

# Caracterización sensorial de vino tinto Shiraz de Parras, Coahuila, México

Sensory characterization of Shiraz red wine from Parras, Coahuila, Mexico

Carla Zulema Jauregui-García<sup>1</sup>, Arturo Hernández-Montes<sup>1\*</sup>, Anastacio Espejel-García<sup>1</sup>, Landy Hernández-Rodríguez<sup>2</sup> y Ariadna Isabel Barrera-Rodríguez<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Departamento de Ingeniería Agroindustrial de la Universidad Autónoma Chapingo, km 38.5 Carretera México-Texcoco, Chapingo, México. C.P. 56230. Teléfono institucional 595 952 1500. [ahernandezmo@chapingo.mx](mailto:ahernandezmo@chapingo.mx).

<sup>2</sup> Departamento de Preparatoria Agrícola, Universidad Autónoma Chapingo.

\*Autor de correspondencia

## Resumen

El interés de la caracterización sensorial de un producto ha aumentado por la posibilidad de relacionar determinados atributos a un área geográfica específica o proceso. El objetivo fue describir las características sensoriales de seis vinos tintos Shiraz de la región de Parras, Coahuila, México, y determinar su correlación con variables fisicoquímicas de los mismos vinos. Se efectuó un análisis descriptivo cuantitativo bajo un diseño de parcela dividida para cada atributo. Con los descriptores significativos, como variables dependientes, se generó una regresión de mínimos cuadrados parciales empleando a los datos fisicoquímicos como variables independientes. El panel sensorial generó 24 atributos, de los cuales ocho permitieron diferenciar a los vinos significativamente. La regresión de mínimos cuadrados parciales mostró una mayor correlación del grado alcohólico con el aroma y el sabor a alcohol. El análisis descriptivo cuantitativo permitió identificar atributos que son parte de la tipicidad del vino y, a su vez, diferenciarlos dentro de la misma región.

**Palabras clave:** Descripción sensorial; tipicidad; vino mexicano.

## Abstract

The interest in the sensory characterization of a product has increased due to the possibility of relating certain attributes to a specific geographical area or process. The objective was to describe the sensory characteristics of six Shiraz red wines from the Parras region, Coahuila, Mexico, and to determine their correlation with physicochemical variables of the same wines. A quantitative descriptive analysis was carried out under a divided plot design for each attribute. With the significant descriptors as dependent variables, a partial least squares regression was generated using the physicochemical data as independent variables. The sensory panel generated 24 attributes, of which eight allowed the wines to be significantly differentiated. Partial least squares regression showed a greater correlation of alcoholic strength with alcohol aroma and flavor. The quantitative descriptive analysis allowed us to identify attributes that are part of the typicality of the wine and, at the same time, to differentiate them within the same region.

**Keywords:** Sensory description; typicality; Mexican wine.

Recibido: 02 de abril de 2024

Aceptado: 30 de septiembre de 2024

Publicado: 11 de diciembre de 2024

**Cómo citar:** Jauregui-García, C. Z., Hernández-Montes, A., Espejel-García, A., Hernández-Rodríguez, L., & Barrera-Rodríguez, A. I. (2024). Caracterización sensorial de vino tinto Shiraz de Parras, Coahuila, México. *Acta Universitaria* 34, e4182. doi: <http://doi.org/10.15174/au.2024.4182>

## Introducción

Los vinos son una de las bebidas más descritas en la literatura debido a su relación con diversas culturas, a su amplia complejidad química y sensorial, al incremento en el consumo del vino, así como a la amplia variedad de productos ofertados en el mercado (Mouret *et al.*, 2013; Spence, 2019). Los vinos son frecuentemente relacionados con la cultura europea debido al alto número de países que elaboran y comercializan vinos y que forman parte del llamado “viejo mundo del vino” (Europa), en comparación con los productores más recientes o los del “nuevo mundo del vino” que incluyen a América, Sudáfrica y Oceanía (Jackson, 2020; Staub *et al.*, 2019).

La industria vinícola en México es parte del nuevo mundo del vino; sin embargo, la producción nacional de vino, a pesar de encontrarse en incremento, en los últimos años solamente representa el 35%, contra 65% de los vinos importados. En los últimos cinco años, el consumo de vino en México ha aumentado de 450 ml a 950 ml per cápita (Consejo Mexicano Vitivinícola, 2020; Vázquez-Elorza *et al.*, 2022). Lo anterior ha llevado a la industria vinícola mexicana a enfocar sus esfuerzos no sólo para mejorar la calidad y el consumo interno de los vinos mexicanos, sino también para promover el producto en el mercado global. Uno de sus esfuerzos se centra en consolidar identidades regionales en las distintas áreas vinícolas del país (Consejo Mexicano Vitivinícola, 2020). Por lo cual, la investigación de las características sensoriales específicas del vino producido en una región es de suma importancia para el desarrollo de su identidad.

La comprensión de los distintos atributos sensoriales en las variedades y tipos de vino es muy importante para la industria vinícola, ya que le proporciona información sobre cómo puede gestionar y mejorar las prácticas de viticultura y elaboración del vino para producir, consistentemente, tipos específicos de vino (Siebert *et al.*, 2021). Existen diversas metodologías sensoriales que permiten identificar a los descriptores de un producto; sin embargo, el análisis descriptivo cuantitativo (QDA, por sus siglas en inglés) es uno de los métodos más empleados para revelar y cuantificar características sensoriales mediante paneles entrenados o de expertos, considerándose uno de los métodos más apropiados para describir sensorialmente a un producto (Behrens & Azevedo, 2000; Machado *et al.*, 2019; Stone *et al.*, 2021). El QDA se emplea como el estándar para un análisis sensorial objetivo y confiable, donde el propósito es capturar la intensidad de aquellas propiedades sensoriales que difieren entre un conjunto de muestras (O’Sullivan, 2017; Varela & Ares, 2012).

En el QDA se pueden utilizar varios criterios estadísticos para evaluar la confiabilidad de los resultados (Ramírez *et al.*, 2020), los cuales se basan en la homogeneidad de las evaluaciones de los jueces y su estabilidad a lo largo de evaluaciones repetidas (Ares, 2015). Una de las herramientas estadísticas empleadas para visualizar los resultados del QDA es el análisis de componentes principales (PCA, por sus siglas en inglés), empleado para identificar el número más pequeño de variables latentes no correlacionadas, llamadas “compuestos principales”, que explican la mayor variabilidad observada (García-Barrón, 2012). Frecuentemente, es posible explicar de 75% a 90% de la variabilidad total de los datos en una serie de 25 a 30 variables (Hernández-Montes, 2007; Mozqueda-Balderas *et al.*, 2018).

El QDA puede ser una metodología costosa y requiere tiempo para su desarrollo (Ares, 2015), generalmente se considera que los datos resultantes podrían contener más variabilidad residual que los datos instrumentales. Por esta razón, el método supervisado multivariado más utilizado para correlacionar datos fisicoquímicos con descriptores sensoriales es la regresión de mínimos cuadrados parciales (PLSR, por sus siglas en inglés) (Seisonen *et al.*, 2016). La PLSR es un método multivariado que permite relacionar dos conjuntos de datos, X y Y, donde la matriz X son variables independientes y Y puede ser una variable (PLS1) o muchas (PLS2) variables dependientes. Por ello, diversos estudios se han enfocado en correlacionar los datos fisicoquímicos identificados en un producto con sus atributos sensoriales, mediante PLSR, con la finalidad de determinar las contribuciones de los datos fisicoquímicos en las intensidades de los atributos sensoriales (Sherman *et al.*, 2018).

En México, el consumo y producción de vino se ha incrementado en las últimas décadas, generando un interés y reconocimiento de los mercados nacionales e internacionales por el vino mexicano (Font *et al.*, 2009; International Organisation of Vine and Wine, 2020). Sin embargo, a pesar de la proliferación del sector vitivinícola en México, diversos factores tales como los altos costos de producción, condiciones ambientales y mercados globalizados, entre otros, han limitado su desarrollo, principalmente de las micro, pequeñas y medianas empresas (Consejo Mexicano Vitivinícola, 2020; Martínez-Peniche & Miranda-Castilleja, 2022). Por lo anterior, el objetivo de esta investigación fue describir las características sensoriales del vino tinto Shiraz producido en Parras, Coahuila, México, así como determinar las correlaciones entre los perfiles fisicoquímicos y sensoriales mediante un modelo de regresión de mínimos cuadrados parciales tipo dos (PLSR).

## **Materiales y métodos**

### **Muestras de vino**

Las muestras utilizadas en este estudio fueron seis vinos mexicanos producidos en la región sur del estado de Coahuila, México, empleando el cultivar de uva *Vitis vinifera*: "Shiraz". Los códigos asignados a cada uno de los vinos, la variedad de uva, sus añadas, los grados alcohólicos reportados en etiquetas, y las altitudes y locaciones de las vinícolas se muestran en la Tabla 1. Por otro lado, la Figura 1 muestra las ubicaciones de las cinco vinícolas, en los municipios de Parras y General Cepeda; en una de ellas se adquirieron dos muestras de vino, con diferente proceso de producción. Todos los vinos se producen comercialmente, por lo que en esta investigación no se tuvo control sobre el proceso de elaboración del vino; sin embargo, se verificó que todas las muestras fueran sometidas a fermentación maloláctica y envejecidas en barricas de roble por un periodo aproximado de 12 a 18 meses, con dos a tres años de tiempo de uso. Los vinos se eligieron considerando las recomendaciones de expertos de la industria vinícola de la región evaluada, con el fin de representar a los vinos Shiraz actualmente disponibles en el área de estudio.

Tabla 1. Características de producción de los vinos estudiados.

Código	Uva	Añada	Ubicación	Altitud (msnm)	Grado alcohólico (% v/v)
VT1	Shiraz	2018	Valle del Tunal	2100	13.8
VT2	Shiraz	2019	Valle del Tunal	2100	13.8
VP1	Shiraz	2019	Valle de Parras	1550	14.0
VP2	Shiraz	2019	Valle de Parras	1500	13.9
VP3	Shiraz	2020	Valle de Parras	1530	13.8
GC1	Shiraz (70 %) / Cabernet Sauvignon (30 %)	2019	General Cepeda	1350	13.5

Fuente: Elaboración propia.

