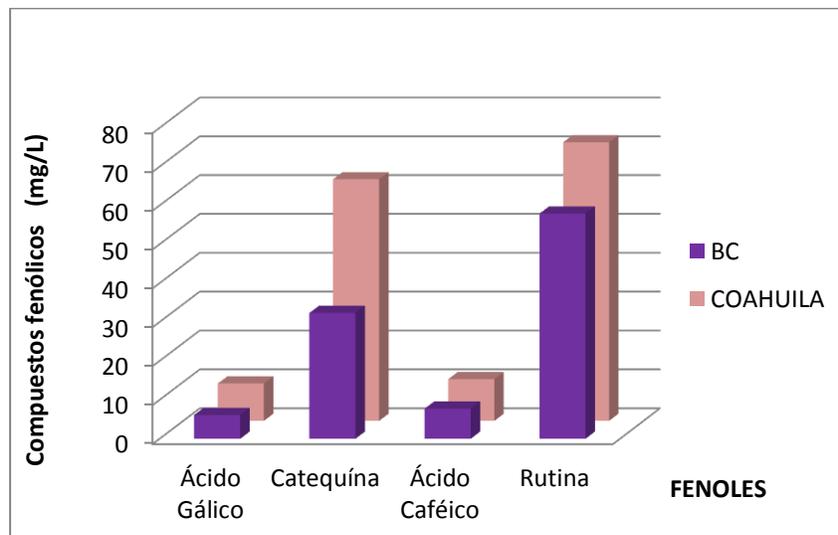


Figura 30. Fenoles identificados en vinos de variedad Merlot



En figura 31 se observa que los vinos varietales procesados con mezclas uvas Cabernet Sauvignon con Merlot procedentes de la región de Coahuila presentan mayor contenido de Catequina y Rutina, siendo la Catequina el compuesto fenólico presente en mayor cantidad, se observa que los vinos procedentes de la región de Baja California presentan mayor contenido de Ácido Gálico y Ácido Caféico.

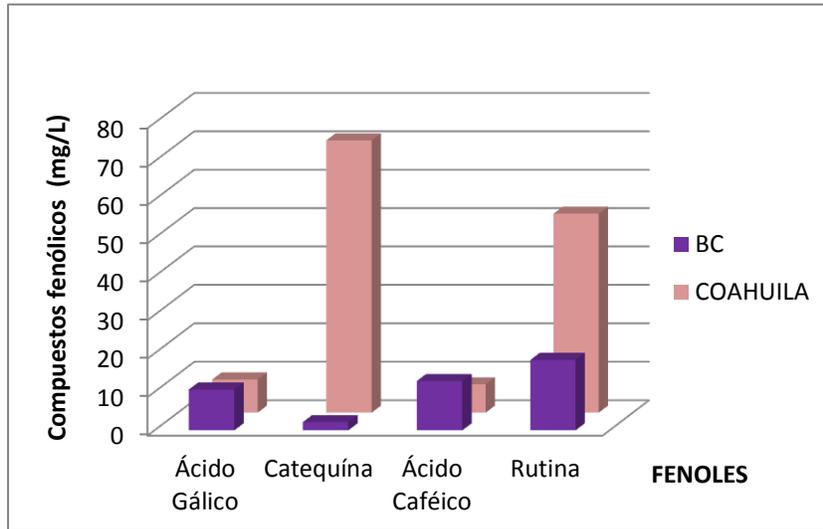


Figura 31. Fenoles identificados en vinos de uvas Cabernet S.*Merlot

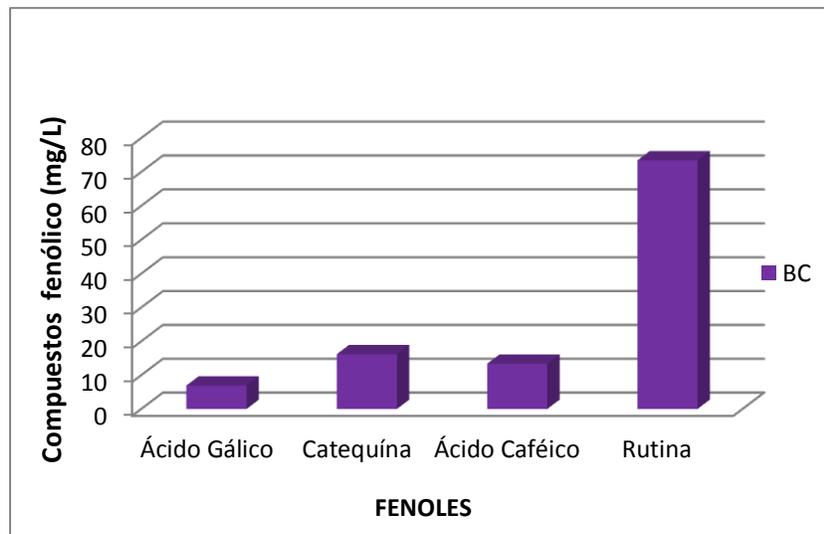


Figura 32. Fenoles identificados en vinos de uva Tempranillo

En la figura 32 se muestran los resultados de los vinos producidos con la variedad Tempranillo procedente de Baja California de la casa de Santo Tomás ya que del estado de Coahuila no se contaba con vinos de esta variedad, se observa que el compuesto



fenólico que se encuentra en mayor proporción presente es la rutina al igual que en los vinos de de la mezcla Cabernet Sauvignon*Tempranillo como se puede apreciar en la figura 33.

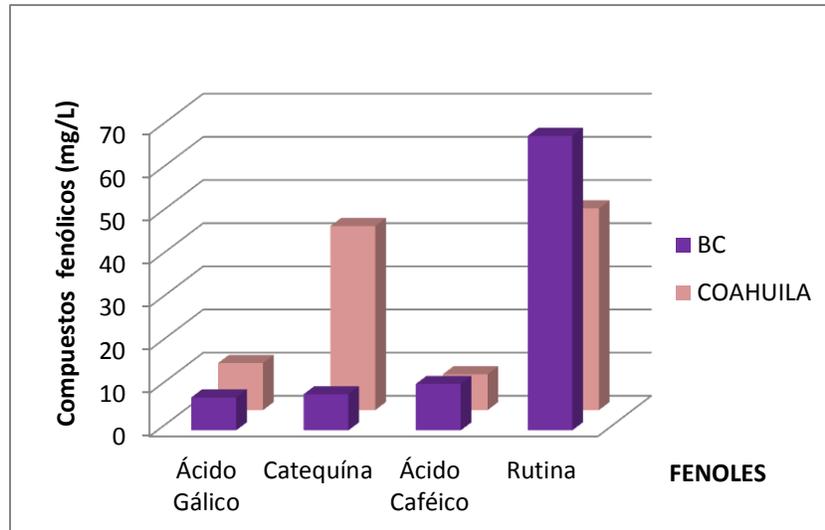


Figura 33. Fenoles identificados en vinos de uvas Cabernet S.*Tempranillo

En la figura 34 se presentan los contenidos de los 4 fenoles contenidos en los vino a base de Cabernet Sauvignon de las 5 casas productoras estudiadas, las 4 primeras procedentes de Baja California y Casa Madero de Coahuila, se aprecia que el contenidos de fenoles es muy variable y no presenta tendencia, sin embargo el vino de Casa Madero y el de Pedro Domecq son los que tienen un valor más alto en fenoles.

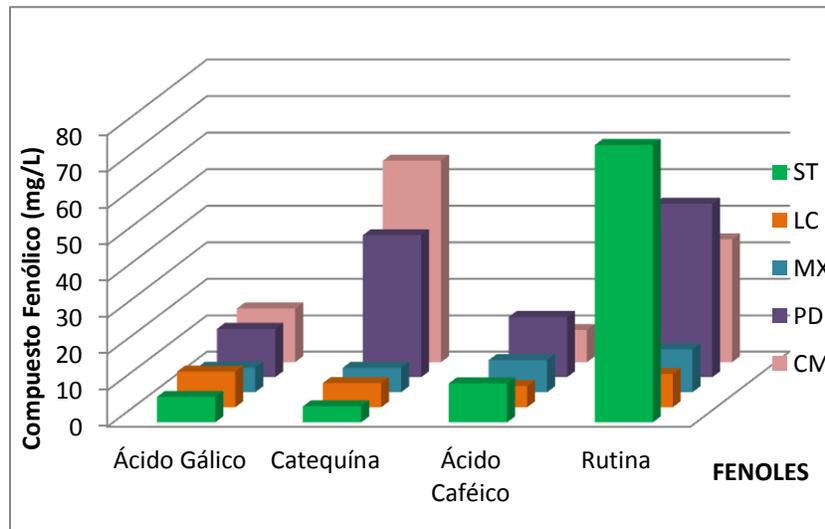


Figura 34. Fenoles identificados en vinos de uva Cabernet Sauvignon



Bibliográficamente se encontraron reportados vinos procesados con uva Cabernet Sauvignon donde se observa la misma tendencia en el contenido de estos fenoles, el ácido gálico con valores de 39.07 a 106.66 mg/L encabeza la lista, siguiéndole la catequina que se encuentra 5.45 a 99.0 mg/L, la rutina se encuentra en 5.06 a 29.75 mg/L y el ácido caféico de 4.26 a 19.65 mg/L. La Torre y Saitta establecen que los vinos de uva Merlot son más ricos en compuestos fenólicos que los Cabernet Sauvignon (La Torre y Saitta 2005).

López Vélez y Minussi estudiaron la relación entre el potencial antioxidante total de vinos comerciales y el contenido en compuestos polifenólicos, siendo el Ácido Gálico, la catequina y la epicatequina los compuestos fenólicos más abundantes (Sánchez, 2007).

En un estudio donde se evaluaron diversos vinos tintos españoles, en los cuales se determinaron los compuestos fenólicos por HPLC se obtuvo como resultado que los vinos presentaron un contenido de 169.1 mg/L de ácido gálico, 289.1 mg/L de catequina, 179.2 mg/L de ácido caféico (Moreno, 2006).

Los valores mundiales para el contenido de catequina están en un rango de 16-600 mg/L Camussoni y Carnevalli (2004). La rutina emplea una línea defensiva frente al daño celular provocado por la oxidación de las LDL: inhibición de las lipoproteínas y el bloqueo directo a nivel celular de la toxicidad de LDL oxidadas (Fernández, 2007).

