



Hot Science

La química del vino tinto: compuestos responsables del color, aroma y sabor

Wine chemistry: compounds responsible for color, aroma, and flavor

Resumen

El vino es una bebida que se obtiene de la fermentación alcohólica de los mostos de las uvas *Vitis vinífera* y posee una gran cantidad de compuestos químicos que son responsables de los diferentes atributos sensoriales como color, aroma, gusto, sabor y sensaciones en boca. Entre los compuestos más destacables están las antocianinas como responsables del color de los vinos tintos y rosados, los taninos como las moléculas que producen amargor y astringencia, la glucosa y la fructosa como causantes del dulzor y diversos compuestos volátiles como los norisoprenoides, los alcoholes superiores y los ésteres como responsables de diferentes aromas.

Palabras clave: *Vino tinto, perfil sensorial, fermentación.*

Summary

Wine is a beverage obtained from the alcoholic fermentation of *Vitis vinífera* grape musts. It contains many chemical compounds responsible for various sensory attributes such as color, aroma, taste, flavor, and mouthfeel. Among the most remarkable compounds are anthocyanins, which are responsible for color of red and rosé wines; tannins, which are the molecules that produce bitterness and astringency; glucose and fructose, which cause sweetness; and various volatile compounds such as norisoprenoids, higher alcohols, and esters, which are responsible for different aromas.

Keywords: *Red wine, sensory profile, fermentation.*

Miguel Ángel Hernández-Carapia
José Ramón Verde-Calvo*
Frida Pura Malpica-Sánchez

Laboratorio de Enología y Alimentos Fermentados,
Departamento de Biotecnología,
Universidad Autónoma Metropolitana-Iztapalapa,
CDMX, México.

*Autor para la correspondencia:
jrvic@xanum.uam.mx

El vino es una bebida alcohólica cuyo consumo en México se ha incrementado de manera considerable durante las últimas dos décadas. De acuerdo con la Organización Internacional de la Viña y el Vino (OIV), su consumo per cápita en México pasó de 0.5 L en 2005 a 1.5 L en 2023. Este incremento refleja un mayor interés por parte de los mexicanos por esta bebida, por lo que se considera necesario poner a disposición de los consumidores información que complemente la ofrecida por los expertos del vino en el ámbito gastronómico, los *sommeliers*.

El vino se define como una bebida que se obtiene de la fermentación alcohólica de los mostos (jugos) de uvas de la especie *Vitis vinífera*, con o sin la presencia de sus hollejos (pieles) [1]. Esta definición abarca tanto a los vinos tintos, que se fermentan en presencia de los hollejos de las uvas, como a los vinos blancos y rosados, que se fermentan sin estos.

Las variedades de uva de la especie *Vitis vinífera* pueden clasificarse en tres grupos: blancas (pulpa blanca y hollejos amarillentos o

verdosos), tintas (pulpa blanca y hollejos púrpuras, rojizos o azulados) y tintoreras (pulpa púrpura-rojiza y hollejos pigmentados como las uvas tintas). Si bien una misma variedad, hablando de uvas tintas, puede emplearse para obtener los tres tipos de vino mencionados, el proceso de elaboración es diferente, lo cual impacta en el perfil sensorial de cada uno de ellos. Pero ¿qué compuestos son los responsables del color, aroma y gusto del vino tinto?

1. Color

Uno de los primeros aspectos que se evalúa en una cata de vino es el color (Figura 1). Las antocianinas son el grupo de pigmentos responsables del color de las uvas tintas y, por consecuencia, de los vinos tintos y rosados. Estos mismos compuestos son responsables del color de productos vegetales como las fresas, las zarzamoras, la col morada, el maíz azul y rojo, y de flores tales como las rosas rojas o las violetas, por mencionar algunas. El que un vino tenga tonalidades púrpuras o rojizas dependerá, principalmente, de la antocianina prevaleciente, así como del pH. En términos generales, la antocianina que se encuentra en mayor proporción en las uvas tintas es la malvidina-3-glucósido. Por otro lado, la intensidad del color dependerá, en mayor medida, de su concentración en el vino.

2. Aroma

Los aromas del vino se clasifican en tres grupos: primarios o varietales, que provienen de la uva, secundarios o de fermentación y terciarios o de maduración. Entre los primarios tenemos a un grupo de moléculas conocidas como norisoprenoides que, dependiendo del compuesto y de su concentración en el vino, pueden producir aromas a flores o bayas; ejemplo de estos compuestos son la β -ionona y la β -da-



Figura 1. Evaluación del color en un vino tinto.