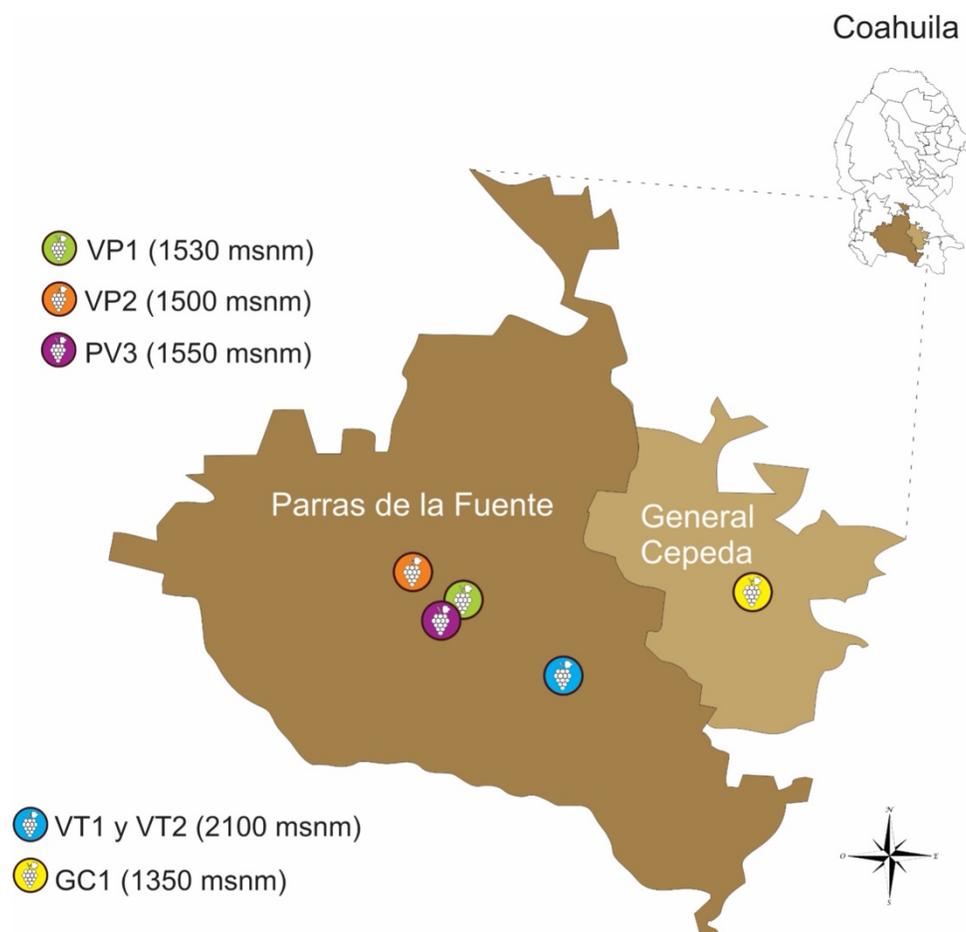


Figura 1. Ubicación de las vinícolas productoras de los vinos Shiraz seleccionados para la caracterización sensorial.  
Fuente: Elaboración propia.

La región de las cuatro vinícolas ubicadas en el municipio de Parras, Coahuila, México, presenta un clima semiseco templado (BS1), con temperaturas medias anuales de 12 °C a 18 °C, con un rango bajo de precipitación que va de 100 mm a 600 mm, pero con una alta disposición de aguas subterráneas (Instituto Nacional de Estadística y Geografía [INEGI], 2010a). Por otra parte, la región en la que se ubica la vinícola GC1 presenta un clima seco semicálido (BS), con temperaturas medias anuales de 18 °C a 22 °C, con un rango de precipitación de 100 mm-700 mm (INEGI, 2010b).

## Perfil descriptivo

### Selección del panel

Se publicó una convocatoria a la comunidad universitaria del Departamento de Ingeniería Agroindustrial para invitarlos a participar en la selección de un panel descriptivo para vinos. Los voluntarios interesados conformaron inicialmente un grupo de 21 consumidores de vino tinto, con una frecuencia de consumo mínima de una copa al mes, quienes fueron evaluados en la identificación de los gustos básicos, su capacidad para determinar variaciones en el sabor de muestras de vino tinto y su reproducibilidad de evaluación (Meilgaard *et al.*, 2006).

Se realizó primeramente un entrenamiento preliminar con los 21 consumidores con dos sesiones semanales de dos horas cada una, con la finalidad de estandarizar las técnicas de evaluación y los términos sensoriales básicos de vino tinto, así como para proporcionar a las personas mayor experiencia en la evaluación del vino (Lawless & Heymann, 2010; Pearson *et al.*, 2020). En las primeras tres sesiones, los sujetos evaluaron vinos tintos comerciales de diversas variedades (Shiraz, Cabernet Sauvignon, Merlot y Malbec); en las siguientes dos sesiones (de dos horas cada una), las evaluaciones fueron centradas en vino tinto Shiraz. Dentro de cada evaluación se monitoreaba el desempeño de cada persona, así como el del grupo en general (Lawless & Heymann, 2010). Una vez finalizado el periodo de entrenamiento, el panel quedó integrado por 17 jueces, con edades comprendidas entre los 18 y 40 años, siendo 41% hombres y 59% mujeres.

### Análisis descriptivo cuantitativo

El perfil descriptivo se realizó usando la técnica QDA en cuatro etapas (consenso de atributos, determinación de referencias, entrenamiento y evaluación final), todas con la dirección de un líder del panel.

### Generación y consenso de atributos

La generación de atributos la realizó el panel de manera grupal en una mesa redonda. Se les presentaron cuatro muestras de vino tinto Shiraz de Parras, Coahuila, y se les solicitó generar una lista de descriptores sensoriales que permitieran diferenciar y describir los vinos evaluados. Los descriptores consensuados por el panel fueron 24.

### Determinación de referencias

El líder del panel propuso las referencias para cada uno de los atributos que posteriormente fueron validadas por el panel. Sus ubicaciones en las escalas de intervalo de líneas de 15.4 cm de longitud fueron el promedio de las distancias asignadas por los jueces; se establecieron dos anclas a 1.25 cm adentro de las terminaciones de la línea. Los estándares de referencia utilizados para cada atributo evaluado en los vinos tintos Shiraz de Parras, Coahuila, México, se presentan en la Tabla 2.

Tabla 2. Atributos, definiciones y estándares de referencia para el análisis descriptivo sensorial.

Atributo	Definición	Referencia	
		Baja	Alta
Brillo	Grado en el que el vino refleja la luz.		
Tonalidad rojiza	El grado de tonalidad rojiza.	Vino Tinto Shiraz (Ópera Prima <sup>®</sup> ) y agua (1:4). Valor en escala = 3,8, 3,1, 2,6 y 2,3 cm.	Vino Tinto Shiraz (Ópera Prima <sup>®</sup> ). Valor en escala = 11,6, 12,6, 12,5 y 11,2 cm.
Aroma general a frutas	Aroma que evoca a frutas en general.		
Sabor general a frutas	Sabor que evoca a frutas en general.		
Fluidez	Velocidad en la que el vino fluye o se desliza en la copa después de ser agitada.	Vino Tinto Shiraz (Ópera Prima <sup>®</sup> ). Valor en escala = 2,4 cm.	Vino Tinto Shiraz (Ópera Prima <sup>®</sup> ) y agua (1:4). Valor en escala = 12,0 cm
Opacidad	El grado en el que la luz no puede atravesar una muestra.		
Tonalidad violácea	El grado de tonalidad púrpura.	Jugo de moras (Great Value <sup>®</sup> ) y agua (1:4). Valor en escala = 2,2, 2,6 y 3,2 cm.	Jugo de moras (Great Value <sup>®</sup> ). Valor en escala = 12,7, 12,8 y 13,3 cm.
Sabor a frutos negros	Sabor que evoca a frutos negros y bayas: moras, ciruelas, cerezas, arándanos, grosellas negras.		
Aroma a alcohol	Aroma característico del alcohol etílico en vino.	Vino Tinto Shiraz (Ópera Prima <sup>®</sup> ) y agua (1:2). Valor en escala = 1,9 y 3,0 cm.	Vino Tinto Shiraz (Ópera Prima <sup>®</sup> ). Valor en escala = 9,5 y 11,3 cm.
Sabor a alcohol	Sabor característico del alcohol etílico en vino.		
Aroma dulce	Aroma característico del azúcar.	0,1 g de azúcar morena de caña (Zulka <sup>®</sup> ). Valor en escala = 2,1 cm.	1 g de azúcar morena de caña (Zulka <sup>®</sup> ). Valor en escala = 12,1 cm.
Dulzor	Percepción de uno de los gustos básicos: dulce.	0,8 % de azúcar morena de caña (Zulka <sup>®</sup> ) en agua. Valor en escala = 1,3 cm.	2 % de azúcar morena de caña (Zulka <sup>®</sup> ) en agua. Valor en escala = 11,1 cm.
Aroma a frutos negros	Aroma que evoca a frutos negros y bayas: moras, ciruelas, cerezas, arándanos, grosellas negras.	Esencia de zarzamora (5 gotas; Essencefleu <sup>®</sup> ) y esencia de uva (2 gota; Essencefleu <sup>®</sup> ) en 100 mL de agua. Valor en escala = 3,3 cm.	Esencia de zarzamora (10 gotas; Essencefleu <sup>®</sup> ) y esencia de uva (4 gota; Essencefleu <sup>®</sup> ) en 100 mL de agua. Valor en escala = 13,8 cm.
Aroma a frutos rojos	Aroma que evoca a frutos rojos y bayas: frambuesas, fresas y arándanos.	Esencia de fresa (3 gotas; Essencefleu <sup>®</sup> ) y esencia de uva (2 gota; Essencefleu <sup>®</sup> ) en 100 mL de agua. Valor en escala = 2,9 cm.	Esencia de zarzamora (6 gotas; Essencefleu <sup>®</sup> ) y esencia de uva (4 gota; Essencefleu <sup>®</sup> ) en 100 mL de agua. Valor en escala = 12,3 cm
Aroma amaderado	Aroma que evoca a madera de roble.	Viruta de madera de roble americano (5 g) en 1 L de Vino Tinto Shiraz (Ópera Prima <sup>®</sup> ). Valor en escala = 2,2 cm.	Viruta de madera de roble americano (20 g) en 1 L de Vino Tinto Shiraz (Ópera Prima <sup>®</sup> ). Valor en escala = 12,8 cm.
Aroma especias dulces	Aroma que evoca a especias dulces: canela, nuez moscada, clavo.	0,001 g canela molina (McCormick <sup>®</sup> ), 0,001 g nuez moscada molina (McCormick <sup>®</sup> ) y 0,001 g clavo molina (McCormick <sup>®</sup> ) en 1 L de Vino Tinto Shiraz (Ópera Prima <sup>®</sup> ). Valor en escala = 3,2 y 3,2 cm.	0,01 g canela molina (McCormick <sup>®</sup> ), 0,01 g nuez moscada molina (McCormick <sup>®</sup> ) y 0,01 g clavo molina (McCormick <sup>®</sup> ) en 1 L de Vino Tinto Shiraz (Ópera Prima <sup>®</sup> ). Valor en escala = 14,3 y 13,4 cm.
Sabor a especias dulces	Sabor que evoca a especias dulces: canela, nuez moscada, clavo.		
Aroma pimienta	Aroma que evoca a pimienta negra, pimienta blanca, granos de pimienta.	0,001 g pimienta negra molina (McCormick <sup>®</sup> ) en 1 L de Vino Tinto Shiraz (Ópera Prima <sup>®</sup> ). Valor en escala = 2,9 y 3,5 cm.	0,1 g pimienta negra molina (McCormick <sup>®</sup> ) en 1 L de Vino Tinto Shiraz (Ópera Prima <sup>®</sup> ). Valor en escala = 13,7 y 13,9 cm.
Sabor a pimienta	Sabor que evoca a pimienta negra, pimienta blanca, granos de pimienta.		
Acidez	Percepción de uno de los gustos básicos: ácido.	0,2 % de azúcar morena de caña (Zulka <sup>®</sup> ) en agua. Valor en escala = 3,2 cm.	0,6 % de azúcar morena de caña (Zulka <sup>®</sup> ) en agua. Valor en escala = 13,0 cm.
Sabor a frutos rojos	Sabor que evoca a frutos rojos y bayas: frambuesas, fresas y arándanos.	10 g de fresa congelada (Great Value <sup>®</sup> ) y 10 g de frambuesa congelada (Global Premier <sup>®</sup> ) en 1 L de agua. Valor en escala = 3,6 cm.	40 g de fresa congelada (Great Value <sup>®</sup> ) y 40 g de frambuesa congelada (Great Value <sup>®</sup> ) en 1 L de agua. Valor en escala = 12,7 cm.
Picor	Sensación del picor característico del alcohol.	0,6 % de alcohol etílico grado alimenticio (ALMEX <sup>®</sup> ) en agua. Valor en escala = 2,2 cm.	1,8 % de alcohol etílico grado alimenticio (ALMEX <sup>®</sup> ) en agua. Valor en escala = 11,5 cm.
Astringencia	Sensación de sequedad y fruncimiento en cavidad bucal.	0,05 % de sulfato de aluminio (Sigma-Aldrich <sup>®</sup> ) en agua. Valor en escala = 2,9 y 3,1 cm.	0,1 % de sulfato de aluminio (Sigma-Aldrich <sup>®</sup> ) en agua. Valor en escala = 12,8 y 13,0 cm.
Sabor residual astringente	Persistencia de la sensación de sequedad y fruncimiento en cavidad bucal.		