4.2. Relación de capacidad antioxidante y compuestos fenólicos

En distintos trabajos se ha estudiado la relación del contenido de fenoles totales con la capacidad antioxidante de los mismos, Ávalos *et al.* (2003) en vinos argentinos muestra un comportamiento lineal entre estos factores, sin embargo en el caso de los vinos mexicanos los resultados obtenidos no presentan una tendencia tan similar.

Se realizó una gráfica para determinar si en los vinos mexicanos analizados en este estudio había una relación similar con la capacidad antioxidante y el contenido de fenoles totales, la tendencia no fue la misma, los fenoles totales en este trabajo al igual que en trabajo de Ávalos *et al.* (2003) y la capacidad antioxidante la midieron con el radical DPPH, a diferencia de este en el que se realizó por el radical DMPD.



A pesar de que los valores de fenoles totales en los vinos mexicanos estudiados se encuentra en los rangos establecidos por varios autores, el Índice de Folin-Ciocalteu a pesar de estar expresado en ácido gálico, no solo cuantifica y reacciona sólo con compuestos fenólicos sino que también interacciona con sustancias reductoras, como los azúcares presentes en los vinos.

Aunado a que el reactivo de Folin-Ciocalteu pudo haber reaccionado con algo más que los fenoles, esta técnica se realizaba un día después del descorchado de las botellas de vino, como es bien sabido, los fenoles son sensibles a la temperatura, luz entre otros factores y se pudieron ver afectados con esta práctica.

También se intentaron graficar los resultados de capacidad antioxidante con la sumatoria de los fenoles cuantificados por HPLC, sin obtener los resultados esperados, esto es atribuido a que el ácido gálico en trabajos como el de Ávalos *et al.* (2003) es el principal responsable de la capacidad antioxidante, sin embargo en los vinos estudiados en este trabajo fue el más bajo en promedio de los cuatro fenoles identificados y cuantificados.

A continuación se presenta la figura 35 los resultados de capacidad antioxidante contra los resultados del contenido de ácido gálico cuantificado por HPLC, estos datos fueron tomados de los 5 vinos a base de Cabernet Sauvignon.

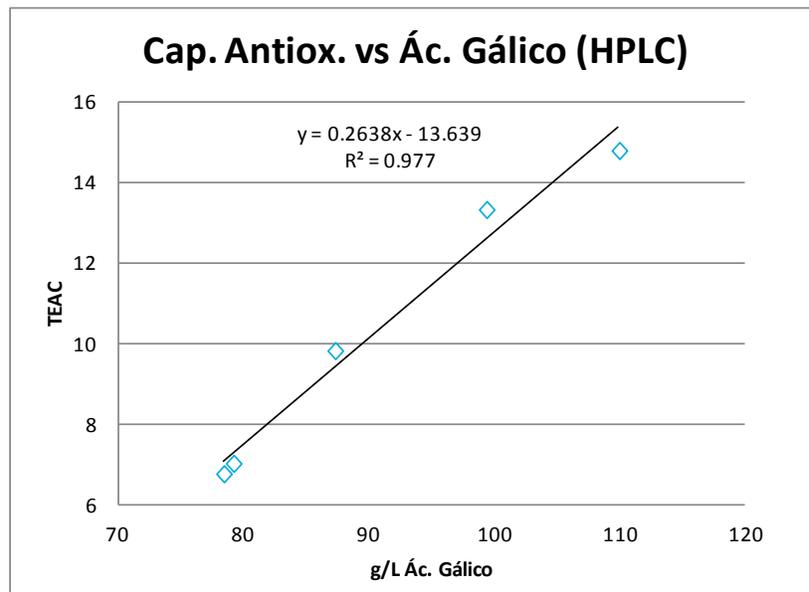


Figura 35. Capacidad antioxidante vs ácido gálico (HPLC)



En la gráfica anterior se aprecian los resultados de los cinco vinos a base de Cabernet Sauvignon, ya que con los datos completos de los 12 vinos no fue posible observar tendencia alguna, con estos datos que se presentan en esta grafica si fue posible observar una tendencia lineal lo cual significa que existe una relación directamente proporcional entre el contenido de ácido gálico y capacidad antioxidante.

Fernández et al. (2006) en su estudio de métodos de evaluación de la actividad antioxidante in vitro del vino y valoración de sus efectos in vivo, dan cuenta de la relación lineal existente entre la capacidad antioxidante y el contenido total de fenoles por el índice de Folin-Ciocalteu, sin embargo como es mencionado anteriormente, en la cuantificación de dicho índice no solo reaccionan compuestos como los fenoles sino también los azúcares reductores que son elevados en los vinos estudiados en este trabajo y lo cual puede ser la influencia al hecho de que no haya una relación lineal entre todos los vinos.

4.3. Análisis Sensorial

Se define como un método científico usado para evocar, medir, analizar e interpretar las respuestas a estímulos percibidos por los sentidos de la vista, gusto, tacto, olfato y oído. Detectar, discriminar y cuantificar las características de un producto tales como gusto, olor, astringencia, irritación o el sabor. Una de las principales contribuciones de la evaluación sensorial al área de los alimentos es la correlación de los atributos de los productos con el nivel de calidad de éstos y su influencia en la aceptación-preferencia del consumidor (Goldner, 2008).

El vino contiene ácidos no volátiles, azúcares, sales, sustancias fenólicas, sustancias volátiles, aldehídos, hidrocarburos, terpenos, etc., que estimulan los receptores de la boca, receptores olfativos y ocasionan el sabor y aroma del vino, es por ello que en este trabajo se evaluaron los atributos que son determinantes en la calidad sensorial de los vinos tintos como astringencia, acidez, color, sabor y olor.

En la figura 36 se puede observar el efecto del tipo de uva en la evaluación de atributos sensoriales, la mezcla de uvas Cabernet Sauvignon*Merlot mostró aceptación en los parámetros evaluados por los panelistas, esta mezcla fue la que tuvo mayor cantidad de azúcares reductores y sólidos solubles, lo cual pudo influir en la obtención de un vino más dulce y que por lo tanto los panelistas mostraron agrado por la astringencia detectada en



este vino, ya que no presenta astringencia elevada debido al alto contenido de azúcares reductores y sólidos solubles. Las sustancias que hacen que un vino se perciba dulce son los azúcares que provienen de la uva los cuales quedan como remanente de la fermentación y las sustancias con uno o más grupos alcohólicos que se forman durante el mencionado proceso.

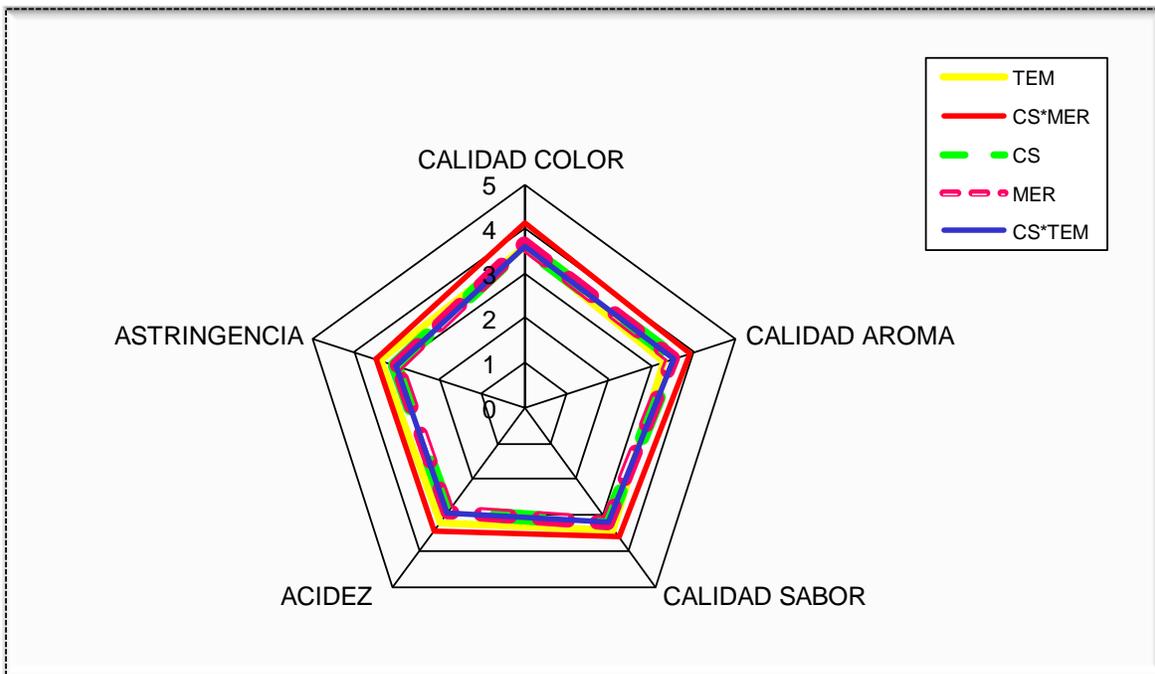


Figura 36. Análisis Sensorial de vinos de diferentes tipo de Uvas (Tempranillo, Cabernet Sauvignon, Merlot, Cabernet sauvignon*Merlot, Cabernet Sauvignon*Tempranillo).

Los panelistas detectaron que el vino producido con las mezcla Cabernet Sauvignon*Tempranillo mostró mayor astringencia en comparación de los demás vinos evaluados, esto pudo ser a causa de que fue la mezcla que obtuvo menor cantidad de sólidos solubles, azúcares reductores, compuestos fenólicos totales y antocianos. La astringencia se atribuye al contenido de compuestos fenólicos y presencia de taninos así como a las interacciones no covalentes con las proteínas salivares (Goldner, 2008).

Los panelistas detectaron que el vino producido con la mezcla Cabernet Sauvignon*Merlot no presentó acidez elevada, lo cual pudo ser a causa de que esta mezcla tuvo menor contenido de acidez total, el vino producido con Cabernet Sauvignon*Tempranillo y el vino elaborado con uva Merlot, fueron los que presentaron menor agrado de acidez en la evaluación, esto pudo ser ocasionado porque estos vinos obtuvieron mayor contenido de



acidez total, lo cual es detectado por que las membranas celulares de las papilas gustativas interaccionan con los fosfolípidos, dando como resultado la detección del sabor amargo.

