



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE HIDALGO
INSTITUTO DE CIENCIAS AGROPECUARIAS
MAESTRÍA EN CIENCIA DE ALIMENTOS

PROYECTO TERMINAL
INFLUENCIA DE LAS VARIETADES EN LA CALIDAD
FISICOQUÍMICA Y FUNCIONAL DEL VINO TINTO

Para obtener el grado de
Maestro en Ciencias de los alimentos

PRESENTA

L.G. Víctor Issaí Naranjo Luna

Director:

Dr. Rubén Jiménez Alvarado

Codirector:

Dr. José Manuel Pinedo Espinoza

Comité tutorial:

Dra. Alma Delia Hernández Fuentes

Dr. César Uriel López Palestina

Tulancingo de Bravo, Hidalgo a 10 de noviembre de 2022

AGRADECIMIENTOS

Agradezco a todas las personas que han sido parte de mi formación personal, profesional, social y académica. A mis docentes y en especial a mis tutores por su ayuda, paciencia y dedicación de enseñanza. A mi familia que me apoya cada día para continuar y en especial a Héctor Josué García Martínez por su valiosa motivación. A mis amigos de toda la vida que me acompañan desde siempre.

Agradecimiento significativo a mi director de tesis, el Dr. Rubén Jiménez Alvarado y a la Dra. Alma Delia Hernández Fuentes por confiar en mí y permitirme desempeñarme en esta área de investigación.

Por último, agradezco a mi codirector el Dr. José Manuel Pinedo Espinoza y mi asesor el Dr. César Uriel López Palestina por su inmenso apoyo.

Mamá, papá y hermanas, gracias.

ÍNDICE

RESUMEN	9
1. INTRODUCCIÓN	10
2. MARCO TEÓRICO.....	12
2.1. Generalidades	12
2.2. La <i>Vitis vinifera</i> en el mundo.....	13
2.3. Caracterización de la planta (<i>Vitis vinifera</i>).....	14
2.3.1. Taxonomía.....	15
2.3.2. Variedades nobles francesas.....	16
2.3.2.1. <i>Syrah</i>	17
2.3.2.2. <i>Malbec</i>	17
2.3.2.3. <i>Merlot</i>	18
2.3.2.4. <i>Cabernet sauvignon</i>	18
2.4. Factores en el campo que influyen en la calidad de producción del vino	20
2.4.1. Variedad de uva.....	20
2.4.2. Suelo.....	21
2.4.3. Clima.....	23
2.4.3.1. Pluviometría	24
2.4.3.2. Horas sol.....	24
2.4.4. Prácticas vitícolas	25
2.4.4.1. Sistemas de poda y sistemas de conducción	25
2.4.4.2. Porta injertos.....	26
2.4.5. Plagas.....	28
2.4.6. Enfermedades	28

2.5.	Compuestos químicos en el vino.....	30
2.5.1.	Ácidos	30
2.5.2.	Sales.....	31
2.5.3.	Azúcares y alcoholes	32
2.5.4.	Compuestos fenólicos	33
2.5.5.	Aldehídos.....	35
2.5.6.	Ácidos volátiles.....	35
2.5.7.	Acetatos.....	36
2.6.	Parámetros de calidad en la percepción sensorial del vino	37
2.6.1.	Principales denominaciones de origen de vino en el mundo	37
2.6.2.	Concursos	39
2.6.3.	Cata de vino.....	40
3.	PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	44
4.	JUSTIFICACIÓN.....	45
5.	OBJETIVOS	46
5.1.	Objetivo general.....	46
5.2.	Objetivo específico.....	46
6.	HIPÓTESIS.....	46
7.	MATERIALES Y MÉTODOS.....	47
7.1.	Localización de los huertos de vid.....	47
7.2.	Elaboración de los vinos.....	47
7.3.	Establecimiento del experimento	47
7.4.	Diseño de tratamientos.....	48
7.5.	Variables de estudio.....	48
7.5.1.	Análisis fisicoquímico	48

7.5.1.1.	Sólidos solubles totales (°Brix)	48
7.5.1.2.	Acidez titulable	48
7.5.1.3.	Acidez total.....	49
7.5.1.4.	Acidez volátil	50
7.5.1.5.	pH	50
7.5.1.6.	Contenido de alcohol	50
7.5.1.7.	Extracto seco	51
7.5.1.8.	Sólidos precipitados	51
7.5.1.9.	Compuestos pigmentantes mono y poliméricos.....	51
7.5.1.10.	Color	52
7.5.1.11.	Contenido de fenoles totales	53
7.5.1.12.	Contenido de flavonoides	53
7.5.2.	Determinación de capacidad antioxidante	54
7.5.2.1.	Determinación de actividad antioxidante por el método de ABTS [2,2'-azino-bis(ácido 3-etilbenzotiazolin-6-sulfónico)]	54
7.5.2.2.	Determinación de actividad antioxidante por el método DPPH (2,2-difenil-1-picrilhidrazilo).....	54
7.5.2.3.	Antocianinas.....	55
7.5.2.4.	Taninos	55
7.6.	Análisis de resultados.....	56
8.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	57
8.1.	Análisis fisicoquímico	57
8.1.1.	Sólidos solubles totales	57
8.1.2.	Acidez titulable, acidez volátil, acidez total y pH	58
8.1.3.	Contenido de alcohol	59

8.1.4.	Color	60
8.1.5.	Antocianinas	61
8.1.6.	Taninos	62
8.1.7.	Fenoles totales	63
8.1.8.	Flavonoides	65
8.2.	Determinación de capacidad antioxidante	66
8.2.1.	Determinación de capacidad antioxidante por el método de ABTS [2,2'-azino-bis (ácido 3-etilbenzotiazolin-6-sulfónico)] y DPPH (mM Etrolox/L) y DPPH (2,2-difenil-1-picrilhidrazilo).....	66
9.	CONCLUSIONES	68
10.	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	69

ÍNDICE DE TABLAS

Número		Página
Cuadro 1	Temperatura de servicio de acuerdo al tipo de vino a catar.....	41
Cuadro 2	Diseño de tratamientos.....	48

ÍNDICE DE TABLAS RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Número		Página
Cuadro 1	Contenido de sólidos solubles totales.....	57
Cuadro 2	Acidez titulable, acidez volátil, acidez total y pH en vino tinto.....	58
Cuadro 3	Porcentaje de alcohol en vino tinto.....	60
Cuadro 4	Color en vino tinto.....	61
Cuadro 5	Contenido de antocianinas en vino tinto.....	62
Cuadro 6	Contenido de taninos totales en vino tinto.....	63
Cuadro 7	Contenido de fenoles totales en vino tinto.....	64
Cuadro 8	Contenido de flavonoides totales en vino tinto.....	65

ÍNDICE DE FIGURAS

Número		Página
Figura 1	Zonas de percepción de los sabores en las papilas gustativas.....	43

ÍNDICE DE FIGURAS RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Número		Página
Figura 1	Capacidad antioxidante en vino tinto por ABTS.....	66
Figura 2	Capacidad antioxidante en vino tinto por DPPH.....	67

RESUMEN

El vino es una bebida a la cual se le atribuyen diferentes compuestos funcionales que tienen efecto sobre la salud humana, pero que también influyen en su calidad sensorial y de producción. Sin embargo, las variedades de uva con las que los vinos están elaborados, le otorgan características fisicoquímicas y sensoriales propias a cada botella que se produce.

Se realizaron pruebas a 4 vinos tintos con diferentes variedades de uva (*Syrah*, *Malbec*, *Merlot* y *Cabernet sauvignon*) de dos años de producción distintos (2018 y 2019), provenientes del Valle de las Arcinas, Zacatecas, para determinar la influencia que ejercen dichas variedades, sobre su calidad fisicoquímica y funcional.

Dichas pruebas comprenden una caracterización fisicoquímica, en la cual se realizaron análisis de sólidos solubles totales, acidez, nivel de pH, porcentaje de alcohol, color, extracto seco, sólidos precipitados, flavonoides y fenoles totales, además de la evaluación de su capacidad antioxidante a través de DPPH y ABTS, taninos y antocianinas totales.

Entre los resultados se destacan un mayor contenido de fenoles y flavonoides en los vinos de *Cabernet sauvignon* (1724.99 mg EAG/L y 1089.10 mg EQR/L) respectivamente, de antocianinas en los vinos de *Malbec* (122.04 mg/L) y un mayor número de taninos en los vinos de *Merlot* (3.21 g/L). Al comparar los resultados se determinó que la variedad de uva influye en el contenido de compuestos bioactivos de cada vino; sin embargo, todos los vinos presentaron un nivel adecuado de dichos componentes, por lo que son considerados de calidad.

Palabras clave: Componentes funcionales, Syrah, Malbec, Merlot, Cabernet sauvignon.

1. INTRODUCCIÓN

En la actualidad, el consumo de vino ha ido aumentando de manera significativa en la industria de bebidas alcohólicas, por lo que cada día que pasa, incrementan los productores de vino en el mundo.

La vid (*Vitis vinifera* L.) es una planta que compone uno de los 14 géneros de los pertenecientes a la familia de las Vitáceas, que a su vez se divide en 2 subgéneros conocidos como euvitis y muscadina (SINAVIMO, 2020).

En México la producción y cultivo de vid se ha retomado después de un período de recesión, ya que fue el primer país en cultivarse esta planta en América. Sin embargo, la producción de vino es relativamente nueva comparada con otros países del continente; además la uva producida en México se destina al sector de uso industrial y al de la uva pasa.

En el año 2015, los estados del país que cosecharon uva fueron: Aguascalientes, Baja California sur, Chihuahua, Coahuila, Durango, Guanajuato, Hidalgo, Jalisco, Estado de México, Puebla, Querétaro, Nuevo León, Sonora, Zacatecas y San Luis Potosí. No obstante, los estados que más concentran la producción de uva para vino son Baja California, Sonora, Zacatecas, Coahuila y Aguascalientes (CEDRSSA, 2017).

Las principales variedades de uva cultivada en el país son: *Cabernet sauvignon*, *Merlot*, *Pinot noir*, *Ruby cabernet* y *Syrah* en el caso de las uvas tintas y *Sauvignon blanc*, *Palomino*, *Chenin blanc*, *Pinot blanc* y *Chardonnay* en el caso de las uvas blancas.

Así mismo, el vino es, exclusivamente, la bebida resultante de la fermentación alcohólica, completa o parcial, de uvas frescas, estrujadas o no, o de mosto de uva. Su contenido en alcohol adquirido no puede ser inferior a 8.5% V/V.

Las prácticas vitícolas que manejan a la vid durante su crecimiento permiten obtener bastante información que será utilizada para elaborar un producto final. Dentro de estas prácticas la resistencia que se da al viñedo durante su crecimiento es fundamental para otorgar a la planta defensa y ayuda en su crecimiento que se verá reflejado en el fruto. Por ejemplo, los porta injertos son utilizados primero, como sistema de propagación de la planta debido a que la

hacen más resistente a plagas y enfermedades, aumentan la probabilidad de que broten los frutos, otorgan uniformidad genética y reducen costos en la producción.

Además de las prácticas vitícolas, las variedades de uva con las que el vino se realiza, aportan la mayoría de características sensoriales que se degustan en la cata.

Cabernet sauvignon, Syrah, Malbec y Merlot son variedades tintas pertenecientes a las uvas nobles francesas debido a su gran poder de adaptación a distintas partes del mundo, pero también debido a que son uvas que pueden generar grandes vinos de acuerdo a sus compuestos fisicoquímicos y su capacidad de evolucionar en guarda (Przypolski, 2019).

2. MARCO TEÓRICO

2.1. Generalidades

La vid es el cultivo frutal más extensamente plantado en el mundo, cubriendo un área de 10 millones de hectáreas, encontrándose la mayor concentración en Europa (Pearson & Goheen, 1994).

Existen indicios de que la vid ha sido plantada desde hace 10 000 años en la región denominada como Transcaucásica, actualmente comprendida por los países de Georgia, Armenia y Turquía.

A través de la historia, la vid ha sido difundida por las diferentes culturas que le fueron aportando un sinnúmero de conocimientos a la producción del vino y que hoy en día incluso, se siguen utilizando como prácticas enológicas.

Por ejemplo, de la región antes mencionada se llevó el conocimiento hacia las culturas de Mesopotamia y Sumerios, siendo estos los que comienzan con algunas reglas de comercialización. De aquí se extiende entonces su producción, llegando hacia los egipcios quienes son los primeros en colocar “etiquetas” en sus productos y que además los envasaban en vasijas de barro para después poder ser intercambiados o vendidos.

El paso de la vid hacia Europa es fundamental con las culturas griega y romana como principales difusores de la vid. Como a todo lo que el hombre desconoce, el proceso de producción del vino, se creía, era a través de los dioses quienes entregaron esta bebida a los combatientes muchas veces, en guerra. Estos dioses del vino eran considerados entonces, los creadores del contexto de esta bebida en aquella época. Para los egipcios era Osiris, para los griegos Dionisio y para los romanos Baco.

El contexto bíblico también tiene mucho que ver si se habla de historia en la producción de vino y plantación de la vid. Gran peso tuvo este contexto, en especial el relato de Noé, que narraba el inicio de la viticultura en el monte Ararat (Zamora, 2000).

Para que una vid pueda crecer de manera adecuada, influyen muchos factores que también le otorgan personalidad al vino. Esto se comienza a tomar en cuenta claramente, desde el descubrimiento de la fermentación alcohólica por Louis Pasteur en 1857.

Dentro de estos factores, podemos tomar 4 en consideración: terruño o suelo, clima, la propia planta y la mano del hombre.

2.2. La Vitis vinifera en el mundo

Una de las principales características que otorga calidad al vino es de donde provenga la planta de la vid, ya que cada región en el mundo aporta parámetros de calidad y propiedades organolépticas distintas.

A lo largo del globo terráqueo podemos encontrar un sinnúmero de regiones productoras de vid. Sin embargo, solo aquellas regiones privilegiadas por la influencia del clima Mediterráneo, han sido mayormente tomadas en cuenta como sinónimo de calidad en el vino.

En el contexto mundial del vino, existe una franja delimitada por condiciones climáticas (temperatura, humedad y viento) y de suelo que demarcan la producción del vino. Esta franja se encuentra localizada en las latitudes 30° y 50° norte sobre la línea ecuatorial y sobre el Hemisferio Sur, entre los paralelos 30° y 40° (SADER, 2018).

La franja del vino se denomina como las regiones que por su ubicación geográfica y clima son las más adecuadas para la producción de la vid (SADER, 2018).

De esta forma, en la zona norte se encuentran aquellos países productores de vino, que, por su tradición en la manufactura del vino, son considerados de mayor calidad. Países como Francia, España e Italia en Europa, China y Japón en Asia y Estados Unidos y Canadá en América son referentes de estos productores.

Dicha franja atraviesa nuestro país en los estados de Baja California principalmente y en algunas partes del estado de Sonora; sin embargo, gracias a los microclimas que se forman debido a que México es un país mega biodiverso y que asemejan el clima mediterráneo, podemos encontrar estados como Querétaro, Zacatecas y Aguascalientes como 3 de los 4

estados con mayor producción de vino. La región más importante de producción de vino en México es así, Valle de Guadalupe, ubicado en el estado de Baja California.

2.3. Caracterización de la planta (*Vitis vinifera*)

La *Vitis vinifera* es una planta que forma parte de la familia de las vitáceas, caracterizadas por tener ramas muy sudorosas que secretan savia, con tallos cortos pero leñosos. Su nombre científico proviene del latín y significa árbol del conocimiento.

A lo largo de la historia se ha producido vino a través de las diferentes regiones del mundo y de las diferentes culturas que han sabido aprovechar esta planta. Para la producción de vino en el mundo es importante conocer de pies a cabeza nuestro principal insumo que es la planta de la vid.

Existen diferentes variedades de vid en el mundo que nos pueden ofrecer uva para generar un mosto; sin embargo, solo una variedad de todas ellas es la que nos provee de todos los elementos que necesitamos para que se produzca un vino de calidad.

Para tal efecto, la *Vitis vinifera* es una planta que genera un equilibrio en sus frutos entre muchas de las cualidades físicas y químicas que podemos degustar en un vino posterior a su fabricación como acidez, grado de alcohol, amargor, astringencia, dulzor y potencial aromático y de sabor. Por el contrario, los demás tipos de variedades de vides que provienen de ambientes salvajes o silvestres, poseen desde hojas más ásperas, hasta frutos más pequeños que generan mostos con sabores desequilibrados, agrios y muy astringentes que no son considerados dentro de la industria vinícola como productos de calidad o simplemente como vinos.

La vid (*Vitis sp.*) es una planta de origen asiático que se extiende alrededor del mundo gracias a las regiones templadas en ambos hemisferios que son conocidas como regiones de clima mediterráneo. Esta planta pertenece así, a la familia de las vitáceas y posee un tronco leñoso, ramas flexibles con numerosos nudos (son llamados pámpanos, cuando son verdes y sarmientos cuando ya están lignificadas, en las cuales se da la fructificación); además presenta grandes hojas alternas, pecioladas, y partidas en 5 lóbulos puntiagudos; zarcillos

alternados a las hojas; flores verdosas en los racimos, y frutos también bajo la estructura del racimo (CONOCEDOR, 2016).

La vid contiene también un aparato radicular que le permite absorber humedad y nutrientes del suelo como sales minerales que son necesarias para su crecimiento y normalmente se planta sobre injertos o porta injertos que le permiten tener una mayor resistencia a climas, sequías, plagas y enfermedades. La mayoría de los viñedos se plantan sobre raíces que suelen pertenecer a *Vitis labrusca* haciéndolas más resistentes y sobre las cuales encontramos tallos y ramas de *Vitis vinifera*. Estos tallos pueden crecer a niveles considerables si no se les aplica un control en el crecimiento debido a que pertenecen a la familia de las enredaderas. Es importante mencionar, que alrededor de estos tallos corre la savia que secreta la planta para empezar el proceso vegetativo de la misma y que está compuesta por minerales disueltos en agua.

La hoja de la vid (hojas pecioladas de 12-14 cm de largo por 10-12 cm de ancho y presentan los bordes dentados que se dividen en 5 lóbulos profundos) es uno de los elementos más importantes en la planta debido a que son las encargadas de transformar esa savia bruta en savia elaborada, además de realizar funciones vitales como transpiración, respiración y fotosíntesis (Vázquez, 2020). Es en esta parte de la planta, dónde a partir del oxígeno y el agua, se forman moléculas de los ácidos, azúcares y demás elementos que se consideran para la producción de un mosto equilibrado, condicionando así la calidad del producto final.