Fuente: Elaboración propia.

## Entrenamiento de los jueces

El entrenamiento de los jueces seleccionados fue realizado en seis sesiones, de dos horas y media cada una. En las sesiones los jueces evaluaron los vinos de forma monádica, usando un formato con las escalas de los descriptores y sus referencias. En la evaluación de cada vino se monitoreó el desempeño de cada juez y el del panel en general. El tiempo total de entrenamiento fue de 15 horas, en un periodo de tres semanas, con dos sesiones por semana.

## Evaluación final

En el Laboratorio de Evaluación Sensorial de la Universidad Autónoma Chapingo se llevó a cabo la evaluación final utilizando cabinas individuales, luz de día artificial y una temperatura controlada de 22 °C. Se realizaron tres repeticiones, de tres horas cada una, las cuales fueron ejecutadas en tres días consecutivos. El panel siempre tuvo disponible las referencias, un vaso con agua y galletas habaneras clásicas (Gamesa®, México) para enjuagarse la boca. Las muestras de vino fueron presentadas en vasos de plástico transparente con tapa, codificados con números aleatorios de tres dígitos. La evaluación de cada vino se realizó monádicamente a una temperatura de 18 °C, aleatorizando las muestras para cada juez. El tiempo total empleado para la evaluación final fue de nueve horas.

## VARIABLES FISIQUÍMICAS

Se evaluaron seis variables fisicoquímicas a los vinos Shiraz: la densidad, grado alcohólico, pH, acidez total y acidez volátil, utilizando los métodos propuestos por la Organización Internacional de la Viña y el Vino (International Organisation of Vine and Wine, 2020). Las mediciones de las características cromáticas del vino se determinaron empleando un colorímetro MiniScan XE Plus (HunterLab®, Virginia, E.U.A.), en la posición del puerto hacia arriba, empleando la escala CIEL\*a\*b\* y se calculó el ángulo de tono, la saturación de color y la luminosidad. El vino se vació en un vaso muestreador de vidrio, y al vaso muestreador se le introdujo un arillo negro con diámetro interno de 5.3 cm y altura de 1.3 cm, el cual fue cubierto con un disco blanco metálico (diámetro de 5.5 cm).

## Análisis estadístico

### Análisis descriptivo cuantitativo

El desempeño de los jueces en cada entrenamiento fue monitoreado mediante PCA y con las desviaciones estándares de cada juez comparadas con la del grupo, con la finalidad de monitorear el desempeño individual y grupal del panel (Lawless & Heymann, 2010; Tabary *et al.*, 2021). Los datos se procesaron con el paquete estadístico XLSTAT 2019 (Lumivero, Denver, CO, USA).

La evaluación del desempeño de un panel capacitado consiste en medir si los jueces, individualmente y/o en conjunto, son capaces de evaluar y discriminar de manera consistente y consensuada un conjunto de muestras. En particular, se considera que los jueces tienen un buen desempeño si cumplen con estas cualidades requeridas: tener una buena capacidad de discriminación, ser repetible/reproducibile, y estar de acuerdo con los otros jueces (Mello *et al.*, 2019; Tomic *et al.*, 2013; Worch & Piqueras-Fiszman, 2015).

Los datos de la evaluación final del QDA se procesaron con análisis de varianza (Anova) bajo un diseño de parcela dividida, donde una fuente de variación fueron las repeticiones. Las parcelas mayores fueron los vinos y las parcelas menores fueron los jueces (Hernández-Montes, 2007; López-Aguilar, 2022). Los jueces, al ser una fuente de variación identificable, fueron tratados como bloques. La reproducibilidad del panel se evaluó a través de la significancia de las repeticiones ( $p \geq 0.05$ ). El desempeño del panel para cada atributo se evaluó a través de la significancia de la interacción Juez-Vino con la finalidad de determinar si existía interacción ( $p \leq 0.05$ ) entre ambos factores.

Los datos de los atributos que presentaron interacción fueron graficados con la finalidad de determinar el tipo de interacción (cruzada o de magnitud); los jueces causantes de la interacción cruzada fueron eliminados y los datos resultantes fueron analizados nuevamente (Hernández-Montes, 2007; Mozqueda-Balderas, 2018). La prueba de la diferencia mínima significativa (LSD) fue utilizada para las comparaciones de medias ( $p < 0.05$ ). Los datos se procesaron con el paquete estadístico SAS versión 9.1 (SAS Institute, Inc., Cary, NC).

Posteriormente, para facilitar la visualización de los resultados finales, los datos obtenidos fueron representados en un mapa perceptual, graficando un Biplot de las calificaciones de los vinos y las cargas de los descriptores que presentaron diferencias significativas entre los vinos (Manso-Martínez *et al.*, 2020). Los datos se procesaron con el paquete estadístico XLSTAT 2019 (Lumivero, Denver, CO, USA).

### Relación entre variables fisicoquímicas y sensoriales

Con la finalidad de identificar relaciones entre las variables fisicoquímicas -consideradas variables independientes- y las variables sensoriales (variables dependientes), se realizó una regresión de mínimos cuadrados parciales tipo dos (PLS-2), utilizando el programa XLSTAT 2019 (Lumivero, Denver, CO, USA).

El ajuste del modelo se evaluó empleando los parámetros Q2 acumulada, R<sup>2</sup>X acumulada y R<sup>2</sup>Y acumulada. Q2 acumulada es la capacidad de predicción que mide la contribución global de los primeros componentes a la calidad predictiva del modelo. A este respecto, Shmueli *et al.* (2019) sugirieron que, para evaluar los resultados de una PLSR, el valor de predicción del Q2 debería ser positivo. El índice R<sup>2</sup>Y acumulada es la suma de los coeficientes de determinación entre las variables dependientes y los primeros componentes; por lo tanto, es una medida del poder explicativo de los primeros componentes de las variables dependientes del modelo. El índice R<sup>2</sup>X acumulada es la suma de los coeficientes de determinación entre las variables explicativas y los primeros componentes; consecuentemente, es una medida del poder explicativo de los primeros componentes de las variables predictores del modelo (Tenenhaus *et al.*, 2005).

## Resultados

### Análisis descriptivo cuantitativo

El panel generó 24 descriptores para los vinos tintos Shiraz de Parras, Coahuila, a través del QDA: cinco atributos de apariencia (brillo, fluidez, tonalidad rojiza, opacidad y tonalidad violácea), ocho atributos de aroma (aroma alcohol, aroma dulce, aroma general a frutas, aroma a frutos negros, aroma a frutos rojos, aroma amaderado, aroma especias dulces y aroma pimienta), y 11 atributos de sabor (sabor alcohol, dulzor, acidez, sabor general a frutas, sabor a frutos negros, sabor a frutos rojos, sabor a especias dulces, sabor a pimienta, picor, astringencia, y sabor residual astringente).

