

# AMINAS BIÓGENAS en el VINO. ESTRATEGIAS para EVITAR su GENERACIÓN

Texto y fotos: **Eva NAVASCUÉS LÓPEZ-CORDÓN**  
Área Biotecnología de Agrovín

## Resumen

La presencia de las aminas biógenas constituye un problema de actualidad vigente por afectar a la seguridad alimentaria. Están presentes en alimentos y bebidas de origen fermentativo, entre otros en el vino. En este artículo, se describen las aminas biógenas, el momento en que aparecen, cómo influye su presencia en el vino y cómo prevenir su aparición.

**Palabras clave:** Aminas biógenas, Histamina, Prevención, Seguridad alimentaria.

## Abstract

C

**Key words:** A

## Introducción

Las aminas biógenas se relacionan con incidentes fisiológicos que afectan a la salud. Están presentes en alimentos y bebidas de origen fermentativo (queso, cerveza, embutidos), así como en alimentos mal conservados (pescado, carne).

De entre todas las aminas, la más controlada es la histamina, por ser

responsable de reacciones alérgicas: vasodilatación de capilares, bajada de la tensión arterial, aceleración de los latidos del corazón, enrojecimiento de la piel, estimulación de la secreción gástrica de ácido clorhídrico, dificultades respiratorias y dolor de cabeza (Jansen *et al.*, 2003)

La histamina es una molécula necesaria para el organismo. Interviene en la respuesta alérgica inmediata y regula la secreción ácida por el estómago; también

se ha definido su participación como neurotransmisora en el sistema nervioso central (SNC). Las acciones de la histamina en músculo liso de bronquios y de vasos sanguíneos explican en parte los síntomas de la reacción alérgica.

Aunque desempeña actividades fisiológicas importantes, la histamina puede constituir un problema cuando se ingieren alimentos muy ricos en ella. El organismo humano tolera una cierta cantidad de histamina sin ninguna reac-

ción o síntoma debido a su metabolización en el tracto intestinal. Se conocen dos vías importantes del metabolismo de la histamina. La más notoria de ellas incluye la metilación del anillo, y es catalizada por la enzima histamina-N-metiltransferasa que, a su vez, es transformado por la monoaminooxidasa (MAO) a ácido N-metilimidazol acético. En la otra vía, la histamina es sometida a desaminación oxidativa, que es catalizada por la diamino-oxidasa (DAO), los productos son el ácido imidazol acético y, al final, su ribósido. Todos los metabolitos finales poseen poca o nula actividad y son excretados por la orina.

La acción de estas enzimas suele ser efectiva en la mayoría de los individuos. Sin embargo, frente a una ingesta masiva de aminas o existencia de factores genéticos de predisposición, los sistemas de detoxificación pueden ser insuficientes. Además, la absorción de alcohol o de ciertos medicamentos aumenta muy significativamente los efectos nocivos de la histamina, por inhibición de la DAO (Figura 1).

La presencia de las aminas biógenas constituye un problema de actualidad vigente por afectar a la seguridad alimentaria. En la actualidad se exige por parte del consumidor, no sólo la idoneidad organoléptica y nutritiva de un producto alimentario sino que además se encuentre exento de cualquier sus-

tancia considerada como negativa para la salud.

En el vino, se encuentran principalmente histamina, tiramina y putrescina (y en menor medida, la feniletilamina y la isoamilamina. Las concentraciones de aminas biógenas registradas en el vino son muy variables, desde cantidades prácticamente inapreciables hasta 130 mg/L (Vidal Carou *et al.* 1990; Lehtonen, 1996; Soufleros *et al.* 1998; Vazquez-Lasa *et al.* 1998).

Referente a la histamina, contenidos de 15–20 mg/L son elevados, mientras que un contenido inferior a 2–3 mg/L no es motivo de alarma. Concentraciones de 5 mg/L pueden causar problemas en individuos sensibles. A modo indicativo, Gerbaux y Monamy estiman un contenido medio de 8,8 mg/l de histamina en vinos de la Borgoña francesa, mientras que Bauza *et al.* (1995) indi-

can que el contenido de histamina es en conjunto inferior a 25 mg/L en vinos de Côtes du Rhône. En vinos de Rioja se registran concentraciones de 8,72 mg/L de histamina en vinos tintos. (Vazquez-Lasa *et al.*, 1998) (Cuadro 1).