La planta de vid, suele tener un período de juventud que se extiende de 3 a 5 años y en el cual no producirá ningún tipo de flor siendo incapaz de generar algún tipo de brote en ella.

2.3.1. Taxonomía

Reino: Plantae

División: Magnoliophyta

Clase: Magnoliopsida

Orden: Vitales

Familia: Vitaceae.

Género: *Vitis*.

Especie: *Vitis vinifera* L.

2.3.2. Variedades nobles francesas

Para la producción de vino en el mundo, existen infinidad de variedades de uva que también son conocidas como cepas o *cepaje* y que provienen de la *Vitis vinifera*, que pueden generar distintos resultados en un producto final debido a su complejidad aromática y de sabores que se desarrollan a lo largo del proceso vegetativo de la planta y del proceso de producción de los vinos.

Sin embargo, existen ciertas cepas que se consideran dentro del mundo del vino como cepas o variedades nobles debido a su potencial de adaptación a los diferentes climas en el mundo, a sus regiones, a los diferentes procesos de elaboración de los vinos en los diferentes países donde la vid y la uva son tratadas con diferentes procedimientos, pero que sin embargo generan condiciones y características similares como potencial aromático, de sabor, contenido de alcohol y potencial de envejecimiento en barrica y en botella (Przypolski, 2019).

Estas uvas nobles se clasifican en uvas tintas y blancas y son originarias, la mayoría de Francia, donde la producción de vino data de muchos años de historia y que son sinónimo de calidad.

En cuanto a las uvas blancas nobles podemos encontrar las variedades *Chardonnay*, *Sauvignon blanc*, *Riesling*, *Chenin blanc* y *Gewürstraminer*; esta última de piel rosada (Aldana, 2018).

Por otro lado, las uvas tintas nobles consideradas en la industria del vino, son aquellas que pertenecen a la mezcla bordelesa: *Cabernet sauvignon*, *Merlot*, *Malbec*, *Pinot noir* y *Syrah* (Przypolski, 2019).

2.3.2.1. *Syrah*

Es una uva francesa muy extendida. Las propiedades de este varietal dependen mucho del lugar donde se cultive, y del clima. Por ejemplo, en España hay algunos vinos de *Syrah* que tienen una potencia y untuosidad extraordinarias, que los diferencian mucho de los vinos de *Syrah* franceses, más ácidos y suaves. Hay bodegas de Castilla la Mancha que se han especializado en su elaboración. En el nuevo mundo, la *Syrah* también produce vinos muy interesantes, en particular es famosa por su producción Australia.

Esta uva proviene de la región del Ródano que se sitúa en el sureste de Francia. En condiciones óptimas de cultivo, requiere una mayor cantidad de sol y temperaturas elevadas, pero se suele adaptar a distintos terrenos y climas, siendo así una de las variedades más resistentes a enfermedades (LAUS, 2021).

Se caracteriza por tener una gran presencia de cuerpo y sabor, presentando notas a moras, pimienta negra, chocolate negro y regaliz generalmente. También presenta notas en boca a caramelo, violetas, café, canela, higo y trufa si ha pasado por barrica.

2.3.2.2. *Malbec*

La uva *Malbec* es una de las variedades tintas que componen la mezcla bordelesa gracias a sus características sensoriales y atributos de perfil fisicoquímico.

De origen francés, específicamente de Bordeaux, esta uva es emblemática de países como Francia, Argentina y México, entre otros.

Es una variedad de uva que prefiere las alturas, de maduración tardía y frutos negros azulados, pequeños, que producen mostos de colores muy intensos. Los vinos elaborados con esta variedad suelen ser de percepción muy tánica y de alcohol medio-alto, por lo que también suele usarse para ensambles con uvas como el *Cabernet sauvignon* y la uva *Merlot*.

Sus referentes aromáticos pueden presentar notas a moras, violetas, frutos rojos como cerezas, fresas, frambuesas, cerezas negras, algunas especias como la pimienta y si ha pasado por barrica, concentraciones aromáticas de madera y tabaco (Orsini, 2020).

2.3.2.3. Merlot

Esta uva es de origen francés y es la uva más aromática. En boca suele tener un gusto suave. Se encuentra en los vinos del banco derecho de Burdeos, Saint Emilion. Para algunos críticos, su carácter se está perdiendo al realizarse extracciones excesivas en la vinificación que acaban dotando a muchos de estos vinos de un carácter que se aleja del original de esta zona. En cuestiones generales, esta uva presenta una mayor concentración de terpenos, terpenoles y compuestos terpénicos en general. Se destaca por el mayor contenido de alcoholes superiores y de aldehídos; además de la presencia de lactonas y fenoles (CIATI, 2019).

Los compuestos aromáticos a los que esta uva hace referencia pueden incluir frutos rojos como bayas, grosellas, moras, fresas, frambuesas, cassis, flores de color rojo, violetas y si ha pasado por barrica, tabaco, trufa y cuero.

Se trata entonces, de una variedad de porte horizontal, con hojas de tamaño mediano a grande y 5 lóbulos. De brotación y floración tardía, y un rendimiento de uva de 3.1 a 3.6 kg. También es sensible al *Mildiu* y a la *Botrytis* (Lara, 2013).

2.3.2.4. Cabernet sauvignon

Considerada como una uva tinta noble y como la reina de las uvas tintas, esta antigua variedad es la principal responsable de la calidad de los vinos de Burdeos (Catania & Avagnina, 2007). Esto se debe en general por su gran adaptación a diferentes climas, resistencia a los procesos a los que es sometida para la producción de vino, ser una de las uvas más plantadas en todo el mundo, su resistencia al frío, la regularidad en su cosecha y su capacidad de generar mostos de grandes cualidades sensoriales debido a sus componentes físico químicos, la uva *cabernet sauvignon* es el objeto de estudio de este trabajo de investigación.

Esta variedad es originaria de la región de Bordeaux, Francia, una de las regiones más importantes en la producción a nivel mundial y de las más célebres por generar mostos de gran calidad, lo que también la convierte en una uva Premium dentro de este mundo.

Se cultiva principalmente en Francia, España, Italia, Chile, Estados Unidos, Australia y Sudáfrica, ocupando así un espacio de 341 000 Ha y el segundo puesto de producción de uva tinta detrás de la uva de mesa china Kyoho (OIV, 2017).

En cuanto a las características físicas de esta variedad podemos encontrar racimos pequeños de forma cónica y compacidad media, con bayas muy uniformes en sus racimos y de fácil desprendimiento durante la vendimia (Catania & Avagnina, 2007).

Tiene bayas muy gruesas pero pequeñas, con hollejos gruesos y circulares de mucha pruina. Es dura y jugosa y se considera dentro de las uvas con mayor aporte de aromas y tanicidad en los vinos tintos, además de poseer aromas y sabores muy herbales y generar notas de piracina de la mayoría de estos productos.

Mientras tanto, las vides de *Cabernet sauvignon* suelen ser muy erguidas con muchas ramas, muy sensibles al mildiú y al oídio, pero bastante resistente a plagas y podredumbre noble. Sus raíces son sensibles a la carencia de magnesio, resistentes al frío y vientos. Requieren de podas largas para evitar que los nutrientes se conserven en las hojas y no en los frutos y su rendimiento general es de 2 a 14 toneladas por Ha (BARBER, 2020).

Suele generar mostos de un color intenso debido a su contenido alto en polifenoles, principalmente antocianos que se encuentran en la pulpa y en el hollejo de esta variedad. Su astringencia y su amargor suele ser alta debido a los taninos encontrados en la piel, pepitas y raspones del racimo. Los vinos producidos por esta uva tienen un contenido aromático bastante pronunciado con referentes a frutos rojos como grosellas, bayas rojas, herbales como la piracina (olor a pimienta morrón); en ocasiones recuerdan al eucalipto y la menta, a las aceitunas y a diferentes especias.

Debido a que esta uva es apta para envejecer, el paso por roble aumenta su complejidad aromática y concentración presentando notas a madera, tabaco, chocolate y cuero y un tanino suave y fino (Sanguineti, 2010).

También es una uva muy apta para el envejecimiento en barrica y botella ya que posee un hollejo muy grueso del cual se extraen taninos muy dulces que permiten un período largo de crianza. Suelen ser vinos muy finos y sedosos al paladar cuando son jóvenes y muy robustos, astringentes y tánicos en garganta cuando son vinos de mucha guarda o crianza.

2.4. Factores en el campo que influyen en la calidad de producción del vino

2.4.1. Variedad de uva

En el proceso de elaboración de un vino participan diferentes factores de calidad que pueden aumentarla o disminuirla. Se ha comprobado que en el vino participan más de 800 compuestos que determinan su complejidad aromática y de sabor y que contribuyen al desarrollo y envejecimiento por el cual algunos de ellos pasan. Aunado a esto, los diferentes tipos de vino y procesos, además de las características climáticas y de producción hacen que estas cifras aumenten. La gran mayoría de estos compuestos dependen en sí de la uva y es por eso que la calidad de los mismos depende del trato que se le otorgue a la planta, ya que es requerida una uva en los mejores estados de calidad sanitaria y maduración.

Por lo tanto, los diferentes tejidos que forman parte del fruto contribuyen de manera diferencial a la composición final del mosto y del vino. La pulpa aporta el agua que constituye entre un 80-90% del volumen del vino y componentes mayoritarios del metabolismo primario como son los azúcares glucosa y fructosa y los ácidos orgánicos, fundamentalmente los ácidos málico y tartárico (Carbonell & Martínez, 2020).

La maduración del fruto es importante ya que de aquí se toman los azúcares que determinarán el proceso de fermentación que se llevará a cabo por las levaduras y que indicarán a su vez el contenido alcohólico de los vinos. Es así que la sacarosa que se obtiene de las hojas, se transforma en glucosa y fructosa y se deposita en la pulpa. Posteriormente estos azúcares serán transformados en etanol debido al proceso metabólico de dichas levaduras (Carbonell & Martínez, 2020)

Por otro lado, la concentración de acidez se determina a través de los ácidos málico y tartárico principalmente ya que constituyen el 90% de dichos ácidos orgánicos. Durante el proceso de elaboración de un vino, cuando la uva madura, la concentración de ácido málico se reduce mientras que el ácido tartárico se eleva (Tenorio et al., 2014). Dichas concentraciones, tanto de azúcares como ácidos, permite que los vinos puedan madurarse y criarse, creando así una complejidad de color y equilibrio aromático al catarse.

Es importante indicar que, durante la maduración y ablandamiento de la pulpa de uva, se incrementa la actividad de enzimas pectina metil esterasa que influyen en la calidad final de los vinos.

La variedad de uva con la que se decide finalmente elaborar el vino es un indicador importante para la producción de la calidad en los vinos y para otorgar características únicas a cada tipo de producto que se desee realizar. De manera general se suelen utilizar variedades de uva consideradas como nobles por el mundo de la vinificación, debido a su gran adaptación a diferentes climas, suelos, tratamientos en el campo, procesos de vinificación, adaptación a guarda tanto en botella como en barrica y a su manera de potencializar y expandir los diferentes compuestos aromáticos, de sabor, concentraciones de alcohol y astringencia y tanicidad que cada una de ellas aporta.

Dicho esto, la uva *Cabernet sauvignon* tiene uno de los perfiles aromáticos más complejos dentro de estas uvas y nos puede evocar en la mayoría de los vinos notas aromáticas como piracinas (pimiento verde) o 3-isobutil-2-metoxipiracina, notas de fermentación y de envejecimiento como regaliz, cassis, chocolate, minas de lápiz, tabaco y aromas a frutos rojos generalmente maduros; además de compuestos tiolados como el mercaptohexanol (pomelos) (Catania & Avagnina, 2007).

En cuanto a la intensidad de color que estas uvas nos proporcionan, no suelen ser tan intensos como las uvas *Malbec* o *Merlot*, pero nos presentan tonalidades generalmente rojas rubías que van hasta los tonos rojizos marrón o caobas.

2.4.2. Suelo

El perfil final del vino también se ve influenciado por las características del suelo que determinan las condiciones minerales principalmente de estas bebidas y los perfiles aromáticos secundarios que son resultado del cultivo del viñedo.

Las principales características de suelo que influyen sobre la calidad final son su composición, el tipo de drenaje que se le otorgue al viñedo, su inclinación, orientación y

altitud: además de los diferentes restos fósiles que lo compongan ya que existen viñedos con suelos de más de 10 000 años de composición.

Debido a que la vid es una planta que responde a distintos niveles de estrés en el cultivo, esta suele expresar mejor su potencial cuando ha sido influenciada, por lo que la planta suele preferir suelos con poca materia orgánica, de muy buen drenaje y profundos para el anclaje de su raíz, poco salinos y de una acidez equilibrada.

Cuando estamos en presencia de suelos muy fértiles, suelen plantarse un gran número de vides para que estas comiencen a competir entre ellas y puedan aumentar la calidad de sus frutos, dando como resultado vinos de gran calidad.

Por ejemplo, los suelos que está compuestos de gravas o piedras de tamaño mediano aportan una mayor circulación de aire, un buen drenaje del agua debido a la separación de los mismos y una mayor retención del calor que se libera por la noche. Cabe mencionar que mientras más claros son los suelos o las piedras que lo componen, mayor reflejo del sol habrá hacia la planta favoreciendo así la maduración de la misma (Giacomo, 2014).

Es así que, los principales componentes del suelo que requiere la vid para su crecimiento y metabolismo son el nitrógeno, el potasio y el fósforo. De manera secundaria también pueden ser absorbidos el calcio, el hierro y el boro en concentraciones bajas para no causar toxicidad (López, 2020).

De acuerdo al tipo de suelo con el que se trabaje en el viñedo, son algunas de las características que aportarán al viñedo en sí y a la calidad de un vino en específico.

Los suelos de sílice aportan así un potencial aromático fino en vinos jóvenes además de ligereza aunada al porcentaje de alcohol que suelen trabajarse para vinos blancos, ya que funciona mejor para variedades blancas.

Algunos vinos tintos son plantados en suelos de arcilla ferruginosa, lo que les aporta color y grados de alcohol mayores.

Cuando se habla de suelos compuestos por arcilla fina, estos contribuyen a aumentar la pastosidad de los caldos y a elevar el grado tánico de los vinos. Son más fríos, retrasan la maduración, y cuando no existe una excesiva acumulación de agua, comunican a los vinos más cuerpo y color (Giacomo, 2014).

Los suelos de arenas calizas por su parte, otorgan buen contenido de alcohol, potencial aromático de aromas secundarios en los vinos y grosor en el hollejo de las uvas; mientras que las arenas contribuyen a determinar vinos poco graduados en alcohol, fáciles de degustar y aromáticos.

Por su parte, los suelos de pizarra son muy permeables y son aptos para vinos muy complejos en estructura, tánicos y acumulan el calor que se libera por las noches: mientras que los suelos volcánicos generan vinos muy minerales y con mucha estructura.

Si tomamos en cuenta la inclinación con la que está plantado el viñedo más el tipo de suelo al que este se expone, podremos develar muchas de las características de su composición y características finales de calidad. Esta inclinación permite a la planta estar expuesta a una mayor o menor cantidad de horas sol lo que se traduce como una mayor o menor concentración de cuerpo y de alcohol en los vinos, también impiden el encharcamiento de agua y evitan el riesgo de generar enfermedades en la vid.

Es importante aclarar que el término “mineralidad” con el que se suele comparar el contenido aromático secundario de un vino en una cata, no tiene relación alguna con el tipo de suelo ya que la raíz de la vid absorbe el agua acumulada además de iones que aportan dichos suelos. Esta característica más bien se relaciona con la presencia de distintos tipos de ácidos que participan en el mosto de estas bebidas fermentadas (DEHESA, 2021).

2.4.3. Clima

Cuando se habla de la calidad final en un vino, las condiciones climáticas que participan desde el proceso de crecimiento de la vid, influyen de manera positiva o negativa en ella y a pesar de que no todas se pueden controlar, hoy en día la tecnología ha superado algunas de estas que durante el proceso se vuelven barreras.

La franja del vino que delimita aquellas regiones donde se es apta la producción de vid y que se establece actualmente a los 50° y 30° Norte y 30° y 40° Sur, se denomina como aquellas características climáticas aptas para el desarrollo adecuado de la vid (SADER, 2018).

Dentro de estas condiciones climáticas se deben tomar distintos aspectos como las cantidades de horas sol a las que la planta será sometida, la cantidad en milímetros cúbicos de agua para el riego y el tipo de clima que corresponde a la región de producción del vino.

El clima así se define como producto de la interacción entre la atmósfera, los océanos, las capas de hielo y nieve, los continentes y, muy importante, la vida en el planeta (INECC, 2018).

Concretamente el tipo de clima más adecuado para la plantación de viñedos es el clima de tipo mediterráneo, pero pueden considerarse en total 3 tipos distintos de clima que influenciarán de manera distinta los vinos.

El clima mediterráneo se caracteriza por ser un clima de tipo templado y con veranos calurosos, de muy escasa lluvia, pero con inviernos templados y lluviosos.

El clima continental se considera extremo de veranos calurosos y de inviernos muy fríos. De pocas precipitaciones y estaciones marcadas.

Finalmente, el clima de tipo marítimo es un clima templado con temperaturas moderadas debido a la cercanía con el mar y de abundantes lluvias.

2.4.3.1. Pluviometría

En este sentido, las zonas que favorecen la producción de vinos de gran calidad, pertenecen a las más secas con una pluviometría controlada de 500-600 mm/año. La *Vitis vinifera* es muy resistente a sequías ya que posee raíces muy profundas; el cultivo es ideal en aquellas regiones con una precipitación anual de 600 a 800 mm (De Cara, s.f.).

2.4.3.2. Horas sol

La amplitud térmica del viñedo (la diferencia que existe entre el día y la noche) expresará en los vinos una mayor concentración de aromas, pigmentos, y aporte de cuerpo. Dicha amplitud también depende de la zona, la altitud en la que el viñedo se encuentre plantado, además de

que la calidad y la graduación alcohólica, podrán variar debido a que el sol puede acelerar la maduración de la uva y generar mayor cantidad de azúcar; lo que reflejará un aumento de alcohol durante la fermentación.

Para calcular la integral térmica de la vid se utiliza el índice de Winkler y Amerine: la acumulación de temperaturas medias diarias menos 10°C ($t_m - 10^\circ\text{C}$)” desde el 1 de abril hasta el 31 de octubre (Ponce, 2019).