El análisis de varianza obtenido para cada uno de los descriptores evaluados se muestra en la Tabla 3. El desempeño de los jueces se evaluó con la interacción Juez-Vino y la significancia de las repeticiones. De los atributos evaluados para el vino (Tabla 3), tres presentaron interacción cruzada entre juez y vino (aroma general a frutas, aroma pimienta y sabor a frutos rojos), cinco presentaron diferencia significativa en las repeticiones (brillo, aroma a frutos rojos y aroma a especias dulces, astringencia y sabor residual astringente) y dos presentaron tanto interacción cruzada como diferencia significativa en las repeticiones (tonalidad rojiza y aroma dulce).

Tabla 3. Significancias de las fuentes de variación y sus interacciones obtenidas de los análisis de varianza de los atributos evaluados en vino Shiraz, con el panel completo ( $n = 17$ ).

Atributo	Vino (g.l. = 5)		Juez (g.l. = 16)		Repetición (g.l. = 2)		Juez*Vino (g.l. = 80)		Vino*Repetición (g.l. = 32)	
	F	Valor p	F	Valor p	F	Valor p	F	Valor p	F	Valor p
Brillo	7.19	<b>0.0042</b>	9.08	<b>&lt;.0001</b>	3.84	<b>0.0233</b>	0.79	0.8838	0.53	0.8659
Fluidez	3.44	<b>0.0457</b>	6.93	<b>&lt;.0001</b>	0.57	0.5679	0.95	0.5981	0.52	0.8768
Tonalidad rojiza	3.92	<b>0.0314</b>	9.33	<b>&lt;.0001</b>	5.57	<b>0.0044</b>	2.10	<b>&lt;.0001</b>	0.76	0.6645
Opacidad	41.35	<b>&lt;.0001</b>	11.26	<b>&lt;.0001</b>	1.06	0.3474	1.31	0.0676	1.18	0.3064
Tonalidad violácea	49.29	<b>&lt;.0001</b>	12.06	<b>&lt;.0001</b>	0.12	0.8888	1.14	0.2410	0.38	0.9544
Aroma alcohol	4.86	<b>0.0163</b>	4.14	<b>&lt;.0001</b>	0.59	0.5543	1.20	0.1623	1.18	0.3045
Aroma dulce	3.75	<b>0.0359</b>	6.46	<b>&lt;.0001</b>	3.38	<b>0.0362</b>	1.58	<b>0.0056</b>	0.73	0.6917
Aroma general a frutas	0.89	0.5203	2.54	<b>0.0015</b>	0.13	0.8778	1.41	<b>0.0305</b>	1.48	0.1505
Aroma a frutos negros	1.43	0.2840	2.31	<b>0.0039</b>	1.89	0.1538	1.03	0.4322	2.32	<b>0.0133</b>
Aroma a frutos rojos	5.63	<b>0.0100</b>	2.55	<b>0.0013</b>	4.97	<b>0.0079</b>	1.97	0.5513	1.88	0.5509
Aroma amaderado	3.04	0.0636	4.28	<b>&lt;.0001</b>	0.69	0.5050	1.23	0.1298	1.04	0.4081
Aroma especias dulces	3.27	0.0524	3.70	<b>&lt;.0001</b>	5.74	<b>0.0038</b>	1.10	0.3004	0.98	0.4617
Aroma pimienta	2.40	0.1122	5.03	<b>&lt;.0001</b>	0.59	0.5578	2.05	<b>&lt;.0001</b>	1.49	0.1438
Sabor alcohol	4.74	<b>0.0177</b>	6.43	<b>&lt;.0001</b>	2.78	0.0644	1.13	0.0592	1.44	0.1645
Dulzor	1.86	0.1883	10.89	<b>&lt;.0001</b>	0.37	0.6898	1.26	0.1031	1.11	0.3554
Acidez	0.41	0.8284	6.38	<b>&lt;.0001</b>	0.07	0.9347	1.10	0.3036	0.94	0.4939
Sabor general a frutas	0.61	0.6942	6.18	<b>&lt;.0001</b>	0.02	0.9805	0.96	0.5714	1.01	0.4350
Sabor a frutos negros	0.55	0.7355	7.65	<b>&lt;.0001</b>	0.94	0.3929	0.58	0.9971	0.78	0.6945
Sabor a frutos rojos	0.53	0.8706	6.25	<b>&lt;.0001</b>	1.01	0.3649	1.55	<b>0.0081</b>	0.53	0.8706
Sabor a especias dulces	2.12	0.1454	5.92	<b>&lt;.0001</b>	0.31	0.7705	0.83	0.8317	0.99	0.4492
Sabor a pimienta	2.22	0.1326	6.05	<b>&lt;.0001</b>	0.04	0.9592	1.01	0.4644	0.52	0.8753
Picor	2.72	0.0833	7.66	<b>&lt;.0001</b>	0.85	0.4290	0.87	0.7663	0.41	0.9384
Astringencia	0.62	0.6896	8.89	<b>&lt;.0001</b>	4.98	<b>0.0078</b>	0.84	0.8179	1.11	0.3553
Sabor residual astringente	4.33	<b>0.0234</b>	6.53	<b>&lt;.0001</b>	3.67	<b>0.0273</b>	0.84	0.8057	0.78	0.6485

Fuente: Elaboración propia.

Para los atributos que presentaron interacción cruzada se procedió a eliminar a los jueces causantes de ésta, quedando al menos 10 jueces en cada atributo. La Tabla 4 muestra el análisis de varianza de los cinco atributos que inicialmente presentaron interacción cruzada; y al eliminar algunos jueces, la interacción ya no fue significativa. De estos atributos, el aroma dulce, aroma pimienta y sabor a frutos rojos permitieron diferenciar las muestras de vino evaluadas ( $p \leq 0.05$ ), y sus repeticiones no fueron significativamente diferentes.

Tabla 4. Significancias de las fuentes de variación y sus interacciones obtenidas de los análisis de varianza de los atributos evaluados en vino Shiraz, con eliminación de jueces.

Atributo	Vino (g.l. = 5)		g.l.	Juez		Repetición (g.l. = 2)		Juez * Vino	
	F	Valor p		F	Valor p	F	Valor p	F	Valor p
Tonalidad rojiza	9.48	<b>0.0015</b>	12	11.5	<b>&lt;.0001</b>	4.75	<b>0.0101</b>	1.01	0.4377
Aroma dulce	5.92	<b>0.0085</b>	11	2.62	<b>0.0046</b>	2.51	0.0849	1.25	0.1548
Aroma general a frutas	1.75	0.2111	14	2.68	<b>0.0014</b>	0.08	0.9222	1.21	0.1669
Aroma pimienta	3.82	<b>0.0339</b>	12	5.21	<b>&lt;.0001</b>	0.33	0.7202	1.23	0.1609
Sabor a frutos rojos	3.95	<b>0.0309</b>	11	3.89	<b>&lt;.0001</b>	0.65	0.5223	0.88	0.7029

Fuente: Elaboración propia.

Los jueces presentaron un buen desempeño (reproducibilidad del panel y no existencia de interacción) en 17 de los atributos evaluados, de los cuales nueve no presentaron diferencia significativa entre las muestras de vino. Sin embargo, ocho atributos (cinco iniciales y tres corregidos) no presentaron interacción cruzada, sus repeticiones no fueron significativas y las muestras presentaron diferencia estadística. De estos atributos, tres se relacionaron con la apariencia (fluidez, opacidad, tonalidad violácea), tres con el aroma (alcohol, dulce y pimienta) y dos con el sabor (alcohol y frutos rojos).

Las comparaciones de medias de las intensidades de los descriptores que permitieron diferenciar significativamente a los vinos producidos en una misma región se muestran en la Tabla 5. En las comparaciones de medias del atributo fluidez se formaron tres grupos. El primer grupo con la mayor intensidad estuvo conformado por los vinos VP3, VT2, VP1 y VT1; el segundo grupo se formó por los vinos VT2, VP1, VT1 y VP2; y el tercer grupo con la menor intensidad se integró por los vinos VP2 y GC1.

Tabla 5. Perfil descriptivo de vino Shiraz de Parras, Coahuila. Comparaciones de medias de las intensidades de sus atributos.

Atributos	VT1	VT2	VP1	VP2	VP3	GC1
<b>Apariencia</b>						
Fluidez	8.22 ± 3.56 abc	9.00 ± 3.65 ab	8.73 ± 3.79 ab	8.04 ± 3.40 bc	9.14 ± 3.78 a	7.63 ± 3.39 c
Opacidad	10.53 ± 2.90 a	10.73 ± 2.39 a	11.06 ± 2.50 a	7.52 ± 2.35 b	10.59 ± 2.28 b	6.38 ± 2.76 c
Tonalidad Violácea	7.92 ± 3.95 b	7.85 ± 4.10 b	9.71 ± 3.36 a	5.78 ± 3.48 c	9.60 ± 3.20 a	5.75 ± 3.66 c
<b>Aroma</b>						
Alcohol	8.21 ± 3.12 a	7.90 ± 2.59 a	7.58 ± 3.03 a	7.39 ± 2.90 a	7.80 ± 3.18 a	5.57 ± 2.80 b
Dulce	6.69 ± 3.30 a	6.99 ± 3.23 a	7.29 ± 2.91 a	5.30 ± 2.16 b	7.49 ± 3.44 a	7.09 ± 3.24 a
Pimienta	6.42 ± 2.95 b	7.44 ± 3.60 ab	7.51 ± 3.26 ab	6.76 ± 2.92 b	8.18 ± 3.06 a	6.54 ± 2.65 b
<b>Sabor</b>						
Alcohol	9.49 ± 2.81 ab	9.91 ± 2.74 a	9.22 ± 3.38 ab	8.37 ± 3.50 bc	8.92 ± 3.32 ab	7.15 ± 3.17 c
Frutos rojos	8.67 ± 2.93 ab	7.52 ± 2.88 c	7.80 ± 2.75 bc	8.92 ± 2.79 ab	7.87 ± 3.00 bc	9.28 ± 2.90 a

<sup>z</sup> Frecuencias con diferentes letras dentro de cada fila difieren estadísticamente ( $p \leq 0.05$ ).

