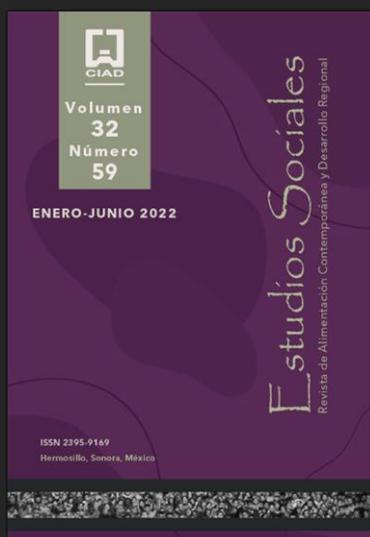


Estudios Sociales

Revista de Alimentación Contemporánea y Desarrollo Regional

Volumen 32, Número 59. Enero – Junio 2022

Revista Electrónica. ISSN: 2395-9169



Calidad de vinos de la variedad tempranillo,
cultivada en tres viñedos en Chihuahua, México

Quality of wine variety tempranillo
grown in three vineyards in Chihuahua, Mexico

DOI: <https://doi.org/10.24836/es.v32i59.1195e2211953>

Cipriano Fuentes-Verduzco*

<https://orcid.org/0000-0003-3593-7170>

Gabriel Antonio Lugo-García*

<https://orcid.org/0000-0002-2756-8224>

Ramona Pérez-Leal**

<https://orcid.org/0000-0001-7554-1571>

Francisco Ariel Camacho-Inzunza***

<https://orcid.org/0000-0002-5904-3342>

Fecha de recepción: 11 de noviembre de 2021.

Fecha de envío a evaluación: 18 de enero de 2022.

Fecha de aceptación: 21 de febrero de 2022.

*Universidad Autónoma de Sinaloa

**Universidad Autónoma de Chihuahua

***Autor para correspondencia: Francisco Ariel Camacho Inzunza

Universidad Autónoma de Sinaloa

Facultad de Agricultura del Valle del Fuerte.

Dirección postal: calle 16 av. Japaraquí S/N, Juan José Ríos,

Ahome, Sinaloa México. Teléfono Tel. 687 103 3817.

Dirección: arielelavf@hotmail.com

Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo, A. C.

Hermosillo, Sonora, México.



Resumen / Abstract

Objetivo: Caracterizar los parámetros que determinan la calidad de los vinos de la variedad Tempranillo elaborados con uvas provenientes de tres zonas geográficas del estado de Chihuahua, México. **Metodología:** Se determinó la calidad en vinos de doce meses de maduración, obtenidos de uvas producidas en tres viñedos: Faciatec, Hacienda Bustillos y Paralelo Meridiano; se les efectuaron análisis fisicoquímicos, acidez total titulable (ATT), índice de polifenoles totales, así como composición del color; evaluados en un diseño de bloques al azar con tres repeticiones. **Resultados:** El pH y ATT, se presentaron niveles óptimos para vinificación, sin embargo, la acidez volátil presenta niveles bajos; el vino con mayor grado alcohólico y composición fenólica, fue el vinificado con bayas del viñedo Faciatec, es apropiado para envejecer, además por sus características cromáticas y sensoriales, presentó mayor tonalidad. **Limitaciones:** Condiciones climáticas prevalecientes durante el periodo de estudio y falta de vigilancia de entrada de personas a los viñedos. **Conclusiones:** La altura sobre el nivel del mar, temperatura y precipitación durante la madurez de las bayas, influyen en la vinificación, al impactar en las características fenólicas y cromáticas del vino, por lo tanto, el que proviene del viñedo de Faciatec, probablemente, sea el más apto para añejamiento en barrica, y el resto para vinos jóvenes.

Palabras clave: alimentación contemporánea; polifenoles totales; índice de color; copigmentación; análisis sensorial; grados brix; pH.

Objective: Characterize the parameters that determine quality of wines variety Tempranillo made with berries grown in three geographical zones of Chihuahua, Mexico. **Methodology:** Determination of wine quality from 12 month berry maturity grown in three vineyards: Faciatec, Hacienda Bustillos and Paralelo meridian. Physicochemical analysis, total titratable acidity (ATT), total polyphenol index and color composition were determined in a complete block design with three replicates. **Results:** The values of pH and ATT were optimal for winemaking. However, volatile acidity was low, the wine with the highest alcoholic content and phenolic composition was vinified with the berries from Faciatec vineyard, it is also suitable for aging. Besides, its highest hue value was due to the chromatic and sensory characteristics. **Limitations:** Environmental conditions during the growing season and lack of surveillance to people coming inside the vineyard. **Conclusions:** Height above sea level, temperature and precipitation during maturity influence winemaking because they impact in chromatic and phenolic characteristics of the wine. Therefore, the wine from Faciatec vineyard is the most suitable for aging in barrels and the others for young wines.

Key words: contemporary food; total polyphenols; color index; copigmentation; sensory analysis; Brix°; pH.

Introducción

La vid en México fue introducida por los conquistadores españoles, la establecieron y desarrollaron su potencial vitivinícola principalmente en los estados de Baja California Norte y Sonora. Fue hasta finales del año de 1980 que en el país se inició con la producción de vinos de alta gama (INAES, 2018). La viticultura en los últimos años ha tenido un crecimiento y evolución muy importante, al situar al estado de Sonora como el principal productor de uva de mesa en México, y al destacar el norte de Baja California como la principal zona vitivinícola de México (Acosta et al., 2013). El vino forma parte de la historia cultural, social y económica del hombre, el cual ha estudiado el origen, ubicación y formas de elaboración, por tal motivo, se ha evaluado la calidad de cepas de vid, así como la identidad del vino, situación que permitió obtener un avance significativo en los últimos años (Lacoste et al., 2010). Es así que en el estado de Chihuahua se introdujo el cultivo de uva para vinificación en los municipios de Cuauhtémoc (Faciatic y Hacienda Bustillos) y Aldama (Pasado Meridiano), al utilizar algunas variedades tintas.

El tipo de variedad en la vid es el factor que tiene mayor incidencia en la composición del fruto, ya que la capacidad de síntesis y acumulación de los diversos componentes de la baya está determinada por su genética. La variedad tempranillo, cultivada en condiciones de clima templado, tiende a ser más fresca, más agradable

en aroma y sabor, en tanto que, en regiones cálidas, especialmente en las estaciones calurosas, resulta con características enológicas pobres, con apenas suficiente color. El cultivar (cv.) Tempranillo obtiene mejores resultados en la calidad de uvas producidas de la región térmica II a la IV de Winkler, (Hidalgo y Fernández, 2016). Esta es la principal variedad de uva de vino cultivada en España con Denominación de Origen, originaria de Aragón y La Rioja (Song et al., 2014).

La relevancia enológica de los polifenoles de la uva está dada por su incidencia en las propiedades químicas y características sensoriales de los vinos; todo ello, extraídos durante la vinificación, ya que los compuestos que determinan el color, astringencia y amargor de los vinos, además inciden en otros aspectos relacionados con el sabor y aroma (González et al., 2011). Los antocianos y los taninos, son los que poseen mayor influencia sobre el color del vino tinto (Hernández et al., 2011). Por otra parte, el conocimiento de la riqueza polifenólica de la uva y de la extractabilidad de estos compuestos, permite analizar de forma sobresaliente la vinificación, y con el empleo de las diferentes tecnologías definen las condiciones de la maceración (Hernández et al., 2010). Por lo tanto, el objetivo de este trabajo fue determinar la calidad de vinos de la variedad Tempranillo, cultivada en viñedos localizados en tres zonas geográficas del estado de Chihuahua.