mascenona. Otros compuestos característicos en algunas variedades de uvas pertenecen a un grupo de volátiles conocidos como ésteres. Entre estos están el acetato de etilo, hexanoato de etilo y cinamato de etilo, los cuales pueden producir, entre otros aromas, notas de grosella negra, zarzamora o cereza, respectivamente [2]. Los aromas secundarios son aquellos producidos por las levaduras durante la fermentación alcohólica. Ejemplos de éstos son los ésteres como el acetato de isoamilo (aroma a plátano), el acetato de 2-feniletilo (aroma floral o a miel) y el acetato de etilo (aroma frutal, o a solvente cuando está en exceso); los alcoholes superiores (llamados así por tener más carbonos que el alcohol más común: el etanol) como el 3-metil-1-butanol y el 2-metil-1-butanol (ambos con aromas frutales o alcohólicos), o el 2-feniletanol (aroma a rosas) ; y los aldehídos como el acetaldehído (aroma a manzana inmadura) o el fenilacetaldehído (aroma a miel o floral). Finalmente, los aromas que únicamente tienen los vinos que fueron sometidos a maduración, ya sea en barrica, en botella o en ambos. Entre estos tenemos a los fenoles volátiles como el siringol, el guayacol, la vainillina y el eugenol, que son producto de la degradación de la madera de la barrica por efecto del tostado [3] y



Figura 2. (Imagen creada con IA). Moléculas de algunos de los compuestos que se pueden encontrar en el vino tinto: a) ácido tartárico, b) glucosa, c) β -ionona, d) vainillina, e) acetato de 2-feniletilo, f) acetato de isoamilo.

que aportan al vino notas de ahumado los dos primeros, a vainilla y notas especiadas o a clavo los dos últimos, respectivamente.

3. Gusto

Dulzor

El gusto dulce del vino (uno de los 5 gustos básicos junto con el ácido, el amargo, el salado y el umami) es producido por los azúcares que no fueron consumidos por las levaduras durante la fermentación alcohólica. La fructosa y la glucosa son los azúcares más abundantes en las uvas y los principales responsables del dulzor en los vinos. No obstante, en los vinos secos (aquéllos que tienen no más de 4 g de azúcares por litro [1]) otros azúcares conocidos como pentosas, que no son aprovechados por las levaduras, pueden llegar a representar un porcentaje considerable de los azúcares residuales pues su contenido en los vinos puede ir de 0.4 a 2 g L⁻¹ [4].

Acidez

La acidez del vino está dada principalmente por el ácido tartárico (el ácido característico del tamarindo y el más abundante en las

uvas maduras) y, en menor medida, por el ácido málico (ácido predominante en las manzanas y las uvas no maduras). Un tercer ácido que puede tener protagonismo en los vinos (generalmente en los tintos) es el láctico, el cual está presente en los vinos que tuvieron una fermentación malo-láctica. En ella, las bacterias lácticas consumen el ácido málico (agresivo para el paladar) y lo convierten en un ácido más amable para el gusto: el ácido láctico.

Amargor

El amargor es otro gusto básico que es común percibir en el vino, principalmente en los tintos. Este es causado por unos compuestos llamados taninos condensados que están presentes en las uvas (mayormente en los hollejos y en las semillas) y su intensidad dependerá de su concentración en el vino, así como del tamaño de las moléculas (grado de polimerización). Los taninos más amargos son aquéllos que tienen de 4 a 5 unidades de catequinas (las moléculas que a manera de eslabón se unen para formar a los taninos condensados), pero a medida que la molécula crece su capacidad de causar amargor disminuye [5].

4. Sensaciones en boca (sensaciones táctiles)

Cuerpo

El cuerpo del vino (qué tan ligero o pesado se percibe en la boca) dependerá de diferentes compuestos que se encuentren disueltos en él (etanol, taninos, antocianinas, azúcares, glicerol, ácidos orgánicos, etc.). Los vinos tintos tienen una mayor concentración de algunos de estos compuestos, como las antocianinas y los taninos, debido a que es mayor el tiempo de



Figura 3. Fermentación del mosto en contacto con las partes sólidas de la uva (hollejos y semillas) para elaboración de vino tinto.

contacto con los hollejos durante su proceso de elaboración (Figura 3). Por tal motivo, estos vinos tendrán un mayor cuerpo y se percibirán más pesados en la boca que un vino blanco o un vino rosado cuyo tiempo de contacto con los hollejos de las uvas es realmente breve.