Aunque no existe regulación definida en relación a la concentración de aminas biógenas en vino, hay países que han establecido límites de importación. Es el caso de Canadá con la histamina (10 mg/l), Holanda (5 mg/l)

y Suiza (3 mg/l), siendo creciente el número de países que se sumarán a este tipo de reglamentación. Las recomendaciones de la OIV indican no sobrepasar los 12 mg/L (Ramón Viader, 2003).

La medida es controvertida, y ha sido calificada de barrera comercial encubierta para proteger el mercado interior de algunos países. Es obligado señalar que las aminas biógenas presentes en el vino son significativamente inferiores a las encontradas en otros alimentos cuyo consumo es más frecuente y está más extendido. Sin embargo, la ingesta de aminas en el vino implica consumo de alcohol que, como se ha señalado anteriormente, impide los mecanismos de detoxificación del organismo y aumenta las probabilidades de histaminosis.

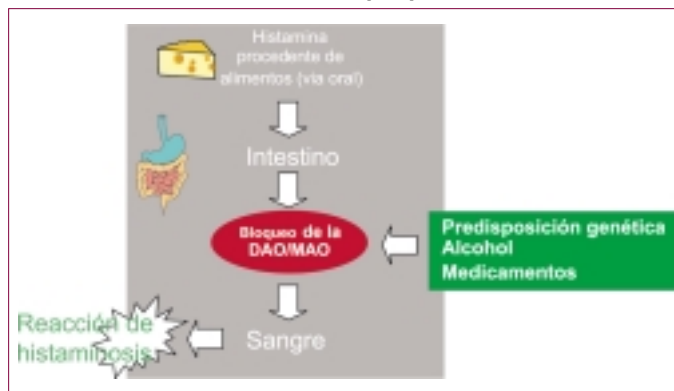
Dejando aparte su relación con la seguridad alimentaria, es destacable además, la posible repercusión organoléptica que pueden tener algunas aminas. Las aminas volátiles (cadaverina, putrescina) al pH del vino son inodoras, pero en la boca son parcialmente liberadas y su efecto organoléptico se hace evidente (Lehtonen, 1996).

De este modo, el conocimiento y control de la formación de aminas biógenas en el vino es importante por:

- Incidir en la salud del consumidor: particularmente sobre individuos sensibles.

**FIGURA 1**

**Mecanismo de reacción de histaminosis en el organismo por bloqueo de las enzimas oxidadas (mono aminooxidadas (MAO) y diamino oxidadas (DAO))**



**CUADRO 1**

**Contenido medio (mg/L) de aminas biógenas para cada tipo de vino. Vinos D.O.C.Rioja\***

|                                     | Vino blanco<br>(n=10) | Vino rosado<br>(n=10) | Vino tinto<br>joven<br>(n=36) | Vino tinto<br>crianza<br>(n=26) | Vino tinto<br>reserva<br>(n=10) | Vino tinto<br>gran reserva<br>(n=10) |
|-------------------------------------|-----------------------|-----------------------|-------------------------------|---------------------------------|---------------------------------|--------------------------------------|
| Histamina                           | 0,84                  | 1,21                  | 8,72                          | 6,67                            | 6,92                            | 5,12                                 |
| Tiramina                            | 0,89                  | 0,95                  | 4,98                          | 5,78                            | 4,00                            | 5,98                                 |
| Putrescina<br>(diamino 1,4 butano)  | 3,01                  | 3,84                  | 32,97                         | 31,35                           | 33,79                           | 36,10                                |
| Cadaverina<br>(diamino 1,5 pentano) | 0,28                  | 0,40                  | 0,61                          | 1,74                            | 1,25                            | 1,32                                 |
| <b>Total</b>                        | <b>5,02</b>           | <b>6,40</b>           | <b>47,28</b>                  | <b>45,54</b>                    | <b>45,96</b>                    | <b>48,52</b>                         |