Marco teórico

En el estado de Chihuahua, la introducción de variedades de vid (*Vitis vinifera* L.), se realiza con el propósito de establecer viñedos que se adapten a los diferentes microclimas que existen en el estado. Es el caso de la cv. Tempranillo, con la finalidad de obtener bayas que cumplan con las especificaciones para vinificación. Por lo tanto, la calidad y rendimiento de las uvas para producir vinos, dependen del equilibrio entre la carga de fruta y el área foliar correctamente iluminada en las plantas. Estos parámetros son esenciales para obtener una composición fenólica adecuada (polifenoles y antocianinas), como lo indican Cañón et al. (2014). Además, González et al. (2006) mencionan que el factor que tiene mayor incidencia en la composición de los frutos en vid es el tipo de variedad.

Los polifenoles se clasifican en dos grupos principales: los no-flavonoides (ácidos hidroxibenzoico e hidroxicinámico y sus derivados, estilbenos y alcoholes fenólicos) y flavonoides (antocianinas, flavanoles, flavonoles y dihidroflavonoles) (Bañuelos, Contreras, Carranza y Carranza, 2017). Estos compuestos, aparte de estar relacionados con las propiedades sensoriales del vino, reflejan las características de una región productora de vino (Da Silva et al., 2016).

Por otra parte, los compuestos fenólicos reducen el riesgo de enfermedades crónicas, eliminan los radicales libres que inducen la relajación vascular, y poseen propiedades antiinflamatorias, anticancerígenas, antivirales y bactericidas (Bañuelos et al., 2017). Además, pueden mejorar las características nutricionales del producto, ya que contiene una amplia gama de efectos farmacológicos que reducen el riesgo de enfermedades crónicas degenerativas (Da Silva et al., 2016). Por otra parte, el análisis sensorial en vinos consiste en la descripción olfativa, visual y degustativa (organolépticas), las cuales caracterizan el tipo de vino y esta permite evaluar mediante el análisis sensorial las características de los distintos vinos. Se aprecian así ciertos matices y características en una cata de vino, en este sentido el color del vino está definido por su intensidad y profundidad (Almanza et al., 2015) la cual es una de las primeras características que los consumidores perciben, por lo que, el color puede condicionar la aceptación del vino. Sin embargo, esta característica proporciona información importante sobre su edad, calidad, estado de conservación, entre otras. Cabe mencionar que los principales compuestos que intervienen proporcionándole el color al vino son las antocianinas (García et al., 2017). En cuanto a la percepción olfativa, esta se refiere al aroma que proporciona el vino, donde el aroma primario es procedente de la variedad y el aroma secundario es originado por la fermentación, catalogándose como dulce.

El sabor que aparece instantáneamente al llevar el vino a la boca; el sabor salado se percibe paulatinamente y solo se mantiene por cierto tiempo, la sensación ácida aumenta durante el tiempo en el que se mantenga el vino en la boca, y se percibe amargo con cada toma de un trago de vino (Almanza, et al., 2015).

Entre los fenoles más abundantes están las antocianinas, las cuales son responsables del color rojo (Reyes, et al., 2015) de vegetales, son glúcidos de antocianidinas y se encuentran en alimentos de origen vegetal, junto con taninos son responsables del color rojo de los vinos (Peñarrieta et al., 2015).

Las antocianinas, son pigmentos que se encuentran en la piel de las uvas y pueden desaparecer progresivamente con el tiempo en el vino, esto se debe a reacciones donde los antocianos y flavonoides se condensan por medio del acetaldehído, al provocar con ello un color rojo azulado en el vino (García et al., 2017).

Los taninos se encuentran en el grupo de los flavonoides como catequinas, taninos condensados los cuales se encuentran presentes como agliconas, se encuentran presentes en muchas plantas alimenticias entre los más populares se encuentran el cacao, el té, arándano y la vid, la cual le confiere al vino el efecto astringente en boca (Peñarrieta, et al., 2015).

Objetivo

Caracterizar los parámetros que determinan la calidad de los vinos de la variedad Tempranillo elaborados con uvas provenientes de tres zonas geográficas del estado de Chihuahua, México.

Metodología

El estudio se realizó en la Facultad de Ciencias Agrotecnológicas de la Universidad Autónoma de Chihuahua en el año 2018, donde se analizaron vinos de la variedad Tempranillo de la cosecha 2017, elaborados y embotellados en tres viñedos localizados en diferentes zonas geográficas de Chihuahua: 1) Ciudad Cuauhtémoc en el viñedo de la Facultad de Ciencias Agrotecnológicas (Faciatic) (N 28° 24' 41.2", W 106° 52' 53.5") a 2042 msnm, con una temperatura media anual de 14.4°C, en la región II de Winkler frío; 2) Colonia Anáhuac (Hacienda Bustillos) (N 28° 28' 39.1", W 106° 39' 37.8") a una altura de 2055 msnm, con una temperatura media de 14°C, se encuentra en la región I de Winkler, muy frío (Amerine y Winkler, 1974); 3) Ciudad Juan Aldama (Pasado meridiano) (N 28° 43' 47.6", W 105° 55' 37.9") a 1362 msnm, con una temperatura media anual de 18°C, se encuentra en la región V de Winkler, muy cálido (Figura 1).

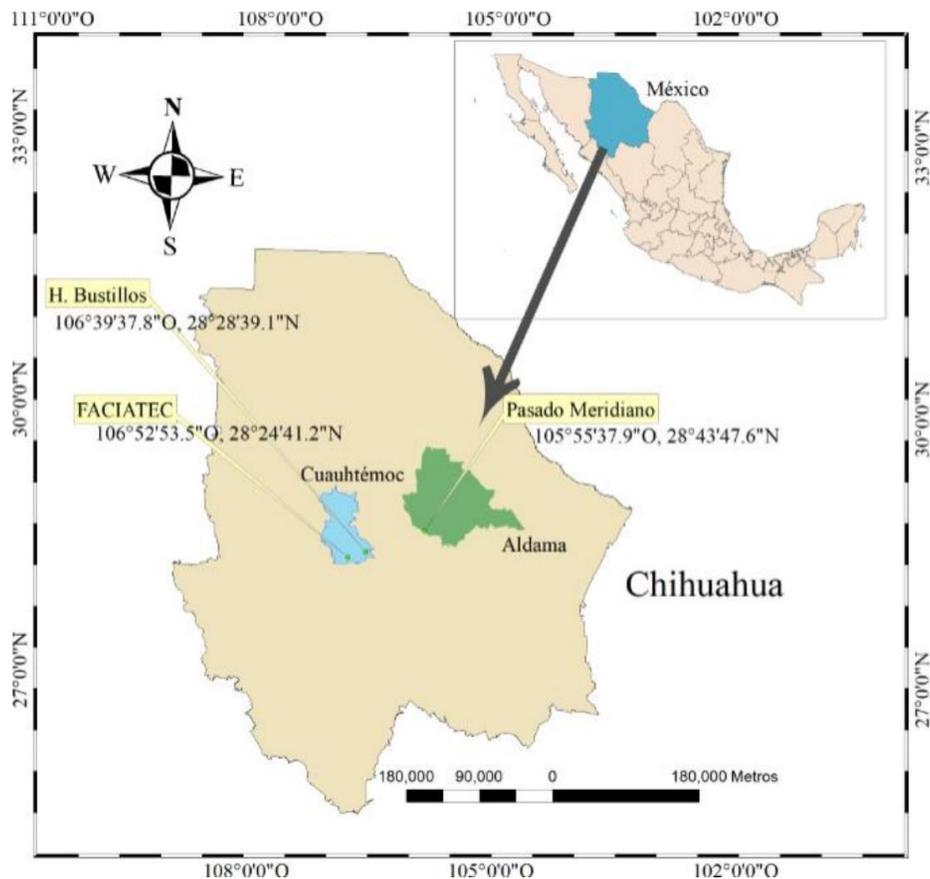


Figura 1. Ubicación geográfica de los viñedos de Faciateg (Cuauhtémoc), Pasado Meridiano (Juan Aldama) y H. Bustillos (Cuauhtémoc) en el estado de Chihuahua, México.
Fuente: elaboración propia con base al (SNIB).