El gusto ácido del vino se debe a los ácidos orgánicos que se hallan en estado libre parte mayoritaria como sales, los principales provienen de la uva y tienen un gusto ácido puro (ácidos tartárico, málico y cítrico) y los otros tres ácidos (succínico, láctico y acético) se forman durante la fermentación o por la acción de bacterias, también es ocasionado por el contenido de polifenoles ya que son las sustancias amargas del vino (Goldner, 2008).

Los panelistas detectaron que el vino varietal elaborado con la mezcla de uvas Cabernet Sauvignon*Merlot presentó mayor agrado en cuanto a la detección de la calidad del sabor, aroma y color, esta mezcla fue la que presentó mayor cantidad de porcentaje de alcohol volumétrico, intensidad colorante y capacidad antioxidante, por lo que los panelistas pudieron detectar mayor calidad en el vino procesado con esta mezclas de uvas, ya que estos parámetros influyen en la calidad final del vino tinto.

Las pruebas estadísticas demostraron que en los atributos evaluados de astringencia, acidez, calidad del sabor y calidad del aroma no hubo diferencia significativa ($p \leq 0.05$), esto podría indicar que los panelistas fueron entrenados en poco tiempo y no pudieron desarrollar profundamente los sentidos, la calidad de color presentó diferencia significativa ($p \leq 0.05$) en los vinos producidos con la mezcla Cabernet Sauvignon*Merlot y Cabernet Sauvignon*Tempranillo ya que fueron los que tuvieron mayor puntuación en este atributo, esto pudo ser a causa que fueron los vinos que mostraron mayor intensidad colorante, tonalidad, compuestos fenólicos y antocianos, a los cuales se les atribuye el contenido de color en los vinos tintos, ya que estos intervienen en las reacciones de oxidación, condensación, polimerización, etc. y provocan el color final del vino tinto.

Cuadro 21. Evaluación de Intensidad de color, aroma, sabor en el vino tipo de uva

VINO	INTENSIDAD COLOR	INTENSIDAD SABOR	INTENSIDAD AROMA
TEM	3.6	3.6	3.6
CS*MER	3.7	3.2	3.2
CS	3.3	3.6	3.3
CS*TEM	3.9	3.9	3.6
MER	3.6	3.6	3.6

1.-Muy débil, 2.-Débil, 3.- Moderado, 4.-Intenso, 5. Muy intenso



En el cuadro 21 se puede observar que el vino varietal que presentó mayor calificación en los atributos de intensidad de color, aroma, sabor, fue Cabernet Sauvignon*Tempranillo, esto probablemente pudo ser porque esta mezcla de uvas obtuvo contenido elevado de antocianos, intensidad colorante, tonalidad, y fue la mezcla que presentó mayor contenido de compuestos fenólicos, dando como resultado un vino de mayor calidad en intensidad de color, aroma y sabor, pues los compuestos fenólicos son los que influyen en las reacciones de oxidación y dan como resultado el color final en el vino.

En un trabajo donde se realizó un análisis de las diferencias sensoriales de vinos tintos españoles elaborados con diversos tipos de uva entre los cuales destacan uva Tempranillo, Merlot, Cabernet Sauvignon, se obtuvo que las variables con mayor poder diferenciador son la calidad del sabor, acidez y la intensidad de color, las uvas Tempranillo y Merlot, presentaron las mejores puntuaciones en cuanto a la calidad del sabor, acidez e intensidad del color, en cuanto a la calidad del color, y astringencia el vino procesado con la uva Tempranillo tuvo mejor puntuación que el vino procesado con la uva merlot. La variedad de uva tempranillo mostró un perfil bastante equilibrado, con puntuaciones relativamente parejas en casi todos los parámetros sensoriales exceptuando la calidad del color. La variedad Merlot mostró el perfil más equilibrado y regular de todas las variedades, la variedad Cabernet Sauvignon se destacó por su calidad de color (Casp y Arozarena 1998).

Los vinos mexicanos evaluados presentaron un comportamiento similar en la evaluación de los atributos sensoriales respecto a lo que se encontró reportado en la bibliografía, ya que las variables con mayor poder diferenciador también fueron calidad del sabor, acidez e intensidad de color.

En la figura 37 se puede observar el efecto de la casa productora en la evaluación de atributos sensoriales, la que obtuvo mayor puntuación en la calidad de los parámetros evaluados fue Monte Xanic seguida de L. A. Cetto, Pedro Domecq obtuvo menor puntuación en la evaluación.

La casa que presentó mayor puntuación por la astringencia fue Monte Xanic esto pudo ser porque su contenido de sólidos solubles, azúcares reductores, antocianos y compuestos fenólicos fue elevado, siendo el caso contrario para Pedro Domecq, la cual tuvo la menor puntuación. La astringencia tiene origen en tres fenómenos: el primero tiene que ver con



una coagulación de la mucina en la saliva cuyas glicoproteínas se tornan insolubles por la presencia de sustancias astringentes, la viscosidad de la saliva disminuye y deja de cumplir su función lubricante; el segundo expresa que la sensación de sequedad se produce por la constricción de los canales de las glándulas salivales que hace que la secreción de saliva se detenga; y el tercero consigna que la sensación de astringencia ocurre por la falta de sensibilidad por la pérdida de agua y reducción de la permeabilidad. La astringencia y el amargo de los taninos dependen del grado de polimerización, esto es, de la masa molecular. Por un lado, los compuestos fenólicos con baja masa molecular son demasiado pequeños y con poco poder reactivo. (González, 2002).

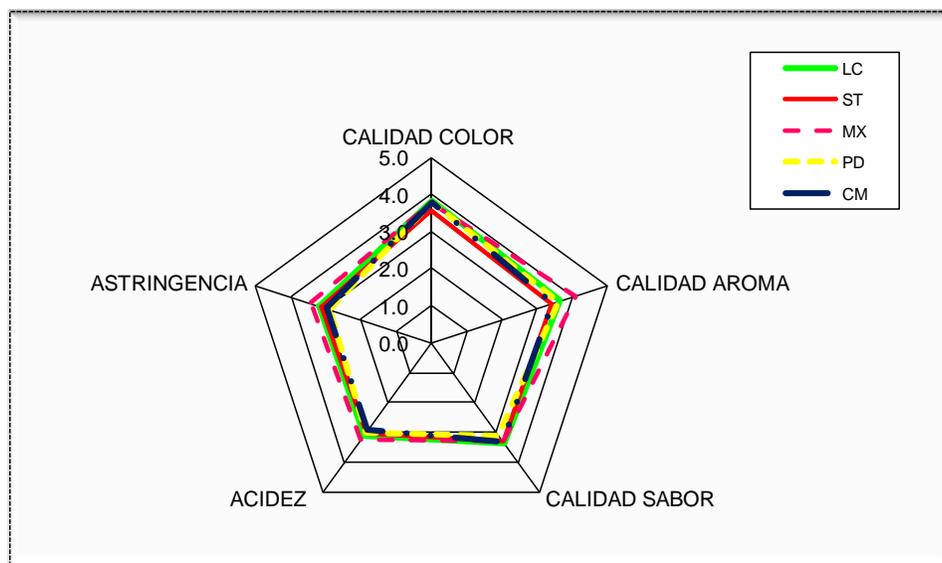


Figura 37. Análisis Sensorial Casa Productora

Monte Xanic tuvo mayor puntuación en acidez, esto pudo ser a causa de su pH, su bajo contenido de acidez y su alto contenido de azúcares reductores. Casa Madero y Pedro Domecq obtuvieron menor puntuación en acidez, esto pudo ser porque tuvieron pH ácido y presentaron menor contenido de compuestos fenólicos, dando como resultado vinos con contenido de acidez desagradable para el paladar. La mayor o menor astringencia y amargor en los vinos tintos, está relacionado con el tiempo de maceración de la uva con la piel y semillas. Por lo tanto, el balance de sabores no está dado solo por lo que se produce en la fermentación sino también por la maceración; la suma de sabores dulces debe equilibrar a los ácidos, los amargos y los astringentes. De este balance se puede deducir que cuanta menos astringencia posee un vino, puede soportar mayor acidez (necesaria



para la frescura); cuanto más astringencia (necesaria para su evolución), menor debe ser su acidez; la combinación de alta acidez y alta astringencia produce vinos duros (Goldner, 2008).

Monte Xanic obtuvo mayor puntuación en calidad de sabor y calidad de aroma, esto pudo ser a causa de su alto contenido de sulfuro total, antocianos, intensidad colorante y contenido de compuestos fenólicos. Santo Tomas y Pedro Domecq presentaron menor puntuación esto pudo ser debido a que fueron las casas que tuvieron menor contenido de sulfuro total, antocianos, intensidad colorante, tonalidad, ya que a estos parámetros se les atribuye la calidad final de los vinos tintos.

El vino producido en la casa Monte Xanic fue que el que presentó mayor calidad sensorial debido a la alta puntuación que obtuvo en todos los atributos sensoriales evaluados, siendo el caso contrario para el vino producido en la casa Pedro Domecq, ya que fue el que obtuvo menor puntuación.

Cuadro 22. Evaluación de Intensidad de color, aroma, sabor en el vino tipo de uva

VINO	INTENSIDAD COLOR	INTENSIDAD SABOR	INTENSIDAD AROMA
LC	3.2	4	3.5
ST	3.5	3.5	3.3
MX	3.3	3.5	3.2
PD	3.3	3.8	3.2
CM	3.8	3.6	3.6

1.-Muy débil, 2.Débil, 3.- Moderado,4.-Intenso,5.- Muy intenso

En el cuadro 22 se puede observar que el vino elaborado en La. Cetto obtuvo mayor puntuación en intensidad de sabor y menor puntuación en intensidad de color, Casa Madero presentó mayor puntuación en intensidad de color y aroma. La intensidad del aroma hace referencia a si el vino tiene mucho olor o poco olor, esto va a depender de multitud de factores vitivinícolas (variedad de uva, calidad de la uva, grado de maduración, temperaturas de fermentación, levaduras utilizadas, en el proceso de vinificación, evolución del vino, añejamiento, etc.). Los vinos con crianza en barrica, la intensidad de olor va a estar determinada por factores asociados a la crianza en barrica: tipo de madera, calidad de la madera, etc. Si un vino no presenta ningún olor defectuoso cuanto mayor sea su intensidad de olor mayor será su calidad respecto a este parámetro. La intensidad de color



de un vino hace referencia al grado en que la luz lo puede atravesar, al grado de opacidad del vino, cuando se observa el centro de la elipse que forma el vino en una copa inclinada. Tanto el matiz como la intensidad de color dependen del contenido en polifenoles, especialmente antocianos, el cual vendrá determinado por diversos factores: materia colorante de la uva que va a estar en función de la variedad de uva, de su grado de maduración. *Factores de elaboración* sistema de vinificación, las temperaturas de fermentación, la duración del contacto entre mosto en fermentación y hollejos, las temperaturas de maceración, la frecuencia y el sistema de remontado, el control de pH, la utilización de enzimas pectolíticas, condiciones de envejecimiento. (Goldner, 2008).