2.4.4. Prácticas vitícolas

2.4.4.1. Sistemas de poda y sistemas de conducción

Cuando hablamos de un viñedo y de la producción de vino es importante mencionar las prácticas vitícolas a las que son sometidas las plantas. Como hemos revisado anteriormente, las vides pueden ser sometidas a niveles de estrés que hacen que la planta pueda producir mejores vinos o con condiciones inducidas por la mano del hombre. Algunas de estas prácticas hacen referencia a los sistemas de poda y sistemas de conducción que conducen a la vid a dicho estrés para producir dentro del frutos componentes que se utilizarán para otorgarle calidad al vino.

La práctica de la poda consiste en la eliminación de partes vivas de la planta (sarmientos, brazos, partes del tronco, partes herbáceas, etc.) con el fin de modificar el hábito de crecimiento natural de la cepa, adecuándolas a las necesidades del viticultor (Aliquó et al., 2010).

Los objetivos de la poda son específicos para poder generar vinos de calidad. Por ejemplo, esta práctica ayuda a la vid a darle estructura y conducir su crecimiento a fin de lograr mayor operatividad en el cultivo. Otro de los objetivos de la poda consiste en reducir la vejez de la cepa, renovando así sus partes. La poda nos puede ser útil también para seleccionar las yemas más fértiles de la vid, mantener el equilibrio de la producción de hojas y frutos para evitar la pérdida de nutrientes en la uva que generará el mosto para el vino y regular el número de brotes para equilibrar el número y el tamaño de los racimos.

De acuerdo a cada región y país productor de vino, además de las Denominaciones de origen autorizadas, existen distintos tipos de poda que genera una u otra característica en la calidad de los vinos; sin embargo, podemos mencionar que 3 de ellas son las más utilizadas: Sistemas de poda corta, sistemas de poda mixta y sistemas de poda larga.

Otro de los grandes factores que aportan calidad al vino que se producirá son los sistemas de conducción a través de los cuales la planta se encamina para obtener distintos resultados.

La conducción de la vid, además, está estrechamente relacionada con los sistemas de poda ya que, se lleva a cabo durante la etapa de la primavera, donde brotan las ramas (Fonseca, 2020).

Esta práctica limita la superficie foliar de la planta y ayuda a que el sol incida directamente al grano de uva lo que permitirá al fruto alcanzar los niveles óptimos de azúcar para lograr la fermentación alcohólica y poder otorgar la cantidad necesaria de alcohol al producto final.

Existen distintos tipos de conducción de la vid y cada uno de ellos tiene un propósito en particular, siendo estos: los sistemas libres y los sistemas con apoyo.

Dentro de los sistemas de poda más utilizados en los viñedos se encuentran el sistema de arbolito, espaldera y lira (Fonseca, 2020).

Cabe destacar que estas prácticas vitícolas inciden de acuerdo con el producto final que se desea realizar y son cambiantes de acuerdo a la región donde el vino se produce.

2.4.4.2. Porta injertos

El sistema de porta injertos en la producción de vino ha sido de gran utilidad debido a la resistencia que este provee principalmente a la planta, pero también debido a que influye de manera positiva o negativa en la calidad final de la uva para producir vino. Estos porta injertos suelen ser el soporte de la *Vitis vinifera* debido a que resisten más a plagas o enfermedades como la filoxera (*Viteus vitifoliae*), a las condiciones de estrés a las cuales la planta es sometida para producción de uva o las condiciones climáticas, utilizando principalmente *Vitis rupestris*, *Vitis riparia* o *Vitis berladieri*.

Por otra parte, los porta injertos tienen la habilidad de absorber más eficientemente los nutrientes como el fósforo y el potasio, cuyos niveles se asocian al vigor y productividad de las plantas, pero también influyen en la calidad de la fruta ya que participan en el proceso de fructificación y cuajado (Suárez, 2014).

En el viñedo, los porta injertos aportan a la planta uniformidad en su crecimiento, precocidad, adaptabilidad a diferentes medios y condiciones climáticas diferentes y resistencia a agentes bióticos (plagas o enfermedades). Estos se obtienen de la cruce entre variedades de diferentes *Vitis* principalmente y se consideran de gran beneficio para la producción de vino.

Algunas otras ventajas que los porta injertos aportan a la planta y por ende a la calidad en la producción de vino, son la manera en que se puede controlar el viñedo debido a que logran homogeneidad en los plantíos, influyen en el vigor de la planta debido a su capacidad de absorción de sustancias minerales y la calidad de unión patrón-injerto.

Por ejemplo, en terrenos más fértiles, algunos injertos como 110-R, 41-B, SO-4, 1103- , etc., comunican un vigor excesivo que puede reducir el volumen de la vendimia y retrasar su proceso de maduración (Suárez, 2014).

Sin embargo, para utilizar los porta-injertos, deben tomarse en cuenta ciertos aspectos para lograr una mayor efectividad como la compatibilidad, el vigor, las características del suelo, el sistema de propagación, el replante y las condiciones de nutrición de la vid.

De acuerdo con Madero et al. (2008), citado por Suárez (2010), se sugiere que para las variedades de uva precoces o para adelantar la maduración se utilicen porta-injertos cortos o débiles mientras que para variedades tardías y de alta producción se pueden utilizar porta-injertos vigorosos que retrasen la maduración.

La influencia de los porta-injertos también arriba a la uva de forma que puede acelerar la producción, afecta de manera positiva a su tamaño final, calidad y coloración, a su precocidad en la maduración y la cantidad de bayas con las que la planta contará.

2.4.5. Plagas

El daño que pueden generar diferentes plagas en la vid pueden ser sinónimo de una mala calidad en el vino e incluso, pueden evitar que el fruto se desarrolle sino se acciona contra ellas. Existen diferentes plagas que pueden proceder de distintos medios como la naturaleza que pueden afectar a toda la planta como arañas, insectos devoradores de hojas, pájaros que afectan los racimos de uvas y diferentes pulgones que acaban con las raíces de la vid, siendo estos los más agresivos ya que desproveen a la planta de su principal medio de alimento.

La plaga más importante que terminó con casi todos los viñedos del mundo por un descuido de traslado, de una especie no endémica a otro lado del mundo, es la filoxera (*Phylloxera vastatrix*) que llegó a Europa en 1868.

Esta plaga se produjo como consecuencia de la importación de vides americanas de los Estados Unidos a través de los viveristas europeos, que las recibían desde el otro lado del Atlántico (Pérez, 2002).

Consiste en un pulgón que se alimenta de las sustancias contenidas en la raíz mediante picaduras, causando la podredumbre de la planta la mayor parte del tiempo. La planta pierde lozaína en sus hojas y desaparece la clorofila en sus bordes, tornándola amarilla (BARBER, 2018).

Si la planta sobrevive y logra dar frutos, estos se ven carentes de nutrientes y compuestos que no sirven para elaborar vinos por lo cual la planta tiene que ser desechada o rociada con insecticidas que afectan la calidad de la bebida.

2.4.6. Enfermedades

Al igual que las plagas, la vid puede sufrir diferentes enfermedades que atacan la planta y pueden afectar de forma positiva o negativa la calidad de un vino. Estas enfermedades suelen ser identificadas a tiempo, pero generan en la planta cambios que pueden afectar a los granos de uva, la calidad del producto durante su elaboración y el resultado final del mismo.

El mildiu, por ejemplo, es provocada por un hongo (*Plasmopara viticola*) que se desarrolla generalmente en climas cálidos con mucha humedad. Esta enfermedad es transmitida por salpicadura de las esporas que genera hacia la planta y ataca las hojas, los tallos y los racimos, afectando el porcentaje de producción que puede reducirse hasta el 50% de uva. Este proceso, requiere una humedad relativa del 95 al 100% y al menos 4 horas de oscuridad (INFOAGRO, 2020).

Otro ejemplo común es el oídio, que se produce por el hongo (*Uncinula necator*) originario de los países de continente americano de clima seco y con altas temperaturas. Esta enfermedad produce la muerte de las hojas y de las bayas de los racimos verdes, lo que puede ocasionar la pérdida total de la vendimia. Para identificarlo basta con ver las hojas como si estas estuvieran cubiertas de ceniza. El período más sensible para su desarrollo es el que abarca el inicio de la floración y el engorde del grano (Martínez, 2020).

Finalmente podemos identificar a la Botritis, que es causada por el hongo *Botrytis cinerea*, que suele ser mortal para los racimos de las uvas. Actúa de forma directa sobre aberturas en los frutos, generando una capa gris (podredumbre gris), llegando a secar el fruto por completo. Sin embargo, esta enfermedad puede ser controlada e incluso en algunos países como Hungría, suele incitarse al crecimiento de la misma.

Una vez penetrado el hongo en el fruto, la maduración de los órganos del mismo genera conidias que se dispersan con el viento y el agua. La humedad relativa óptima para su crecimiento es de 95-100% a una temperatura de 20-25°C.

Cuando la Botritis es controlada en los viñedos, el hongo “pasifica” la uva secándola casi por completo. El mosto que puede quedar dentro de las uvas suele ser un mosto más rico en azúcares y muy rico en contenido de ácido cítrico; también afecta los niveles de ácido tartárico y amoníaco.

Algunos de los efectos positivos de este hongo en los vinos naturalmente dulces como son clasificados estos productos, son: aumento de azúcares y por lo tanto niveles de alcohol al vinificar, producción de glicerol que hace que el mosto presente una textura viscosa y que hace que se aumente la suavidad en boca en el vino final. Sin embargo, este hongo se utiliza solo en uvas aptas para su efectividad: *Moscatel*, *Sauvignon blanc*, *Semillón*, *Riesling* y *Furmint*.

2.5. Compuestos químicos en el vino

A lo largo del estudio del vino, la calidad de este producto ha ido mejorando con el paso del tiempo y gracias al descubrimiento de la tecnología que hace posible dicho suceso. Se han identificado alrededor de 800 compuestos químicos que aumentan o disminuyen dependiendo del tipo de trato que se les dé a las plantas en los viñedos, de las características climáticas como lo describimos anteriormente, o simplemente por el tipo de uva o la mano del hombre.

Estos compuestos suelen otorgar al vino una serie de características organolépticas que van formando su carácter único, aún al ser vinos elaborados por la misma uva o en la misma región.

Dentro de los compuestos más importantes y que denotan el perfil aromático y de sabor, incluso de concentración de alcohol, podemos encontrar a los ácidos, las sales, los azúcares, los compuestos fenólicos, alcoholes, aldehídos, ácidos volátiles, acetatos, entre otros (Cedrón, 2004).

2.5.1. Ácidos

La acidez en los vinos es una característica que nos permite identificar de forma sensorial en las catas, cuán maduro o joven es un vino y permite visualizar a futuro cuánto podría envejecer el vino en la botella.

Esta se atribuye a distintos ácidos orgánicos presentes en la uva como el ácido tartárico, el ácido málico y el ácido cítrico, que se consideran como ácidos fijos o acidez fija (Carbonell & Martínez, 2020).

Por otro lado, la fermentación también aporta ácidos como el ácido láctico, succínico y acético que son considerados como de acidez también fija a excepción del ácido acético o de acidez volátil, que caracterizan el sabor, la vivacidad y la personalidad final del vino, componiendo así la acidez total en este producto.

Para el caso del ácido málico, podemos encontrar grandes niveles en las uvas verdes, reduciéndose su contenido durante la maduración. Por el contrario, los niveles de ácido tartárico aumentan durante la maduración del fruto.

Para contribuir al equilibrio sensorial de un vino, una acidez moderada y un pH bajo deben existir ya que son necesarios para obtener una buena guarda o crianza, aportando también características al color y al sabor del producto final. Estos dos ácidos componen el 90% de ácidos orgánicos presentes en el vino.

Existen otros tipos de ácidos que se encuentran en pequeñas cantidades en el vino como el ácido galacturónico, glucurónico y pirúvico y que no representan alteraciones en la acidez total

La mayor parte de los ácidos del vino se encuentran en estado libre y la otra parte se determina a través de la alcalinidad de las cenizas o cristales en forma de sal que pueden aumentar con el paso del tiempo y envejecimiento del vino (Cedrón, 2004).

2.5.2. Sales

Durante la degustación de un vino es posible encontrar sabores salados que salen a relucir debido a ciertos ácidos orgánicos como los mencionados anteriormente y a los ácidos minerales de estos componentes. Sin embargo, el concepto de “mineralidad” que se atribuye durante las catas no está del todo claro ya que no existen referentes que nos indiquen que puede otorgar al vino esta característica. Es importante mencionar también que dicha palabra, no existe en el diccionario de la Real Academia Española, RAE.

Si bien es cierto que el suelo es un factor importante que aporta cualidades a la planta para su desarrollo, la expresión mineral que se suele presentar en un vino es producto de la materia prima. Por ejemplo, el suelo aporta características de textura en la vid, estructura, contenido de materia orgánica y color (López, 2020).

Dicho esto, la composición de elementos salados que se atribuyen en los elementos sensoriales del vino son aniones de fosfato, sulfato, cloruro, sulfitos, tartratos, malato y

lactato, pero también cationes de potasio, sodio, magnesio, calcio, hierro, aluminio y cobre (Cedrón, 2004).

2.5.3. Azúcares y alcoholes

Los compuestos azucarados en los vinos otorgan a este producto suavidad al paladar y sabor dulce que no es exclusivo de los azúcares. Durante la fase de maduración de la vid, la sacarosa de las hojas se transforma en el fruto a glucosa y fructosa que se acumula en la pulpa de la fruta. Estos dos tipos de azúcares serán transformados, por acción de las levaduras en etanol, lo que caracterizará al vino de su grado alcohólico.

Podemos clasificar los compuestos dulces de un vino en 3 grupos:

Azúcar: Estos se encuentran en el fruto y se desarrollan a través de la maduración del mismo; mientras más madura sea la uva, mayor contenido de azúcares obtendremos de ella, pero su grado de acidez bajará considerablemente. Se pueden encontrar en pequeñas cantidades en vinos blancos dulces, vinos blancos naturalmente dulces como el Tokaji, vinos de hielo o vinos espumosos de forma residual. Principalmente se encuentran algunas hexosas como glucosa y fructosa, pero también pentosas como arabinosa y xilosa. Cabe recalcar que la uva contiene sacarosa en muy mínimas cantidades y que esta, es desdoblada en glucosa y fructosa por las levaduras, por lo cual, los vinos no contienen este tipo de azúcar (Carbonell & Martínez, 2020).

Polialcoholes: Se encuentran principalmente inositol, manitol, arabitol, iritritol y sorbitol y sus características pueden ser elevadas debido a la presencia de la “podredumbre noble” (Cedrón, 2004).

Alcoholes: Dentro de los principales alcoholes que encontramos en el vino después de la fermentación alcohólica son el etanol, el alcohol metílico producto de la hidrolización de las pectinas y la glicerina que produce dulzor y volumen. También podemos encontrar glicerol (segundo alcohol más abundante en el vino) y el butilenglicerol.

2.5.4. Compuestos fenólicos

Anteriormente los compuestos fenólicos en el vino se conocían como “materia tánica”, debido a que se creía que la uva solo aportaba taninos al vino, además de que el término se encuentra muy relacionado con la astringencia durante la cata del mismo.

Estos compuestos fenólicos son utilizados por la planta como metabolitos secundarios derivados de la pentosa fosfato y de la ruta shikimato, importantes para el crecimiento, estructura, defensa y pigmentación de la planta y el fruto en sí (Kumar et al., 2014); cuando la uva es utilizada para obtener el mosto, una gran cantidad de compuestos fenólicos es transferido a esta y por supuesto al vino como producto final.

El hollejo contribuye en gran medida a esta transferencia de compuestos dentro de los cuales rescatamos los compuestos fenólicos solubles que contribuyen al color y al sabor del vino y los compuestos aromáticos que contribuyen también al aroma.

Existen, por ejemplo, los antocianos que son los compuestos responsables de la pigmentación de los caldos en los vinos rosados y tintos y que se encuentran en el hollejo, pero no en la pulpa. Es por esta razón que los mostos son blancos y necesitan de los procesos de extracción de color conocidos como maceración y prensado. Las antocianidinas de este género son la cianidina, la peonidina, la delfinidina y la malvidina.

Otro tipo de compuestos que participan en la calidad de los vinos son los flavonoides (monómeros o catequinas) y polímeros (proantocianidinas) que confieren el sabor amargo y astringente en la percepción gustativa del vino. Este tipo de compuestos se encuentran principalmente en el hollejo y en las semillas de la uva; es por esto que cuando se lleva a cabo la maceración y la formación del sombrero en los vinos, esta característica es conferida.

Los taninos o polímeros complejos de ácidos fenólicos son sintetizados durante las fases tempranas de la uva y de la semilla y van madurando conforme la uva va creciendo.

Estos pueden clasificarse en taninos condensados y taninos pirogálicos. En el caso de los taninos condensados, pueden encontrarse en las pepitas del fruto y confieren amargor al vino y astringencia, en el hollejo de la uva y en el raspón. Los taninos pirogálicos se encuentran principalmente en el producto final, aunque no provienen de la uva. Estos taninos suelen

provenir de la barrica o de la adición de chips o dueras en la fermentación del vino para lograr esta característica de forma artificial.

Existen así en el vino 2 tipos principales de taninos en la uva las procianidinas, derivadas de la catequina y epicatequina; y los prodelphinidoles derivados de la galocatequina y epigalocatequina (Valls et al., 2000).

Estos taninos pueden sintetizarse durante períodos tempranos del desarrollo de la uva y se polimerizan. Algunos ejemplos son los estilbenos como el resveratrol que confiere aromas al vino.

Por esta razón, la capacidad de envejecimiento y el contenido perceptible de astringencia y amargor en los vinos está relacionada con la composición de sus compuestos fenólicos (antocianinas responsables del color tinto en los vinos y procianidinas responsables del color amarillo y de la sensación amarga en el cuerpo del vino). Por ejemplo, el color rojo del vino se debe a la presencia de antocianinas como se mencionó anteriormente, en forma libre y combinadas, en función de su pH (1,8 y 9) y flavonoles que aportan la coloración amarilla del vino.

Si hablamos de los vinos tintos con crianza o guarda, la capacidad astringente y amarga del vino se ve influenciada debido a que, durante este proceso, se produce una polimerización de las procianidinas y aun incremento de la amarilla del color; pero también a la combinación entre antocianinas y procianidinas, que estabilizan el color rojo en los vinos, proporcionando tonalidades que van del rojo granate al café caoba.