En estaciones meteorológicas aledañas a los viñedos, se obtuvieron los datos climatológicos (temperatura y precipitación), de enero del 2016 a diciembre de 2017 (Cuadro 1). El material vegetativo (Variedad Tempranillo), fue plantado en suelos franco arcillosos en el 2013, con tres años de edad al inicio del estudio. Las vides se cultivaron en cordones de un brazo y sistema de espaldera de dos líneas; la distancia entre hileras es de 3 metros y entre vides un metro. La orientación de estas fue noroeste y la poda se mantuvo entre 17 y 20 yemas por vid. Los riegos realizados por goteo, intensificados a partir de marzo (4 a 5 horas por hectárea). En el proceso de la fermentación del vino, se inspeccionaron entre 18 y 28 grados centígrados.

Cuadro 1.

Datos climáticos y precipitación 2017, meses de enero en los viñedos: Faciatec, Hacienda Bustillos y Paralelo Meridiano, Chihuahua, México

Viñedos	meses	T. Máx (°C)	T. Mín (°C)	Pp (mm)
Aldama	Junio	37.64	19.41	0.60
	Julio	32.66	18.20	3.80
Cuauhtémoc	Julio	31.04	12.49	11.10
	Agosto	25.68	13.54	288.30
	Septiembre	24.48	13.28	202.70
H. Bustillos	Julio	25.86	14.15	228.80
	Agosto	24.54	13.76	128.80
	Septiembre	25.44	10.80	43.40

Fuente: elaboración propia con datos de estaciones meteorológicas 2017. T° Max (Temperaturas máximas), T° Mín (Temperaturas Mínimas), Pp (Precipitación Pluvial), obtenidos de las estaciones meteorológicas aledañas a los viñedos.

A los vinos procedentes de cada zona antes mencionada se les realizó: análisis físico químicos. El potencial hidrógeno (pH), acidez volátil (AV), acidez total titulable (ATT), grado alcohólico; estos se llevaron a cabo siguiendo las metodologías del compendio de los métodos internacionales de los vinos y de los mostos (Organización Internacional del Vino, 2017).

Índice de polifenoles totales (IPT), este índice se determinó con la técnica propuesta por Ribéaru Gayón y Stonestreet, (1966), con un factor de dilución de 1:/100 en agua destilada. Los análisis se realizaron en un espectrofotómetro (UV/VIS), a una longitud de onda de 280 nanómetros, los resultados se sustituyeron en la siguiente fórmula:

$$IPT = Abs\ 280 * 100\ (factor\ de\ dilución\ del\ vino)$$

Dónde: IPT = índice de polifenoles totales; Abs= absorbancia.

Contenido de antocianos, se analizó con base en la metodología descrita por Ribéreau Gayón y Stonestreet (2000), la cual consiste en una decoloración por sulfuroso. En un tubo se agregó 1 mL de vino o macerado, con 1 mL de alcohol ácido, además de 20 mL de HCl al 2%, esta solución se distribuye en dos tubos de ensayo; en un tubo A, se agregó 10 mL de la solución preparada, con 4 mL de solución de bisulfito de sodio al 30%; en el tubo B se añadió 10 mL de solución preparada y 4 mL de agua destilada, se agitaron y se dejaron reposar por 20 minutos para estabilizar la reacción; se analizaron a una longitud de onda de 520 nm y agua destilada como blanco, en un espectrofotómetro (UV/VIS Perkins Elmer lambda), los cálculos se realizaron al utilizar la siguiente ecuación con un coeficiente de extinción molar de la malvidina (875) para dar directamente el resultado en mgL^{-1} :

$$D.O. = D.O \text{ tubo B} - D.O \text{ tubo A}$$

$$\text{Antocianos (mgL}^{-1}\text{)} = 875 * (\text{tubo B} - \text{tubo A})$$

Dónde: D. O= Densidad óptica.

Características cromáticas del vino, intensidad colorante (IC) y sus componentes: el color amarillo posee una longitud de onda de 420, el rojo 520 y el azul 620 nm, respectivamente. Estos indican las características cromáticas del vino, este análisis se realizó con la técnica descrita por Glorías (1984), la cual se realizó al tomar mediciones directas de vino previamente centrifugado en una cubeta de 1mm de paso óptico a longitudes de onda de 420, 520 y 620 nm, respectivamente; el resultado se multiplicó por 10 para referirlo a la cubeta de 10 mm de camino óptico y dar el resultado de la absorbancia (A). Los resultados se determinaron con las siguientes ecuaciones:

$$\text{Intensidad colorante (IC)} = A_{420} + A_{520} + A_{620}$$

$$\text{Tonalidad (T)} = A_{420}/A_{520} * 100$$

$$\% \text{ de color amarillo} = (A_{420}/IC) * 1000$$

$$\% \text{ de color rojo} = (A_{520}/IC) * 1000$$

$$\% \text{ de color azul} = (A_{620}/IC) * 1000$$



Las coordenadas de la muestra en el espacio CIELAB, luminosidad (L^*), cromaticidad (C^*) y tono (H^*), se determinaron de acuerdo al método de Ayala et al. (2001) y el procesamiento de datos se realizó mediante el uso del software MSCV.

Color copigmentado y polimérico, la pigmentación de color se realizó con la metodología de Hermosin Gutiérrez (2003), la cual consiste en ajustar el pH del vino a 3.6, al centrifugar a 2500 rpm durante 15 minutos; se tomaron 2 mL del centrifugado, al cual se le adicionaron 20 microlitros de acetaldehído al 10% en agua, dejándose reposar por 45 minutos; posteriormente se midió la absorbancia a una longitud de onda de 520 nm en una cubeta de vidrio de 1mm. Después se diluyó la muestra a una proporción de 1:20 con una solución similar vino (5 gL^{-1} de ácido tartárico), con un pH de 3.6 y 12 % de etanol igual a la muestra problema; se midió la absorbancia a 520 nm en una cubeta de vidrio de 1 mm, se tomaron 2 mL de muestra de pH ajustado y se le adicionó 160 microlitros de NaSO_3 al 5% para analizar una longitud de onda de 520 nm en la cubeta de vidrio de 1mm (SO_2). Donde los resultados se sustituyeron en las siguientes ecuaciones:

$$CC (\%) = [A_{acet} - (2 * A_{dil})] / A_{acet} * 100$$

$$CP (\%) = A_{SO_2} / A_{acet} * 100$$

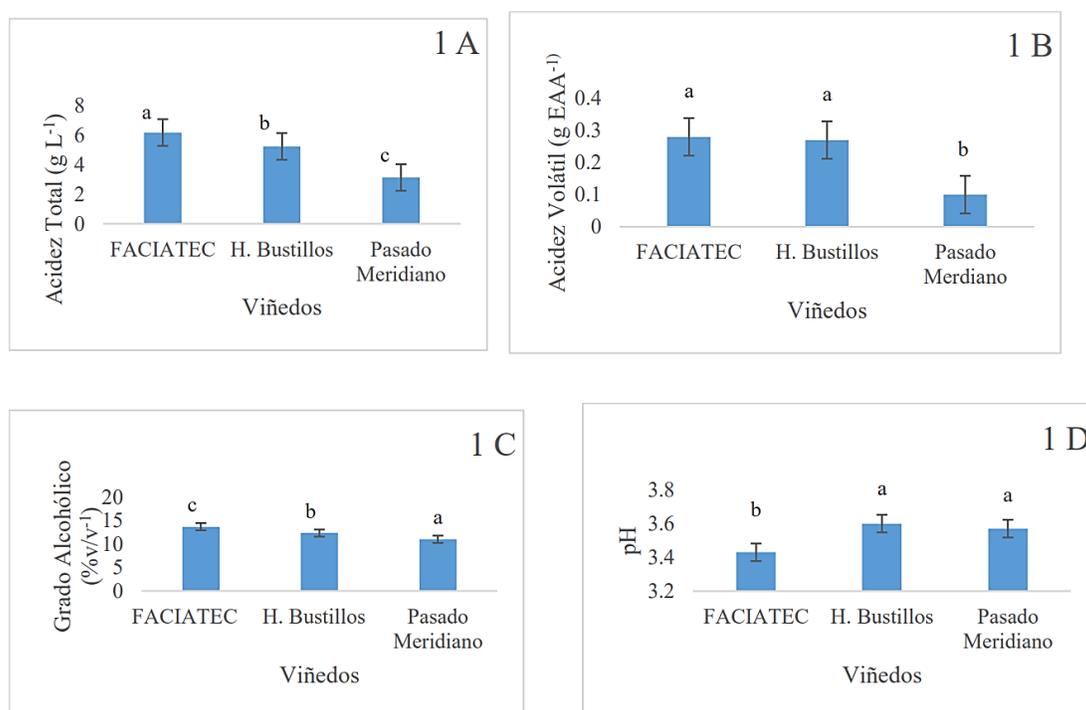
Dónde: CC= color copigmentado; CP= color polimérico; Aacet = Acetaldehído; Adil= diluida.