Fuente: Elaboración propia.

Para el atributo opacidad se formaron tres grupos bien diferenciados. Los vinos que presentaron la mayor opacidad fueron VT1, VT2 y VP1; los vinos VP2 y VP3 presentaron un nivel intermedio y el vino GC1 mostró la menor opacidad. En el atributo de tonalidad violácea se conformaron tres grupos. Los vinos VP1 y VP3 presentaron las mayores intensidades en tonalidad violácea, los vinos VT1 y VT2 formaron uno de los grupos en tonalidad violácea intermedia y los vinos VP2 y GC1 conformaron el tercer grupo con las menores intensidades de tonalidad violácea.

Con los descriptores sensoriales significativos y los vinos se elaboró un mapa perceptual con los resultados de los dos primeros componentes del análisis de componentes principales (Figura 2), los dos primeros componentes explicaron el 89.86% de la variabilidad de los datos. El componente 1 explicó el 72.22% de la variabilidad de los datos; en este componente los descriptores de mayor carga de correlación (mayor importancia de las variables en dicho componente) fueron fluidez, opacidad, tonalidad violácea y sabor a frutos rojos (Tabla 6), el componente 2 explicó el 17.84% de la variabilidad y el descriptor de mayor carga de correlación fue el aroma dulce.

Tabla 6. Cargas de correlaciones de las variables sensoriales evaluadas en vino tinto Shiraz de Parras, Coahuila.

Atributo	Componente 1	Componente 2
Fluidez	0.9628	0.0744
Opacidad	0.9574	-0.1603
Tonalidad Violácea	0.9146	0.2190
Aroma alcohol	0.7678	-0.6110
Aroma dulce	0.5267	0.7372
Aroma pimienta	0.7853	0.4132
Sabor alcohol	0.8415	-0.4914
Sabor frutos rojos	-0.9518	-0.0539

Fuente: Elaboración propia.

De acuerdo con la Figura 2, que permite visualizar en un Biplot los atributos sensoriales y las muestras de vino (mapa perceptual), se observa que los vinos GC1 y VP2 se caracterizaron por el sabor a frutos rojos, de acuerdo con la dirección de su vector, ubicado al lado izquierdo del componente principal 1. El vino VP3 se identificó con el aroma pimienta, aroma dulce, tonalidad violácea y fluidez; el vino VP1 se describió con los mismos atributos del vino VP3, pero con menor intensidad, de acuerdo con su posición con respecto a los vectores de los atributos previamente mencionados. El vino VT2 se ubicó en el cuadrante inferior derecho, relacionado con el sabor y aroma a alcohol, así como la opacidad. Esta visualización facilita la comprensión global de la información; sin embargo, no muestra un análisis estadístico de la significancia de las diferencias entre los tratamientos para cada descriptor.

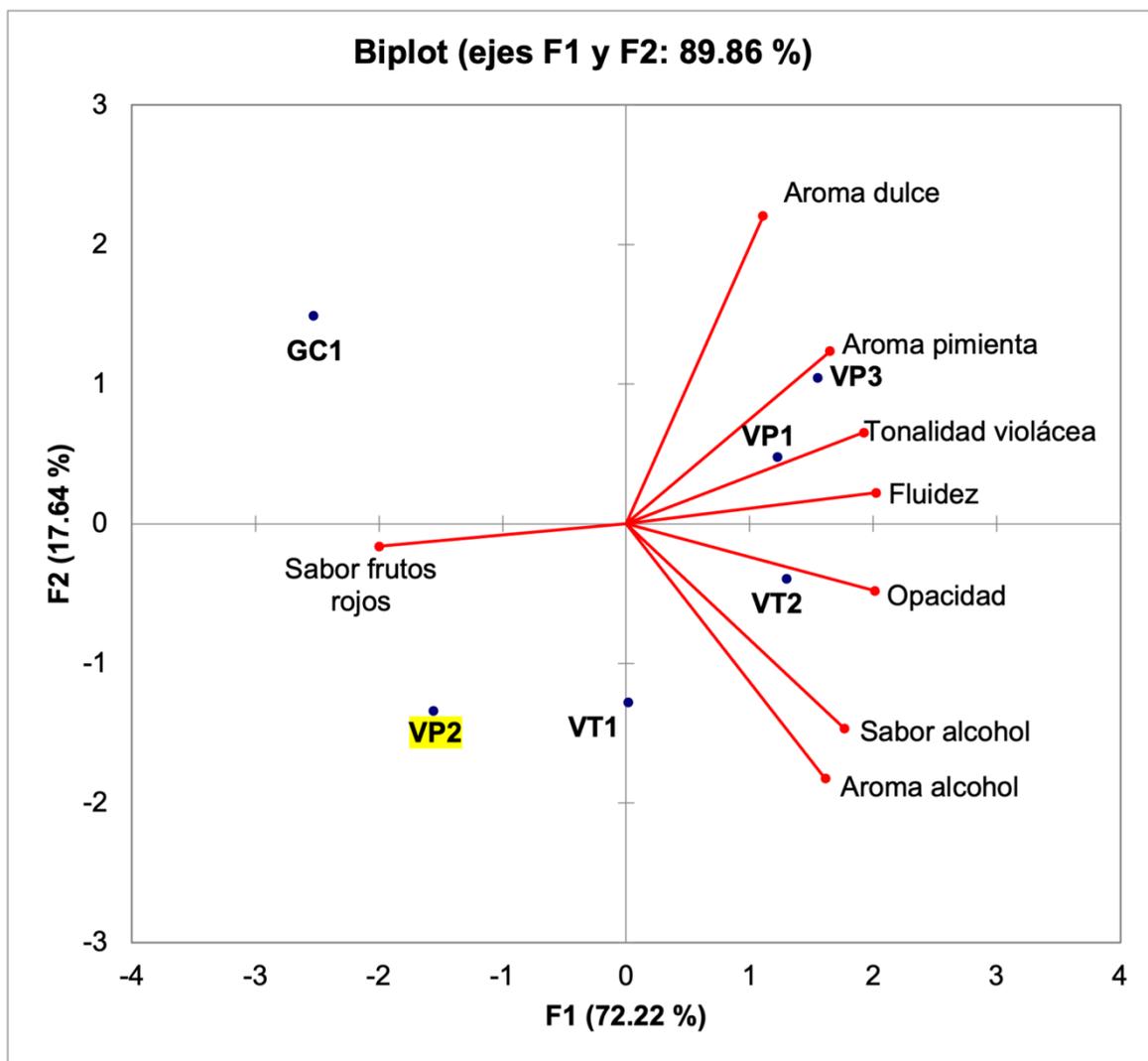


Figura 2. Análisis de componentes principales de los parámetros sensoriales evaluados en los vinos Shiraz (VP1, VP2 y VP3: muestras de vino del Valle de Parras; VT1 y VT2: muestras del vino del Valle del Tunal; y GC1: muestra de vino de General Cepeda).  
Fuente: Elaboración propia.

## Relación entre variables fisicoquímicas y sensoriales

El análisis de regresión de mínimos cuadrados parciales tipo dos (PLSR) se realizó empleando todos los atributos sensoriales como variables dependientes y las respuestas fisicoquímicas como variables independientes (Tabla 7). Los parámetros de calidad del modelo para los componentes uno y dos fueron:  $Q^2$  acumulada de 0.134 y 0.299,  $R^2Y$  acumulada de 0.504 y 0.780, y  $R^2X$  acumulada de 0.587 y 0.784, respectivamente.

Posteriormente, para verificar la calidad del modelo se examinó (Tabla 7) que tanto las variables sensoriales como las fisicoquímicas presentaran una correlación mayor a 0.5 para alguno de los dos primeros componentes principales (Tenenhaus *et al.*, 2005). La Tabla 8 muestra que, para el componente principal 1, las variables con mayores correlaciones fueron saturación de color, grado alcohólico, aroma alcohol y sabor alcohol; para el componente principal 2, las variables con mayores correlaciones fueron ángulo de tono, tonalidad violácea y aroma dulce.

Tabla 7. Parámetros  $Q^2$ ,  $R^2Y$  y  $R^2X$  que indican la calidad del modelo de regresión por mínimos cuadrados parciales tipo dos entre variables sensoriales y fisicoquímicas de los vinos Shiraz de Parras, Coahuila.

Estadístico	Componente 1	Componente 2	Componente 3	Componente 4
$Q^2$ acum	0.134	0.299	0.216	0.226
$VPR^2Y$ acum	0.504	0.780	0.842	0.909
$R^2X$ acum	0.587	0.784	0.904	0.970

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 8. Matriz de correlaciones de las variables con los componentes 1 y 2 obtenida del análisis de regresión de mínimos cuadrados parciales tipo dos entre variables sensoriales y fisicoquímicas de los vinos tintos Shiraz de Parras, Coahuila.

Variable	Componente 1	Componente 2
Densidad	-0.755	0.227
Luminosidad	-0.596	0.569
Saturación de color	-0.909	-0.188
Ángulo de tono	-0.520	0.849
Grado Alcohólico	0.951	0.017
pH	0.746	0.472
Acidez total	-0.791	-0.163
Acidez volátil	-0.764	0.441
Fluidez	0.714	0.473
Opacidad	0.833	0.431
Tonalidad Violácea	0.582	0.787
Aroma alcohol	0.993	0.035
Aroma dulce	-0.066	0.736
Aroma pimienta	0.385	0.675
Sabor alcohol	0.938	0.026
Sabor frutos rojos	-0.687	-0.420

Fuente: Elaboración propia.

La Figura 3 muestra las correlaciones entre las variables sensoriales y fisicoquímicas de los vinos evaluados, las cuales se ubican cerca de la elipse exterior, indicando que el modelo explica adecuadamente la correlación entre los datos de esas variables (Siebert *et al.*, 2018). El grado alcohólico se relacionó con el aroma y sabor alcohol y fueron ubicados en el lado positivo del componente principal 1; el vino GC1 se ubicó en el lado opuesto del vector de aroma y sabor alcohol debido a que el contenido de alcohol cuantificado y el reportado en la etiqueta fue el menor. Por otra parte, la saturación de color y acidez total se relacionaron con el atributo de sabor a frutos rojos, ubicándose junto con el vino GC1 en el cuadrante que corresponde a los componentes principales uno y dos negativos. Los atributos de fluidez y opacidad se relacionaron con el pH; estas variables, junto con los vinos VP3 y VP1, se localizaron en el cuadrante correspondiente a los componentes principales 1 y 2 positivos (Figura 3).