El papel de los compuestos fenólicos, es así, determinante para la calidad del vino cuyo destino es la crianza. El contenido de compuestos fenólicos del vino depende tanto de la variedad de vinífera como del rendimiento en cosecha y de las condiciones edafoclimáticas y técnicas aplicadas al viñedo (Valls et al., 2000).

Por otra parte, el hollejo de la uva y las pepitas contribuyen también al perfil aromático del vino debido a la presencia de metabolitos secundarios en distintas concentraciones, pero también por metabolitos compuestos que se obtienen de la extracción del mosto y de la manera en que este se trate, pero también de los distintos procesos de producción y de crianza del producto. Los compuestos volátiles de la uva son entonces, los que contribuyen a las características de aromas varietales del producto.

De estos compuestos podemos encontrar principalmente terpenos como linalool, terpineol y geraniol que son los responsables de los aromas frutales o primarios en el vino y que hacen referencia, por ejemplo, a la uva moscatel. Por otra parte, los norisoprenoides hacen referencia a los aromas tropicales que podemos encontrar en distintos vinos de uva como la *Chardonnay* o las metoxipirazinas que responden al perfil de la uva *Cabernet sauvignon* (Catania & Avagnina, 2007).

2.5.5. Aldehídos

Los aldehídos son moléculas con distintos referentes aromáticos que influyen de manera considerable en la calidad del vino, mayormente durante el proceso de envejecimiento que se liga a los procesos de oxidación del mismo. Cuando existe una acumulación excesiva de aldehídos en un vino, este comienza así su deterioro aromático. Los principales aldehídos que podemos encontrar son acetaldehído, metional y fenilacetaldehído, presentando aromas a papa cocida y miel.

Junto con otros aldehídos forman aductos estables, no volátiles e inodoros como el anhídrido sulfuroso (SO₂) (Bueno et al., 2018).

Estos aldehídos se forman durante la fermentación alcohólica y se relacionan con la levadura y el SO₂, permaneciendo en todo el proceso de vino como compuestos no volátiles, que poco a poco se van descomponiendo conforme el anhídrido sulfuroso va desapareciendo por la oxidación. Cuando estos complejos se rompen, los aldehídos se liberan y producen notas de oxidación en un vino, afectando por supuesto la calidad aromática del producto.

2.5.6. Ácidos volátiles

Durante los procesos de fermentación que un vino puede sufrir durante su elaboración (fermentación alcohólica y fermentación malo-láctica), la actividad microbiana genera distintos ácidos que se diferencian de la acidez fija por ser volátiles. Por ejemplo, si pasáramos el vino por un proceso de destilación, estos compuestos se volatilizarían y pasarían

al destilado. Debido a esta característica, este tipo de ácidos es más difícil de medir que los de la acidez fija.

Es así como el total de ácidos volátiles en el vino, expresada en gramos por litro, se denomina como acidez volátil. El principal compuesto perteneciente a este tipo de ácidos es el ácido acético, que proviene de la oxidación de los alcoholes y puede deteriorar la calidad de un vino presentando aromas a vinagre después de abierto o de haber presentado contacto con el oxígeno. Por esta razón, es imperativo que, durante la fermentación, la concentración de los ácidos volátiles se mantenga en niveles bajos.

Otro tipo de ácidos volátiles que podemos encontrar en el vino y que pueden generar aromas desagradables durante la degustación o cata son el ácido butírico, el ácido fórmico y el ácido propiónico (Cedrón, 2004).

2.5.7. Acetatos

En el vino, durante su producción y guarda, se pueden generar compuestos que demeritan la calidad del mismo, descomponiendo el perfil aromático.

Tal es el caso de algunos acetatos como el acetato de etilo que se produce por la unión del ácido acético del vino con el alcohol etanol; por lo tanto, considerado como un éster. De esta manera si el vino presenta altas concentraciones de ácido acético, más probabilidad habrá para que este defecto se presente.

Este tipo de éster, presenta aromas a pegamentos o disolventes y se manifiesta en vinos con un grado de alcohol bajo o que ha disminuido y un aumento de la acidez volátil; presentándose en vinos con alto contenido de ácido acético o en vinos que han permanecido mucho tiempo en contacto con el aire (URBINA, 2015).

Algunas de las condiciones que favorecen este defecto son: vinos débiles bajos en alcohol, contacto prolongado con el aire (si aumentamos de 1g el ácido acético en un litro de vino, se necesitaría la cantidad de oxígeno de 2 litros de aire) y falta de limpieza durante los procesos de elaboración y materiales utilizados para este fin.

Este problema suele prevenirse siempre en la bodega mediante la limpieza y desinfección del material usado en la elaboración del vino y trabajando cuidadosamente durante la vinificación, obteniendo una acidez fija alta y muy poca acidez volátil.

2.6. Parámetros de calidad en la percepción sensorial del vino

En la actualidad, el vino es uno de los productos que más cuidado requiere en su producción ya que pasa por distintas etapas que le otorgan características organolépticas distintas de una región a otra. Es necesario que cada producto que sale a la venta cumpla una serie de requisitos de acuerdo al país productor, región y consorcio o consejo o simplemente de acuerdo al productor que elabora el vino. Sin embargo, esto es variable ya que, cada consejo regulador en el mundo o cada productor establece una serie de requisitos para que el producto sea denominado de calidad. Por ejemplo, en los países que son grandes productores de vino como España, Italia y Francia, los requisitos están muy bien establecidos e incluso protegidos por la Unión Europea, lo que provee a sus vinos de una calidad excepcional. Esto no sucede en todo el mundo, ya que existen países como México donde las regulaciones no son tan estrictas debido a que, por lo general, los vinos son productos “nuevos”.

Las denominaciones de origen o apelaciones, corresponden al lugar de origen de los vinos, es decir donde fue cosechada la uva. Para reconocer una Denominación de Origen, se establecen diversos principios como delimitación geográfica, variedades de uva autorizadas, normas de cultivo y recolección de uva, lineamientos de vinificación, crianza y requisitos de comercialización, entre otros (Rentería , 2015).

2.6.1. Principales denominaciones de origen de vino en el mundo

Como se ha mencionado anteriormente, una denominación de origen es un certificado de carácter internacional que protege y regula principalmente la tipicidad y la calidad de un producto alimentario o en su defecto, artesanal proveniente de una región determinada (Rentería, 2015).

Es así que, en el año 1756, en Portugal, surge la primera Denominación de Origen para el vino, cuando el primer ministro Marqués de Pombal creó la ley de la Región demarcada del Duero, que trajo consigo la creación a su vez, de la Compañía General de la Agricultura de las Viñas del Alto Duero, con la que se pretendía asegurar la calidad del vino Oporto, así como poder regular la producción y su comercialización, pero a su vez, establecer precios y propiedad intelectual del producto (Rodríguez, 2006).

Sin embargo, es hasta el año 1883 en marzo cuando se firma en Francia el Convenio de París para la Protección de la Propiedad Industrial, que abarcaba protección internacional a ciertos productos tradicionales y que reconocía a varias marcas de origen.

A partir de este suceso, otros países, principalmente de la Unión Europea, comienzan a registrar sus productos y a crear instituciones que protegen y regulan las prácticas de la producción del producto incluyendo, por supuesto, al vino.

Las D.O más antiguas del mundo y de las más importantes son: Oporto (1756, Portugal), el Jerez (1935, España), Champagne (1927, Francia) y el vino de Rioja (1947, España) (Cabra & Villafuerte, 2009).

Existen denominaciones de origen que son muy estrictas como la de Champagne. Esta denominación se logró debido a que las Maisons de Champagne establecieron que este vino solo podía aplicarse a los vinos cosechados en esta región. Sin embargo, existían productores que manipulaban la calidad de estos vinos y cometían actos fraudulentos, por lo que, para poner fin, los viticultores establecieron sindicatos desde el año 1904, para delimitar las prácticas que establecerían y asegurarían la máxima calidad en los vinos de esta región.

Algunas de las reglas que esta D.O exige a los productores son: Utilizar vides tradicionales de Champagne (*Chardonnay*, *Pinot noir* y *Meunier*), cantidad específica de rendimiento en la vendimia (10000 kg a 13000 kg), obtener un grado alcohólico mínimo, rendimiento en el prensado y envejecimiento de al menos 9 meses en contacto con sus lías, etc (INAO, 2010).

Por otra parte, en México, no existen denominaciones de origen que regulen este producto ya que las casas productoras de vino tienen la libertad de elaborar y experimentar en sus botellas. Sin embargo, en el país, fue promulgada la ley Vitivinícola en 1943, que regulaba la industria del vino pero que actualmente ya no está vigente, por lo que esta actividad ahora

es realizada y regulada por la NOM-142 de la Secretaría de salud, con apoyo de otros ordenamientos.

2.6.2. Concursos

Para evaluar la calidad en un vino de manera sensorial, expertos y profesionales en el tema se reúnen en prestigiosos consejos realizando de forma anual concursos en los que los caldos pueden ser evaluados y premiados con medallas o sellos que permiten asegurar que el producto fue realizado con los mejores estándares de producción.

Estos concursos, internacionales, califican la calidad de un vino de acuerdo con ciertos parámetros que son establecidos por medio de las características visuales, olfativas y gusto-olfativas de este producto.

Dentro de los principales concursos a los que los vinos pueden ser asignados se encuentran: Decanter World Wine Awards (DWWA), que es gestionado por la revista de vino Decanter en Inglaterra (su jurado se compone así de bodegueros, distribuidores, sommeliers, enólogos y periodistas). Sus medallas se dividen en Oro, Plata y Bronce.

International Wine Challenge (IWC), que también se realiza en el Reino Unido. En este concurso existen 2 etapas: Tranche 1 y Tranche 2, estableciendo las conmemoraciones de Commended-C, Bronze-B, Silver-S y Gold-G.

Por último, se encuentra el International Wine and Spirit Competition (IWSC) que es considerada como la competición más prestigiosa y antigua en su rama que se lleva a cabo en Londres, Inglaterra, con el fin de evaluar el enfoque químico del vino de acuerdo a su fundador Anton Massel; por lo cual cada producto es probado en laboratorio. En este concurso, las medallas se clasifican en Bronce (75-79 puntos), Plata (80-89 puntos) y Oro (90-100 puntos).

2.6.3. Cata de vino

Al momento de catar un vino, es necesario hacer un análisis descriptivo de todas las cualidades o defectos que este pudiera tener en sus características organolépticas, pasando por la vista, el olfato y el gusto. Estas características, nos otorgarán las pautas con las que fueron elaborados estos productos, la región de procedencia, la variedad de uva, el tipo de suelo donde los viñedos han sido plantados, su Denominación de origen si esta aplica, algunos procesos de producción, su tiempo de crianza en barrica o botella y el contenido de alcohol, dulzor y acidez con el que el vino cuenta.

Catar consiste en degustar con atención el vino, apreciando y expresando sus virtudes y defectos mientras que, beber, es el acto con el cual saciamos una necesidad fisiológica: la sed (Casanova & Cano, 2008).

La cata entonces, se define como el conjunto de métodos y técnicas que permiten apreciar, analizar e interpretar, mediante los sentidos (vista, olfato y gusto), las cualidades y propiedades del vino (Casanova & Cano, 2008).

Los principales objetivos de una cata definen para que fue elaborado el producto; por ejemplo, nos ayudan a determinar sus cualidades y defectos (características organolépticas) mediante la percepción y el uso de nuestros sentidos, otorgar un maridaje o poder combinar los alimentos de forma armoniosa con el vino y determinar su calidad final a través de términos como su acidez, taninos, dulzor, astringencia, nivel de alcohol y calidad en los aromas y sabores.

Es así que, para poder catar un vino, debemos de contar con los requerimientos necesarios para llevar a cabo una buena percepción del producto. El catador debe estar aislado para evitar ser persuadido por alguien más, la temperatura de la sala debe estar por los 18 o 19°C, con aire limpio y en circulación para evitar aromas inherentes al vino, debe existir una buena iluminación, sin ruido y con un fondo blanco, además de contar con una copa adecuada para el vino.

Por otro lado, las condiciones con las que el catador deberá contar para tener una mayor apreciación del vino son haber estado en ayuno, no tener preocupaciones o estrés ya que esto

evita estar concentrado y afecta los sentidos, no haber fumado o tomado al menos 24 hrs. antes de la cata y contar siempre con el guion de cata.

Finalmente, el servicio del vino debe ser adecuado. Un buen descorche y servicio permitirá que el vino se aprecie en toda su expresión, sin agentes inherentes al producto; además la temperatura juega un papel muy importante en la apreciación del vino, como se muestra en el cuadro 1, ya que, si excedemos en un producto frío, algunas características como el nivel de alcohol o algunos aromas se esconderán. Por el contrario, si excedemos en calor, los vinos más aromáticos y dulces se pueden volver fastidiosos al paladar aumentando la sensación de alcohol.

Cuadro 1. Temperatura de servicio de acuerdo al tipo de vino a catar.

Tipo de vino	Temperatura de servicio
Blancos jóvenes y ligeros	
Espumosos (naturales o gasificados)	6-8°C
Licorosos o espirituosos	
Rosados	
Vinos de Jerez u Oporto	8-10°C
Blancos con cuerpo	
Dulces Naturales	
Tinto joven y ligero	14-16°C
Tintos de crianza y reserva	16-18°C

Fuente: (Casanova & Cano, 2008).

En la cata de un vino participan 3 fases importantes que nos denotan aspectos de su calidad importantes para evaluar su comportamiento. Estas 3 fases son la fase visual, olfativa y gusto-olfativa.

La fase visual, es la primera operación que realiza la persona que cata y es indispensable para establecer las cualidades y defectos del vino, primeramente, marcada por el servicio, seguida

de la elaboración del producto. En esta fase podemos determinar la limpidez y transparencia que nos informa sobre el proceso de filtración y clarificación por la que sufren los vinos (presencia de sedimentos, cristales de sal o ácidos o levaduras muertas).

La vivacidad y el brillo nos informan de la intensidad del color o extracción del color que se lleva a cabo durante la maduración de la baya y la maceración y la luminosidad que infiere sobre como el vino refleja la luz y nos puede indicar el estado de su acidez. Por otra parte, podemos determinar la fluidez del vino al caer por los bordes de la copa y que nos mantiene informados de la cantidad aparente de alcohol que el producto pudiera tener sin necesidad de revisar la botella; además de revisar si el producto sufrió algún trastorno durante la fermentación. Si es un vino espumoso, las burbujas están justificadas ya que son restos de CO₂ de la doble fermentación por la que pasan estas bebidas, y que podrían indicar, además a través de qué método se elaboró el vino (García, 2008).

Finalmente, podemos darnos cuenta en esta fase de la tonalidad de color debido las pieles de la baya que contienen sustancias polifenólicas (antocianos y taninos), producto de la maceración de estas con el mosto y que otorgan al vino sus propiedades de colores como rojos rubíes, púrpuras, marrones o ladrillo.

Durante la fase olfativa, podemos determinar la calidad de los aromas que son transmitidos al vino debido a distintos procesos de vinificación que se realizan en el producto (maceración, fermentación, maceración carbónica, fermentación malo láctica, crianza, etc.), la variedad de uva y la mano del hombre.

En el vino se ha percibido más de 500 compuestos aromáticos según su procedencia (García, 2008). Estos se clasifican en aromas primarios que se desprenden de la superficie del vino y hacen referencia a la variedad de uva, a la planta en sí (aromas frutales y florales); aromas secundarios que provienen del estrujado de la uva, clarificaciones y fermentaciones (levaduras, mantequilla, pan, productos lácteos, quesos, nata, etc.) y aromas terciarios que se transfieren al vino debido a sus procesos de guarda y envejecimiento en bodega y en botella (maderas, aromas animales, cuero, establo, tabaco, humo, químicos, balsámicos, etc.).

En la 3 y última fase, la fase gustativa, se introduce el vino en la boca para identificar los distintos tipos de sabores presentes en el vino como se muestra en la Figura 1, esta función la realizan las papilas gustativas de la lengua (Casanova & Cano, 2008).

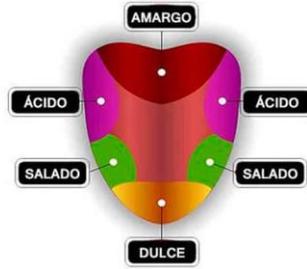


Figura 1. Zonas de percepción de los sabores en las papilas gustativas.

Fuente; Martínez, P. (2021).

Recuperado de <https://www.clinicaferrusbratos.com/lengua/papilas-gustativas/>

En el examen gustativo podemos determinar la calidad de un vino a través de los sabores dulce, salado y amargo para determinar su contenido de azúcar, acidez y poder determinar si tendrá más tiempo de vida, se torna mineral o con cuerpo, la sensación de alcohol en la boca y confirmar lo que se había determinado en la fase visual; podemos determinar también la sensación astringente relacionada con los compuestos fenólicos del vino, principalmente taninos (al entrar en contacto con la saliva, los taninos reaccionan con la proteína de esta y generan una sustancia denominada mucina, provocando una reacción que genera un depósito sólido en la boca), el gas carbónico representado por las burbujas y la textura provocada por la sensación de contacto que produce la viscosidad del vino y la untuosidad en la boca.

3. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Para elaborar un buen vino se necesitan buenas uvas. Estas deben provenir de un viñedo con un suelo adecuado, con exposición correcta al sol. El viñedo debe estar en el lugar adecuado de latitud y altitud, y todas estas condiciones estar adaptadas al tipo de uva que haya plantada. Una variedad de uva es válida para algunas zonas y no para otras.

La variedad de uva es muy importante para entender un vino. En países anglosajones y países productores del nuevo mundo, las variedades de uva se consideran el factor más importante para diferenciar un vino. La gente en estos países no suele pedir o comprar un vino por su origen, sino que busca en la etiqueta cuál es la variedad del mismo.

La elección de la variedad que se cultiva en el viñedo responde a una determinada relación entre 3 parámetros: variedad, clima y suelo. Es así que el viñedo necesita de unas condiciones climáticas muy específicas para poder desarrollarse de manera satisfactoria y transmitir adecuadamente características sensoriales que pueden aumentar o disminuir la calidad del vino.

Esas condiciones inciden directamente en la plantación de una variedad de vid u otra totalmente diferente y, en esa particular elección, la sabiduría popular aporta mucho sentido, ya que elegir las variedades de una zona determinada suele ser el resultado de una práctica de ensayo y error que normalmente presenta como resultado la elección de ciertos tipos concretos por estimación de exitosos resultados específicos. No todas las variedades de uva se dan en las mismas condiciones bajo diferentes parámetros climáticos y edafológicos. Lo que puede ser excelente para una uva, para otra puede ser perjudicial.