En la figura 38 se puede observar el efecto de la región productora sobre los atributos sensoriales evaluados, el vino producido en la región de Baja California fue el que obtuvo mayor puntuación en astringencia, acidez y calidad del aroma, esto debido a que fue la región que presentó menor cantidad de pH, acidez total, acidez volátil, sólidos solubles y azúcares reductores, a los cuales se les atribuye la cantidad final de acidez y por lo tanto también la astringencia.

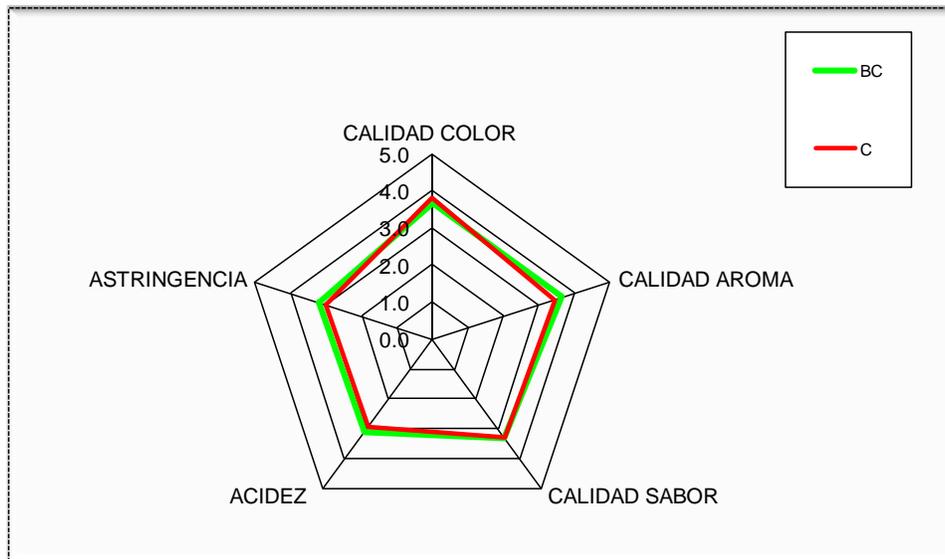


Figura 38. Análisis Sensorial Región Productora

Los vinos producidos en la región de Coahuila fueron los que presentaron mayor puntuación en los atributos evaluados en la calidad sensorial, esto es debido a las condiciones que presenta el estado, pues se encuentra ubicado dentro de la franja de los vinos, por el tipo de tierra, suelo y humedad provocan que las uvas cultivadas en esta



región presenten mayor cantidad de taninos, antocianos y contenido de compuestos fenólicos.

La calidad sensorial depende claramente de la composición fenólica y presencia de antocianos, los cuales intervienen en las reacciones de oxidación, condensación, polimerización, etc. y provocan el color final del vino. El aroma del vino es muy complejo, los factores como la limpidez, brillo, transparencia, color, etc., son las características visuales más importantes de los vinos en la evaluación sensorial de estos, todas ellas están estrechamente ligadas a los compuestos fenólicos. La turbidez del vino puede ser de origen microbiológico o químico, siendo parte de la última la contribución de los fenoles. El color depende claramente de la composición fenólica y presencia de antocianos, los cuales intervienen en las reacciones de oxidación, condensación, polimerización, etc. y provocan el color final del vino (González, 2002).

El aroma del vino está formado por varios compuestos volátiles de diversa naturaleza química. Se han caracterizado alcoholes, aldehídos, cetonas, e hidrocarburos, todos a concentraciones muy bajas y con umbrales de detección que va desde 10^{-4} a 10^{-12} g/L. La concentración de estas sustancias en el vino depende de factores relacionados con el cultivo de la uva como el clima, el suelo, el riego y el momento de la vendimia; así como de las variables del proceso de fermentación, pH, temperatura, nutrientes, microflora y de las operaciones que integran la elaboración del vino (González, 2002).

Los factores como la limpidez (brillo, transparencia, etc.) y color, son las características visuales más importantes de los vinos, y todas ellas están estrechamente ligadas a los compuestos fenólicos y determinan la calidad final de los vinos tintos.

4.4. Relación de los parámetros fisicoquímicos, químicos y sensoriales con la calidad de los vinos y el costo.

En este trabajo se realizó un estudio de análisis fisicoquímicos, analíticos y sensoriales para evaluar la calidad de los vinos tintos estudiados, en el cuadro 23 se muestra el resumen del análisis fisicoquímico de los resultados experimentales obtenidos en este trabajo, evaluando si cada uno de los vinos cumple con lo especificado por las normas de calidad NMX-V-012, Norma 142-SSA-1995 y con datos bibliográficos reportados.



Cuadro 23. Análisis comparativos de resultados fisicoquímicos experimentales contra resultados bibliográficos y normatividad.

VINO	pH ¹	AT ²	AV ³	SO ⁴	AR ⁵	%A ⁶	ANT ⁷	IC ⁸	TON ⁹	FT ¹⁰	CA ¹¹	\$ ESTANDAR
ST-CS-BC-07	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	\$223.00
ST-MER-BC-08	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	\$518.00
ST-TEM-BC-07	✓	✗	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	\$218.00
ST-CS*TEM-BC-07	✓	✗	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	\$798.00
MX-CS-BC-07	✓	✗	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	\$349.00
MX-CS*MER-BC-07	✓	✗	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	\$392.00
PD-CS-BC-08	✓	✗	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	\$ 88.00
LC-CS-BC-08	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	\$ 94.99
CM-CS-C-08	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	\$246.00
CM-MER-C-08	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	\$259.99
CM-CS*TEM-C-07	✓	✗	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	\$ 280.00
CM-CS*MER-C-08	✓	✗	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	\$249.00

¹pH rango aceptable bibliográfico (3.2-3.9), ²AT (Acidez total) rango bibliográfico aceptable (5.1-5.8 g/L), ³AV (Acidez volátil) rango aceptable NMX-V-012 (0.1-1.2 mg/L), ⁴SO₂ (Sulfuro total)rango aceptable NMX-V-012(máximo 300 mg/L), ⁵AR(Azúcares reductores) rango aceptable bibliográfico (1.7-5.5 g/L), ⁶%A (% Alcohol volumétrico) rango aceptable Norma 142-SSA-1995 (8.5-14%), ⁷ANT (Antocianos) rango aceptable bibliográfico (100-800 mg/L %), ⁸IC (Intensidad colorante) rango aceptable (5.9-10.48), ⁹TON (Tonalidad) rango aceptable bibliográfico (0.1-11.7), ¹⁰FT (Fenoles totales) rango aceptable bibliográficamente (1000-4000mg/L), ¹¹CA (Capacidad antioxidante) rango aceptable bibliográfico (34.8-77.8 mg/ml de vino para secuestrar el radical), cumple palomita no cumple tache.

En el cuadro anterior se observa que la mayoría de los vinos cumplió con las parámetros fisicoquímicos establecidos por la normas y por los rangos reportados bibliográficamente, a excepción del parámetro de acidez total en el cual los vinos ST-CS-BC-07, ST-MER-BC-08, LC-CS-BC-08, CM-CS-C-08, CM-MER-C-08, los resultados obtenidos experimentalmente no cumplieron con los rangos reportados bibliográficamente, los resultados de °Brix no se encontraron reportados bibliográficamente, por lo que el análisis se realizó en base a los resultados experimentales, observándose que los vinos 6 y 11 se encontraron lejos del rango experimental el cual fue de 6 a 8.3, se puede observar que los costos de los vinos varían dependiendo el tipo de uva, año de cosecha y región productora, los vinos producidos en la región de Baja California presentan costos más elevados en comparación de los vinos producidos en la región de Coahuila, los vinos.

Los vinos producidos con uva Cabernet Sauvignon de diferentes casa vinícolas presentaron una variedad de costos los más económicos son los vinos producidos en la casa Pedro Domecq y La Cetto, lo cual pudo se debido a que fueron las casas que tuvieron menor contenido de compuestos fenólicos totales , los vinos más costosos fueron los de



casa Santo Tomas, Casa Madero y Monte Xanic, esto puede ser a causa de que estas casas fueron las que tuvieron mayor contenido de compuestos fenólicos totales. Monte Xanic fue la que tuvo mayor concentración de compuestos fenólicos totales lo cual puede ser un factor del costo tan elevado el vino en comparación de los demás.

En el cuadro 24 se muestra el resumen de los resultados obtenidos de la cuantificación de compuestos fenólicos mediante HPLC.

Cuadro 24. Análisis comparativo de cuantificación de compuestos fenólicos por HPLC contra resultados bibliográficos.

VINO	ÁCIDO GÁLICO ₁	CATEQUINA ₂	RUTINA ₃	ÁCIDO CAFÉICO ₄	\$ ESTANDAR (180 mL)
ST-CS-BC-07	✓	X	✓	✓	\$223.00
ST-MER-BC-08	✓	✓	✓	✓	\$518.00
ST-TEM-BC-07	✓	✓	✓	✓	\$218.00
ST-CS*TEM-BC-07	✓	✓	✓	✓	\$798.00
MX-CS-BC-07	✓	✓	✓	✓	\$349.00
MX-CS*MER-BC-07	✓	X	✓	✓	\$392.00
PD-CS-BC-08	✓	✓	✓	✓	\$ 88.00
LC-CS-BC-08	✓	✓	✓	✓	\$ 94.99
CM-CS-C-08	✓	✓	✓	✓	\$246.00
CM-MER-C-08	✓	✓	✓	✓	\$259.99
CM-CS*TEM-C-07	✓	✓	✓	✓	\$ 280.00
CM-CS*MER-C-08	✓	✓	✓	✓	\$249.00

¹Ácido gálico rango aceptable bibliográfico (5.16-106.60 mg/L), ²Catequina rango aceptable bibliográfico (16-600 mg/L), ³Rutina rango aceptable bibliográfico (4.78-29.75 mg/L), ⁴Ácido cafeico rango aceptable bibliográfico (3.6-19.65 mg/L), cumple con una paloma y con un tache los que no cumplen.