Análisis sensorial, la cata se realizó a ciegas por 10 jueces experimentados, a vinos de la variedad Tempranillo de la cosecha 2017, embotelladas y analizadas en el 2018, se utilizaron fichas de cata, las cuales están establecidas y reguladas por la OIV (Organización Internacional del Vino y Viña, 2017).

El diseño experimental utilizado fue un completamente al azar con tres repeticiones, utilizando un litro de vino por cada repetición, de los viñedos de origen (Cd. Cuauhtémoc, H. Bustillos y Pasado Meridiano). Los resultados se analizaron con el programa Infostat (2018) y la comparación de múltiple de medias de Tukey ($p \leq 0.05$).

Resultados y discusión

El potencial Hidrogeno (pH) en los vinos analizados de las tres zonas geográficas (Cuauhtémoc, H. Bustillos y Pasado Meridiano), presentaron pH que oscilan entre valores de 3.4 a 3.6 (Gráfica 1D), el cual nos permite mantener el color requerido del vino. Dónde el pH óptimo para un vino es de 3.3 a 3.4 según Almanza et al. (2012). Ellos mismos, mencionan que el pH es un parámetro que influye en el sabor y calidad del vino, ya que actúan los ácidos málico y láctico; el pH óptimo para un vino es de 3.3 a 3.6, además indica la fuerza de los ácidos en el mosto y estos se utilizan como metabolitos para la respiración (Bañuelos et al., 2012).



Gráfica 1. Composición de vinos: (A) Acidez total gL⁻¹, (B) Acidez volátil g EAA L⁻¹, (C) Grado alcohólico % vv¹, (D) pH, de la variedad Tempranillo de tres viñedos: H. Bustillos, Pasado Meridiano y Faciatec en Chihuahua, México.

Fuente: elaboración propia.*Medias con la misma letra son estadísticamente iguales (Tukey p ≤ 0.05).

Cuadro 2.

Parámetros analíticos (pH, Acidez Total, Acidez Volátil (gEAA L⁻¹), Grado alcohólico (%v/v), IPT, realizados a vinos procedentes de tres viñedos: Faciatec, Hacienda Bustillos y Pasado Meridiano en Chihuahua, México

Viñedos	pH Medias	Acidez Total Medias	Acidez Volátil (g EAA L ⁻¹) Medias	Grado Alcohólico (%v/v) Medias	IPT Medias
Pasado Meridiano	3.57a	3.13c	0.1b	11 ^a	37.6b
Faciatec	3.43b	6.17a	0.28a	13.67c	66.96a
H. Bustillos	3.6a	5.23b	0.27a	12.33b	21.91b
Viñedos	Taninos (mL) Medias	Índice de color Medias	Tonalidad Medias	Color Copigmentado Medias	Color Polimérico Medias
Pasado Meridiano	.83b	0.7a	1.04b	27.33 ^a	69.94a
Faciatec	1.29a	0.43b	1.18a	13.92 ^a	47.89a
H. Bustillos	.82b	0.66c	0.91c	17.85 ^a	66.15a

Fuente: elaboración propia.

*Medias con la misma letra son estadísticamente iguales (Tukey p≤0.05).

Peña y Casierra. (2013), produjeron un vino dentro del rango óptimo; de igual forma Izquierdo, García y Mena, (2016) pero en la variedad Cabernet Franc; sin embargo, se han reportado vinos con un pH inferior al óptimo, al estar por debajo del nivel de los vinos analizados (Gráfica 1D), como lo encontrado por Ferrer et al. (2017) en la variedad Tempranillo y también en clones de Cabernet Sauvignon, reportado por García et al. (2016). Por otra parte, vinos con pH superior a 4.0, el cual es demasiado alto para un vino, reportado por García et al. (2013) en la variedad Tempranillo y Avizcuri et al. (2016).

La acidez total titulable (ATT) para un vino de mesa se encuentra en el rango de 5.5 a 8.5 g EAT L⁻¹ (Almanza et al., 2012). En los vinos analizados provenientes de Faciatec se encuentran en 5.5 g de equivalente de ácido tartárico (EAT L⁻¹) (rango recomendado), como lo encontrado por Peña et al. (2013), pero en vinos de la variedad Chardonnay. Los vinos de Pasado Meridiano y Hacienda Bustillos se



encuentran por debajo del rango óptimo, el análisis indica que son estadísticamente inferior; significativamente diferente ($p \geq 0.05$) para el vino proveniente de Faciatec (Gráfica 1A). Sin embargo, en la variedad Syrah del Valle de Colchagua en Chile, registró una acidez total entre 3.94 y 4.78 g L^{-1} (Del Barrio, Medel y Peña, 2015). Por otra parte, en la norma oficial mexicana de bebidas alcohólicas establece un límite mínimo para acidez total de 3.5 g L^{-1} para vinos tintos (NOM-199-SCFI-2017). Izquierdo et al. (2016), reportaron en vinos de la variedad Cabernet Franc con una acidez total de 5.8 g EATL^{-1} , esto coincide con lo encontrado en el vino de Tempranillo en H. Bustillos, Chihuahua.