Aunado a esto, los consejos reguladores de aquellos países establecen delimitaciones principalmente regionales y de prácticas vitivinícolas que aumentan la calidad de los vinos.

Sin embargo, debido a la poca o baja investigación científica que se conoce, en países prácticamente nuevos en esta producción como México, no se han estudiado ni mucho menos llevado a la práctica, procedimientos como el uso de porta injertos para hacer más resistente a la vid o la caracterización de los compuestos químicos de las variedades de uva que permitirán obtener un vino de mayor calidad.

A pesar de esto, en 2019 los viñedos de México ocuparon una superficie plantada de 37.03 mil ha y generaron una producción de 406 mil hl, valuada en 7093 millones de pesos (Borja et al., 2016).

4. JUSTIFICACIÓN

Se sabe que en el vino existen una gran cantidad de compuestos químicos obtenidos de distintos procedimientos de su producción, desde la siembra de la vid, hasta su guarda o crianza que pueden aumentar a medida que el vino envejece. Estos compuestos químicos son un referente de calidad a la hora de degustar un vino y develar sus características sensoriales, presentándose en cada una de las etapas de una cata y relacionándose con cada uno de los sabores y aromas que el vino puede presentar.

La selección de variedades es un factor restrictivo que influye sobre dichas características sensoriales. Las variedades de portainjerto y vástago deben ser consistentes y, por supuesto, elegir la uva adecuada para su clima es crucial. En general, las parras prefieren veranos cálidos y secos e inviernos fríos (no helados), suelos con menos del 25% de contenido de arcilla y un pequeño porcentaje en el contenido de grava, aunque estos dependen nuevamente de la variedad de portainjertos.

Por esta razón, se propone investigar la influencia que ejerce el uso de portainjerto y el efecto en la calidad fisicoquímica y funcional del vino que tienen las variedades de uva *Syrah*, *Malbec*, *Merlot* y *Cabernet sauvignon* de origen mexicano, provenientes del Valle de Las Arcinas, Zacatecas.

5. OBJETIVOS

5.1. Objetivo general

Estudiar la calidad fisicoquímica y funcional de vino tinto elaborado con variedades de *Vitis vinífera* L.: *Syrah*, *Malbec*, *Merlot* y *Cabernet sauvignon*.

5.2. Objetivo específico

Determinar los componentes fisicoquímicos (sólidos solubles totales, acidez titulable, acidez total, acidez volátil, pH, contenido de alcohol, extracto seco, sólidos precipitados, compuestos pigmentantes mono y poliméricos y color) de vino tinto.

Cuantificar los componentes funcionales (fenoles totales, flavonoides, antocianinas y taninos) de vino tinto.

Evaluar la actividad antioxidante (ABTS, DPPH) de vino tinto.

6. HIPÓTESIS

Las variedades de uva *cabernet Syrah*, *Malbec*, *Merlot* y *Cabernet sauvignon*, afectan la composición fisicoquímica y funcional de vino tinto.

7. MATERIALES Y MÉTODOS

7.1. Localización de los huertos de vid

La cosecha de uvas de las variedades *Syrah*, *Malbec*, *Merlot* y *Cabernet sauvignon* para la elaboración de los vinos se realizó en huertos establecidos en el municipio de Trancoso, el cual se localiza en la región centro o de los valles del estado de Zacatecas, México, en las coordenadas 22° 44´ de latitud norte y 102° 22´ de longitud oeste; a una altura de 2,200 metros sobre el nivel del mar. Limita al norte y al oeste con el municipio de Guadalupe; al norte con el estado de San Luis Potosí; al sur con Ojocaliente; al este con los municipios de Pánfilo Natera y Ojocaliente.

Su clima pertenece a la clasificación (B.S.I.K.), semiseco templado. La temperatura media es de 16 a 20 °C, las temperaturas mínimas se presentan en los meses de diciembre, enero y febrero siendo la mínima media mensual alrededor de los 0 centígrados, la temperatura máxima se registra durante los meses de mayo, junio, julio y agosto llegando a alcanzar más de 30 grados centígrados. Tiene una precipitación de 400 a 500 mm (Hylke, 2018).

7.2. Elaboración de los vinos

La elaboración de los vinos se realizó con las variedades *Syrah*, *Malbec*, *Merlot* y *Cabernet sauvignon* injertadas sobre el portainjerto *Rupestris du lot*, en la Agroindustria de Campo Real, la cual se encuentra a 20 minutos de la capital de Zacatecas a una altitud de 2250 msnm.

7.3. Establecimiento del experimento

El vino se elaboró con el método tradicional de vinificación (prensado; maceración; fermentación; crianza y añejamiento en botella) de la Agroindustria de Campo Real. El contenido de cada botella se distribuyó en tres frascos ámbar los cuales fueron sellados bajo la misma atmósfera y almacenados a 4 °C hasta su análisis.

7.4. Diseño de tratamientos

Se tuvieron 4 tratamientos y cada variedad se consideró como un tratamiento: T1, *Syrah*; T2, *Malbec*; T3, *Merlot* y T4, *Cabernet sauvignon* (Cuadro 2).

Cuadro 2. Diseño de tratamientos.

Tratamiento	Variedad
1	<i>Syrah</i>
2	<i>Malbec</i>
3	<i>Merlot</i>
4	<i>Cabernet sauvignon</i>

7.5. Variables de estudio

7.5.1. Análisis fisicoquímico

7.5.1.1. Sólidos solubles totales (°Brix)

Los sólidos solubles totales (SST), se determinaron de acuerdo a la metodología descrita por la AOAC 920.151 (1990), mediante un refractómetro digital (ATAGO PR-101, CO LTD, Japón). El valor se reporta en grados Brix (°Bx).

7.5.1.2. Acidez titulable

La acidez titulable se realizó de acuerdo al método de la AOAC 942.15 (1990). A la muestra de cada vino (10 mL) se le agregaron 50 mL de agua destilada. Se tomaron 10 mL de la muestra y se adicionaron 3 gotas de azul de bromotimol al 1% y se tituló con hidróxido de sodio (NaOH) 0.1 N. El porcentaje de acidez se determinó mediante la siguiente fórmula:

Ecuación 1:

$$\% \text{ ácido tartárico} = \frac{(mL \text{ NaOH } N)(meq)(VT100)}{A * g}$$

Dónde: mL NaOH, mililitros de hidróxido de sodio gastados en la titulación; N es la normalidad del hidróxido de sodio; meq, miliequivalentes del ácido tartárico (0.075); VT, corresponde al volumen de la muestra preparada; A representa la alícuota tomada para la medición; g peso de la muestra.

7.5.1.3. Acidez total

Una alícuota de cada vino se diluyó en agua (25:10, v/v) y se le añadieron 5 mL de una solución buffer de fosfatos (NaOH 0.029 M, fosfato de potasio dibásico 0.05 M, pH 7.0). Inmediatamente después, se le adicionó 1 mL de azul de bromotimol (4% en agua) y se tituló con hidróxido de sodio (NaOH) (0.1 M) hasta que el color rojo de la muestra virara a un color verde-azul (OIV, 2009). La acidez total (AT) se reportó en gramos equivalentes de ácido tartárico por litro de vino (g EAT/L). La AT fue calculada de acuerdo con las siguientes fórmulas:

Ecuación 2:

$$A' = FDx$$

Ecuación 3:

$$AT = (0.075)(A')$$

Dónde: FD = factor de dilución; x= ml gastados de NaOH; AT= acidez total; 0.075= g equivalentes de ácido tartárico que son neutralizados por un mL de NaOH (0.1 M).

7.5.1.4. Acidez volátil

En un matraz se colocaron 10 mL de vino y se sometió a una destilación. Los primeros 5 mL de destilado fueron desechados y se recuperó el resto. A 3.2 mL de destilado se le adicionaron 5 gotas de fenolftaleína (1% en agua, p/v) y la muestra se tituló con hidróxido de sodio (NaOH) (0.02 M) (OIV, 2009).

La acidez volátil (AV) se calculó de la siguiente manera:

Ecuación 4:

$$AV = (0.366)(V)$$

Dónde: V= volumen gastado de NaOH (0.02 M); 0.366= g equivalentes de ácido acético neutralizados por mL de NaOH (0.02 M); la AV se expresó en gramos equivalentes de ácido acético por litro de vino (g EAA/L).

7.5.1.5. pH

El pH se determinó mediante un potenciómetro (marca Hanna Instrument Model HI 2211, Rumania).

7.5.1.6. Contenido de alcohol

El grado alcohólico se determinó colocando 20 mL de vino en un matraz de destilación y añadiéndole 1 mL de una solución de hidróxido de calcio (CaOH) (2 M). Inmediatamente después, la muestra se sometió a una destilación hasta recuperar $\frac{3}{4}$ del volumen original del vino. El destilado se colocó en un matraz de 20 mL y se aforó con agua des ionizada. La muestra se colocó en una probeta de 25 mL, se le tomó la temperatura y se introdujo un alcoholímetro. El contenido de alcohol se reportó comparando la lectura del alcoholímetro y

la temperatura con los valores de la Tabla II (MA-E-A312-02-TALVOL) (OIV, 2009). El contenido de alcohol se reportó en mililitros por 100 mL (%).

7.5.1.7. Extracto seco

Se colocaron 4.5 g de tiras de papel filtro (2.2 x 1 cm) en un vaso de precipitados y se añadieron 80 mL de una solución acuosa de ácido sulfúrico (H₂SO₄) (0.2 %, v/v). Las tiras de papel se retiraron de la solución de ácido sulfúrico después de 2 h, se dejaron reposar en agua por 5 min. y se enjuagaron cuatro veces con agua. Después de los enjuagues, las tiras se colocaron en una caja Petri y se secaron en un horno (RIOSA H-91, Monterrey, N. L.) a 70 °C por 4 h. Después de tomar el peso de las tiras de papel, se sumergieron en 10 mL de vino y se llevaron nuevamente a un horno (70 °C, 4 h). Cuando el vino se secó, las tiras de papel se retiraron, se enfriaron en un desecador y se pesaron. El contenido de extracto seco se calculó por diferencia de peso y se reportó en gramos por litro de vino (g/L) (OIV, 2009).

7.5.1.8. Sólidos precipitados

Después de medir el volumen de vino de cada frasco ámbar, el vino se centrifugó a 5000 rpm por 30 min. Después de la centrifugación el sobrenadante se regresó al frasco ámbar y se recuperó la pastilla (los sólidos precipitados). Los sólidos precipitados se colocaron en una caja Petri tarada y se llevaron a sequedad a 70 °C por 2 h en horno de convección. Después del secado la caja de Petri con la muestra se pesó y los sólidos precipitados se calcularon por diferencia de peso y se reportaron en gramos por litro de vino (g/L) (OIV, 2009).

7.5.1.9. Compuestos pigmentantes mono y poliméricos

La metodología está basada en el efecto blanqueador que el bisulfito tiene sobre los compuestos pigmentantes monoméricos (PM, básicamente antocianinas) y en la capacidad

de los compuestos pigmentantes poliméricos pequeños (PPP) y grandes (PPG) de precipitar cuando forman complejos con proteínas (Harbertson et al., 2003).

En resumen, la muestra de vino se diluyó al 12% con una solución de etanol que contenía 5 g de bitartrato de potasio ($KC_4H_5O_6$) (pH 3.3). En un tubo Eppendorf se colocó 1 mL de un buffer de ácido acético/cloruro de sodio (NaCl) (200 mM ácido acético, 170 mM NaCl, pH 4.9) y 500 μ L de la muestra diluida en etanol.

La muestra se agitó y se transfirió a una celda para ser leída en un espectrofotómetro (Janway 6305, Swedesboro, NJ, USA) a 520 nm (lectura A). La muestra se regresó al tubo Eppendorf y se le agregaron 80 μ L de metabisulfito de potasio ($K_2O_5S_2$) (0.36 M), se agitó y se dejó reposar 10 min a temperatura ambiente. Inmediatamente después se leyó a 520 nm (lectura B).

En otro tubo Eppendorf se colocó 1 mL del buffer de ácido acético y 1 mg de seroalbúmina bovina. La muestra se agitó y se le adicionaron 500 μ L de vino. La mezcla se dejó incubar con agitación por 15 min a temperatura ambiente. Después de la incubación, la mezcla se centrifugó a 13 500 g por 5 min. Se recuperó 1 mL del sobrenadante y se leyó a 520 nm (lectura C). El contenido de PM, PPP y PPG se realizó de acuerdo con las siguientes fórmulas:

$$\text{Ecuación 5: } PM = \text{Lectura A} - \text{lectura B}$$

$$\text{Ecuación 6: } (PPP) = \text{Lectura C}$$

$$\text{Ecuación 7: } (PPG) = \text{Lectura B} - \text{lectura C}$$

7.5.1.10. Color

El color se determinó mediante un colorímetro (MINOLTA CM-508d, Japón), se midieron los parámetros L^* , a^* y b^* de la Comisión Internacional en Iluminación (CIE). Donde L^* es la luminosidad o brillo de la superficie y va de 0 (negro) a 100 (blanco). Los otros dos ejes

de coordenadas son a^* y b^* , y representan variación entre rojo-verde, y amarillo-azul, respectivamente. Las mediciones se tomaron directamente sobre la superficie de las muestras, con base a los valores de L^* , a^* y b^* se calcularon croma (C^*) que representará el índice de saturación, y el ángulo de tono (h°) (OIV, 2009).

Para calcular C^* y H^* el software ChromaLab® acoplado al espectrofotómetro utiliza las siguientes fórmulas:

$$\text{Ecuación 8: } C^* = \frac{[(a^*)^2 + (b^*)^2]}{2}$$

$$\text{Ecuación 9: } H^* = \tan^{-1} \left(\frac{b^*}{a^*} \right) * (180/PI())$$

7.5.1.11. Contenido de fenoles totales

Los fenoles totales se determinaron por el método de Folin-Ciocalteu descrito por Waterman & Mole, (1994). Del sobrenadante de cada una de las muestras se tomaron 0.5 mL y se agregaron 0.5 mL del reactivo de Folin-Ciocalteu diluido al 50% con agua destilada, se dejó reposar por 7 min; posteriormente se le agregaron 1.5 mL de carbonato de sodio (Na_2CO_3) al (2%), 2.75 mL de agua destilada y se dejó reaccionar en completa oscuridad durante 1 h. Se midió la absorbancia a 725 nm en un espectrofotómetro (modelo 6715 UV/Visible, Jenway, Techne Inc, EUA).

Se elaboró una curva de calibración con una solución patrón de ácido gálico a una concentración (1000 mg/L). Los resultados se expresan en mg EAG/100 g de peso seco.

7.5.1.12. Contenido de flavonoides

El contenido de flavonoides se determinó de acuerdo al método de Rosales et al., (2011). Para ello se tomaron 0.5 mL del sobrenadante, se le agregó 2 mL de agua destilada más 0.15 mL de nitrito de sodio (NaNO_2) (5%); la mezcla se dejó reposar durante 5 min en la oscuridad y se agregaron 0.15 mL de tricloruro de aluminio ($\text{AlCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$) al (10%) y 1 mL

de hidróxido de sodio (NaOH) (1M), se dejó reposar por 15 min. Se midió la absorbancia a 415 nm en un espectrofotómetro (modelo 6715 UV/Visible, Jenway, Techne Inc, EUA).

El contenido total de flavonoides se determinó usando una curva estándar de quercetina. Los resultados fueron expresados en mg equivalentes de quercetina (mg EQ /100 g peso seco).

7.5.2. Determinación de capacidad antioxidante

7.5.2.1. Determinación de actividad antioxidante por el método de ABTS [2,2'-azino-bis (ácido 3-etilbenzotiazolin-6-sulfónico)]

La actividad antioxidante mediante ABTS, se determinó por el método descrito por Re et al., (1999). El radical ABTS•+ fue producido de la siguiente manera: se prepararon 10 mL de una solución 7 mM de ABTS (38.4 mg en 10 mL de H₂O) y se mezcló con 10 mL de persulfato de potasio (K₂S₂O₈) 2.45 mM (66.12 mg/ 100 mL de H₂O); la mezcla se mantuvo en agitación constante y a temperatura ambiente en la oscuridad durante 16 horas.

La solución de ABTS•+ se diluyó en metanol absoluto hasta obtener una absorbancia de 0.7 ± 0.02 a una longitud de onda de 734 nm, usando como blanco metanol o etanol. Se mezclaron 100 µL de muestra con 3.9 mL de la solución de ABTS•+ diluido y se dejó reposar durante 6 min. en oscuridad a temperatura ambiente. Transcurrido el tiempo se midió la absorbancia en un espectrofotómetro (modelo 6715 UV/Visible, Jenway, Techne Inc, EUA) a 734 nm. Para la obtención de resultados se preparó una curva patrón de 0 a 15 µM de Trolox. Los resultados fueron expresados como µmol equivalentes Trolox/g de peso seco.

7.5.2.2. Determinación de actividad antioxidante por el método DPPH (2,2-difenil-1-picrilhidrazilo)

La actividad antioxidante se determinó por el método de DPPH descrito por Brand-Williams et al., (1995). Se preparó una disolución metanólica al 6 x 10⁻⁵ M (2.4 mg/ 100 mL de metanol) de DPPH (2,2-Diphenyl-1-picrylhydrazyl), la cual se colocó en agitación constante

durante 2 h en completa oscuridad. Posteriormente se tomaron 0.3 mL del extracto y se le agregaron 2.7 mL de la disolución metanólica con DPPH, se agitó durante 15 s y se dejó en reposo en completa oscuridad por un lapso de 1 h a 4°C; posteriormente se midió la absorbancia en un espectrofotómetro (modelo 6715 UV/Visible, Jenway, Techne Inc EUA) a 517 nm, utilizando como blanco la solución extractora.

Para la obtención de resultados se preparó una curva patrón de Trolox. Los resultados fueron expresados como μmol equivalentes Trolox/g de peso seco.

7.5.2.3. Antocianinas

El contenido de antocianinas totales de las muestras se midió por el método descrito por Di Stefano et al., (1989). Se mezclaron 200 mL de cada muestra de vino con 4mL de una solución de etanol/ H₂O y ácido clorhídrico (HCl) (70:29:1) y se midió inmediatamente la absorbancia en un espectrofotómetro (modelo 6715 UV/Visible, Jenway, Techne Inc EUA) a una longitud de onda de 540 nm.

