Título	La lágrima del vino: tensión superficial, color y composición en la copa
Concepto físico	Tensión superficial. Efecto Marangoni. Absorción de luz. Óptica del color.
Enlaces	Link 1 (Efecto Marangoni) Link 2 (Espectrofotometría del vino)

Explicación teórica

Cuando se hace girar suavemente una copa de vino y luego se detiene, el vino que ha subido por las paredes internas desciende lentamente formando unas gotas alargadas que los catadores denominan lágrimas o piernas del vino. Observar estas lágrimas, junto con el color del vino en el centro de la copa y especialmente en el borde más delgado, es el primer paso en el análisis organoléptico profesional. Lo que pocos saben es que toda esta información visual tiene una explicación física precisa: la tensión superficial, el efecto Marangoni, la absorción selectiva de la luz y la química de los pigmentos del vino.

El efecto Marangoni: por qué suben y bajan las lágrimas

La formación de las lágrimas del vino es consecuencia directa del efecto Marangoni, que describe el flujo de un líquido desde zonas de baja tensión superficial hacia zonas de alta tensión superficial. En el vino, los dos componentes principales son el agua y el etanol. La tensión superficial del etanol (~22 mN/m) es significativamente menor que la del agua (~72 mN/m): el etanol reduce la tensión superficial de la mezcla acuosa en proporción a su concentración.

Cuando el vino moja la pared de la copa y forma una capa fina, el etanol se evapora más rápidamente que el agua porque es más volátil (tiene mayor presión de vapor). En el borde superior de la película, donde la capa es más delgada y la evaporación más intensa, la concentración de etanol disminuye localmente y la tensión superficial aumenta. Esta diferencia de tensión superficial entre el borde (alta tensión, poca concentración de etanol) y la parte inferior de la película (baja tensión, mayor concentración de etanol) genera un gradiente que arrastra el líquido hacia arriba, contra la gravedad. El líquido se acumula en el borde hasta que su peso supera la fuerza capilar y cae en forma de lágrima.

El grosor, la velocidad y la frecuencia de las lágrimas dependen del gradiente de tensión superficial, que a su vez depende de la concentración de etanol, de la presencia de glicerol (un alcohol trivalente producido durante la fermentación que aumenta la viscosidad y la tensión superficial) y de azúcares residuales. Un vino con mucho alcohol produce lágrimas abundantes y rápidas porque el gradiente de tensión superficial es grande. Un vino con mucho glicerol produce lágrimas lentas y gruesas porque la viscosidad frena su descenso.

La tensión superficial en el borde de la copa: el ángulo de contacto

La forma en que el vino moja la copa también revela información. El ángulo de contacto entre el líquido y el vidrio de la copa depende de la tensión superficial del vino y de la energía superficial del vidrio. Los vinos con alto contenido en alcohol mojan mejor el vidrio (ángulo de contacto menor) y ascienden más por las paredes, dejando una película más extensa antes de formar las lágrimas. Los vinos con mucha azúcar o glicerol tienen mayor tensión superficial y mojan algo menos, aunque la mayor viscosidad compensa formando lágrimas más persistentes.

La copa también importa: una copa con la superficie interior perfectamente limpia y sin huellas grasas favorece un mojado uniforme y lágrimas regulares. Las huellas de grasa hacen que el vidrio tenga menos afinidad por el vino en esas zonas, de modo que el líquido no se extiende de forma uniforme y el patrón de las lágrimas se altera. Este es el motivo por el que los sommeliers sostienen las copas de cata exclusivamente por el pie.

El color del vino: absorción de luz y química de los pigmentos

El color del vino es resultado de la absorción selectiva de ciertas longitudes de onda de la luz visible por los pigmentos disueltos en él. El color que percibimos es el complementario de las longitudes de onda absorbidas: un vino que absorbe en el verde-amarillo (550–580 nm) nos parece rojo; uno que absorbe en el azul (430–480 nm) nos parece amarillo dorado.

Los pigmentos principales de los vinos tintos son las antocianinas, compuestos fenólicos que se extraen de la piel de la uva durante la maceración. Las antocianinas son especialmente sensibles al pH: en medio ácido (pH bajo) adoptan una forma catiónica de color rojo-azulado, mientras que en medio menos ácido tienden a formas menos coloreadas o de tonalidades más anaranjadas. Durante el envejecimiento del vino, las antocianinas libres se polimerizan con los taninos, formando pigmentos más estables de color granate que no se decoloran con los cambios de pH y son responsables del característico color teja de los vinos de crianza.

La observación del color en el borde de la copa es especialmente informativa porque la capa de vino es muy fina (fracciones de milímetro), lo que reduce el recorrido óptico y permite ver el color con mucho menos pigmento absorbiendo. En vinos jóvenes, el borde fino muestra el color real de las antocianinas libres a ese pH, típicamente violáceo o azulado. En vinos evolucionados, la ausencia de antocianinas libres hace que el borde sea teja, anaranjado o incluso incoloro, revelando la edad y el estado de evolución del vino con mucha más claridad que el centro de la copa, donde la capa es tan gruesa que absorbe prácticamente toda la luz en cualquier caso.

Interpretación de las lágrimas del vino: física y enología

Característica de las lágrimas	Causa física	Propiedad del vino asociada	Lo que indica al catador
Lágrimas lentas y gruesas	Alta tensión superficial residual + alta viscosidad	Alto contenido en glicerol y azúcares residuales	Vino con cuerpo, posiblemente dulce o muy maduro
Lágrimas rápidas y finas	Efecto Marangoni intenso por alto gradiente de tensión superficial	Alto contenido alcohólico	Vino con alta graduación; el alcohol se evapora rápido en el borde
Muchas lágrimas muy juntas	Gran diferencia de tensión superficial entre borde y centro	Alto alcohol y buena cantidad de glicerol	Vino estructurado, con cuerpo y alcohol elevado

Pocas o ninguna lágrima	Pequeño gradiente de tensión superficial	Bajo contenido alcohólico o vino muy ligero	Vino joven, ligero, posiblemente de baja graduación



Lágrimas del vino descendiendo por la copa con detalle del borde

Fuente: Wikimedia Commons



Comparación del color en el borde de vinos jóvenes vs. envejecidos

Fuente: Vinetur

Preguntas de reflexión

1. Un vino de 14% de alcohol y otro de 11% se sirven en la misma copa a la misma temperatura. ¿Cuál producirá más lágrimas y por qué? ¿Qué magnitud física es la responsable directa de la diferencia?
2. El efecto Marangoni que produce las lágrimas del vino es el mismo principio que hace que una gota de jabón colocada sobre agua en movimiento se desplace. ¿Puedes explicar en ambos casos cuál es la zona de alta tensión superficial, cuál la de baja, y en qué dirección fluye el líquido?
3. El borde de un vino tinto joven es violáceo, mientras que el de un vino de 15 años en botella es teja anaranjado. ¿Qué ha ocurrido químicamente con las antocianinas durante esos 15 años? ¿Por qué el borde revela este cambio mejor que el centro de la copa?
4. Un vino blanco de Jerez (fino) tiene un color dorado intenso a pesar de no tener antocianinas. ¿Qué tipo de reacciones químicas son responsables de ese color? ¿Qué tienen en común con el pardeamiento que aparece en una manzana cortada o en la corteza del pan?

Autores: Pascual Sevillano, Francisco José Torcal y Fernando Blesa. Dpto. de Física Aplicada. Universidad de Zaragoza.