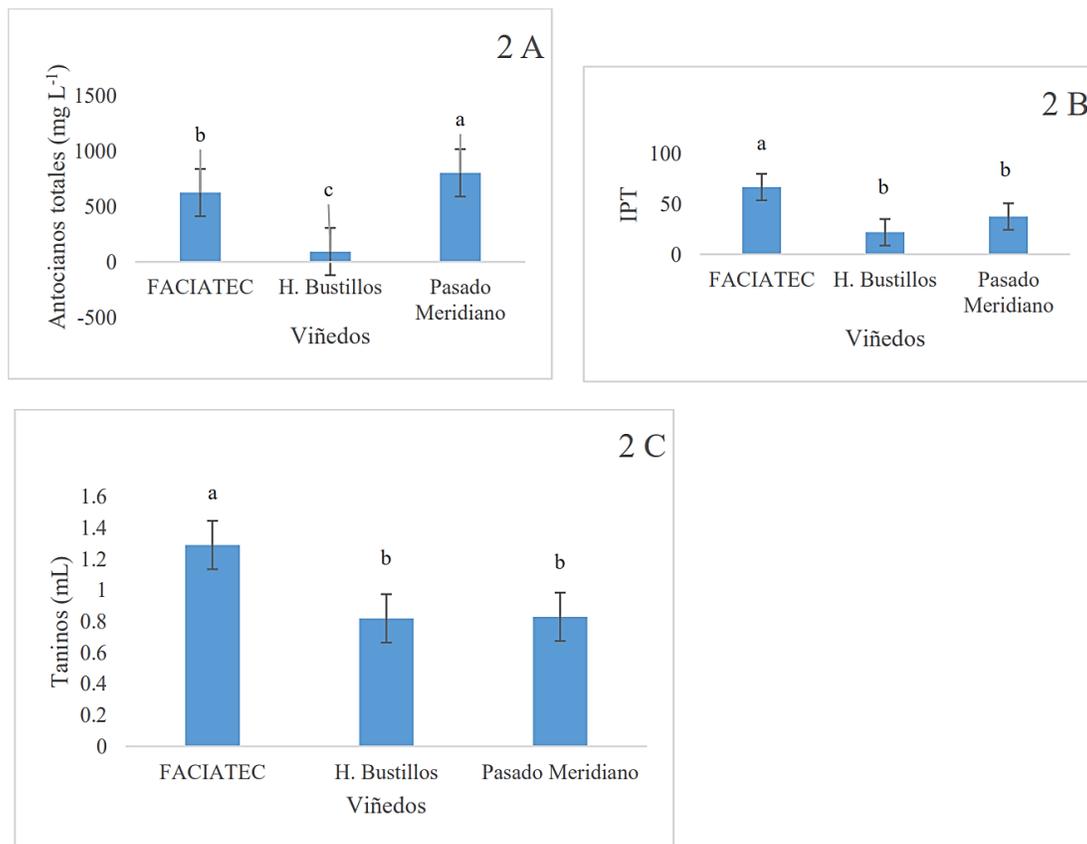
Acidez volátil, existen reportes donde el valor óptimo de acidez volátil (AV) es de 0.3 g L^{-1} (OIV, 2016), y el máximo es de 1.5 g L^{-1} según la Norma Oficial Mexicana de bebidas alcohólicas. Los vinos analizados provenientes de las tres zonas de Chihuahua, alcanzaron un nivel de 0.3 g L^{-1} , es decir bajos en acidez, sin embargo, presentaron diferencias significativas entre vinos, pero no alcanzaron el óptimo de acidez volátil (Gráfica 1B). García et al. (2013) obtuvieron valores de 0.6 g L^{-1} en vinos provenientes de la Rioja en la variedad Tempranillo, sin embargo, el vino obtenido del viñedo de Faciatec tiene una acidez y un sabor en boca agradable (0.28 g L^{-1}). Por otra parte, valores de 1.5 g L^{-1} en vinos aporta un sabor semejante al vinagre, pero esto depende de la variedad de uva utilizada (Ribéreau, glories y Jean, 2002).

Grado alcohólico, los vinos analizados presentaron diferencias significativas ($p > 0.05$), todos tienen un contenido de alcohol óptimo; el vino de Pasado meridiano obtuvo un 11 $\% \text{vv}^{-1}$, valor menor comparado con el vino de Faciatec con 13.6 $\% \text{vv}^{-1}$ niveles óptimos de Alcohol y pH ácido (5.0), lo cual evita malos olores y pueden permanecer estables por años. Almanza et al. (2012) y Peña et al. (2013) reportaron un contenido óptimo de alcohol de 9 a 15 $\% \text{vv}^{-1}$, coinciden estos resultados con los encontrados en los vinos de la variedad Tempranillo de las zonas de Chihuahua. Avizcuri et al. (2016) y Sáenz et al. (2016) reportaron un grado alcohólico de 13.6, que es similar a lo obtenido en vinos analizados del viñedo Faciatec.

Antocianos totales, las antocianinas se extraen de la piel de las bayas en la maceración y son los pigmentos que le dan el color rojo al vino; sin embargo, en climas cálidos hay una pérdida de color en vinos almacenados (Cejudo et al., 2014). Existen diferencias significativas entre los vinos de las tres zonas (Gráfica 2A), donde el vino de H. Bustillos fue el que mostró la menor cantidad de antocianos y Pasado



meridiano el que contiene mayor cantidad de antocianos (804.42 mg L^{-1}). Gallina, (2012), publicó que la variedad Pinot Noir presentó 447.46 mg L^{-1} , que a su vez difieren de los antocianos reportados por García et al. (2013), donde alcanzaron 698.5 mg L^{-1} ; por otra parte, se han reportado antocianinas en vino de 341 mg L^{-1} (Merchante et al., 2019), 510.47 mg L^{-1} en Cabernet Franc (Izquierdo et al., 2016) y en la variedad Syrah de 259 mg L^{-1} a 415.5 mg L^{-1} (Cauduro et al., 2017).



Gráfica 2. Composición fenólica en vinos: (2 A) Antocianos totales mg L^{-1} , (2 B) IPT, (2 C) Taninos mL, de la variedad Tempranillo de tres viñedos: H. Bustillos, Pasado meridiano, Faciatec en Chihuahua, México.

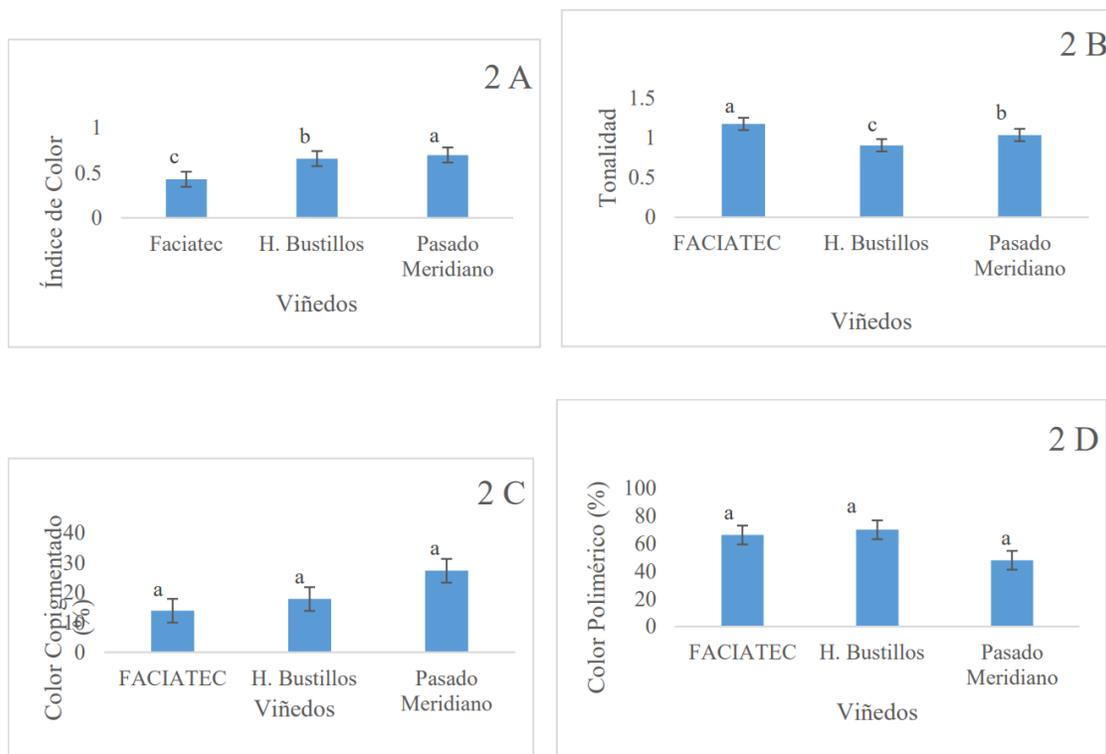
Fuente: elaboración propia.*Medias con la misma letra son estadísticamente iguales (Tukey $p \leq 0.05$).



Índice de polifenoles totales (IPT), este índice posee un rango de 6 a 120, lo cual indica que a mayor riqueza fenólica el vino puede ser puesto en barrica, mientras a menor riqueza fenólica son vinos jóvenes que no resistirán añejamiento. La composición fenólica compleja de los vinos tintos proviene de las uvas y se produce durante la elaboración; estos compuestos fenólicos contribuyen a las características sensoriales del vino, como color, sabor, astringencia y amargor. Los vinos analizados (Gráfica 2 B) de la variedad Tempranillo mostraron un valor medio de 66.96 en Índice de Polifenoles Totales. Por otra parte, Gallina (2012) reportaron un IPT de 32.84 en la variedad Pinot Noir, al ser menor su índice de polifenoles que los vinos analizados. García et al. (2013) reportaron un IPT en vino de 82.8 que está por encima de los vinos analizados, sin embargo, Avizcuri et al. (2016), Sáenz et al. (2016) reportan un IPT que oscila entre 49.7 a 74.3 en diferentes vinos de la variedad Tempranillo, por lo tanto, el vino obtenido del viñedo Faciatec es apropiado para vida en barrica mientras que el vino proveniente de Pasado Meridiano y H. Bustillos son vinos jóvenes sin posibilidad de añejamiento.