Debido a la falta del estándar malvidin-3-glucósido, las antocianinas totales se calcularon usando la siguiente fórmula:

$$\text{Ecuación 10: } AT_{540}(\text{mg/L}) = Abs \times 16.7 \times d$$

Dónde: AT_{540} es la absorbancia medida a 540nm y d es la dilución del vino.

7.5.2.4. Taninos

El contenido total de taninos de las muestras se midió por el método descrito por Llañez, (2013). La determinación de taninos totales se basó en la transformación de proantocianidinas en antocianinas por calentamiento en medio ácido. Las muestras fueron preparadas en 2 tubos de ensayo, uno para el testigo (tubo 2) y el otro para hidrólisis (tubo 1); en este tubo se agregaron sucesivamente: 4 mL de vino diluido en agua destilada 1:50, 2 mL de agua

destilada y 6 mL de ácido clorhídrico (HCl) 12 N. Posteriormente se colocó el tubo de hidrólisis cerrado en baño maría hasta llegar a una temperatura de 100°C, durante 30 min. y luego se dejó enfriar completamente. Acto seguido, se agregaron 0.5 mL de etanol puro en cada tubo y se midió la absorbancia a 550 nm utilizando como referencia el agua.

Los taninos fueron determinados mediante la siguiente ecuación y expresados en taninos (g/L):

$$\text{Ecuación 11: } \textit{Taninos (g/L)} = 19.33 * (A_1 - A_2)$$

Dónde: el coeficiente 19.33 corresponde al coeficiente de extinción molar de la cianidina obtenida por la hidrólisis ácida de los taninos condensados, corregida para dar directamente el resultado en g/L.

7.6. Análisis de resultados

Se utilizó un diseño experimental completamente al azar, se realizó un análisis de varianza (ANOVA) y una prueba de comparaciones múltiples de medias de Tukey con una $P \leq 0.05$ mediante el programa estadístico de SAS System for Windows versión 9.4.

8. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

8.1. Análisis fisicoquímico

8.1.1. Sólidos solubles totales

Se observaron diferencias significativas en el contenido de sólidos solubles totales de los vinos elaborados con la variedad de uva *Syrah* en relación al vino elaborado con las variedades *Malbec*, *Merlot* y *Cabernet Sauvignon*, sin embargo, en los vinos elaborados con las variedades de uva *Malbec*, *Merlot* y *Cabernet sauvignon* no se observaron diferencias significativas entre ellas (Cuadro 1). El mayor contenido de sólidos solubles totales se encontró en el vino elaborado con las uvas de la variedad *Syrah*, con un valor de 8.58° Brix.

Cuadro 1. Contenido de sólidos solubles totales expresados en °Brix en vino tinto, elaborado con las variedades de uva de dos años de producción.

Tipo de vino	°Brix
<i>Syrah</i>	8.58 ± 0.30 ^a
<i>Malbec</i>	7.73 ± 0.30 ^b
<i>Merlot</i>	8.05 ± 0.20 ^b
<i>Cabernet Sauvignon</i>	8.00 ± 0.00 ^b

^{a,b}. Valores con la misma letra dentro de las columnas indica que no existen diferencias significativas de acuerdo a la prueba de comparaciones múltiples de medias de Tukey a una $P \leq 0.05$.

Al respecto Amokachi (2019), menciona que el tipo de levadura, los sólidos solubles iniciales y el tiempo de fermentación tienen efecto sobre el contenido de sólidos solubles finales y un vino es considerado de calidad óptima cuando los sólidos solubles iniciales se encuentran entre valores de 21° a 25° Brix y finales entre 6 a 9° Brix. Sinergia (2006), menciona que la disminución de sólidos solubles totales se debe a la transformación de azúcares solubles a etanol y CO₂. En este sentido, los vinos elaborados con las variedades *Syrah*, *Malbec*, *Merlot* y *Cabernet Sauvignon* presentaron un nivel óptimo de sólidos solubles finales y se consideran vinos de buena calidad.

8.1.2. Acidez titulable, acidez volátil, acidez total y pH

Se observaron diferencias significativas en la acidez titulable de los vinos elaborados con la variedad de uva *Cabernet sauvignon* en relación al vino de las variedades *Syrah*, *Malbec* y *Merlot*, con un contenido de ácido tartárico mayor con valor de 0.90%. Para la acidez volátil, se observaron diferencias significativas en los vinos elaborados con la variedad de uva *Malbec* en relación a los vinos de las variedades *Syrah*, *Merlot* y *Cabernet sauvignon*; siendo *Cabernet sauvignon* la que presentó el mayor contenido de acidez volátil con valor de 2.87 g EAA/L. Así mismo, se observaron diferencias significativas en la acidez total de los vinos elaborados con la variedad de uva *Cabernet sauvignon* en relación al vino de las variedades *Syrah*, *Malbec* y *Merlot*, presentando un nivel mayor de acidez con valor de 8.06 g EAT/L. Finalmente, se observaron diferencias significativas en el pH de los vinos elaborados con la variedad *Syrah* en relación al vino de las variedades de uva *Malbec*, *Merlot* y *Cabernet sauvignon*: mientras que en los vinos elaborados con las variedades *Malbec*, *Merlot* y *Cabernet sauvignon* no se observaron diferencias significativas entre ellos (Cuadro 2). Se encontró que los vinos elaborados con las variedades de uva *Malbec* y *Cabernet sauvignon* son los vinos más ácidos, mostrando un valor de 3.35 para cada uno.

Cuadro 2. Acidez titulable, acidez volátil, acidez total y pH en vino tinto, elaborado con las variedades de uva de dos años de producción.

Tipo de vino	Acidez titulable (% ácido tartárico)	Acidez volátil (g EAA/L)	Acidez total (g EAT/L)	pH
<i>Syrah</i>	0.51 ± 0.02 ^{bc}	0.46 ± 0.04 ^b	7.10 ± 0.03 ^b	3.59 ± 0.09 ^a
<i>Malbec</i>	0.74 ± 0.23 ^{ab}	0.47 ± 0.08 ^b	7.20 ± 0.02 ^b	3.35 ± 0.08 ^b
<i>Merlot</i>	0.45 ± 0.04 ^c	0.68 ± 0.07 ^b	5.43 ± 0.04 ^b	3.37 ± 0.08 ^b
<i>Cabernet Sauvignon</i>	0.90 ± 0.00 ^a	0.87 ± 0.03 ^a	8.04 ± 0.00 ^a	3.35 ± 0.02 ^b

^{a,b,c}. Valores con la misma letra dentro de las columnas indica que no existen diferencias significativas de acuerdo a la prueba de comparaciones múltiples de medias de Tukey a una $P \leq 0.05$

El pH de los vinos se puede deber al efecto que las levaduras de la fermentación ejercen para su regulación. También afecta las características sensoriales gustativas en el vino ya que podemos encontrar principalmente los ácidos tartárico, málico y láctico y están relacionados

a la capacidad de envejecimiento de un vino. De igual manera, la proporción de los ácidos tartárico y málico pueden variar en función de la variedad de uva con la que se elabora el vino y de la región de procedencia de estas. Los vinos elaborados con la uva Merlot, presentaron una acidez más débil debido a la predominancia del ácido tartárico sobre el ácido málico; mientras que los vinos elaborados con la uva *Syrah* también presentan niveles más bajos de acidez ya que contienen niveles más altos de ácido málico durante la fermentación (Chivite et al., 2005). El contenido de acidez en los vinos elaborados con las variedades *Syrah*, *Malbec*, *Merlot* y *Cabernet Sauvignon* se encuentra dentro de los parámetros de calidad, ya que los valores son similares a los reportados por Almanza et al. (2018), OIV (2009) y Jackson (2008) y ellos consideran estos valores de contenido de acidez volátil dentro de los parámetros de calidad.

Por otro lado, los vinos evaluados también presentan un pH dentro del rango recomendado para ser considerados vinos de calidad, siendo así las variedades *Merlot* y *Syrah* los menos ácidos y *Cabernet sauvignon* y *Malbec* los más ácidos (Jackson y Lombard, 1993; Jackson 2008; Almanza et al. 2018; Santamaría et al. 2005).

8.1.3. Contenido de alcohol

Se observaron diferencias significativas en el contenido de alcohol de los vinos elaborados con las variedades de uva *Cabernet sauvignon* en relación al vino de las variedades *Syrah*, *Malbec* y *Merlot* y no se observaron diferencias significativas entre ellos (Cuadro 3). Se encontró que en el vino elaborado con la variedad de uva *Cabernet sauvignon* disminuyó su porcentaje de alcohol en 2.34°, mostrando un valor de 10.66° contra etiqueta.

Cuadro 3. Porcentaje de alcohol en vino tinto, elaborado con las variedades de uva de dos años de producción

Tipo de vino	Alcohol en etiqueta (%)	Alcohol (%)
<i>Syrah</i>	13.5%	12.50 ± 0.00 ^a
<i>Malbec</i>	13.5%	11.53 ± 1.25 ^a
<i>Merlot</i>	13.5%	12.40 ± 0.25 ^{ab}
<i>Cabernet sauvignon</i>	13%	10.66 ± 0.28 ^b

^{a,b}. Valores con la misma letra dentro de las columnas indica que no existen diferencias significativas de acuerdo a la prueba de comparaciones múltiples de medias de Tukey a una $P \leq 0.05$

Los vinos elaborados con las variedades de uva *Syrah*, *Malbec*, *Merlot* y *Cabernet sauvignon*, se encuentran dentro del nivel óptimo de alcohol (10.66 a 12.50) para ser considerados de calidad para un producto final (Meléndez, 2017; Almanza (2012; Tenorio (2014). Al respecto se menciona que la diferencia en la producción de alcohol se atribuye principalmente al proceso de fermentación alcohólica, donde se toma en cuenta la concentración de azúcares totales en el mosto y que influye directamente en la producción de CO₂ y de etanol (Ahumada & Alonso, 2007). La reducción de alcohol que se encontró en los vinos de las variedades *Syrah*, *Malbec*, *Merlot* y *Cabernet sauvignon* se puede atribuir al tipo de cierre con el que se embotellan los vinos, debido a que, para la elaboración de los corchos, se utiliza principalmente corteza de árbol de alcornoque (Cereceda, 2016) y que un corcho no es un material inerte ni mucho menos hermético al 100% y su permeabilidad puede suponer pequeñas moléculas que interfieran con el vino, principalmente oxígeno y agua, que van envejeciendo el vino (Karbowski et al., 2010).

8.1.4. Color

No se observaron diferencias significativas en los valores de L*, a*, b*, Cromo y tono o matiz h° de los vinos elaborados con las variedades de uva *Syrah*, *Malbec*, *Merlot* y *Cabernet Sauvignon*, y presentaron un color rojo intenso (Cuadro 4).

Cuadro 4. Color en vino tinto elaborado con las variedades de uva de dos años de producción.

Tipo de vino	L*	a*	b*	C*	h° (ángulo tono)
<i>Syrah</i>	17.79 ± 1.21 ^a	8.15 ± 2.10 ^a	26.95 ± 0.84 ^a	35.10 ± 3.53 ^a	73.00 ± 3.54 ^a
<i>Malbec</i>	18.22 ± 1.25 ^a	6.71 ± 1.34 ^a	26.32 ± 0.91 ^a	33.04 ± 2.14 ^a	75.46 ± 2.42 ^a
<i>Merlot</i>	20.43 ± 2.83 ^a	6.69 ± 2.31 ^a	25.14 ± 3.42 ^a	31.84 ± 5.59 ^a	75.76 ± 3.57 ^a
<i>Cabernet sauvignon</i>	12.24 ± 0.29 ^a	8.53 ± 1.40 ^a	27.08 ± 0.18 ^a	35.62 ± 1.58 ^a	72.54 ± 2.60 ^a

^a Valores con la misma letra dentro de las columnas indica que no existen diferencias significativas de acuerdo a la prueba de comparaciones múltiples de medias de Tukey a una $P \leq 0.05$

En este sentido el color en un vino tinto está relacionado con la calidad y los antocianos presentes tienen un efecto sobre los componentes aromáticos afrutados (Cassasa & Sari, 2007). Iñigues et al., (1995) mencionan que los vinos con menor capacidad de envejecimiento se agrupan entre las tonalidades rojo violeta y rojo púrpura y, por el contrario, los vinos con más capacidad de envejecimiento se ubican como vinos menos intensos de color.

De acuerdo con García et al. (2006), la variación entre los diferentes ángulos de tono de los vinos tintos se debe a la concentración inicial de pigmentos al inicio del añejamiento, a su transformación en compuestos más estables debido a las condiciones climáticas y de la variedad de uva y por el comportamiento del vino durante la crianza y el añejamiento.

8.1.5. Antocianinas

Aunque no se observaron diferencias significativas en el contenido de antocianinas en los vinos elaborados con las variedades de uva *Syrah*, *Malbec*, *Merlot* y *Cabernet Sauvignon*, un mayor contenido (122.04 mg/L) se encontró en el vino elaborado con la variedad de uva *Merlot* (Cuadro 5).

Cuadro 5. Contenido de antocianinas totales en vino tinto expresado en mg/L, elaborado con las variedades de uva de dos años de producción.

Tipo de vino	Antocianinas (mg/L)
<i>Syrah</i>	85.98 ± 2.54 ^a
<i>Malbec</i>	108.66 ± 5.05 ^a
<i>Merlot</i>	122.04 ± 6.99 ^a
<i>Cabernet Sauvignon</i>	74.70 ± 0.35 ^a

^a. Valores con la misma letra dentro de las columnas indica que no existen diferencias significativas de acuerdo a la prueba de comparaciones múltiples de medias de Tukey a una $P \leq 0.05$

Al respecto se menciona que las antocianinas son el grupo más importante de pigmentos detectables en la región visible por el ojo humano y van de un color rojo a un azul en varios frutos (Garzón, 2008). Los antocianos, influyen principalmente en el color de un vino y se extraen principalmente del proceso de maceración (Cassasa & Sari, 2007). Por otra parte, los compuestos fenólicos, sufren modificaciones como son las oxidaciones que contribuyen a envejecer al vino tinto y que influyen directamente en la calidad del vino (Rebollo, 2007).

El contenido de antocianinas en los vinos elaborados con las variedades de uva *Syrah*, *Malbec*, *Merlot* y *Cabernet Sauvignon* estuvo en el rango de 74.70± 0.35 mg/L a 122.04 ± 6.99, estos valores se encuentran en el rango reportado por Muñoz et al. (2007) y por Gordillo (2012), quienes mencionan que el contenido de antocianinas está determinado genéticamente y se debe utilizar como criterio de diferenciación y clasificación varietal de vinos tintos; además de que está influenciando por factores como la zona de producción, el clima y la técnica de vinificación.

8.1.6. Taninos

El mayor contenido de taninos se observó en los vinos elaborados con las variedades de uvas *Malbec* y *Cabernet Sauvignon*, aunque no se observaron diferencias significativas con respecto a los vinos elaborados con las variedades de uva *Syrah* y *Malbec* (Cuadro 6).

Cuadro 6. Contenido de taninos totales en vino tinto expresado en g/L, elaborado con las variedades de uva de dos años de producción.

Tipo de vino	Taninos (g/L)
<i>Syrah</i>	1.80 ± 0.18 ^b
<i>Malbec</i>	3.21 ± 0.28 ^a
<i>Merlot</i>	2.74 ± 0.33 ^a
<i>Cabernet Sauvignon</i>	3.05 ± 0.01 ^a

^{a,b}. Valores con la misma letra dentro de las columnas indica que no existen diferencias significativas de acuerdo a la prueba de comparaciones múltiples de medias de Tukey a una $P \leq 0.05$

El contenido de taninos en los vinos elaborados con las variedades de uva *Syrah*, *Malbec*, *Merlot* y *Cabernet Sauvignon*, estuvo en el rango de 1.80 ± 0.18 g/L a 3.21 ± 0.28 g/L, estos valores fueron superiores a lo reportado por Lláñez et al. (2014) y Durán et al. (2008) y se consideran como valores óptimos de tanicidad para vinos tintos de calidad (Frankel et al. 1995). Al respecto los taninos en los vinos tintos comprenden compuestos fenólicos diferentes, pero estos se caracterizan por ser capaces de otorgar combinaciones estables con las proteínas y afectar a la carga enzimática, lo que hace a estos vinos más resistentes a la oxidación con respecto a los vinos blancos (Rebolo, 2007). De igual manera, aportan la estructura astringente y amarga al cuerpo del vino, por lo que se relacionan con estas características al momento de la degustación y, por tanto, en la determinación de su calidad.

8.1.7. Fenoles totales

Se observaron diferencias significativas en el contenido de fenoles totales en los vinos elaborados con la variedad de uva *Cabernet sauvignon*, *Syrah*, *Merlot* y *Malbec*, sin embargo, entre las variedades *Malbec* y *Merlot* no hubo diferencias significativas (Cuadro 7).

Cuadro 7. Contenido de fenoles totales en vino tinto expresado en mg EAG/L, elaborado con las variedades de uva de dos años de producción.

Tipo de vino	Fenoles totales (mg EAG/L)
<i>Syrah</i>	789.84 ± 7.46 ^c
<i>Malbec</i>	1265.57 ± 5.60 ^b
<i>Merlot</i>	1329.45 ± 7.04 ^b
<i>Cabernet sauvignon</i>	1724.99 ± 5.52 ^a

^{a,b,c}. Valores con la misma letra dentro de las columnas indica que no existen diferencias significativas de acuerdo a la prueba de comparaciones múltiples de medias de Tukey a una $P \leq 0.05$

El mayor contenido de fenoles totales se encontró en el vino elaborado con la variedad de uva *Cabernet sauvignon* con un valor de 1724.99 mg EAG/L, sin embargo, el menor contenido se observó en el vino de uva elaborado con la variedad con 789.84 ± 7.46 mg EAG/L, estos resultados son similares a lo reportado por Aguilar et al., (2014) en el vino elaborado con la variedad de uva *Cabernet Sauvignon* y con los resultados obtenidos por Ávalos et al. (2003). En este sentido los vinos elaborados con las variedades de uva *Syrah*, *Malbec*, *Merlot* y *Cabernet Sauvignon* se consideran de calidad (Muñoz et al., 2007), ya que sugieren que el contenido de fenoles totales que un vino tinto debe de tener para ser considerado de calidad se encuentra entre 627.50 mg EAG/L y 13321.67 mg EAG/L. aunque influye también el tiempo de conservación del vino desde su producción.