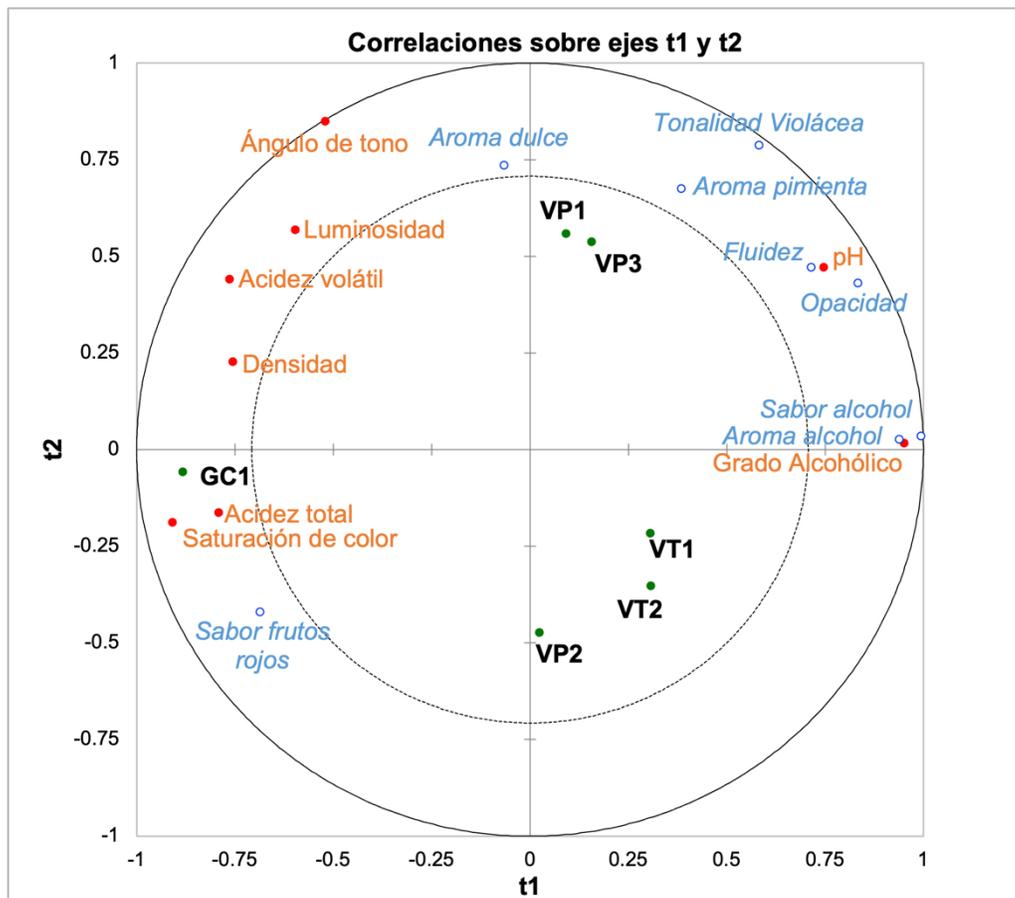


Figura 3. Análisis por mínimos cuadrados parciales tipo dos entre variables sensoriales y fisicoquímicas de los vinos tintos Shiraz de Parras, Coahuila (VP1, VP2 y VP3: muestras de vino del Valle de Parras; VT1 y VT2: muestras del vino del Valle del Tunal; y GC1: muestra de vino de General Cepeda).

Fuente: Elaboración propia.

## Discusión

De los 24 descriptores generados por el panel para el vino Shiraz, seis coinciden con lo reportado por Kustos *et al.* (2020), quienes realizaron una caracterización sensorial de vino Shiraz australiano mediante QDA. De los 15 atributos descritos por el panel, los atributos coincidentes con esta investigación fueron: aroma a frutos negros, aroma amaderado, aroma a alcohol, sabor a especias dulces, sensación astringente en boca y sabor a alcohol.

En México, la producción de vino Shiraz se concentra principalmente en el estado de Coahuila (Consejo Mexicano Vitivinícola, 2020), aunque las investigaciones respecto al análisis sensorial del vino tinto Shiraz en el país son escasas (Castro-Palafox *et al.*, 2024; Rocha-Arellano, 2010). Específicamente, se han reportado los atributos sensoriales en otras variedades de vinos mexicanos, por ejemplo, Mejía-Sánchez (2018) encontró que los descriptores sensoriales de vinos tintos de varietal Cabernet Sauvignon, producidos en el estado de Baja California y Querétaro, fueron color rojo rubí, color rojo opaco, aroma frutal, dulzor, acidez, amargor, astringencia, pungencia y sabor herbáceo.

La interpretación de los resultados del QDA debe realizarse cuidadosamente, considerando los efectos de las fuentes de variación de los tratamientos y las repeticiones, con la finalidad de asegurar la obtención de un perfil sensorial confiable y de calidad (Longo *et al.*, 2018; López-Aguilar, 2022; Tabary *et al.*, 2021). Longo *et al.* (2018) realizaron la caracterización sensorial de vino tinto australiano Shiraz mediante QDA. En este estudio los datos obtenidos fueron analizados mediante Anova de tres factores (juez, repetición y tratamiento), y a los atributos que no mostraron un efecto significativo en las repeticiones se les realizó directamente una comparación de medias entre los tratamientos.

La evaluación del desempeño del panel es una cualidad ampliamente investigada y evaluada, mediante análisis estadístico, en el análisis descriptivo cuantitativo (Mello *et al.*, 2019; Tomic *et al.*, 2013). Los jueces presentaron un buen desempeño en 17 de los atributos evaluados; sin embargo, el 53% de estos descriptores no permitieron diferenciar a los vinos. Estos atributos sensoriales podrían considerarse representativos de los vinos Shiraz producidos en la región de Parras, Coahuila, y podrían reconocerse como parte de su tipicidad. Este concepto, en vinos, representa su individualidad regional, que los hace identificables, reconocibles y diferenciables (Souza-Gonzaga *et al.*, 2020).

El atributo de aroma amaderado está relacionado con el proceso de producción, ya que este atributo depende del tiempo de maduración en barrica (Sherman *et al.*, 2017); sin embargo, a pesar de que los vinos evaluados tuvieron tiempos diferentes de maduración en barrica (de 12 a 18 meses), no fue posible detectar diferencia sensorial significativa.

Por otra parte, en cuanto a la astringencia de los vinos Shiraz evaluados, a pesar de no presentar diferencia significativa entre las muestras, se obtuvieron valores promedios ubicados a la mitad de la escala empleada. Este resultado coincide con lo reportado por Pavez *et al.* (2022), quienes reportaron un promedio de 4.1 en una escala de nueve puntos para vinos Shiraz comerciales, la cual fue la menor intensidad comparada con otras variedades como Cabernet Sauvignon, Pinot Noir, Carmenère, entre otros.

Los atributos que permitieron diferenciar a los vinos representaron el 47% de los descriptores. Los resultados obtenidos coinciden con lo reportado por Machado *et al.* (2019), quienes determinaron el perfil sensorial descriptivo del vino Shiraz del Valle de San Francisco, Brasil. El panel sensorial determinó 17 atributos para la evaluación de los vinos, de los cuales el 41% de los descriptores permitieron identificar diferencias significativas entre las muestras evaluadas.

Los atributos que resultaron estadísticamente diferentes permitieron diferenciar a los vinos producidos en una misma región. Estos resultados son similares con lo reportado por Zhu *et al.* (2021), quienes encontraron atributos que permitieron diferenciar significativamente al vino chino Msalais, producido en cinco vinícolas de una misma región. Los atributos relacionados con el aroma fueron: frutos en general, frutos secos y caramelo.

El atributo de tonalidad violácea permitió diferenciar a los vinos producidos en la región. Dicho atributo está relacionado con el color del vino, el cual es influenciado por diversos factores, entre los que destacan la variedad de uva (Kharadze *et al.*, 2018), las condiciones geográficas y climáticas (Lu *et al.*, 2023), así como el proceso de producción (Liu *et al.*, 2018). Estos factores influyen en el contenido de antocianinas de los vinos, que son la principal fuente del color (Jackson, 2020).

El vino GC1 presentó la menor intensidad de aroma alcohol; la producción vitícola de este vino presenta las mayores temperaturas ambientales debido a su ubicación (INEGI, 2010b). Esta condición podría explicar la baja intensidad en el aroma alcohol debido a que este atributo puede estar relacionado con las altas temperaturas durante la producción vitícola, que provoca un desacoplamiento de las antocianinas y el azúcar en las bayas de Shiraz, ocasionando un desequilibrio en el contenido alcohólico (Sadras *et al.*, 2012). Finalmente, para el aroma dulce, el vino VP2 se diferenció significativamente del resto de los vinos al presentar la menor intensidad.

El porcentaje de la variabilidad de los datos del mapa perceptual (89.86%) de los descriptores sensoriales significativos y de los vinos fue mayor que lo reportado por Cadot *et al.* (2010), quienes evaluaron vinos comerciales del Valle del Loira, Francia, mediante un QDA y el análisis de componentes principales, lo que explicó el 61.8% de la variabilidad de los datos con dos componentes. En otra investigación, Manso-Martínez *et al.* (2020) analizaron sensorialmente vinos de doce selecciones de Graciano x Tempranillo en dos años consecutivos, mediante QDA. Esta metodología les permitió encontrar ocho atributos significativos para diferenciar a los vinos en cada cosecha, entre los cuales se encontraron el sabor a alcohol, los aromas tostados, la acidez y la astringencia. Estos atributos permitieron agrupar a los vinos por año de cosecha representados en una gráfica de PCA, los dos primeros componentes explicaron el 64% de la variabilidad de los datos.