Taninos, la protección oxidativa y los efectos antimicrobianos por la adición de taninos al vino, son una alternativa para bajar o reemplazar el uso de dióxido de azufre (SO₂) en los vinos (Ferrer et al., 2017). Los taninos de los vinos analizados (Gráfica 2 C) de la variedad Tempranillo presentaron diferencias significativas (Tukey $p \leq 0.05$). Estuvieron en un rango óptimo de 0.8 hasta 1.29 mL⁻¹, sin embargo, el vino proveniente de Faciatec presentó diferencias significativas con un mayor potencial de taninos con 1.29 mL⁻¹, en contraste los vinos provenientes de Pasado Meridiano y H. Bustillos presentaron 0.8 mL⁻¹ de taninos.

Características cromáticas, la intensidad colorante (IC) representa la importancia del color, esta se encuentra en el rango de 0.3 a 1.8 y significa la totalidad del color de un vino tinto (Ribéreau et al., 2002), el Índice de color nos muestra diferencias significativas (Tukey $p \leq 0.05$), donde, los vinos de las tres zonas se encuentran en el rango óptimo, pero la mayor intensidad de color la presentaron los vinos provenientes de Pasado Meridiano (Gráfica 3A). Las muestras de vino superaron la intensidad de color reportada por del Barrio et al. (2015) y Figueiredo et al. (2013) con 1.5 de intensidad colorante, pero en la variedad Garnacha tintorera de la Ciudad de Ourense, España. En la variedad Cabernet, Quing-An et al. (2016), registraron 1.33 de intensidad colorante al superar a lo encontrado en Chihuahua; sin embargo, el vino de H. Bustillos coincide con el 0.66 de intensidad de color con lo reportado por Loana et al. (2017), en vino de la variedad Pinot Noir.



Gráfica 3. Parámetros de color en vinos: (A) Índice de color, (B) tonalidad, (C) color copigmentado %, (D) color polimérico %, de la variedad Tempranillo de tres viñedos: H. Bustillos, Pasado meridiano, Faciatec en Chihuahua, México.

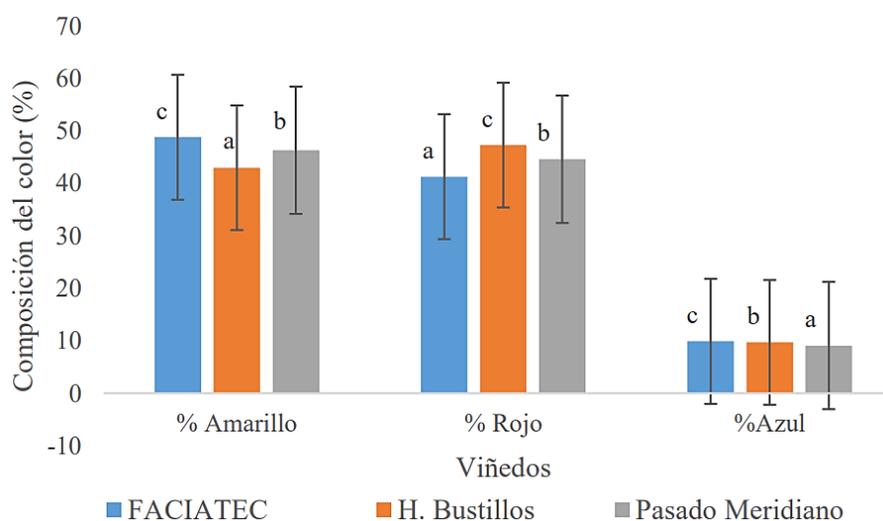
Fuente: elaboración propia.*Medias con la misma letra son estadísticamente iguales (Tukey $p \leq 0.05$).

Tonalidad, es la evolución del color del vino hasta llegar a la tonalidad naranja; en vinos jóvenes tienen un valor del orden de 0.3 a 0.7 y este aumenta durante el añejamiento y alcanza un límite de 1.2 a 1.8 (Glorías, 1984). La tonalidad en los vinos estudiados presentó diferencias significativas ($p \leq 0.05$), donde el vino con mayor tonalidad es el procedente de Faciatec con 1.18, seguido por el de Pasado Meridiano y el de menor tonalidad fue el de H. Bustillos con 0.91 (Gráfica 3B), similar a lo reportado por Quing-An et al. (2016), y coincide con lo reportado por Merchante et al. (2019), 0.95 en el vino de la variedad Tempranillo.

Color copigmentado (CC) y *Color polimérico (CP)*, los antocianos son sustancias químicas inestables y reactivas que reaccionan con los componentes fenólicos. Su reactividad incluye la llamada pigmentación o interacción hidrofóbica con ciertas

moléculas con estructura plana (copigmento), como las uniones de tipo covalente con diversos metabólicos (Moreno, 2011). La concentración de % CP y % CC en los vinos procedentes de los tres viñedos, son estadísticamente iguales (Gráfica 3 C y 3 D); sin embargo, el vino del viñedo Pasado Meridiano, ubicado en Cd. Aldama, se asemeja a lo encontrado por Del Barrio et al. (2015), así como también a los valores de % CC en los vinos procedentes de las tres zonas.

Composición del color, en cuanto a este parámetro, existen diferencias significativas para el vino que proviene de H. Bustillos, al presentar un mayor porcentaje de composición de color rojo, seguido por el de Pasado Meridiano y de Faciatec; mientras que, los vinos procedentes de Faciatec presentaron porcentajes superiores a los colores amarillo y azul (Gráfica 4). Los CC del vino, como el tinte y la intensidad, son indicadores visuales para juzgar la calidad del vino tinto y estos intervienen en la satisfacción del consumidor. Estos se hayan relacionados con el proceso de envejecimiento, ya que la intensidad del color del vino tinto disminuye durante el envejecimiento, pero aumenta el tinte del vino (Quing-An et al., 2016).



Gráfica 4. Porcentaje de composición de color (% Amarillo, % Rojo y % Azul), en vinos de la variedad Tempranillo de tres viñedos: H. Bustillos, Pasado Meridiano, Faciatec en Chihuahua, México.

Fuente: elaboración propia.*Medias con la misma letra son estadísticamente iguales (Tukey $p \leq 0.05$).



Los valores presentados en el Cuadro 1, corresponden a los promedios de tres repeticiones, de los vinos de la variedad Tempranillo de la cosecha 2017 y analizados en el 2018, valores arrojados por el software SMCV-7 al utilizar coordenadas de color en el espacio Cielab. El vino procedente de Faciatec, se hace notable comparado con el resto de los vinos, debido a que conserva rojo teja después de embotellado y al mostrar diferencias en la Intensidad del color; sin embargo, en luminosidad de color (L^*), el vino procedente de H. Bustillos es el más luminoso, mientras que el vino procedente de Faciatec es más opaco, pero con mayor intensidad de color; estos atributos son valorados por los catadores de vino.

El vino que presentó mayor color en el ángulo del rojo (a^*), asimismo en la saturación de color (C^*) y además mostró una alta intensidad, es el vino proveniente de Faciatec, pero a diferencia del resto es menos luminoso, estos valores fueron determinados por el indicador visual de coordenadas con el método Cielab. Sin embargo, este vino presenta menor tonalidad que el resto (Cuadro 3); estas diferencias son dignas de atención, ya que el color de un vino tinto proviene de antocianinas y taninos que, al presentarse una disminución en el pH, causa un decremento en los antocianos (Izquierdo et al., 2016).