En el cuadro anterior se puede observar que la mayoría de los vinos cumplió con el rango bibliográfico reportado de cuantificación de compuestos fenólicos mediante HPLC en diversos estudios de vinos tintos de diferentes países. Los vinos tintos 1 y 6 no cumplieron con el contenido bibliográfico reportado en diversos estudios. Los vinos estudiados en este trabajo presentaron mayor contenido de catequina que los rangos reportados en diversos estudios de vinos tintos de diferentes países.

Se puede observar que los vinos procedentes de la región de Coahuila presentaron mayor concentración de compuestos fenólicos identificados por HPLC por lo que estos son más costosos que los vinos procedentes de la región de Baja California.



CONCLUSIONES





CONCLUSIONES

Con base en los resultados anteriores se concluye lo siguiente:

- Los parámetros fisicoquímicos como pH, acidez volátil, dióxido de azufre, porcentaje de alcohol volumétrico, intensidad colorante, antocianos, azúcares reductores, cuyos valores hasta hoy en día no han sido reportados para el caso de vinos mexicanos cumplen con las normas de calidad establecidas, sin embargo la acidez total y los sólidos solubles presentaron ligeras variaciones.
- La calidad de los vinos está en función de la casa productora. Los vinos producidos con uva Cabernet Sauvignon de Monte Xanic y Pedro Domecq, presentaron mayor contenido de SO_2 y azúcares reductores, lo que indicó que la reacción fue facilitada por un alto contenido de sulfatos, produciendo vinos menos astringentes, aunque las diferencias con las otras casas no resultó significativas
- El tipo de uva presentó un efecto en la calidad de los vinos, el vino producido con las mezclas Cabernet Sauvignon y Merlot mostró mayor contenido de pH, acidez volátil, dióxido de azufre, intensidad colorante y tonalidad, el tipo de uva que influyó más en esta mezcla fue la variedad Cabernet Sauvignon.
- Los vinos tintos presentaron un efecto significativo en el contenido de fenoles por el tipo de uva, casa productora y región, encontrándose una mayor cantidad de estos compuestos por el método de HPLC para los vinos de la región de Coahuila, mientras que en el caso de fenoles totales evaluados espectrofotométricamente, su contenido fue mayor en el caso de los de Baja California muy probablemente debido a los mayores niveles de azúcares reductores presentes en los vinos de esta región que son conocidos interferentes en el método de Follin Ciocalteu.
- Los fenoles identificados por HPLC en los vinos tintos fueron: Ácido gálico, catequina, ácido cafeico y rutina; siendo este último compuesto el que se encontró en mayor concentración.
- Los vinos procedentes de la región de Coahuila tienden a ser más ricos en rutina y catequina, mientras que los vinos procedentes de Baja California presentaron mayores contenidos en rutina.
- La mayor capacidad antioxidante fue presentada por los vinos de Coahuila y concuerda con los altos niveles de polifenoles evaluados por el método de HPLC, por



lo que se puede concluir que el consumo de los vinos de la región de Coahuila podrían contribuir a la reducción de los riesgos a los que estamos expuestos por el estrés oxidativo

- Los vinos elaborados con uvas Cabernet Sauvignon y sus mezclas con las variedades Merlot y Tempranillo presentaron mayor capacidad antioxidante, por otra parte en el contenido de fenoles totales la tendencia fue totalmente opuesta, esto podría deberse a que al medir la tonalidad de los antioxidantes no sólo se miden polifenoles, si no también otros compuestos que podrían estar presentes como son: ácido ascórbico, cítrico, elementos como selenio, zinc y otros que pueden considerarse antioxidantes.
- Las características sensoriales de los vinos se vieron afectadas por el tipo de uva y estado de madurez de éstas, así como las condiciones de fermentación utilizadas en el proceso de elaboración del vino tinto que influyen en las características sensoriales finales.
- El vino producido con las mezclas de uvas Cabernet Sauvignon*Merlot obtuvo mayor puntuación en los atributos de astringencia, acidez, calidad de sabor, aroma y color, , siendo este vino el de mayor calidad sensorial.
- La casa productora que presentó mayor puntuación en los atributos de astringencia, acidez, calidad de sabor, aroma y color, fue Monte Xanic.
- La relación entre calidad y costo de los vinos tintos demuestra que el vino de mayor costo fue el producido en la casa Santo Tomas con la mezcla de las variedades Cabernet Sauvignon*Tempranillo de la región de Baja California, el cual tuvo un contenido de compuestos fenólicos menor por HPLC, mientras que los producidos por casa Madero fueron los que presentaron mayor contenido de estos compuestos y su costo es más accesible; por lo que no se encontró una relación directa entre costo y contenido de fenoles, y por lo tanto con su posible efecto benéfico a la salud.



RECOMENDACIONES





RECOMENDACIONES

- Realizar un análisis de cromatografía de gases para determinar los componentes aromáticos del vino.
- Realizar un análisis detallado de compuestos fenólicos por HPLC para cuantificarlos cada uno por separado y así saber que compuesto tiene mayor influencia en cada parámetro sensorial.
- Realizar un estudio de alcoholes y ésteres volátiles presentes en los vinos por cromatografía de gases.
- Completar la medición por HPLC de taninos y antocianos presentes en los vinos, específicamente de la malvidina, ya que ésta se encuentra en cantidades elevadas en los vinos respecto los demás taninos y antocianos.
- Realizar un análisis sensorial para vinos de importación y comparar los resultados obtenidos en la evaluación sensorial de los vinos tintos mexicanos.



VINO TINTO

ANEXOS

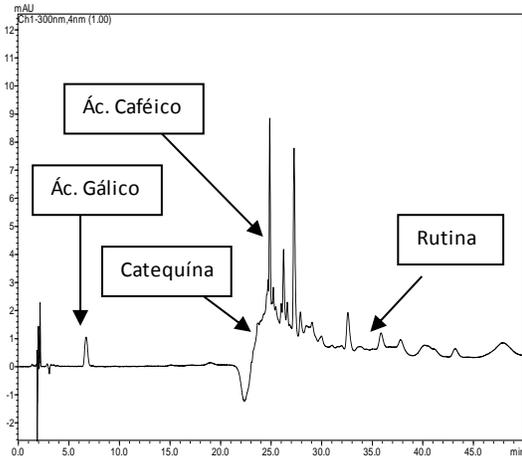




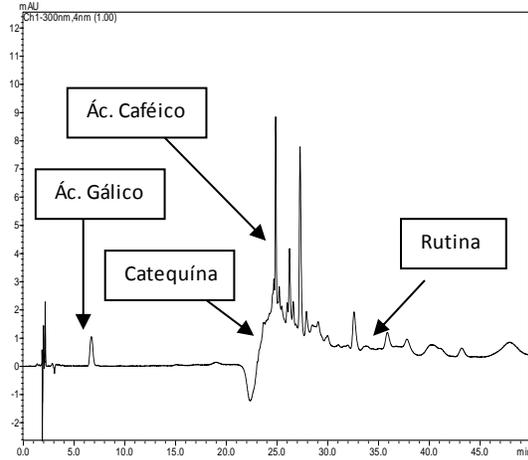
ANEXOS

A. CROMATOGRAMAS DE CUANTIFICACIÓN DE FENOLES POR HPLC

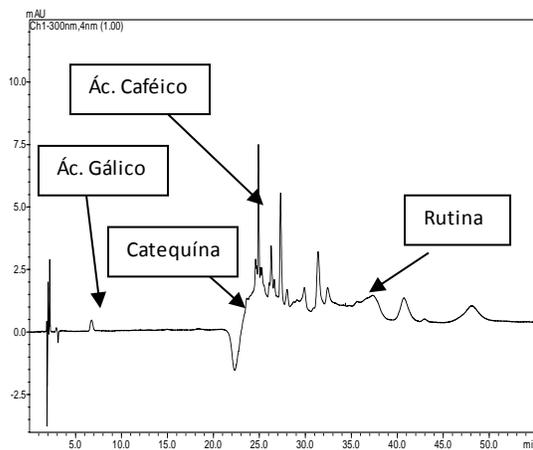
A continuación se presentan los cromatogramas resultantes de las corridas del HPLC de los 12 vinos estudiados.



