

Compuestos azufrados

# Su impacto negativo en el aroma de los vinos

Consuelo **Ceppi de Lecco** ceppidelecco@uc.cl  
 Andrea **Belancic**  
 Departamento de Fruticultura y Enología

Los compuestos azufrados volátiles, principalmente mercaptanos, son responsables de los defectos conocidos como aromas reducidos en el vino o defecto de “reducción”.

Es importante hacer notar que algunos de estos compuestos lejos de ser un peligro para la calidad del vino constituyen parte de su carácter varietal, por lo que eliminar indiscriminadamente los compuestos azufrados puede conllevar una pérdida de las características intrínsecas y particulares de un vino dado.

El término reducción se usa, en general, para describir un defecto en los vinos debido a la presencia de algunos compuestos azufrados volátiles (VSC - volatile sulfur compounds). Se debe, básicamente, a la falta de oxígeno durante gran parte de la fabricación del vino. Son estas condiciones reductivas, en las cuales el oxígeno ha sido parcial o totalmente removido, las que pueden favorecer el desarrollo de compuestos azufrados odoríferos. Desde ahí comienza y se acuña el término vino reducido.

Si esta reducción ocurre antes del embotellado, el aporte de oxígeno puede

Los enólogos tienen el desafío de manejar prudentemente los compuestos azufrados, puesto que en concentraciones adecuadas son positivos, pero se tornan desagradables si sobrepasan un cierto límite. Todo depende de las preferencias de los consumidores y del tipo o estilo de vino que se desea producir.

corregir el defecto. Es importante destacar que estos compuestos azufrados también pueden desarrollarse en vinos aun en condiciones no reductivas, por lo que, en esta etapa, una oxigenación puede resultar en un vino oxidado con aromas azufrados. Por esto, no es muy correcto hablar de vino reducido para referirse al defecto aromático asociado a estos compuestos y más bien se suele hablar de compuestos azufrados volátiles que causan aromas desagradables.

Los compuestos azufrados también se pueden formar durante el almacenamiento de los vinos y esto dependiendo del tipo de tapón o cierre utilizado. Algunos de ellos permiten una baja oxigenación y, por lo tanto, pueden contribuir con la formación de algunos de estos compuestos durante la estancia de los vinos en botella.

El manejo de los compuestos azufrados volátiles en un vino es una espada de doble filo. Por una parte, algunos compuestos azufrados contribuyen con aromas defectuosos impartiendo características negativas a los vinos como el H<sub>2</sub>S; y otros como el 3-mercaptohexanol y su acetato entregan características positivas, aumentando



las notas frutosas y a frutas tropicales. En general, estos compuestos aunque positivos desde un punto de vista global deben ser manejados prudentemente, puesto que deben encontrarse en concentraciones adecuadas ya que pueden volverse menos agradables a concentraciones elevadas y dependiendo de las características del vino. El desafío para los enólogos es enorme puesto que deben tratar de modular la concentración de estos compuestos de acuerdo a las preferencias de los consumidores y del tipo o estilo de vino que desean producir.

### 1. Compuestos azufrados en vinos

Los compuestos azufrados que normalmente se encuentran en los vinos pueden clasificarse en cinco grupos de acuerdo a su estructura química: tioles, sulfuros, polisulfuros, tioésteres y compuestos heterocíclicos. Algunos autores separan los VSC en dos grupos principales: los compuestos livianos o de menor punto de ebullición (<90°C), comprendiendo principalmente tioles; y los compuestos pesados o de ma-

yor punto de ebullición, que consisten principalmente en los sulfuros y disulfuros.

Una porción de los VSC de bajo peso molecular contribuyen con aromas indeseables descritos normalmente como reducido, cebolla, espárrago, goma quemada, ajo, verduras enlatadas, col podrida, etc. (tabla 1). Algunos compuestos azufrados específicos se pueden ligar a estos descriptores, como es el caso del H<sub>2</sub>S (ácido sulfhídrico) para el huevo podrido, ajo o cebolla podrida para el metanetiol (MetSH), y espárragos cocidos o enlatados para el dimetil sulfuro (DMS). Aunque el DMS se asocia a aromas indeseados cuando se encuentra en cantidad elevada, en bajas concentraciones puede contribuir con aromas agradables a cassis y notas frutosas.