Cuadro 3.

Valores de desviación estándar en color de los vinos de tres viñedos (Pasado Meridiano, Faciatec, H. Bustillos) en Chihuahua, México. Valores triestímulos (X, Y, Z), luminosidad (L^), pureza (C^*), tonalidad (H^*), coordenadas (a^* y b^*), Intensidad (Int), tonalidad (T)*

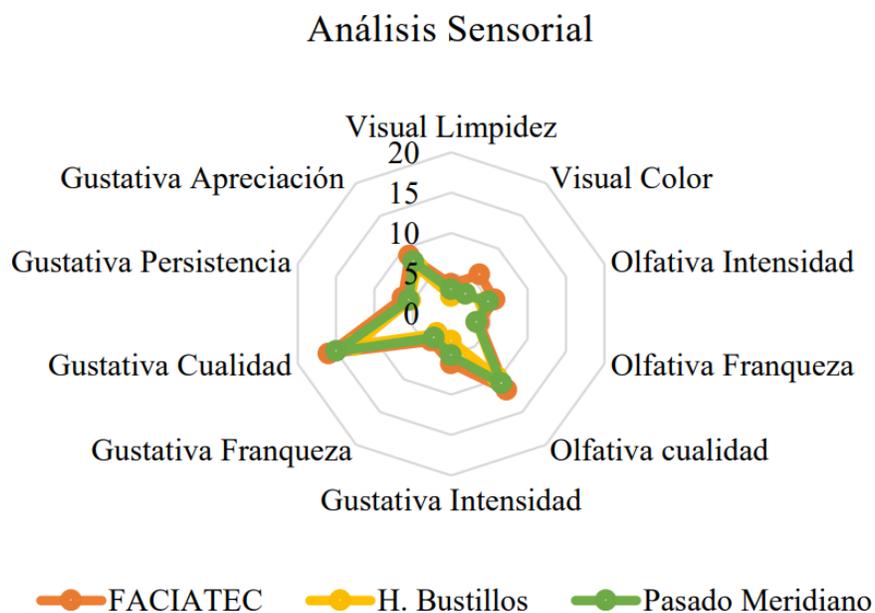
Viñedos	X	Y	Z	L^*	C^*	H^*	a^*	b^*	Int.	T
Faciatec	12.35 ± 0.02 a	6.5 ± 0.02 a	1.67 ± 0.01 a	30.63 ± 0.06 a	60.74 ± 0.07 c	30.16 ± 0.12 b	52.52 ± 0.02 c	30.51 ± 0.14 c	4.44 ± 0.07 c	0.86 ± 0.0044 a
H. Bustillos	33.39 ± 0.03 c	26.72 ± 0.02 c	14.43 ± 0.03 b	58.7 ± 0 c	40.76 ± 0.05 b	40.33 ± 0.09 c	31.07 ± 0.03 a	26.38 ± 0.08 b	2.04 ± 0.002 b	1.13 ± .0015 c
Pasado Meridiano	32.1 ± 0.05 b	24.66 ± 0.07 b	16.3 ± 0.08 c	56.77 ± 0.06 b	39.83 ± 0.16 a	28.06 ± 0.07 a	35.15 ± 0.15 b	18.73 ± 0.08 a	1.96 ± 0.01 a	1.02 ± .0017 b

Fuente: elaboración propia.

*Medias con la misma letra son estadísticamente iguales (Tukey $p \leq 0.05$).

El análisis sensorial de los vinos, consiste en la descripción de estos en función de las propiedades organolépticas que los caracterizan. Dicho análisis permite evaluar los distintos tipos de vino, así como apreciar ciertos matices de algunas características dentro de la cata (Almanza, et al., 2015). El análisis se realizó a vinos procedentes de la cosecha 2017, de la variedad Tempranillo embotellados en las bodegas de Faciatec, Pasado Meridiano y Hacienda Bustillos, el análisis sensorial se realizó en el año 2018 con 10 catadores calificados, al evaluar la fase gustativa, olfativa y visual de los vinos (cata a ciegas).

En la Gráfica 5, se muestran las calificaciones dadas por los catadores de las tres fases: visual, gustativa y olfativa, en la cual se observa que el vino procedente de Faciatec, fue superior en todos los atributos percibidos por los catadores; Fanzone et al. (2019) argumentaron que las condiciones como el clima, suelo, radiación y temperatura entre otras, caracterizan una zona geográfica y esto impacta en la composición gustativa, olfativa y visual, al afectar la síntesis de metabolitos secundarios y por lo tanto la expresión sensorial en vinos.



Gráfica 5. Análisis sensorial: gustativa, visual y olfativa, en vinos de la variedad Tempranillo de tres viñedos: Faciatec, Pasado Meridiano y H. Bustillos en Chihuahua, México.

Fuente: elaboración propia.

Conclusiones

El viñedo de Cuauhtémoc tiene mayor posibilidad de producir vinos de calidad, tanto para barrica y/o envejecer, ya que las temperaturas bajas en esta zona, son las apropiadas para la variedad Tempranillo. En el viñedo de Pasado Meridiano provee vinos jóvenes de escaso color y con tendencia a oxidarse, esto se debe, a que en el periodo de madurez de las bayas se presentan altas temperaturas durante el día. Se recomiendan para este viñedo el cultivo de variedades blancas; mientras que el viñedo de Hacienda Bustillos produce vinos con escaso color, debido a la alta precipitación pluvial en esta zona, este viñedo se encuentra en la región térmica I de Winkler; por lo tanto, se recomienda la variedad Gewürztraminer.

Referencias

- Acosta, Z. D., Macías, C., Mendoza, E. y Cabellos, P. (2013). Efecto de las aguas residuales tratadas sobre el crecimiento fotosíntesis y rendimiento en vides Tempranillo (*Vitis vinifera*) en Baja California, México. *Agrociencia*, 49(8): 753-766.
- Almanza, A. E., Figueroa, G., Alvarado, N. M., Herrera, H. M. y Guzmán, M. S. (2012). Caracterización fisicoquímica de vinos tinto Malbec con diferente tiempo de añejamiento. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 3(7): 1347-1360.
- Almanza, M. P., Reyes, M., Ayala, M., Balaguera, L. y Serrano, C. (2015). Evaluación sensorial del vino artesanal de uva Isabella (*Vitis labrusca* L.). *Ciencia y Agricultura*, 12(2): 71-81.
- Amerine, M. A. y Winkler, A. J. (1974). Composition and quality of musts and wines of california grapes. *Hilgardia*, (6): 493-673.
- Avizcuri, J., Saenz, N., Echevari, J., Ferreira, V. y Fernández, S. (2016). Evaluation of the impact of initial red wine composition on characters in color and anthocyanin content during bottle storage. *Food Chemistry*, (213): 23-134.
- Bañuelos, F., Contreras, M., Carranza, T. y Carranza, C. (2017). Total phenolic content and antioxidant capacity of nonnative wine grapes grown in Zacatecas México. *Agrociencia, Revista del Colegio de Postgraduados*, 51(2): 661-671.
- Cauduro, G., Velasco, G., Aline, F., Mendes, M. y Daudt, C. (2017). Total de antocianinas e polifenóis em vinhos de uvas Shiraz colidas em diferentes épocas de maturao. *Revista Iberoamericana de Enología de Poscosecha*, 18(1): 111-163.