Astringencia

La astringencia, así como la pungencia (picor) que causan los chiles o la frescura de la menta, es una sensación que se percibe a través del nervio trigémino [6] y puede describirse como una sensación de sequedad o de aspereza en la boca. Esta también es causada por los taninos que contiene el vino, los cuales interactúan con las proteínas de la saliva que son responsables de la consistencia tipo “gel” y de su efecto lubricante en la cavidad oral. Los taninos, al interactuar con esas proteínas, las atraen y aglomeran como si de un imán se tratara, las sacan de la solución acuosa que es la saliva y ésta pierde el efecto lubricante, lo cual se traduce en esa sensación de sequedad y aspereza. Esta sensación es característica de los vinos tintos, que al estar en contacto un mayor tiempo con los hollejos y las pepitas de

las uvas contienen una cantidad mucho mayor de taninos que los vinos blancos o los vinos rosados, en los cuales la astringencia, más que una característica, sería un defecto. De igual forma que el amargor, la intensidad de la astringencia está directamente relacionada con la concentración de estos compuestos en el vino, así como del tamaño de las moléculas. Los taninos más astringentes son los que tienen de 9 a 11 unidades de catequinas, pero también a medida que se añaden más eslabones a la ca-

dena de los taninos su capacidad de causar astringencia disminuye [5] y entonces se convierten en esos taninos “elegantes” o “maduros” de los que hablan los *sommeliers*.

Calidez

La calidez es otra sensación percibida directamente en la mucosa de la cavidad oral y es causada por el etanol, el alcohol más abundante en el vino y en todas las bebidas alcohólicas. La intensidad de esta sensación dependerá de su concentración en el vino, así como de qué tan bien equilibrado se encuentre con otros componentes del vino como la acidez, el dulzor o la astringencia. Esta intensidad puede ir desde ligera que pueda describirse como “cálido”, más potente que se perciba como “caliente” o puede ser tan agresivo con la mucosa oral que el descriptor apropiado sea “quemante”.

5. Sabor

Finalmente, el sabor del vino es la combinación e interacción de las diferentes sensaciones olfativas, gustativas y las táctiles, que son percibidas a través del nervio trigémino [7].

Pueden presentarse algunas notas aromáticas en la boca que se perciben por la vía ortonasal (los orificios de la nariz), así como algunas otras no detectadas durante la inspección olfativa, algo que se conoce como aroma en boca, que es percibido por la vía retronasal (los orificios que tenemos en la parte posterior del paladar). Estos aromas son los responsables de que un vino tenga sabores afrutados, herbales, especiados, amaderados, etc.

Como se pudo observar el vino es una mezcla sumamente compleja de diferentes componentes que se van incorporando o produciendo en las diferentes etapas de su elaboración y en la que cada uno contribuye con el perfil sensorial del producto final. Con esto se obtiene una bebida que si, en lugar de sólo tomarse, se degusta percibiendo detenidamente sus diversos atributos sensoriales, es capaz de producir una amplia gama de sensaciones que pueden hacer más placentera la experiencia. Con lo cual, empleando el vocabulario correcto, puede ser descrita de tal forma que casi cualquier persona sea capaz de imaginar su perfil sensorial sin haberlo probado. **iBIO**

Agradecimientos

Los autores del presente artículo expresamos nuestro agradecimiento a la ingeniera en alimentos Andrea Karen Arellano López por su colaboración en la imagen que muestra la evaluación del color en el vino tinto (Figura 1).

Referencias

- [1] Secretaría de Economía (SE). (2017). *NOM-199-SC-FI-2017: Bebidas alcohólicas-Denominación, especificaciones fisicoquímicas, información comercial y métodos de prueba*. SE. <https://archivos.juridicas.unam.mx/www/bjv/libros/13/6016/4.pdf>
- [2] Kemp, B. (2010). *The effect of the timing of leaf removal on berry ripening, flavour and aroma compounds in Pinot Noir wine* [Tesis doctoral, Lincoln University, PA, USA]. <https://researcharchive.lincoln.ac.nz/server/api/core/bitstreams/4901072f-965c-4447-a040-2a5ded-d8e557/content>
- [3] Liu, S., Lou, Y., Li, Y., Zhao, Y., Laaksonen, O., Li, P., Zhang, J., Battino, M.A., Yang, B., & Gu, Q. (2023). Aroma characteristics of volatile compounds brought by variations in microbes in winemaking. *Food chemistry*, 420, 136075. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2023.136075>
- [4] Wilkes, E. (2016). Measuring sugars in wine. *Technical Review: AWRI*, 223: 9-11. https://www.awri.com.au/wp-content/uploads/2011/07/Technical_Review_Issue_223_Wilkes.pdf
- [5] Moreno, J., Peinado, R. (2012). Chapter 5: Polyphenols. En J. Moreno, R. Peinado (Eds.), *Enological Chemistry* (1ª ed., pp. 54-76). Elsevier. DOI: <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-388438-1.00001-7>
- [6] Cayeux, I., Saint-Léger, C., Starkenmann, C. (2023). Trigeminal Sensations to enhance and enrich flavor perception - Sensory Approaches. *Clinical Nutrition Open Science* 47, 64-73. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.nutos.2022.11.007>
- [7] Organización Internacional de la Viña y el Vino (OIV). (2015). *Review document on sensory analysis of wine*. <https://www.oiv.int/public/medias/3307/review-on-sensory-analysis-of-wine.pdf>