### Análisis y cuantificación de VSC en vinos

Dada la diversidad de compuestos azufrados a analizar, diferencias en estructura química y composición existen

distintos métodos extractivos y de cuantificación utilizados por diversos autores.

Respecto de la extracción se utilizan entre otros extracción líquido-líquido con diferentes solventes orgánicos o mezclas de ellos, columnas específicas para atrapar tioles, Headspace (HS), microextracción en fase sólida (SPME). Para la separación y detección de los compuestos azufrados se utiliza normalmente cromatografía gaseosa (GC) o líquida (HPLC) con distintos detectores FPD (detector fotométrico de llama), SCD (detector de quimiluminiscencia para azufre), AED (detector de emisión atómica) y detector de espectrometría de masa (MS o MS/MS). Para la cuantificación existen distintas estrategias. Las más utilizadas incluyen la utilización de estándares internos, principalmente deuterados (dilución isotópica: stable isotopic dilution assay), para una cuantificación más precisa.

### Posibles causas del problema, prevención y tratamientos

Algunas de las principales causas del problema son:

1. Residuos de pesticidas o compuestos azufrados por tratamiento de las vides.
2. Turbidez elevada de los mostos.
3. Cepa de levadura utilizada en la fermentación. Estrés fermentativo.
4. Deficiencias de nitrógeno en el mosto o de otros nutrientes.
5. Aireación inadecuada durante la fermentación.
6. Contacto largo con lías, sobre todo lías gruesas.
7. Tapones en botellas que limitan la oxigenación de los vinos.

El ácido sulfhídrico (H<sub>2</sub>S), el más volátil de los VSC, es producido por las levaduras durante la fermentación puesto que es el precursor para la biosíntesis de aminoácidos importantes (cisteína, metionina, glutatión), para el metabolismo y crecimiento celular de las mismas. La

TABLA 1: Principales compuestos azufrados aromáticos en vinos, características y umbrales de percepción.

	Origen	Valores medios en vino	Umbral de percepción	Olor
Disulfuro de carbono	fermentativo	2-2,5	30 µg/L	-
Sulfuro de hidrógeno (H <sub>2</sub> S)	fermentativo	0,3-17 µg/L	1 µg/L	Huevo podrido
Metanotiol	fermentativo	0-5 µg/L	0,3 µg/L	Huevo podrido, col hervida
Etanotiol (etil mercaptano)	fermentativo	0-10 µg/L	0,1 µg/L	Huevo podrido, cebolla, gas
Dimetildisulfuro	Fermentativo oxidación	0-2,5 µg/L	2 µg/L	Cebolla
Dimetilsulfuro	varietal	0-500 µg/L	25 µg/L	Cebolla
2-etiltiopropanol (metionol)	fermentativo	150-2400 µg/L	1500 µg/L	Cebolla, papa
2-mercaptoetanol	fermentativo	70-125 µg/L	130 µg/L	Cuadra
acetato de metiltiopropanol	fermentativo	1-15 µ/L	1200 µg/L	Fruta
3-metil tiopropanoato de etilo	fermentativo	1-6 µg/L	-	Piña
4-metil-4-mercaptopentan-2-ona	varietal	0-50 ng/L	0,8 ng/L	Boj
3-mercaptohexanol	varietal	10-5000 ng/L	60 ng/L	Cebolla, papa
acetato de mercaptohexanol	varietal	0-400 ng/L	4 ng/L	Cítrico
Furfuriltiol	Fermentativo / barrica	0-50 ng/L	0,4 ng/l	Madera ahumada, café
Bencenmetanotiol		30-400 ng/L	0,3 ng/L	Ahumado

cepa de levadura, así como las condiciones de la fermentación, pueden ser los principales factores en la acumulación de H<sub>2</sub>S en el vino.

Otros factores que afectan esta formación son, también, la cantidad de nitrógeno disponible en el mosto y su clarificación. Un exceso de este compuesto en el vino puede conllevar a la formación de otros VSC como metanetiol, etanetiol y sus acetatos, que también imparten aromas desagradables al vino de alta concentración y que poseen bajos umbrales de percepción olfativa.