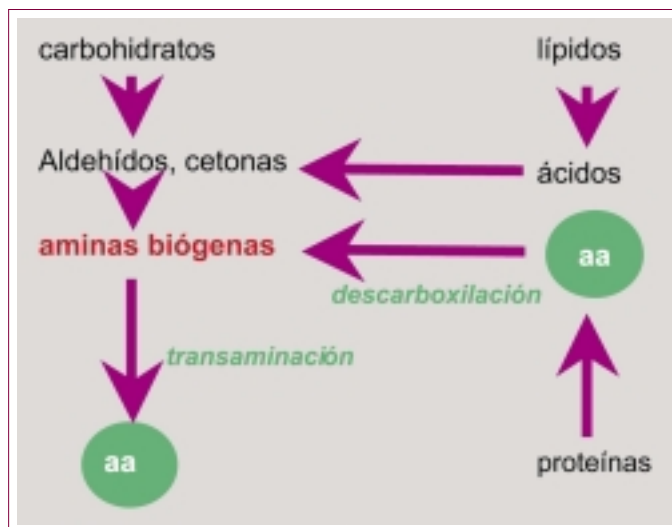
(\*) Adaptado de Vazquez-Lasa *et al.*, 1998. Muestras analizadas por duplicado. n: número de muestras.

- Modificar el concepto del vino por parte del consumidor, como alimento saludable e inocuo.
- Implicar barreras de exportación: rechazo de partidas con contenido elevado en histamina.
- Posible efecto organoléptico.

## ¿Qué son las aminas biógenas?

Las aminas biógenas constituyen una amplia familia de sustancias caracterizadas por tener en su estructura un grupo amino terminal ( $R-NH_2$ ). Son moléculas orgánicas nitrogenadas derivadas de la descarboxilación enzimática de algunos aminoácidos, mediante la acción de enzimas descarboxilasas procedentes de ciertos microorganismos (Bauza *et al.*, 1995). Se ha descrito un total de 25 aminas biógenas, que se pueden dividir en dos grupos, atendiendo a su diferente naturaleza química (Mafra *et al.*, 1999)

**FIGURA 2**  
*Biosíntesis de aminas biógenas a partir de la descarboxilación de aminoácidos (aa)*



- Aminas aromáticas y heterocíclicas: histamina, tiramina, feniletilamina y triptamina, directamente causantes de efectos toxicológicos.
- Aminas alifáticas: putrescina, cadaverina, agmatina, espermidina, espermina, etilamina, metilamina, isoamilamina y etanolamina, asociadas a condi-

ciones higiénicas deficientes tanto de mostos y como de equipos de vinificación, y relacionadas con la alteración de propiedades sensoriales.

El mecanismo de formación de las aminas biógenas se esquematiza en la Figura 2. Se trata de una descarboxilación del aminoácido correspondiente por acción de enzimas descarboxilasas actuando el piridoxal 5-fosfato y la vitamina B6 como coenzima. Es una reacción endotérmica. Estas enzimas se encuentran principalmente en bacterias aunque también en ciertas levaduras.

En el Cuadro 2 se recogen las principales aminas biógenas encontradas en el vino y su aminoácido precursor.

La biosíntesis microbiana de aminas se interpreta como un mecanismo ventajoso de adaptación al medio. Por un lado, aumenta el pH del medio y por otro implica una ganancia energética. El aumento del pH del vino mejora las condiciones de crecimiento para las células. La ganancia de energía derivada de la formación de aminas biógenas se debe a la creación de una fuerza protón motriz capaz de formar ATP.

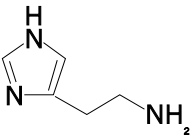
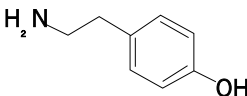
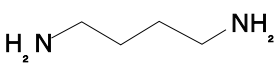
## ¿Cuándo aparecen las aminas biógenas en el vino?

La concentración de histamina, tiramina y putrescina es baja después de la fermentación alcohólica y aumenta durante la fermentación maloláctica. Su presencia está directamente ligada al metabolismo de las bacterias lácticas. Ello explica que los vinos tintos tengan concentraciones superiores de estas aminas que vinos blancos que no han sufrido la fermentación maloláctica.