La intensidad del sabor a frutos rojos fue mayor en los vinos que fueron elaborados con menor tiempo de maduración en barrica, lo cual coincide con lo reportado por con Zhao *et al.* (2017), quienes concluyeron que una mayor intensidad de este atributo es característico de un vino Shiraz joven. Los vinos presentaron diferencias en la intensidad del aroma a pimienta. Algunos autores han descrito aromas especiados en vinos tintos Shiraz, por ejemplo, en vinos australianos (Mayr *et al.*, 2014; Pearson *et al.*, 2020), así como en vinos brasileños (Machado *et al.*, 2019).

El análisis de las relaciones entre las variables fisicoquímicas y sensoriales de los vinos producidos en la región de Parras, Coahuila, presentó un modelo con parámetros de mayor calidad a lo reportado por López-Aguilar (2022), quien obtuvo un modelo de regresión de mínimos cuadrados parciales de variables sensoriales y químicas de mezcales oaxaqueños, con eliminación de datos poco correlacionadas, que presentó valores de  $Q^2$  acumulada de -0.128 y -0.046,  $R^2Y$  acumulada de 0.283 y 0.571, y  $R^2X$  acumulada 0.603 y 0.772, para los componentes 1 y 2, respectivamente.

Zhu *et al.* (2021) realizaron un análisis PLSR que les permitió identificar contribuciones específicas de 20 compuestos aromáticos con los aromas del vino chino tradicional Msalais, determinados por QDA. El aroma a frutos secos se atribuyó principalmente al furaneol y al hidrocinnamato de etilo, así como el aroma a caramelo se atribuyó principalmente al furfural y al 5-metilfurfural, por mencionar algunas correlaciones. Por otra parte, Siebert *et al.* (2018), empleando PLSR, encontraron altas correlaciones entre los aromas y los compuestos aromáticos en vinos Viognier y Chardonnay, por ejemplo, los atributos frutales de aroma a piña y maracuyá se correlacionaron con ésteres etílicos y acetatos de ácidos grasos y ácidos grasos lineales.

## Conclusiones

El QDA permitió caracterizar a los vinos tintos Shiraz de la región de Parras, Coahuila. Los descriptores sensoriales de apariencia, aroma y sabor diferenciaron a los vinos producidos dentro de la región y a los vinos producidos dentro de una misma empresa vinícola, con diferentes tiempos de maduración en barrica. Por otra parte, el QDA permitió identificar a los descriptores sensoriales representativos que pueden formar parte de la tipicidad de los vinos Shiraz evaluados. La información obtenida contribuye a asociar los recursos locales (terroir) bajo los cuales se producen los vinos con los atributos sensoriales que le confieren tipicidad. Esto permitiría diferenciar a los vinos mexicanos de otros vinos de importación que ingresan al país a muy bajo costo, promoviendo su consumo, así como el crecimiento y el desarrollo local.

El vino GC1 presentó la menor intensidad en la mayoría de los atributos evaluados, a excepción de sabor a frutos rojos y aroma dulce. En los atributos de tonalidad violácea y sabor alcohol, este vino se percibe con la misma intensidad que el vino VP2. El aroma dulce y la tonalidad violácea permitieron diferenciar al vino VP2 de los producidos a la misma altitud (VP1 y VP3). Los vinos VT1 y VT2 elaborados en la misma vinícola con diferentes periodos de maduración en barrica se pudieron diferenciar por el atributo sabor a frutos rojos; el vino VT2 con mayor tiempo de maduración presentó menor intensidad de este sabor. El modelo PLSR mostró una alta correlación del grado alcohólico del vino con el sabor y aroma a alcohol, así como el pH con los atributos de fluidez y opacidad.

El desarrollo de un perfil sensorial de vinos Shiraz, producidos en la región de Parras, Coahuila, mediante la técnica de QDA, podría ser un referente aplicable para generar perfiles sensoriales a otros vinos producidos en México, para caracterizarlos por tipo de vino, variedad de uva, región de producción y proceso de elaboración. La información sensorial proporcionada pudiera emplearse en el control estadístico de la calidad del vino y en el uso de descriptores que expliquen las cualidades sensoriales de las diferentes marcas de vinos.

## Agradecimientos

Este trabajo contó con el apoyo de la Dirección General de Investigación y Posgrado de la Universidad Autónoma de Chapingo a través del proyecto "Evaluación, tipicidad y diferenciación en alimentos y bebidas tradicionales vinculados al origen (21004-DTT-62)", y por el Consejo Nacional para la Humanidad, la Ciencia y la Tecnología (Conahcyt). Se agradece a los jueces que se tomaron el tiempo de participar en la evaluación de estos vinos.

## Conflicto de interés

Los autores declaran que no existen conflictos de interés.

## Referencias

- Ares, G. (2015). Methodological challenges in sensory characterization. *Current Opinion in Food Science*, 3, 1-5. <http://doi.org/10.1016/j.cofs.2014.09.001>
- Behrens, J. H., & Azevedo, M. A. (2000). Perfil sensorial de vinhos brancos varietais brasileiros através de análise descritiva quantitativa. *Ciência e Tecnologia de Alimentos*, 20(1), 60-67. <https://doi.org/10.1590/S0101-20612000000100013>

- Cadot, Y., Caillé, S., Samson, A., Barbeau, G., & Cheynier, V. (2010). Sensory dimension of wine typicality related to a terroir by Quantitative Descriptive Analysis, Just About Right analysis and typicality assessment. *Analytica Chimica Acta*, 660(1-2), 53–62. <http://doi.org/10.1016/j.aca.2009.10.006>
- Castro-Palafox, J., Macías-Gallardo, F., & Ozuna, C. (2024). The culture of wine in Mexican gastronomy: historical background, current context, and perspectives for the future. *International Journal of Gastronomy and Food Science*, 35, 100848. <https://doi.org/10.1016/j.ijgfs.2023.100848>
- Consejo Mexicano Vitivinícola. (2020). *Estadísticas*. Consejo Mexicano Vitivinícola. <https://uvayvino.org.mx/index.php>
- Font, I., Gudiño, P., & Sánchez, A. (2009). *La industria vinícola mexicana y las políticas agroindustriales: panorama general. Crisis internacional, su impacto en México. Políticas públicas para enfrentarla*. Universidad Autónoma Metropolitana. REDPOL. <http://redpol.azc.uam.mx/index.php/articulos-publicados/redpol-2>
- García-Barrón, S. E. (2012). *Efecto de la región de procedencia del agave y las condiciones de fermentación sobre el perfil aromático de mezcal* [Tesis de Maestría]. Centro de Investigación y Asistencia en Tecnología y Diseño del Estado de Jalisco, A. C. <https://ciatej.repositorioinstitucional.mx/jspui/handle/1023/429>
- Hernández-Montes, A. (2007). *Evaluación sensorial de productos agroalimentarios*. Universidad Autónoma Chapingo.
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI). (2010a). *Compendio de información geográfica municipal 2010. Parras, Coahuila de Zaragoza*. [https://www.inegi.org.mx/contenidos/app/mexicocifras/datos\\_geograficos/05/05024.pdf](https://www.inegi.org.mx/contenidos/app/mexicocifras/datos_geograficos/05/05024.pdf)
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI). (2010b). *Compendio de información geográfica municipal 2010. General Cepeda, Coahuila de Zaragoza*. [https://www.inegi.org.mx/contenidos/app/mexicocifras/datos\\_geograficos/05/05011.pdf](https://www.inegi.org.mx/contenidos/app/mexicocifras/datos_geograficos/05/05011.pdf)
- Jackson, R. S. (2020). Chapter 6 - Chemical constituents of grapes and wine. En R. S. Jackson (Author), *Food Science and Technology, Wine Science* (5th Ed.) (pp. 375-459). Academic Press. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-816118-0.00006-4>
- Kharadze, M., Japaridze, I., Kalandia, A., & Vanidze, M. (2018). Anthocyanins and antioxidant activity of red wines made from endemic grape varieties. *Annals of Agrarian Science*, 16(2), 181–184. <http://doi.org/10.1016/j.aasci.2018.04.006>
- Kustos, M., Gambetta, J. M., Jeffery, D. W., Heymann, H., Goodman, S., & Bastian, S. E. P. (2020). A matter of place: sensory and chemical characterisation of fine Australian Chardonnay and Shiraz wines of provenance. *Food Research International*, 130, 108903. <http://doi.org/10.1016/j.foodres.2019.108903>
- Lawless, H. T., & Heymann, H. (2010). *Sensory evaluation of food. Principles and practices* (2nd ed.). Springer. <https://link.springer.com/book/10.1007/978-1-4419-6488-5>
- Liu, S., Zhang, X., You, L., Guo, Z., & Chang, X. (2018). Changes in anthocyanin profile, color, and antioxidant capacity of hawthorn wine (*Crataegus pinnatifida*) during storage by pretreatments. *LWT*, 95, 179–186. <http://doi.org/10.1016/j.lwt.2018.04.093>
- Longo, R., Blackman, J. W., Antalick, G., Torley, P. J., Rogiers, S. Y., & Schmidtke, L. M. (2018). Volatile and sensory profiling of Shiraz wine in response to alcohol management: comparison of harvest timing versus technological approaches. *Food Research International*, 109, 561–571. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2018.04.057>
- López-Aguilar, R. (2022). *Metabolitos responsables de las propiedades sensoriales en mezcal oaxaqueño* [Tesis Doctoral]. Universidad Autónoma Chapingo. <https://repositorio.chapingo.edu.mx/items/30954b54-8061-4808-8397-86345b510474>
- Lu, H. C., Tian, M. B., Han, X., Shi, N., Li, H. Q., Cheng, C. F., Chen, W., Li, S. D., He, F., Duan, C. Q., & Wang, J. (2023). The key role of vineyard parcel in shaping flavonoid profiles and color characteristics of Cabernet Sauvignon wines combined with the influence of harvest ripeness, vintage and bottle aging. *Food Chemistry*, 19, 100772. <https://doi.org/10.1016/j.fochx.2023.100772>
- Machado, N. M., Godoy, T., Barone, B., André, A. P., Biasoto, A. T., & Behrens, J. H. (2019). Sensory profile and check-all-that-apply (CATA) as tools for evaluating and characterizing syrah wines aged with oak chips. *Food Research International*, 124, 156-164. <http://doi.org/10.1016/j.foodres.2018.07.052>