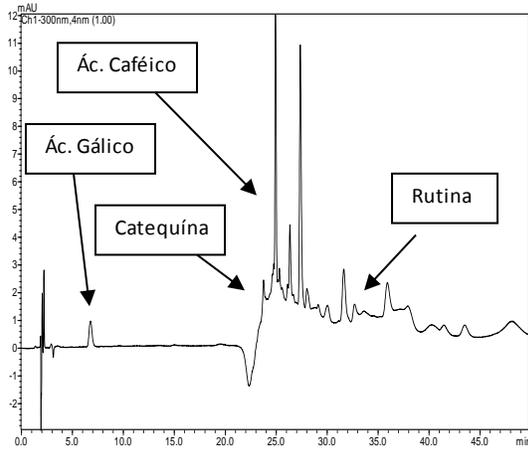
Vino: ST-TEM-BC-2007



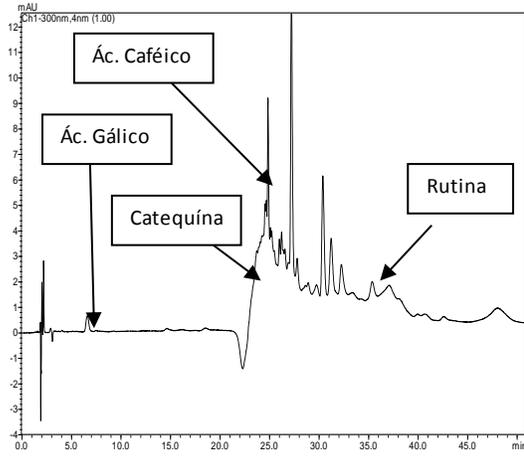
Vino: CM-CS-C-2008



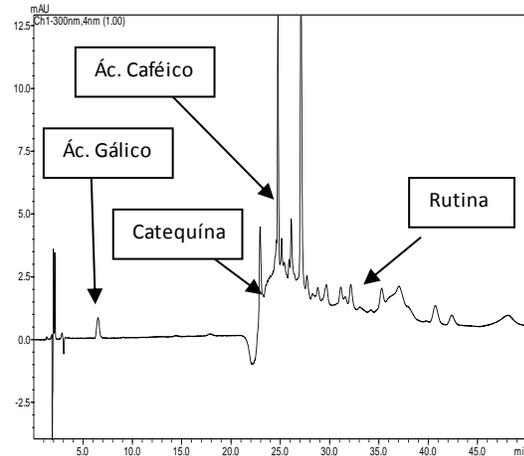
Vino: ST-MER-BC-2008



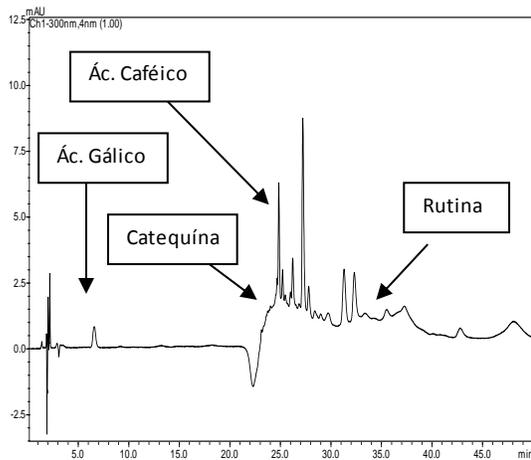
Vino: PD-CS-BC-2007



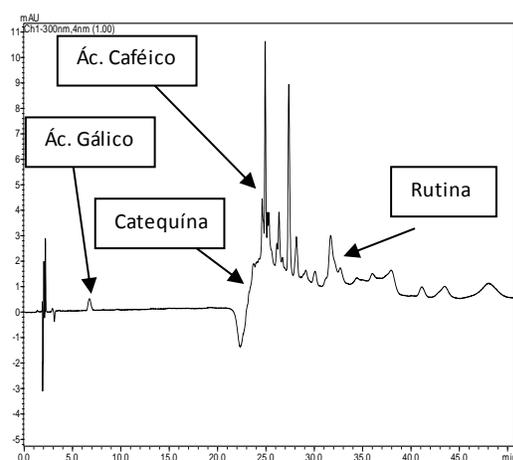
Vino: CM-CS*MER-C-2009



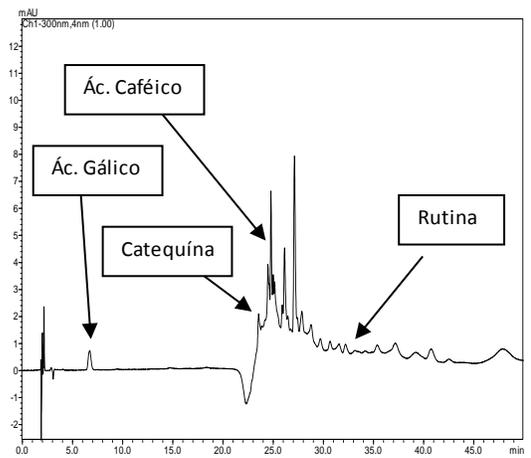
Vino: MX-CS*MER-BC-2007



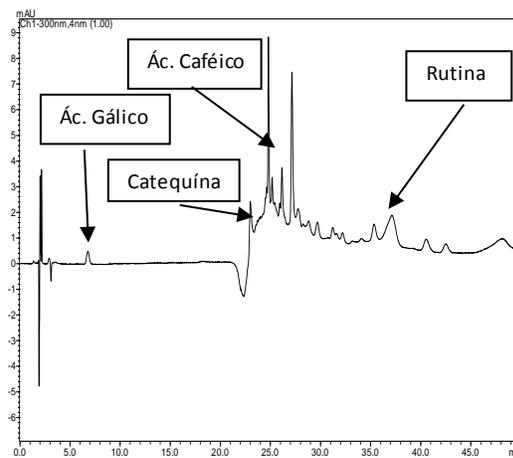
Vino: CM-CS*TEM-C-2007



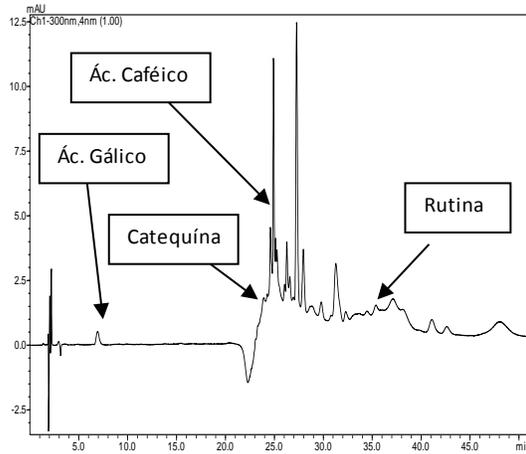
Vino: ST-CS-BC-2007



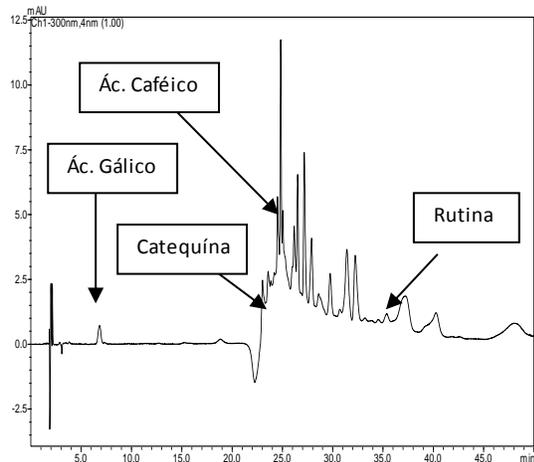
Vino: LC-CS-BC-2008



Vino: MX-CS-BC-2007



Vino: ST-CS*TEM-BC-2007



Vino: CM-MER-C-2008

B. CURVA DE CALIBRACIÓN DE HPLC PARA LA CUANTIFICACIÓN DE LOS FENOLES

De los cromatogramas de los 12 vinos tintos evaluados, la detección fue a 300 nm para ácido gálico, ácido cafeico y rutina y a 278 nm para Catequina como se observa en el cuadro B1. De estos gráficos se obtuvieron los tiempos de retención, áreas y alturas de los picos de los compuestos fenólicos identificados.

Cuadro B1. Longitudes de onda para la identificación de cada fenol

Compuesto Fenólico	Longitud de onda nm	Concentración g/L
Ácido Gálico	300	1
Catequina	278	1
Ácido Caféico	300	1
Rutina	300	1

Para poder planear el rango de concentraciones de las curvas de calibración y así realizar el análisis cuantitativo del contenido de los fenoles en las muestras de vinos tintos mexicanos, se realizó el cálculo tentativo (del posible contenido de cada fenol) usando una regla de tres de las áreas y alturas de los fenoles contenidos en un estándar y las muestras desconocidas de vinos. Estas concentraciones tentativas se expresan en cuadro B2.

**Cuadro B2. Concentraciones tentativas de los fenoles en las muestras de vino tinto**

Código	Ácido Gálico g/L	Catequina g/L	Ácido Caféico g/L	Rutina g/L
ST-TEM-BC-2007	0.0040	0.0018	0.0070	0.0424
CM-CS-C-2008	0.0090	0.0062	0.0043	0.0172
ST-MER-BC-08	0.0035	0.0036	0.0036	0.0326
PD-CS-BC-2008	0.0081	0.0043	0.0089	0.0260
CM-CS*MER-C-2009	0.0051	0.0079	0.0034	0.0287
MX-CS*MER-BC-2007	0.0064	0.0002	0.0066	0.0074
CM-CS-TEM-C-2007	0.0066	0.0047	0.0039	0.0255
ST-CS-BC-2007	0.0041	0.0004	0.0054	0.0441
LC-CS-BC-2008	0.0059	0.0007	0.0025	0.0016
MX-CS-BC-2007	0.0039	0.0007	0.0043	0.0033
ST-CS*TEM-BC-2007	0.0045	0.0009	0.0054	0.0391
CM-MER-C-2008	0.0057	0.0069	0.0054	0.0413

Tomando en cuenta las concentraciones mínimas y máximas tentativas obtenidas (ver cuadro B2 con datos en verde y rojo) de los fenoles en cada vino, se planeó la curva de calibración, cuidando que la concentración de cada sistema cubriera las concentraciones mínimas y máximas.

Según los resultados obtenidos, se propusieron las siguientes concentraciones para las soluciones stock (Cuadro B3).

Cuadro B3. Concentraciones de solución stock

Compuesto Fenólico	Stock (g/L)
Ácido Gálico	0.055
Catequina	0.045
Ácido Cafeico	0.050
Rutina	0.250

Las soluciones del cuadro B3 se prepararon de la siguiente manera:

Stock de Ácido Gálico 0.055 g/L

Pesar 0.01375 g de estándar y disolver en 50 mL de metanol al aforo, de esta solución tomar 5 mL y aforar con metanol a 25 mL.



Stock de Catequina 0.045 g/L

Pesar 0.01125 g de estándar y disolver en 50 mL de metanol al aforo, de esta solución tomar 5 mL y aforar con metanol a 25 mL.

Stock de Ácido Cafeico 0.050 g/L

Pesar 0.0125 g de estándar y disolver en 50 mL de metanol al aforo, de esta solución tomar 5 mL y aforar con metanol a 25 mL.

Stock de Rutina 0.250 g/L

Pesar 0.0125 g de estándar y disolver en 50 mL de metanol al aforo.

Las soluciones se prepararan a diferentes concentraciones para cada uno de los compuestos fenólicos, como se muestra a continuación.

En el cuadro B4 se muestran las cantidades a utilizar para cada sistema de la curva.