Al respecto en la elaboración de los vinos tintos, la maduración de las uvas, el desarrollo adecuado de la fermentación alcohólica, la región de procedencia de la materia prima, la variedad de uva, el proceso de vinificación y envejecimiento y la temperatura pueden influir sobre la cantidad de polifenoles que se desarrollan en el producto (Durán & Trujillo, 2008). A mayor contenido de fenoles totales, un vino puede desarrollar un mayor envejecimiento en botella y en barrica, por lo que su calidad aumenta (Lláñez et al., 2013). En este sentido, los vinos pueden medirse por su riqueza fenólica para determinar su capacidad de guarda al igual que por sus componentes funcionales.

8.1.8. Flavonoides

En el contenido de flavonoides de los vinos elaborados con la variedad de uva *Malbec*, *Merlot* y *Cabernet sauvignon* no se observaron diferencias significativas, excepto en los vinos elaborados con la variedad de uva *Syrah* (Cuadro 8). El mayor contenido de flavonoides se encontró en el vino elaborado con la variedad de uva *Cabernet sauvignon* con un valor de 1089.10 mg EQR/L.

Cuadro 8. Contenido de flavonoides totales en vino tinto expresado en mg EQR/L, elaborado con las variedades de uva de dos años de producción.

Tipo de vino	Flavonoides (mg EQR/L)
<i>Syrah</i>	185.60 ± 4.91 ^b
<i>Malbec</i>	803.30 ± 4.62 ^a
<i>Merlot</i>	840.70 ± 3.23 ^a
<i>Cabernet Sauvignon</i>	1089.10 ± 4.53 ^a

^{a,b}. Valores con la misma letra dentro de las columnas indica que no existen diferencias significativas de acuerdo a la prueba de comparaciones múltiples de medias de Tukey a una $P \leq 0.05$

El contenido de flavonoides fue menor en el vino de uvas elaborado con la variedad *Syrah* y superior en los vinos elaborados con las variedades de uva *Malbec*, *Merlot* y *Cabernet Sauvignon*, respecto al contenido de flavonoides reportado por Aguilar et al. (2014). Muñoz et al., (2007), indica que la variación de esta capacidad puede deberse principalmente a los procesos de elaboración como la maceración del vino.

Al respecto se menciona que los flavonoides son componentes que influyen en la calidad sensorial de un vino ya que otorgan astringencia, además de ser benéficos para la salud, de igual manera la variación que existe entre la cantidad de ellos de un vino a otro, se ve influenciada por el proceso de maceración del producto (Aguilar et al., 2014).

8.2. Determinación de capacidad antioxidante

8.2.1. Determinación de capacidad antioxidante por el método de ABTS [2,2'-azino-bis (ácido 3-etilbenzotiazolin-6-sulfónico)] y DPPH (mM Etrolox/L) y DPPH (2,2-difenil-1-picrilhidrazilo)

Con respecto a la capacidad antioxidante por el método ABTS y DPPH, de los vinos elaborados con las variedades de uva *Syrah*, *Malbec* y *Cabernet Sauvignon*, no se observaron diferencias significativas, excepto para el vino elaborado con la variedad de uva *Merlot*, que presenta una mayor actividad antioxidante por ABTS y DPPH con valores de 18.28 y 14.43 mM Etrolox/L respectivamente (Figura 1 y Figura 2).

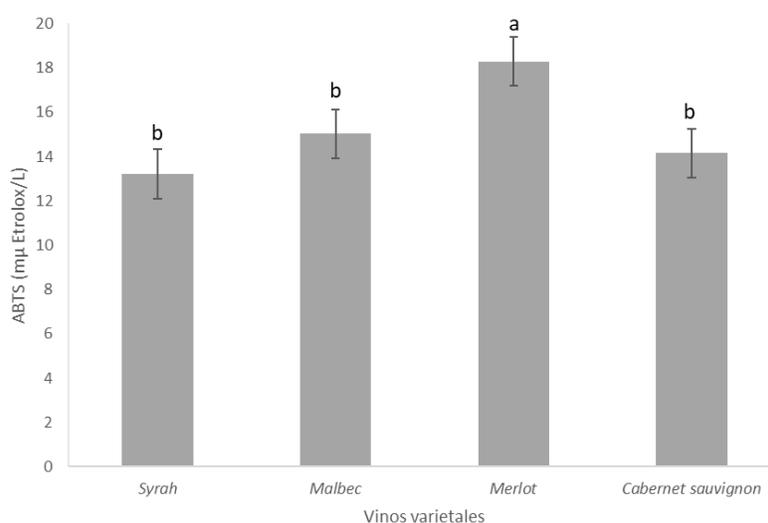


Figura 1. Promedio de la capacidad antioxidante por ABTS (mM Etrolox/L) en vinos tintos elaborados con las variedades de uva *Syrah*, *Malbec*, *Merlot* y *Cabernet Sauvignon* de dos años de producción. Letras diferentes representan diferencias significativas de acuerdo con la prueba de comparaciones múltiples de medias de Tukey $P \leq 0.05$.

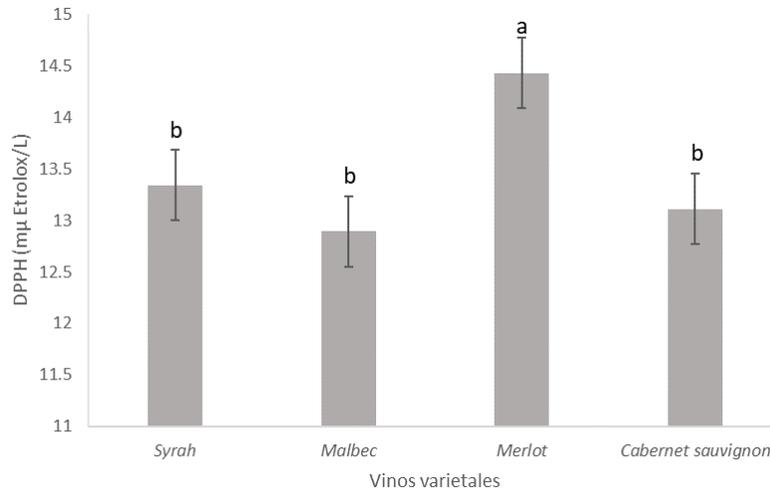


Figura 2. Promedio de la capacidad antioxidante por DPPH (mM Etrolox/L) en vinos tintos elaborados con las variedades de uva *Syrah*, *Malbec*, *Merlot* y *Cabernet Sauvignon* de dos años de producción. Letras diferentes representan diferencias significativas de acuerdo con la prueba de comparaciones múltiples de medias de Tukey $P \leq 0.05$.

Los valores de actividad antioxidante por el método ABTS estuvieron entre 13.21 y 18.28 y para DPPH entre 12.89 y 14.43. Estos valores son menores a los reportados por Granato et al., (2011) y estuvieron entre el rango reportado por Aguilar et al. (2014) en los vinos elaborados con la variedad de uva *Merlot*. Al respecto se menciona que la actividad antioxidante se atribuye a las características climáticas, variedad, procesos de producción, manipulación de los mostos antes de convertirse en vino y no depende de un solo compuesto fenólico, sino que se distribuye a distintos compuestos dependiendo de su calidad, concentración e interacción con su microambiente (Gutiérrez, 2017) y de la concentración del extracto Kuskosky et al., (2005).

Se observó que el vino elaborado con la variedad de uva *Merlot* con mayor capacidad antioxidante por ABTS y DPPH tuvo un mayor ángulo de tono o mayor coloración.

9. CONCLUSIONES

La calidad fisicoquímica de los vinos elaborados con las variedades *Syrah*, *Malbec*, *Merlot* y *Cabernet sauvignon* se ve influenciada por su composición fisicoquímica y por lo tanto por la variedad de uva con la que están elaborados.

El mayor contenido de sólidos solubles totales se encontró en el vino elaborado con las uvas de la variedad *Syrah*, con un valor de 8.58°Brix debido posiblemente al tiempo y temperatura de fermentación.

El vino elaborado con la variedad de uva *Cabernet sauvignon* mostró ser el vino más ácido (8.04 EAT/L), lo que indica que es el vino que más puede guardarse en condiciones adecuadas, ya que el tiempo de guarda en botella dependerá de la acidez de un vino.

El contenido de alcohol varía en relación a cada vino en 1 grado o 2. Esto puede deberse al material con el que el vino está cerrado (corcho de alcornoque) que no es 100% hermético y puede sufrir evaporación de alcohol con el tiempo.

Los vinos elaborados con las variedades de uva *Malbec* y *Merlot* presentaron un mayor contenido de antocianinas, lo que es responsable del color rojo del vino y, por ende, son los vinos con una intensidad de color más alta. De igual manera, la correlación entre C* y a* muestra un nivel positivo entre los antocianos y los parámetros de h* en un color rojo intenso de todas las muestras analizadas.

El vino elaborado a partir de la uva *Cabernet sauvignon* presentó mayor contenido de fenoles totales (1724.99 ± 5.52 mg EAG/L) y flavonoides (1089.10 ± 4.53 mg EQR/L), lo que representa una calidad óptima de contenido antioxidante.

El vino elaborado a partir de la uva *Malbec* presentó mayor contenido de antocianinas (122.04 ± 6.99 mg/L) y se relaciona con el color del mismo.

El vino elaborado a partir de la uva *Merlot* presentó mayor contenido de taninos (3.21 ± 0.28 g/L). Este nivel se relaciona con el poder astringente y amargo que tiene la variedad de uva del vino en gusto.

El vino elaborado a partir de la uva *Merlot* presentó la mayor capacidad antioxidante de acuerdo a los métodos DPPH y ABTS.

10. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Aguilar, T., de Bruijn, J., Loyola, C., Vidal, L., & Melin, P. (2014). Comparación de la capacidad antioxidante de mostos y vinos tintos del valle del Itata, Chile. *Revista de la Facultad de Ciencias Químicas*, 1(10), 13–17. <https://publicaciones.ucuenca.edu.ec/ojs/index.php/quimica/article/view/356>
2. Ahumada, M., Alonso, N. (2007), Optimización de los Parámetros de Fermentación para la Elaboración de Hidromiel a partir de Miel Pura de Abeja, Universidad Tecnológica Metropolitana, Facultad de Ciencias Naturales, Matemáticas y del Medio Ambiente, Escuela de Industria Alimentaria, Santiago, Chile
3. Aldana, S. (2018, 6 septiembre). Las 6 Uvas Nobles. Recuperado 19 de abril de 2021, de <https://www.vinopack.es/las-6-uvras-nobles>
4. Aliquó, G., Catania, A., & Aguado, G. (2010, marzo). La poda de la vid. INTA. Recuperado de <https://inta.gob.ar>
5. Almaza, E., Figueroa, J., Alvarado, M., Herrera, M., & Guzmán, S. (2012). Caracterización fisicoquímica de vinos tinto Malbec con diferente tiempo de añejamiento. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 3(7), 1347–1360. Recuperado de http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2007-09342012000700005&lng=es&tlng=es
6. Álvarez, C., & Lock, O. (2012). Taninos. *Revista de química*, 6(1), 47–61
7. Amokachi, A. (2019, 12 febrero). Grados Brix y azúcar en vino. Foro de e-nologia.com - Foro de enología, viticultura y vino. <https://foro.e-nologia.com/thread-510-page-3.html>
8. Arriága. (2019, 12 febrero). Grados Brix y azúcar en vino. Foro de e-nologia.com. <https://foro.e-nologia.com/thread-510-page-3.html>
9. Ávalos Llano, K., Sgroppo, S., & Avanza, J. (2013). Actividad antioxidante y contenido de fenoles totales en vinos de origen nacional. *FACENA*, 19, 11–19
10. BARBER. (2020, 28 junio). Cabernet Sauvignon. La más extendida por el mundo. Recuperado 24 de abril de 2021, de <https://www.vitivinicultura.net/uvras-de-vino-tinto-cabernet-sauvignon.html>

11. Barber, V. (2020, 28 junio). Syrah Shiraz. Características y cultivo. VitiViniCultura.net. <https://www.vitivinicultura.net/syrah-shiraz.html>
12. Beltrán, G., Guillamón, J., Pretorius, I., Gómez, E., & Guérin, R. (2009). Compuestos azufrados volátiles en vinos: Problemas de reducción y aromas varietales (2.^a ed., Vol. 1). Agrovin
13. Borja, M., Reyes, L., García, J., & Almeraya, S. (2017). Tipología de productores de uva (*Vitis vinifera* L.) en Aguascalientes, México. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 7(2), 249. <https://doi.org/10.29312/remexca.v7i2.341>
14. Bueno, M., Carrascón, V., Ferreira, V. (2016), *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 64, 608
15. C. (2021, 12 agosto). ¿Qué son los Antocianos y qué aportan al Vino? Propiedades beneficiosas. Catatu. <https://catatu.es/blog/antocianos-vino/>
16. Cabazos, T., Lizzárraga, M., Hernández, R., Kretschmar, T., Pavía, E., Valenzuela, E., Rodríguez, V., Espinoza, B., Rete, A., & Figueroa, Y. (2012). Situación actual y bajo escenarios de cambio climático de la industria vitivinícola de Baja California, México. *Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada*, 1(1), 13–21
17. Cambra, J., & Villafuerte, A. (2009). Denominaciones de origen e indicaciones geográficas: Justificación de su empleo y valoración de su situación actual en España. *Colección Mediterráneo Económico*, 15. Recuperado de <https://www.publicacionescajamar.es>
18. Cañibano Alberola, M. (2012). Efecto del perfil fenólico sobre las características antioxidantes de vinos tintos. *Universidad de Valladolid*. <http://uvadoc.uva.es/handle/10324/2031>
19. Carbonell, P., & Martínez, J. (2020). Estructura y composición de la uva y su contribución al vino | *Revista de la Sociedad Española de Bioquímica y Biología Molecular* | SEEBM. *Sociedad Española de Bioquímica y Biología molecular*. Recuperado de <https://www.sebbm.es>
20. Casanova, E., & Cano, M. (2008). *Iniciación a la cata de vinos [Capítulo]*. Recuperado de _____ de _____

[https://www.carm.es/web/pagina?IDCONTENIDO=6161&IDTIPO=246&RASTRO=c226\\$m1259,20559](https://www.carm.es/web/pagina?IDCONTENIDO=6161&IDTIPO=246&RASTRO=c226$m1259,20559)

21. Casassa, F., & Sari, S. (2006, diciembre). Aplicación del sistema Cie-Lab a los vinos tintos. Correlación con algunos parámetros tradicionales. *Revista Enología III*, 1(1). Recuperado 5 de abril de 2022, de https://inta.gob.ar/sites/default/files/script-tmp-aplicacin_sist_cie-lab_a_los_vinos_tintos_para_rev.pdf
22. Catania, C., & Avagnina, S. (2007). Cabernet sauvignon. Recuperado 21 de abril de 2021, de https://inta.gob.ar/sites/default/files/script-tmp-25__cabernet_sauvignon.pdf
23. Cedrón, M. (2004). Estudio analítico de compuestos volátiles en el vino. Caracterización quimiométrica de distintas denominaciones de origen [Tesis]. Recuperado de https://www.tesisenred.net/bitstream/handle/10803/2429/TESIS_MRIU_AUMATELL.pdf?sequence=1&isAllowed=y
24. CEDRSSA. (2017, junio). La vid en México. Recuperado 5 de abril de 2021, de <http://www.cedrssa.gob.mx/files/b/13/9VidMexico.pdf>
25. Cereceda, P. (2016, septiembre). Estudio del efecto de tapones de corcho con diferente diámetro e inserción sobre vino y cava. *Universitat Rovira Virgil*
26. CIATI. (2019). Aromas en Vinos. Recuperado 25 de abril de 2021, de https://www.ciati.org/?articulos_seccion_3/cat_5/id_18/aromas-en-vinos
27. Chivite, J., Reventós, M., Castro, E., & Sans, T. (2005). Gestión de pH en el vino de calidad. *Fundación para la cultura del vino*, 1(A), 9–23. http://www.culturadelvino.org/mobile/actividades/pdf/encuentros/encuentro_2005.pdf
28. CONOCEDOR. (2016, 17 febrero). Vitis Vinífera. *Revista El Conocedor*. Recuperado de <https://revistaelconocedor.com>
29. Crivellaro, C., Zucolotto, M., & Tonietto, J. (2008). Profil chimique et sensoriel de vins rouges brésiliens selon le cépage et l'origine géographique des vignobles. *Agroscope Changins-Wädenswil*, 7(1), 493–498

30. De Cara, J. (s. f.). Características agroclimáticas de la vid (*Vitis vinifera* L. subsp. *vinifera*). Recuperado 27 de abril de 2021, de <https://www.divulgameteo.es/uploads/Caracter%C3%ADsticas-vid.pdf>
31. DEHESA. (2021). ¿Qué es la mineralidad en un vino? | Dehesa Del Carrizal. Recuperado 9 de mayo de 2021, de <https://www.dehesadelcarrizal.com/noticias/mineralidad-vino#:~:text=Para%20definir%20la%20mineralidad%20es, donde%20est%C3%A1%20plantada%20la%20vid>
32. De la Cruz, M., Martínez, R., Becerril, A., & Chávaro, M. (2012). Caracterización física y química de vinos tintos producidos en querétaro. *Revista Fitotecnia Mexicana*, 35(Especial 5), 61. https://doi.org/10.35196/rfm.2012.especial_5.61
33. Durán, D., & Trujillo, Y. (2008). Estudio comparativo del contenido fenólico de vinos tintos colombianos e importados. *Revista de la Facultad de química farmacéutica*, 15(1), 17–24
34. Editorial Maria Orsini. (2020, 21 octubre). Conoce esta uva: Malbec. *Revista Maria Orsini*. Recuperado de <https://revistamariaorsini.com>
35. Fernández, V, Berradre, M, Sulbarán, B, Ojeda de Rodríguez, G, & Peña, J. (2009). Caracterización química y contenido mineral en vinos comerciales venezolanos. *Revista de la Facultad de Agronomía*, 26(3), 382-397. Recuperado en 26 de abril de 2022, de http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0378-78182009000300005&lng=es&tlng=es
36. Fioravanti, D., Schinella, G., & Tournier, H. (2011). Capacidad antioxidante total y contenido de polifenoles de vinos argentinos: Malbec y de la costa de Berisso. *Revista Científica de la Facultad de Ciencias Médicas*, 2(3), 1–2
37. Fonseca, E. (2020, 15 marzo). Los principales sistemas de Conducción de la Vid. Recuperado 28 de abril de 2021, de <https://acordesdevino.com/2020/03/15/los-principales-sistemas-de-conduccion-de-la-vid/>
38. Frankel, E., Waterhouse, A. & Teissedre, P. (1995). Principal Phenolic Phytochemicals in Selected California Wines and Their Antioxidant Activity in Inhibiting Oxidation of Human Low-Density Lipoproteins. *J. Agric. Food Chem.*, 43 (4), pp 890–894