- Manso-Martínez, C., Sáenz-Navajas, M. P., Hernández, M. M., & Menéndez, C. M. (2020). Sensory profiling and quality assessment of wines derived from Graciano X Tempranillo selections. *LWT - Food Science and Technology*, 127, 109394. <http://doi.org/10.1016/j.lwt.2020.109394>
- Martínez-Peniche, R. A., & Miranda-Castilleja, D. E. (2022). Antecedentes, situación actual y perspectivas de la industria y la investigación vitivinícola en la Región Centro de México. En A. Vázquez, N. C. Borrego, A. F. Herrera & E. Sánchez (coords.), *La industria vitivinícola mexicana en el siglo XXI: retos económicos, ambientales y sociales* (pp. 105-136). Centro de Investigación y Asistencia en Tecnología y Diseño del Estado de Jalisco A. C. [https://www.researchgate.net/publication/363207078\\_La\\_industria\\_vitivinicola\\_mexicana\\_en\\_el\\_siglo\\_XXI\\_retos\\_economicos\\_sociales\\_y\\_ambientales](https://www.researchgate.net/publication/363207078_La_industria_vitivinicola_mexicana_en_el_siglo_XXI_retos_economicos_sociales_y_ambientales)
- Mayr, C. M., Geue, J. P., Holt, H. E., Pearson, W. P., Jeffery, D. W., & Francis, I. L. (2014). Characterization of the key aroma compounds in Shiraz wine by quantitation, aroma reconstitution, and omission studies. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 62, 4528–4536. <https://doi.org/10.1021/jf405731v>
- Meilgaard, M. C., Civille, G. V. & Carr, B. T. (2006). *Sensory evaluation techniques* (4th Ed.). CRC. <https://doi.org/10.1201/b16452>
- Mejía-Sánchez, K. E. (2018). *Estudio fisicoquímico y sensorial de vino tinto Cabernet Sauvignon mexicano y argentino* [Tesis de Grado]. Universidad Autónoma del Estado de México. <http://ri.uaemex.mx/handle/20.500.11799/95047>
- Mello, L. S. S., Almeida, E. L., & Melo, L. (2019). Discrimination of sensory attributes by trained assessors and consumers in semi-sweet hard dough biscuits and their drivers of liking and disliking. *Food Research International*, 122, 599-609. <http://doi.org/10.1016/j.foodres.2019.01.031>
- Mouret, M., Lo Monaco, G., Urdapilleta, I., & Parr, W. V. (2013). Social representations of wine and culture: a comparison between France and New Zealand. *Food Quality and Preference*, 30(2), 102–107. <https://doi.org/10.1016/j.foodqual.2013.04.014>
- Mozqueda-Balderas, R., Delgado-Alvarado, A., Herrera-Cabrera, B. E., & Vargas-Lopez, S. (2018). Evaluación sensorial del mezcal de la localidad de Totomochapa, Tlapa de Comonfort, Guerrero, México. *Agroproductividad*, 11(10), 81-86. <https://doi.org/10.32854/agrop.v11i10.1249>
- O'Sullivan, M. G. (2017). Descriptive Methods. En O'Sullivan (Author), *A handbook for sensory and consumer-driven new product development* (pp. 13–37). <https://doi.org/10.1016/b978-0-08-100352-7.00002-6>
- International Organisation of Vine and Wine. (2020). *Database – Statistics*. <https://www.oiv.int/>
- Pavez, C., González-Muñoz, B., O'Brien, J. A., Laurie, V. F., Osorio, F., Nuñez, E., Vega, R. E., Bordeu, E., & Brossard, N. (2022). Red wine astringency: correlations between chemical and sensory features. *LWT - Food Science and Technology*, 154, 112656. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2021.112656>
- Pearson, W., Schmidtke, L., Francis, I. L. & Blackman, J. W. (2020). An investigation of the Pivot© Profile sensory analysis method using wine experts: comparison with descriptive analysis and results from two expert panels. *Food Quality and Preference*, 83, 103858. <https://doi.org/10.1016/j.foodqual.2019.103858>
- Ramirez, J. L., Du, X., & Wallace, R. W. (2020). Investigating sensory properties of seven watermelon varieties and factors impacting refreshing perception using quantitative descriptive analysis. *Food Research International*, 138, 109681. <http://doi.org/10.1016/j.foodres.2020.109681>
- Rocha-Arrellano, J. A. (2010). *Preferencia y consumo de vino mexicano por jueces consumidores en la ciudad de Saltillo, Coahuila* [Tesis Licenciatura]. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro.
- Sadras, V. O., Petrie, P. R., & Moran, M. A. (2012). Effects of elevated temperature in grapevine. II juice pH, titratable acidity and wine sensory attributes. *Australian Journal of Grape and Wine Research*, 19(1), 107–115. <https://doi.org/10.1111/ajgw.12001>
- Seisonen, S., Vene, K., & Koppel, K. (2016). The current practice in the application of chemometrics for correlation of sensory and gas chromatographic data. *Food Chemistry*, 210, 530-540. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2016.04.134>
- Sherman, E., Greenwood, D. R., Villas-Boas, S. G., Heymann, H., & Harbertson, J. F. (2017). Impact of grape maturity and ethanol concentration on sensory properties of Washington State Merlot Wines. *American Journal of Enology and Viticulture*, 68, 16076. <https://doi.org/10.5344/ajev.2017.16076>

- Sherman, E., Harbertson, J. F., Greenwood, D. R., Villas-Bôas, S. G., Fiehn, O., & Heymann, H. (2018). Reference samples guide variable selection for correlation of wine sensory and volatile profiling data. *Food Chemistry*, *267*, 344–354. <http://doi.org/10.1016/j.foodchem.2017.10.073>
- Shmueli, G., Sarstedt, M., Hair, J. F., Cheah, J., Ting, H., Vaithilingam, S., & Ringle, C. M. (2019). Predictive model assessment in PLS-SEM: Guidelines for using PLSpredict. *European Journal of Marketing*, *53*(11), 2322–2347. [https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract\\_id=3471205](https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=3471205)
- Siebert, T. E., Stamatopoulos, P., Francis, I. L., & Darriet, P. (2021). Sensory-directed characterisation of distinctive aromas of Sauternes and Viognier wines through semi-preparative liquid chromatography and gas chromatography approaches. *Journal of Chromatography, A*, *1637*, 461803. <http://doi.org/10.1016/j.chroma.2020.461803>
- Siebert, T. E., Barker, A., Pearson, W., Barter, S. R., de Barros, M. A., Darriet, P., Herderich, M. J., & Francis, I. L. (2018). Volatile compounds related to “Stone Fruit” aroma attributes in Viognier and Chardonnay Wines. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, *66*(11), 2838–2850. <http://doi.org/10.1021/acs.jafc.7b05343>
- Souza-Gonzaga, L., Capone, D. L., Bastian, S. E. P., Danner, L., & Jeffery, D. W. (2020). Sensory typicity of regional Australian Cabernet Sauvignon wines according to expert evaluations and descriptive analysis. *Food Research International*, *138*, 109760. <http://doi.org/10.1016/j.foodres.2020.109760>
- Spence, C. (2019). Perceptual learning in the chemical senses: a review. *Food Research International*, *123*, 746–761. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2019.06.005>
- Staub, C., Michel, F., Bucher, T., & Siegrist, M. (2019). How do you perceive this wine? Comparing naturalness perceptions of Swiss and Australian consumers. *Food Quality and Preference*, *79*, 103752. <https://doi.org/10.1016/j.foodqual.2019.103752>
- Stone, H., Bleibaum, R. N., & Thomas, H. A. (2021). Descriptive analysis. En H. Stone, R. N. Bleibaum & H. A. Thomas (Authors), *Sensory Evaluation Practices* (pp. 235–295). <https://doi.org/10.1016/b978-0-12-815334-5.00001-x>
- Tabary, C., Miège, M., Brémaud, D., Carvalho, L., & Vincenzi, F. (2021). A tool to help the panel leader to best monitor a sensory panel performance. *Journal of Sensory Studies*, *36*(1), e12613. <https://doi.org/10.1111/joss.12613>
- Tenenhaus, M., Pagès, J., Ambroisine, L., & Guinot, C. (2005). PLS methodology to study relationships between hedonic judgements and product characteristics. *Food Quality and Preference*, *16*(4), 315–325. <https://doi.org/10.1016/j.foodqual.2004.05.013>
- Tomic, O., Forde, C., Delahunty, C., & Næs, T. (2013). Performance indices in descriptive sensory analysis – A complimentary screening tool for assessor and panel performance. *Food Quality and Preference*, *28*(1), 122–133. <https://doi.org/10.1016/j.foodqual.2012.06.012>
- Varela, P., & Ares, G. (2012). Sensory profiling, the blurred line between sensory and consumer science. a review of novel methods for product characterisation. *Food Research International*, *48*(2), 893–908. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2012.06.037>
- Vázquez-Elorza, A., Borrego-Pérez, N. C., Herrera-García, A. F., & Sánchez-Osorio, E. (2022). La industria vitivinícola mexicana en el siglo XXI: retos económicos, sociales y ambientales (1ª ed.). Centro de Investigación y Asistencia en Tecnología y Diseño del Estado de Jalisco A. C. <https://ciatej.mx/el-ciatej/comunicacion/Noticias/La-industria-vitivinicola-de-Mexico-en-el-siglo-XXI/288>
- Worch, T., & Piqueras-Fiszman, B. (2015). Contributions to assess the reproducibility and the agreement of respondents in CATA tasks. *Food Quality and Preference*, *40*, 137–146. <https://doi.org/10.1016/j.foodqual.2014.09.007>
- Zhao, P., Gao, J., Qian, M., & Li, H. (2017). Characterization of the key aroma compounds in Chinese Syrah wine by Gas Chromatography-Olfactometry-Mass Spectrometry and aroma reconstitution studies. *Molecules*, *22*(7), 1045. <http://doi.org/10.3390/molecules22071045>
- Zhu, L. X., Zhang, M. M., Xiang, X. F., Lan, Y. B., Shi, Y., Duan, C., & Zhang, R. L. (2021). Aromatic characterization of traditional Chinese wine Msalais by partial least-square regression analysis based on sensory quantitative descriptive and odor active values, aroma extract dilution analysis, and aroma recombination and omission tests. *Food Chemistry*, *361*, 129781. <http://doi.org/10.1016/j.foodchem.2021.129781>