Cuadro B4. Concentraciones de los fenoles por sistema

Sistema	Ácido Gálico V_{stock} (mL)	Catequina V_{stock} (mL)	Ácido Cafeico V_{stock} (mL)	Rutina V_{stock} (mL)	Metanol V_{aforo} (mL)
1	0.5	0.1	0.5	0.1	25
2	1	0.5	1	0.5	25
3	2	1	2	1	25
4	3	3	3	3	25
5	4	5	4	5	25
6	5	7	5	7	25

Cada sistema se elaboró y de cada uno se tomaron 1.5 mL para colocarlos en un vial para ser inyectados directamente en el equipo.

De los cromatogramas obtenidos se tomaron los tiempos de retención, las áreas bajo la curva y las alturas de cada pico, con la finalidad de construir las curvas de calibración Área vs. Concentración y Altura vs. Concentración para las señales de cada fenol. Posteriormente las áreas y/o alturas de los fenoles contenidos en las muestras de vinos se interpolan en estas curvas de calibración realizándose de esta forma el análisis



REFERENCIAS





REFERENCIAS

1. Aleixandre, J. (1997). *La Cultura del Vino, Cata y degustación*. Servicio de Publicaciones, Valencia, España.
2. Aleixandre, J., y Álvarez, M., (2002). *Tecnología enológica*. Síntesis, Madrid, España, 443 pp.
3. Antonini, F.M., Petruzzi, E., Pinzani, P., Orlando, C., Petruzzi, L., Pazzagli, M., Masotti, G. (2005). Effect of diet and red wine consumption on serum total antioxidant capacity (TAC) dehydroepiandrosterone-sulphate (DHEAS) and insulin-like growth factor-I (IGF-I) in Italian centenarians. *Arch. Gerontol. Geriatrics*. 41: 151-157.
4. Arola, L, Nadal, M, Valls, J. (2000). *Importancia de los compuestos fenólicos en la calidad de los vinos tintos de crianza*. Alimentación, equipo y tecnología. 119-124, Universidad de Rovira, España.
5. Arozarena, I. (1998). El Análisis Sensorial como Instrumento de Evaluación de la Calidad de Vinos Tintos Mono varietales de Navarra y Aragón. Tesis de Doctorado. Universidad Pública de Navarra, Pamplona, España.
6. Avalos, K, Sgroppo, S., Avanza, J. (2003). Actividad Antioxidante y Contenido en Fenoles Totales en Vinos de Origen Nacional, *Facena*. 19: 11-19.
7. Barco, E. (2007). *De Vides, Vinos, Vidueños y planes estratégicos*, Departamento de Economía y Empresa, Universidad de La Rioja.
8. Bargallo, M.V., Grau, A.A., Fernandez-Larrea, J.D., Anguiano, G.P., Segarra, M.C.B., Rovira, M.J.S., Ferre, L.A., Olive, M.B. (2006). Moderate red-wine consumption partially prevents body weight gain in rats led a hyperlipidic diet. *J. Nutr. Biochem*. 17:139-142.



9. Bowker, A. (1985). *Estadística para Ingenieros*, Prentice-Hall. México.

10. Camussoni, G. y Carnevali, E. (2004) Determinación comparative del contenido de polifenoles en vinos tintos de origen argentino. Artículo de la Entrenamiento de jueces analíticos para la evaluación sensorial de una paleta de caramelo macizo. Universidad del Centro Educativo Latinoamericano. Rosario, Argentina, pp. 151-159.

11. Casa Pedro Domecq (2010). *Historia Casa Pedro Domecq*. Disponible en: <http://www.domecq.com.mx/#/company>. Fecha de consulta: 2 de Agosto 2010.

12. Casares, A. (2010). Análisis de polifenoles en los vinos mediante técnicas de separación. Tesis de Licenciatura. Universidad Politécnica de Catalunya. Barcelona. España.

13. Casp, A. y Arozarena, I., (1998), Análisis de las diferencias sensoriales entre vinos de distintas variedades de uva de Aragón y Navarra, España. Revista *La vitiviniculture mondiale de l'avenir*, 2: 100-105.

14. Castellari, M., Sartini, E., Fabiani, A., Arfelli, G., Amati, A. (2002), Analysis of wine phenolics by high-performance liquid chromatography using a monolithic type column. *Journal Chromatography A*, 973: 221-227. Universidad de Bologna, Bologna, Italia.

15. Ceppi, C. y Castillo, I., (2008), Caracterización de cepas y vinos syrah y cabernet sauvignon en cuatro zonas del valle central de Tarija, Universidad Católica de Chile, *Revista Boliviana de Química* 25(1): 62-69.

16. Ciudad, C. (2002), Antioxidantes en uvas viníferas y vino, *Revista Tierra Adentro, Santiago de Chile, Chile*, 42:22-23.

17. Club vino Argentina (2009). Diferentes tipos de vino y variedades de la uva. Disponible en: <http://www.clubvinoargentina.com/>. Fecha de consulta: 18 de Mayo de 2011.



18. Codex alimentarius (2009). Código de prácticas para la prevención y reducción de la contaminación por ocratoxina en el vino. Disponible en: www.codexalimentarius.net. Fecha de consulta: 1 de Diciembre de 2011.
19. Comisión nacional del agua (2010). *Clima en México*. Disponible en: http://smn.cna.gob.mx/index.php?option=com_content&view=article&id=103&Itemid=80. Fecha de consulta: 10 de Diciembre de 2011.
20. Dragoni, S., Gee, J., Bennett, R., Valoti, M., Sgaragli, G. (2006) "Red wine alcohol promotes quercetin absorption and directs its metabolism towards isorhamnetin and tamarixetin in rat intestine in vitro". *Br. J. Pharmacol.* 32: 765-771.
21. Echeverry, C., Ferreira, M., González, G., Dajas, F. (2002), Capacidad Antioxidante de vinos tintos Uruguayos y su relación con su composición fenólica, Instituto de investigaciones Biológicas Clemete Estable, Montevideo, Uruguay , Instituto Nacional de Vitivinicultura, Las Piedras, Uruguay.
22. Educaplus (2009). Clima de España. Disponible en: http://www.educaplus.org/climatic/05_clim_climasespana.html. Fecha de consulta: 10 de Diciembre de 2011.
23. ^a EUR-Lex (2010). Comisión de Reglamento 753/02 - *Etiquetado*. Disponible en: <http://eur-lex.europa.eu/es/legis/index.htm>. Fecha de consulta: 1 de Diciembre de 2011.
24. ^b EUR-Lex (2010). Comisión de Reglamento 884/01 - Documentos de acompañamiento y registros. Disponible en: <http://eur-lex.europa.eu/es/legis/index.htm>. Fecha de consulta: 1 de Diciembre de 2011.
25. ^c EUR-Lex (2010). Comisión del Reglamento 2729/00 - Controles en el sector vitivinícola. Documentos de acompañamiento y registros. Disponible en: <http://eur-lex.europa.eu/es/legis/index.htm>. Fecha de consulta: 1 de Diciembre de 2011.



- 26.^d EUR-Lex (2010). Reglamento 1227/00 - Clasificación de las vides, el inventario de producción. Disponible en: <http://eur-lex.europa.eu/es/legis/index.htm>. Fecha de consulta: 1 de Diciembre de 2011.
- 27.^e EUR-Lex (2010). Reglamento 1622/00 - Prácticas enológicas. Disponible en: <http://eur-lex.europa.eu/es/legis/index.htm>. Fecha de consulta: 1 de Diciembre de 2011.
- 28.^f EUR-Lex (2010). Reglamento de la Comisión 1607/1600 - Vinos de Calidad. Disponible en: <http://eur-lex.europa.eu/es/legis/index.htm>. Fecha de consulta: 1 de Diciembre de 2011.
- 29.^g EUR-Lex (2010). Reglamento del Consejo 2392/86 - del registro vitícola comunitario. Disponible en: <http://eur-lex.europa.eu/es/legis/index.htm>. Fecha de consulta: 1 de Diciembre de 2011.
30. Falcón, E. (2009). El Peor Año de los Viñedos. *Revista Expansión* 1030:91-96.
31. Fernández, A., Muñoz, A., Cambillo, E., Ramos, Fernando, A., Ortiz, C. (2007). *Efecto del consumo moderado de vino tinto sobre algunos factores de riesgo cardiovascular*, Colegio médico del Perú.
32. Fernández, M., Villaño, D., Troncoso, A. y García, M. (2006). *Revisión de los métodos de evaluación de la actividad antioxidante in vitro del vino y valoración de sus efectos in vivo*. Facultad de Farmacia de la Universidad de Sevilla. ALAN. Caracas. Venezuela. 56: 14-22.
33. Fogliano, V., Verde, V., Randazzo, G., y Ritieni, A., (1999). Method for measuring antioxidant activity and its application to monitoring the antioxidant capacity of wines. Dipartimento di scienza degli aliment, Università di Napoli, Italy, *J. Agric. Food Chemical*, 47:1035-1040.
34. Font, I. (2009). *La industria vinícola mexicana y las políticas agroindustriales: Panorama general*, UAM-A, México.



35. García J. (1990). *Técnicas analíticas para vinos*, GAB, Segunda Edición, Barcelona, España, 132 pp.
36. García, J. y Xirau, M. (2002). *Manual de métodos oficiales de análisis de Enología*. Universidad de Barcelona, Barcelona, España. pp. 32-34.
37. Garrobo, C. (2007). *Manual de iniciación a la cata de vinos*, Escuela Española de Cata S.L., Madrid, España. 98 pp.
38. Goldner, M. (2008). Caracterización sensorial y fisicoquímica de vinos Chardonna y Malbec de distintas regiones vitivinícolas Argentinas. Tesis de doctorado. Universidad de Buenos Aires, Buenos Aires, Argentina.
39. González, G. (2005). Predicción de la composición fenólica y el color de los vinos tintos de acuerdo con el potencial polifenólico de la uva. Instituto Nacional de Vinicultura, Uruguay. *International journal of food science & technology*, Disponible en: www.oiv2007.hu/documents/viniculture/215_predicci_n_oiv2007.pdf. Fecha de consulta: 20 de Mayo 2011.
40. González, M. (2002). *Análisis sensorial Vino*. Universidad de Burgos, Facultad de Ciencias, Area de Tecnología de los alimentos.
41. Hermosín, I., Sánchez- Palomo, E., Vicario, A., (2005). Phenolic composition and magnitude of copigmentation in young and shortly aged red wines made from the cultivars, Cabernet Sauvignon, Cencibel, and Syrah. *Food Chemistry*, 92: 269-283.
42. Kallithrakaa, S., Arvanitoyannisb, I., El-Zajouli, A., Kefalas, P. (2001). The application of an improved method for trans-resveratrol to determine the origin of Greek red wines. *Food Chemistry*, 75: 355- 363.
43. La Torre, G. y Saitta, M. (2005). *Direct determination of phenolic compounds in Sicilian wines by liquid chromatography with PDA and MS detection*. Universidad de Messina, Messina, Italia.