39. García, J., & Xirau, M. (2014). Técnicas usuales de análisis en enología (2.^a ed., Vol. 1). Panreac
40. García, E.; Alcalde, C.; Santos, C.; Rivas, J. & Escribano, M. 2006. Behaviour and characterisation of the colour during red wine making and maturation. *Analytica Chimica Acta*. 563:215-222.
41. Garzón, G. (2008). Las antocianinas como colorantes naturales y compuestos bioactivos: revisión. *Acta biol. Colomb.*, 13(3), 27–36. <http://www.scielo.org.co/pdf/abc/v13n3/v13n3a2.pdf>
42. Giacomo, D. (2014). Los diferentes tipos de suelos: el alma del vino. Recuperado 25 de abril de 2021, de <https://www.devinosyvides.com.ar/nota/254-los-diferentes-tipos-de-suelos-el-alma-del-vino>
43. Glories, Y. (2005). La couleur des vins rouges. Ire partie : les équilibres des anthocyanes et des tanins. *OENO One*, 18(3), 195. <https://doi.org/10.20870/oeno-one.2005.18.3.1751>
44. Gordillo, B. (2012, abril). Relación color-composición fenólica en vinos tintos de clima cálido. Evaluación de la copigmentación por colorimetría triestímulo (N.º 1). Universidad de Sevilla. https://idus.us.es/bitstream/handle/11441/26151/R_T.PROV16.pdf?sequence=1&isAllowed=y
45. Granato, D., F. Uchida & I. Alves de Castro. Phenolic composition of South American red wines classified according to their antioxidant activity, retail price and sensory quality. *Food Chem.*, 2011, 129(2), 366–373.
46. Gutiérrez, A. (2017, septiembre). Determinación de la capacidad antioxidante de vinos tintos. Efecto de la maceración con subproductos de la industria enológica. Universidad de Sevilla. <https://idus.us.es/bitstream/handle/11441/66482/Guti%C3%A9rrez%20Lorenzo%20C%20Andr%C3%A9s.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
47. Harbertson, J. F.; Picciotto, E. A. & Adams, D. O. 2003. Measurement of polymeric pigments in grape berry extracts and wines using a protein precipitation assay combined with bisulfite bleaching. *Am. J. Enol. Viticul.* 54:(4)301-306

48. Hernández, L., Tudó, A., & Girón, J. (2017). Composición fenólica de los vinos tintos de Bobal: influencia de la poda y el aclareo (II). *Enovitivultura*, 47(1), 14–29
49. Heredia, F.; Álvarez, C.; González-Miret, M. y Ramírez, A. 2004. ChromaLab®, análisis de color". Registro general de la propiedad intelectual. SE-1052-04. Sevilla, España
50. Hylke E. Beck 2018, Present and future Köppen-Geiger climate classification maps at 1-km resolution. *Scientific Data* volume5, Article number: 180214
51. INAO. (2007). Rendimiento por hectárea en Champagne. Recuperado 6 de mayo de 2021, de <https://www.inao.gouv.fr/>
52. INECC. (2018). ¿Qué es el clima? Recuperado 27 de abril de 2021, de <https://www.gob.mx/inecc/acciones-y-programas/que-es-el-clima>
53. INFOAGRO. (2020, 14 mayo). Mildiu de la vid. INFOAGRO. Recuperado de <https://mexico.infoagro.com>
54. Íñiguez, M., Ortega, A., Rosales, A., Ayala, R., & Puras, P. (2015). Estudio del color de los vinos tintos de la D.O.C. Rioja. *Zubía Monográfico*, 7, 167–186.
55. Jackson, D. I. and Lombard, P. B. 1993. Environmental and management practices affecting grape composition and wine quality. A review. *Am. J. Enol. Viticul.* 44:409-430.
56. Jackson, R. S. 2008. *Wine Science. Principles and applications*. Elsevier. 3th. St. Catharine's, Ontario, Canada. 776 p.
57. Karbowiak, T. et al., 2010. Wine Oxidation and the Role of Cork. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 50(1), pp.20–52. Available at: <http://www.informaworld.com/10.1080/10408390802248585>.
58. Kumar, H., Choudhary, N., Kumar, N., Seth, S., & Seth, R. (2014, abril). phenolic compounds and their health benefits a review (2). *Journal of Food Research and Technology*. Recuperado de http://www.jakraya.com/journal/pdf/4-jfirtArticle_1.pdf
59. Kuskoski, Marta E. y col. (2005). Aplicación de diversos métodos químicos para determinar actividad antioxidante en pulpa de frutos. En: *Ciência e Tecnologia de Alimentos*. Campinas 25.4, 726 -732. Online: <https://bit.ly/2DvSu9W>.
60. Lara, J. (2013). Caracterización de variedades tintas de vid (*Vitis vinifera* L.) de la D.O Jumilla. Evolución de su composición durante la maduración y efecto en la

- calidad del vino [Tesis]. Recuperado de <https://ruidera.uclm.es/xmlui/bitstream/handle/10578/3804/TESIS%20Lara%20Fern%C3%A1ndez.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
61. LAUS. (2021, 24 marzo). Uva Syrah: descubre su historia y propiedades. Recuperado 26 de abril de 2021, de <https://www.bodegalaus.es/blog/uva-syrah/>
 62. Llañez Bustamante, S., Mejía Domínguez, C., Palacios Rodríguez, B., Velásquez Gamarra, J., & Alor Herbozo, I. (2014). Compuestos fenólicos totales de los vinos tintos que se elaboran en el distrito de Santa María, Huacho. *Universidad Nacional José Faustino Sánchez Carrión*, 3(2), 1–13. <https://doi.org/10.51431/bbf.v0i0.254>
 63. López, C., González, C., Guerrero, M., Mariño, G., Jácome, B., & Beltrán, E. (2019). Estudio de la Estabilidad de los Antioxidantes del Vino de Flor de Jamaica (*Hibiscus sabdariffa* L) en el Almacenamiento. *La Granja*, 29(1), 105–118. <https://doi.org/10.17163/lgr.n29.2019.09>
 64. López, M. (2020, 20 febrero). Fertilización del Viñedo. Recuperado 10 de abril de 2021, de <https://www.fertibox.net/single-post/fertilizacion-vid>
 65. Loría, C. (2005). El injerto: alternativa de propagación vegetativa en el cultivo de la uva (*Vitis vinífera*) en Costa Rica. *Revista de agricultura tropical*, 35(1), 101–106
 66. Lucero, P. (2015, noviembre). Efecto del uso de las levaduras y concentración de °Brix en las características fisicoquímicas y sensoriales de vino de fresa con miel. *Escuela Agrícola Panamericana*
 67. Martínez, C. (2020, 14 mayo). Oidio de la vid o ceniza. 6 claves para proteger tu viñedo. Recuperado 4 de mayo de 2021, de <https://martinezcarras.es/noticia/oidio-de-la-vid-o-ceniza-6-claves-para-proteger-tu-vinedo>
 68. Martínez, F. (2016, enero). Influencia del suelo y del clima en la «mineralidad» de los vinos (N.º 3466). *Universidad de la Rioja*. https://www.researchgate.net/publication/303910185_Influencia_del_suelo_y_del_clima_en_la_mineralidad_de_los_vinos
 69. Martínez, P. (2021). Zonas de percepción de los sabores en las papilas gustativas. Recuperado de <https://www.clinicaferrusbratos.com/lengua/papilas-gustativas/>
 70. Meléndez, L. (2017). Determinación de la graduación de etanol en vinos tintos nacionales que se expenden en el mercado unicachi del distrito de comas. Lima. Perú.

71. Mettler-Toledo International Inc. all rights reserved. (2021, 28 octubre). La medición de Brix y los instrumentos para realizarla. <https://www.mt.com/es/es/home/perm-lp/product-organizations/ana/brix-meters.html#:~:text=Aunque%20aparentemente%20sea%20arcana%2C%20la,%2C%20por%20lo%20general%2C%20ideal>
72. Moharram, H., & Youssef, M. (2014). Methods for determining the antioxidant activity: A review. *Alex. J. Fd. Sci. & Technol.*, 11(1), 31–42
73. Muñoz, A., Fernández, A., Ramos, F., & Alvarado, C. (2007). Evaluación de la actividad antioxidante y contenido de compuestos fenólicos en vinos producidos en Perú. *Revista de la sociedad de química del Perú*, 73(1), 30–40. <http://www.scielo.org.pe/pdf/rsqp/v73n1/a04v73n1.pdf>
74. OIV (2009). Compendium of International Methods of Analysis: Wine turbidity. Method OIV-MA-AS2-08. OIV. International organisation of vine y wine. Online: <https://bit.ly/2NC7ZF6>.
75. OIV. (2017). Distribution of the world's grapevine varieties. Recuperado 24 de abril de 2021, de <https://www.oiv.int/public/medias/5888/en-distribution-of-the-worlds-grapevine-varieties.pdf>
76. Padrón Pereira, C., Padrón León, G., Montes Hernández, A., & Oropeza González, R. (2012, enero). Determinación del color en epicarpio de tomates (*Lycopersicum esculentum* Mill.) con sistema de visión computarizada durante la maduración (N.o 36). *Agronomía costarricense*. <https://www.mag.go.cr/rev>
77. Pearson, R., & Goheen, A. (1994). *Plagas y enfermedades de la vid*. Madrid: Mundi-Prensa.
78. Pérez, I. (2002). La Filoxera o el invasor que vino de América. *Entomología aplicada* IV, 30(1). Recuperado de <http://sea-entomologia.org>
79. Ponce, C. (2019). Monitoreo y control en la producción del cultivo de la uva de vino (*Vitis vinifera*) variedades malbec, merlot y tempranillo en el viñedo El lobo [Tesis]. Recuperado de <https://upbicentenario.edu.mx/wp-content/uploads/2019/11/21104313005-IAT-Ponce-Mu%C3%B1oz-Cristian-Isidro-14-agosto-2019-Monitoreo-y-control-en-la-producci%C3%B3n-del-cultivo-de-uva-de-vino-vit%C3%ADs-vin%C3%ADf.pdf>

80. Pontificia Universidad Católica del Perú, Gonzales, M., & Robles, J. (2018, octubre). Determinación de ácidos grasos, compuestos fenólicos y efecto gastroprotector de semillas de uva (*Vitis vinífera*) Variedad Malbec, sub producto de la industria vitivinícola, ICA-Perú (N.º 1). Proquest. <https://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/handle/20.500.12404/12826>
81. Przepolsky, F. (2019, mayo). Revista de los viñedos de Francia. Issuu. Recuperado de <https://issuu.com>
82. Q. (2014, 3 noviembre). ¿Cómo se determina el contenido de ácido en un vino? Quimitube. Recuperado 17 de febrero de 2022, de <https://www.quimitube.com/como-se-determina-contenido-acido-en-vino/>
83. Rebolo, S. (2007). Estudio de la composición polifenólica de vinos tintos gallegos con D.O.: Ribeiro, Valdeorras y Ribeira Sacra. Universidad de Santiago de Compostela. https://minerva.usc.es/xmlui/bitstream/handle/10347/2353/9788497509435_content.pdf?sequence=1
84. Rentería, R. (2015, 8 mayo). ¿Denominación de Origen de vino mexicano? Recuperado 5 de mayo de 2021, de [https://www.elfinanciero.com.mx/opinion/renerenteria/denominacion-de-origen-de-vino-mexicano/#:%7E:text=Ren%C3%A9%20Renter%C3%ADa&text=La%20Denominaci%C3%B3n%20de%20Origen%20\(DO,legal%20algo%20que%20ya%20existe.](https://www.elfinanciero.com.mx/opinion/renerenteria/denominacion-de-origen-de-vino-mexicano/#:%7E:text=Ren%C3%A9%20Renter%C3%ADa&text=La%20Denominaci%C3%B3n%20de%20Origen%20(DO,legal%20algo%20que%20ya%20existe.)
85. Ribéreau-Gayon J, Stonestreet J. 1965. Le dosage des anthocyanes dans le vin rouge. En: Casassa F, Sari S. 2006. Aplicación del sistema Cie-Lab a los vinos tintos: correlación con algunos parámetros tradicionales. Revista de Enología N° 5/8 Año III.
86. Rivas, G. (2015). Portainjertos de la vid [Tesis]. Recuperado de <https://bdigital.uncu.edu.ar/7360>
87. Rodríguez, B. (2006, 28 agosto). La denominación de origen del vino de Oporto cumple 250 años. Diario Sur. Recuperado de <https://www.diariosur.es>
88. SADER. (2018). Franja del vino, tradición viní-cola. Recuperado 10 de abril de 2021, de <https://www.gob.mx/agricultura/es/articulos/franja-del-vino-tradicion-vinicola>

89. Salazar, Rodrigo, Espinoza, Giovana, Ruiz, Candy, Fernández, María de Fátima, & Rojas, Rosario. (2011). Compuestos fenólicos, actividad antioxidante, contenido de resveratrol y componentes del aroma de 8 vinos peruanos. *Revista de la Sociedad Química del Perú*, 77(2), 135-143. Recuperado en 09 de noviembre de 2021, de http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1810-634X2011000200006&lng=es&tlng=es
90. Sánchez, M. (2000). Caracterización de variedades de *Vitis vinífera* L. cultivadas en Extremadura, mediante estudios morfológicos, agronómicos y bioquímicos (1.^a ed., Vol. 1). Universidad Politécnica de Madrid
91. Sanguineti, G. (s. f.). Cabernet Sauvignon |Vino Tinto |Delicias de Baco. Recuperado 25 de abril de 2021, de <http://www.deliciasdebaco.com/vinos/cabernet-sauvignon.html#:~:text=Olfato%3A%20Entre%20los%20aromas%20primarios,aromo%20t%C3%ADpico%20de%20pimiento%20verde>
92. San Miguel, R. (2017). Phenolic antioxidant capacity: A review of the state of the art (1.^a ed., Vol. 1). Intech
93. Santamaría, P., Tenorio, C., Sota, C., Garijo, P., Gutiérrez, A., & López, R. (2005). Influencia del pH de la uva en la calidad del vino y en la formación de aminas biógenas. *Zubía*, 16(17), 69–81
94. Sanz, P., Valles, B., & Rodríguez, M. (2015). Ensayo de portainjertos en variedades de vid de Asturias. Servicio Regional de Investigación y Desarrollo Agroalimentario, Consejería de Desarrollo Rural y Recursos Naturales del Principado de Asturias
95. Schols, H., Visser, R., & Voragen, A. (2009). Pectins and pectinases. Macmillan Publishers. <https://doi.org/10.3920/978-90-8686-677-9>
96. Sepúlveda, A. (2009). Características de vinos tintos pinot noir, producidos con cepas autóctonas de *Saccharomyces cerevisiae* aisladas del valle del Maule (1.^a ed., Vol. 1). Universidad de Chile
97. Simunovic, Y. (1999). Manual de bebidas alcohólicas y vinagres (2.^a ed., Vol. 1). SAG
98. Suárez, I. (2014). Efecto del portainjerto sobre la producción y calidad de la uva en la variedad cabernet sauvignon [Tesis]. Recuperado de

- http://repositorio.uaaan.mx:8080/xmlui/bitstream/handle/123456789/6766/EFEECTO_DELPORTAINJERTOSOBRELA.PDF?sequence=1&isAllowed=y
99. Suca-Colana, C., Vilca-Curo, R., & Cotacallapa-Sucapuca, M. (2019). Grape maturity (*Vitis vinifera*) negra criolla, moscatel and quebranta: Analysis of the berry color on the sugar content and total acidity. *Agroindustrial Science*, 9(2), 109–113. <https://doi.org/10.17268/agroind.sci.2019.02.01>
100. Tenorio, M., Aparicio, I., Prádena, J., García, M., Pérez, M., Redondo, A., . . . Zapata, M. (2014). El vino y su análisis [Tesis]. Recuperado de <https://eprints.ucm.es/id/eprint/29446/7/PIMCD%20N%C2%BA%20243.%20ANE%20XO%201.%20E-BOOK-%20EL%20VINO%20Y%20SU%20AN%C3%81LISIS.pdf>
101. URBINA. (2015). Acetato de Etilo (Olor a Pegamento, Disolvente, o Barniz en el Vino). Recuperado 5 de mayo de 2021, de <http://urbinavinos.blogspot.com/2015/05/acetato-de-etilo-olor-pegamento.html#:~:text=El%20acetato%20de%20etilo%20es%20una%20sustancia%20que%20posee%20un,%2DCOO%2DCH2%2DCH3>
102. Urquiaga, I. (2002a, noviembre 1). Polifenoles del vino - Medwave. Medwave. <https://www.medwave.cl/link.cgi/Medwave/PuestaDia/Cursos/3321#:~:text=Los%20polifenoles%20totales%20en%20vino,debe%20al%20tipo%20de%20vinificaci%C3%B3n>
103. Valls, J. (2000). Importancia de los compuestos fenólicos en la calidad de los vinos tintos de crianza [Capítulo]. En M. Nadal & L. Arola (Eds.), *Enología* (pp. 119–124). Recuperado de <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=89457>
104. Vázquez & Yvanosky. (2020, 16 diciembre). *Vitis vinifera*: características, hábitat, cultivo, cuidados, variedades. Lifereder. Recuperado de <https://www.lifereder.com/vitis-vinifera/>.
105. *Vitis vinifera* | Sistema Nacional de Vigilancia y Monitoreo de plagas. (2020). Recuperado 5 de abril de 2021, de <https://www.sinavimo.gob.ar/cultivo/vitis-vinifera>
106. Von Baer, D., & Vergara, C. (2010). Diferenciación varietal y evolución del perfil de flavonoides y actividad antioxidante del vino tinto durante el proceso de

guarda (1.^a ed., Vol. 1). Universidad de Concepción, Facultad de farmacia,
Departamento de análisis instrumental.
<http://repositorio.udec.cl/jspui/handle/11594/4737>

107. Zamora, J. Á. (2000). La vid y el vino en Ugarit (2.a ed.). Madrid, España:
Consejo Superior de Investigaciones Científicas.