- Cejudo, B., Gordillo, B., Heranz, D., Escudero, G., González, M. y Heredia, F. (2014). Effect of the time of cold maceration on the evolution of phenolic compounds and color of Syra wines elaborated compounds and color of Syrah wines elaborated in warm climate. *International Journal of Food Science and Technology*, 49: 1886-1892.
- Chen, L., Cepone, L., Tondini, A. y Jeffery, W. (2018). Chiral polyfunctional thiols and their conjugated precursors upon winemaking with five *Vitis vinifera* Sauvignon blanc clones. *J. Agric. Food. Chem.*, 66: 4674-4682.
- Da Silva, P., Camarao, T., Correa, L., dos Santos, L. y Pereira, G. (2016). Phenolic Compounds Profile and antioxidant activity of comercial tropical red wines (*Vitis vinifera* L.) from Sao Francisco Valley, Brasil. *Journal of Food Biochemistry*, 41(3), pp 1-9.
- Del Barrio, G., Medel, M. y Peña, N. (2015). Effect of diferent aging techniques on the polysaccharide and phenolic composition and sensory characteristics of Syrah red wines fermented using diferent yeast strains. *Food Chemistry*, 179: 116-126.
- Di Rienzo J. A., Casanoves F., Balzarini M.G., González L., Tablada M. y Robledo C. W. *InfoStat versión 2018*. Centro de Transferencia InfoStat, FCA, Universidad Nacional de Córdoba, Argentina. Recuperado de <http://www.infostat.com.ar>
- Fanzone, M., Griguol, R., Mastropietro, M., Sari, S., Pérez, D., Catania, A., Jofré, V., Assof, M., Mussato, E. y Salafia, A. (2019). Perfil químico y sensorial de vinos Torrontés riojano provenientes de distintas zonas geográficas de Argentina. *Investigación, Ciencia y Universidad*. 3(4): 22-29.
- Ferrer, G., Puxeu, M., Enric, N. y Andorra, I. (2017). Evaluation Tempranillo and Albariño SO2 free wines produced by different chemical alternatives and winemaking procedures. *Food Research International*, 102(2017): 647-657.
- Figueiredo, G., Grande, Y. y Gándara, S. (2013). Evolution of the color and phenolic compounds during garanacha tintorera grape raising. *Food Chemistry*, 141: 3230-3240.
- Gallina, M. (2012). Influencia de la temperatura en la composición de los racimos de *Vitis vinifera* L. cv. Pinot Noir expuestos al este y oeste, en distintos estados de madurez. *Revista de Investigaciones Agropecuarias*, 38(1): 40-45.
- García, E., Alcalde, E. y Escribano, B. (2017). Enological Tanin Effect on Red Wine Color and pigment Composition and Relevance of the Yeast Fermentation Products. *Molecules*, (22): 1-15.
- García, M., Escudero, G., Escribano, B., González, M., Rivas, G. y Heredia, J. (2013). Colorimetric study of the interactions between different families of red wine pigments using transmittance and reflectance measurements. *Food Research International*, 50: 20-30.
- Glories, Y. (1984). La couleur des vins rouges. 2 ème partie. Mesure, origine et interprétation. *Connaiss. Vigne Vin.*, 18: 253-271.

- González, N. G., Barreiro, L., Ferrer, M. y Franco, J. (2006). Composición fenólica de las uvas de las principales variedades tintas de *Vitis vinifera* cultivadas en Uruguay. *Agrociencia, Revista de El Colegio de Postgraduados*, X(2): 1-14.
- González, N. G., Gol, G., Guzmán, F. y Ferrer, M. (2011). Índices propuestos y posibles aplicaciones. *Comunicata Scientiae*, 2(2): 57-69.
- Hermosín, G. I. (2003). Influence of ethanol content on the extent of copigmentation in a Cencibel young red wine. *J. Agric. Food Chem*, 51: 4079-4083.
- Hernández, C., Duran, O. y Trujillo, N. (2010). Potencial fenólico de la variedad Isabella (*Vitis labrusca* L.) producida en villa del Rosario Norte Santander Colombia. *Revista de la Facultad de Ciencias Básicas*. 8(1): 627-631.
- Hernández, C., José D., Trujillo, N., Yanine, Y., Durán, O. y Daniel, S. (2011). Contenido fenólico e identificación de levaduras de importancia vínica de la uva Isabella (*Vitis labrusca*) procedente de Villa del Rosario (Norte de Santander). *Vitae*, 18(1): 17-25.
- Hidalgo, T. J. y Fernández, C. (2019). *Tratado de viticultura*. Volumen I y II. España: Ed. Mundiprensa. 2248 pp.
- Instituto Nacional de la Economía Social (INES, 2018). *Historia de la Viticultura: conoce la historia en el mundo y en México*. Recuperado de <https://www.gob.mx/inaes/es/articulos/historia-de-la-viticultura?idiom=es>
- Izquierdo, C., Mena, M. y García, R. (2016). Malolactic fermentation before or during wine aging in barrels. *Food Science and Technology*, 66: 468-474.
- Loana, V., Bandiei, L., Teusdea, C., Turcin, V., Pepa, D. y Emil, G. (2017). The bioactive compounds antioxidant capacity, and color intensity in must and wines derived from grapes processed by pulsed electric field. *CYTA-Journal of Food*, 15(4): 553-562.
- Merchante, L., Izquierdo, P., Cañas, I., Gómez, A., Alañon, E., García, R., Pérez, C. y Díaz, M. (2019). Oenological potential of extracts from winery and cooperage by-products in combination with colloidal silver as natural substitutes to sulphur dioxide. *Food Chemistry*, (276): 485-493. doi: <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2018.10.072>
- Moreno, A. (2011). *¿Qué sabemos de? El Vino*. Madrid, España: Editorial CSIC.
- Organización Internacional del Vino (OIV, 2017). Recuperado de [www.OIV.int](http://www.oiv.int)
- OIV (2016). *Organización Internacional del Vino*. <http://www.oiv.int/es>
- Peña, O. y Casierra, P. (2013). Effect of partial grapevine defoliation (*Vitis vinifera*) on wine quality. *Revista Facultad Nacional de Agronomía*, 66(1): 6891-6898.
- Peñarrieta, J. M., Tejada, L., Mollinedo, P., Vila, J. y Bravo, J. A. (2015). Compuestos fenólicos y su presencia en alimentos. *Revista Boliviana de Química*, 31(2): 68-81.
- Quing-An, Z., Shers, Y., Fan, X. y García, M. (2016). Preliminary study of the effect of ultrasound on physicochemical properties of red wine. *Cyta-Journal of Food*, 1: 5-64.

- Reyes, A. L., Salinas, M., Duando, C., Arteaga, G. y Martínez, P. (2015). Análisis de ácidos fenólicos y actividad antioxidante de extractos acuosos de variedades de Jamaica (*Hibiscus sabdariffa* L.) con cálices de colores diversos. *Agrociencia, Revista del Colegio de Postgraduados*, 49(3): 277-290.
- Ribéreau, G., Glories, P. y Jean, M. (2002). Tratado de enología: química del vino, estabilización y tratamientos. *Hemisferio Sur*, 2, pp. 224-226.
- Ribéreau, G., P., Glories, Y., Maujean, A. y Dubourdieu, D. (2000). Phenolic compounds. En *Handbook of Enology. The Chemistry of Wine Stabilization and Treatments*. Chichester, U.K. 2: John Wiley and Sons Ltd. (Ed.)
- Ribéreau, G. y Stonestreet, E. (1966). Dosages des tanins du vin rouge et détermination de leur Analytique. *Chim Anal.* 52(6): 627-631.
- Sáenz, M. P., Avizcuri, J., Echavari, J., Ferreira, V., Fernández, P. y Zarbeno, D. (2016). Understanding quality judgements of red wines by experts: effect of evaluation condition. *Food Quality and Preference*, 48: 216-227. doi: <http://dx.doi.org/10.1016/j.foodqual.2015.10.001>
- Sistema Nacional de Información Sobre Biodiversidad (SNIB, 2022). Recuperado de <http://www.conabio.gob.mx/informacion/gis/>
- Song, S., Hernández, M., Provedo, I. y Méndez, C. (2014). Segregation and associations of enological and agronomic traits in Graciano X Tempranillo wine grape progeny (*Vitis vinifera* L.) *Euphytica*, 195(1): 259-277.