44. Las vendimias (2009). Notas de cata. Disponible en: <http://www.thewinesofmexico.com/baldas>. Fecha de consulta: 14 de Marzo de 2011.
45. Leighton, F, Urquiaga, I. y Diez, M., (1997). Propiedades Antioxidantes del Vino y sus Componentes. *Revista Cubana Plantas Medicinales* Scielo, 13: 42-51.
46. Leighton, F. y Urquiaga I. (2001). Polifenoles del vino y Salud Humana, Antioxidantes y Calidad de Vid. *Revista antioxidantes y calidad de vida*, 7: 5-13.
47. Leighton, F. y Urquiaga, I. (2000). *Los componentes del vino y sus efectos beneficios para la salud humana*, Facultad de ciencias biológicas, Pontificia universidad católica de Chile.
48. Loredana, G., Saitta, M., Vilasi, F., Pellicano, T., Duga, G., (2006). Direct determination of phenolic compounds in Sicilian wines by liquid chromatography with PDA and MS detection. *Food Chemistry* 94: 640-650.
49. Majo, D. y La Guardia, M. (2008). The antioxidant capacity of red wine in relationship with its polyphenolic constituents. *Food Chemical* 111:45-49.
50. Malovaná, S., García, F., Pérez, J., Rodríguez M. (2001). Optimisation of sample preparation for the determination of trans-resveratrol and other polyphenolic compounds in wines by high performance liquid chromatography. *Analytica Chimica acta* 428: 245-253.
51. Martínez, I. y Periago, M., (2000). *Significado nutricional de los compuestos fenólicos de la dieta*, Universidad de Murcia, Murcia, España, 50: 5-17.
52. Martínez, J. (2007). Evaluación de la actividad antioxidante de extractos orgánicos de semillas de *Helioctopus Terebinthinaceus*” Tesis de Licenciatura de Ingeniería bioquímica. Universidad Tecnológica de la Mixteca, Oaxaca.
53. Meneses, J. (2001). *Recopilación documental sobre Vitivinicultura*. Tesis de Licenciatura de Ingeniería en Alimentos. Universidad Nacional Autónoma de México. México.



54. Moreno, M., Hernández, T., Estrella, I., Ruíz, F. (2006). Diversidad metabólica de *Oenococcus oeni* y *Lactobacillus plantarum* durante la fermentación maloláctica: efecto en la composición fenólica no antocianica de vinos tintos. Disponible en: http://enologos2008.unicongress.org/congreso_logroo_2007/comunicaciones_presentadas Fecha de consulta: 10 de Noviembre de 2011.
55. Muñoz, J. (2006). *Cata de Vinos*, Libros Cúpula, Madrid, España. 121 pp.
56. Naissides, M., Mamo, L.C.L., James, A.P., PAL, S. (2006). The effect of chronic consumption of red wine on cardiovascular disease risk factors in postmenopausal women ". *Atherosclerosis*. 185:438-445.
57. NMX-V-004-NORMEX-2005. Bebidas alcohólicas, determinación de furfural, métodos de ensayo (prueba). Disponible en: <http://www.economia-nmx.gob.mx/normasmx/index.nmx> Fecha de consulta: 10 de Marzo de 2011.
58. NMX-V-005-NORMEX-2005. Bebidas alcohólicas-determinación de aldehidos, ésteres, metanol y alcoholes superiores-métodos de ensayo (prueba). Disponible en: <http://www.economia-nmx.gob.mx/normasmx/index.nmx> Fecha de consulta: 10 de Marzo de 2011.
59. NMX-V-006-NORMEX-2005, Bebidas alcohólicas-determinación de azúcares reductores directos y totales-métodos de ensayo (prueba). Disponible en: <http://www.economia-nmx.gob.mx/normasmx/index.nmx> Fecha de consulta: 10 de Marzo de 2011.
60. NMX-V-012-NORMEX-2005. Bebidas alcohólicas-vino-especificaciones. Disponible en: <http://www.economia-nmx.gob.mx/normasmx/index.nmx> Fecha de consulta: 10 de Marzo de 2011.
61. NMX-V-013-NORMEX-2005, Bebidas alcohólicas-determinación del contenido alcohólico (por ciento de alcohol en volumen a 293 k) (20 °C) (% alc. vol.) métodos



- de ensayo (prueba). Disponible en: <<http://www.economia-nmx.gob.mx/normasmx/index.nmx>> Fecha de consulta: 10 de Marzo de 2011.
62. NMX-V-017-NORMEX-2005, Bebidas alcohólicas-determinación de extracto seco y cenizas-métodos de ensayo (prueba). Disponible en: <<http://www.economia-nmx.gob.mx/normasmx/index.nmx>> Fecha de consulta: 10 de Marzo de 2011.
63. NMX-V-030-NORMEX-2005, Bebidas alcohólicas-vino generoso-especificaciones. Disponible en: <<http://www.economia-nmx.gob.mx/normasmx/index.nmx>> Fecha de consulta: 10 de Marzo de 2011.
64. NMX-V-047-NORMEX-2009, Bebidas alcohólicas-vino espumoso y vino gasificado denominación, etiquetado y especificaciones. Disponible en: <<http://www.economia-nmx.gob.mx/normasmx/index.nmx>> Fecha de consulta: 10 de Marzo de 2011.
65. NOM-142-SSA1-1995. Bienes y servicios. Bebidas alcohólicas. Especificaciones sanitarias. Etiquetado sanitario y comercial. Disponible en: <<http://www.economia-noms.gob.mx/noms/inicio.do>> Fecha de consulta: 10 de Marzo de 2011.
66. Organización Internacional del Vino (OIV) (2007). *Estadísticas del vino en el mundo*. Disponible en: <http://www.oiv.int/oiv/cms/index?lang=es>. Fecha de consulta: 6 de Septiembre de 2010.
67. Organización Internacional del Vino (OIV) (2008). *Situación vinícola*. Disponible en: <http://www.oiv.int/oiv/cms/index?lang=es>. Fecha de consulta: 6 de Septiembre de 2010.
68. Organización Internacional del Vino (OIV) (2010). *Vino y sus expectativas*. Disponible en: <<http://www.oiv.int/oiv/cms/index?lang=es>> Fecha de consulta: 14 de Marzo de 2011.



69. Padilla, E., Ruiz, E., Redondo, S., Gordillomoscoso, A., Slowing, K., Tejerina, T. (2005). Relationship between vasodilation capacity and phenolic content of Spanish wines. *Eur. J. Pharmacol*, 517: 84-91.
70. Peynaud, E. (1984). *Enología Práctica, Conocimiento y Elaboración del Vino*. Mundi-Prensa, 2ª Edición, Madrid, España.
71. Ramírez, N. (2005). Características Físicoquímicas en Vinos Tintos: Método Tradicional y maceración carbónica empleando dos cepas de levadura *Saccharomyces Cerevisiae*. *Revista Mexicana de Ingeniería química*, 4:289-297.
72. Rastija, V., Srećnik, G., Saric, M., (2009). Polyphenolic composition of Croatian wines with different geographical origins. *Food Chemistry*. 115: 54-60.
73. Reinhard, E. (2006). *Defectos del vino, reconocimiento-prevención-corrección*, Acribia, Zaragoza, España, pp.229.
74. Revilla, E. y Ryan, J. (2000). Analysis of several phenolic compounds with potential antioxidant properties in grape extracts and wines by high-performance liquid chromatography–photodiode array detection without sample preparation. *Journal of Chromatography* 881: 461-469.
75. Reyero J.R.C., Lorenzo, C., Pardo, F., Alonso, G., Salinas, M. (2005). *Comparación del Potencial Fenólico de uvas en el momento óptimo de vendimia y características de sus vinos*. Tesis de doctorado en químico agrícola. Universidad de Castilla, La Mancha, España.
76. Romero, I. (2008). Extracción de compuestos fenólicos de la uva al vino. Papel de las enzimas de Maceración. Tesis de Doctorado. Universidad de Murcia, Murcia, España.
77. Rouessac, F., y Rouessac, A. (2003). *Análisis químico. Métodos y técnicas instrumentales modernas*. 5º Edición, Mc Graw Hill. Madrid, España. pp. 7-79.



78. Sánchez, C. y González, M. (2007). *Recientes evidencias científicas sobre el efecto en la salud del consumo inteligente del vino*. Centro de estudios de castilla, La Mancha, España.
79. Sánchez, L. (2007). Aproximación a la incidencia de la industria vinícola en el Desarrollo Económico del Valle de Guadalupe (México) y la Manchuela España, Tesis Doctoral, Facultad de ciencias económicas y empresariales de Albacete, Universidad de Castilla-La Mancha, Albacete, España.
80. Santo Tomás (2010). *Historia, misión y visión*. Disponible en: <<http://www.santo-tomas.com/>> Fecha de consulta: 13 de Agosto de 2010.
81. Shetty, K., Paliyath, G., Pometto, A. y Levin, R., (2007). *Funtional Foods and Biotechnology*. Advisory Board, Massachusetts, EUA. pp. 650.
82. Silva, L., Andrade, P., Valentao, P., Seabra, R., Trujillo, M., Velázquez, E. (2005). Analysis of non-coloured phenolics in red wine: Effect of *Dekkera bruxellensis* yeast. *Food Chemistry*. 89: 185-189.
83. Sladkovský, R., Solich, P., Urbánek, M. (2004). High-performance liquid chromatography determination of phenolic components in wine using off-line isotachophoretic pretreatment. *Journal of Chromatography A*. 1040: 179-184.
84. Versari, A, y Parpinello, G. (2010). Prediction of total antioxidant capacity of red wine by Fourier transform infrared spectroscopy, Università degli Studi di Bologna, Pzza, Italy, *Food Control*, 21:86-789.
85. Yerga, D. (2002). *Química Analítica Moderna.*, Mac Graw-Hill, México.