### Manejo de los compuestos azufrados en vinificación

Algunos VSC pueden ser removidos del vino por tratamiento con cobre, principalmente H<sub>2</sub>S, metanetiol y etanetiol, no siendo efectivo para la remoción de los disulfuros y tioacetatos.

La aireación no es una práctica adecuada pues puede conllevar a la formación de los sulfuros y disulfuros que son más complicados de eliminar. Los disulfuros pueden reducirse adicionando ácido ascórbico seguido de sulfato de cobre. Es una reacción lenta que puede llevar algunos meses.

Es importante el control de los mostos, midiendo el nitrógeno asimilable (YAN), controlando la turbidez, el tipo de cepa de levadura utilizada, la cantidad de SO<sub>2</sub> adicionado y optimizando el manejo de oxígeno durante la fermentación.

En resumen, las acciones a considerar en la vinificación son:

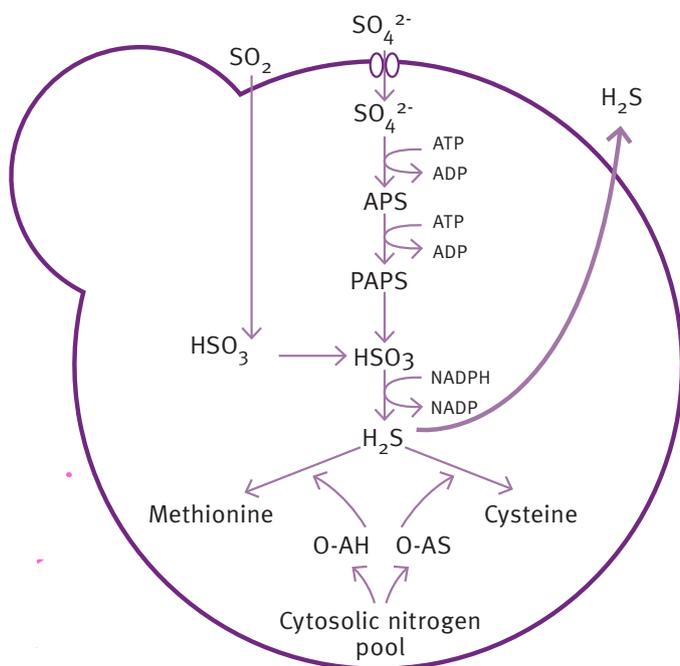
- Oxígeno: aireación y microoxigenación
  - Aporte puntual
  - Aporte lento
  - Importante temperatura

- Tratamiento con cobre
  - Sulfato de Cu, citrato de Cu, solución cupro tánica.
- Tratamiento con lías frescas.
- Aporte controlado de pequeñas cantidades de oxígeno mediante un microdifusor poroso de forma continua y lenta. Se debe evitar la acumulación.
- Estabilización del color.
- Disminución de olores azufrados y sabores herbáceos.
- Solo sirve para tioles no para sulfuros o disulfuros.



### Conclusiones

- En el vino coexisten gran cantidad de compuestos azufrados, la mayoría con impacto negativo de calidad, pero algunos importantes en las características varietales y notas positivas.
- Su umbral de percepción es bajo y pueden afectar en forma diferencial la calidad del vino según su concentración y el tipo de producto.
- Son complejos de medir debido a su baja concentración y alta reactividad.
- Existen distintas estrategias para medir su concentración en vinos.
- Es importante la acción de la levadura (cepa utilizada).
- Las características nutricionales de la uva son fundamentales, principalmente el contenido de nitrógeno.
- Si existen problemas, se pueden tratar de solucionar mediante aireación o aporte de O<sub>2</sub> en forma lenta (micro-oxigenación). Se puede tener problemas con tioles varietales y con reversibilidad de oxidación de azufrados de aroma negativo.
- El tratamiento con cobre puede disminuir los azufrados, pero no es selectivo, afecta también tioles varietales.



Appl Microbiol Biotechnol (2007) 74:954-960  
DOI 10.1007/s00253-006-0828-1

La bibliografía la puede encontrar en <http://agronomia.uc.cl/AyF>