Otras aminas como metilamina, etilamina, feniletilamina, isoamilamina y diaminopentano (cadaverina), se en-

**CUADRO 2**

Principales aminas biógenas encontradas en el vino y estructura química de las mayoritarias\*

| Amina biógena                                                                                                             | Aminoácido precursor | Niveles habituales en vinos | Asociado a FML |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------|-----------------------------|----------------|
| Histamina<br>                          | Histidina            | 0-11                        | Sí             |
| Metilamina                                                                                                                |                      | 0-0,4                       | NO             |
| Etilamina                                                                                                                 | Alanina              | 0-1,6                       | Sí             |
| Tiramina<br>                           | Tirosina             | 0,5-11                      | Sí             |
| 2-fenil etil diamina                                                                                                      | Fenilalanina         | 0,2-3,0                     | NO             |
| Putrescina<br>(diamino 1,4 butano)<br> | Ornitina             | 1,7-34                      | Sí             |
| Cadaverina<br>(diamino 1,5 pentano)                                                                                       | Arginina             | 0,1-0,4                     | Sí             |

(\*) Viader, 2003.

cuentran presentes en el mosto de uva y pueden producirse y degradarse durante la vinificación (Lonvaud Funel, 2001).

La formación de aminos biógenas durante la fermentación maloláctica es responsabilidad de todos los tipos de bacterias lácticas presentes en los vinos: *Pediococcus*, *Lactobacillus* y *Oenococcus ssp.* Se ha observado que actividad de descarboxilación de aminoácidos es específica de cepa, y en cada especie es posible encontrar cepas muy productoras de aminos biógenas y otras cepas de limitada capacidad descarboxilática. La distribución, en las bodegas, de cepas con este carácter origina diferencias en el contenido de aminos biógenas en sus vinos.

Para la formación de aminos biógenas es necesaria, además de una población de bacterias lácticas ricas en descarboxilasas, una concentración suficiente de aminoácidos. El contenido en aminoácidos no depende de la concentración inicial del mosto, pero sí del proceso de fermentación alcohólica.

| CUADRO 3                                                                                                                                  |                    |                        |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------|------------------------|
| Comparación de niveles medios de aminoácidos y aminos biógenas en vinos de Burdeos, antes y después de la fermentación maloláctica (FML)* |                    |                        |
|                                                                                                                                           | Aminoácidos (mg/L) | Aminos biógenas (mg/L) |
| Vinos antes de FML                                                                                                                        | 371                | 5                      |
| Vinos después de FML                                                                                                                      | 239                | 35                     |

(\*) Souffleros *et al.*, 1998.

Durante este proceso, las levaduras modifican el contenido inicial de aminoácidos del mosto utilizando buena parte de ellos y excretando otros al medio.

No hay relación entre el contenido de cada amina biógena y la utilización del aminoácido precursor equivalente durante la fermentación alcohólica (Torrea Goñi y Ancin Azpilicueta, 2001) ni durante la fermentación maloláctica. Sin embargo, la presencia de aminos se relaciona directamente con un descenso del contenido de aminoácidos en el vino durante la fermentación maloláctica (Cuadro 3, Souffleros *et al.*, 1998). No es importante, por tanto, la presencia de un aminoácido concreto sino el conjunto total de ellos.

El fenómeno de liberación de aminoácidos y péptidos por las levaduras se acelera durante la fase de autólisis. Si los vinos se mantienen en contacto con las lías, las bacterias lácticas encuentran mayor concentración de material nitrogenado para hidrolizar y descarboxilar. Ello explica los elevados niveles de aminos encontrados en algunos vinos criados sobre lías (Gráfico 1).

Después de la fermentación maloláctica, el vino es sulfitado para eliminar las poblaciones indeseables de levaduras y bacterias. Pero en contra de lo que cabría esperar, la concentración de aminos biógenas sigue evolucionando y llegar durante la crianza hasta 50 mg/l (Gerbaux y Nomamy, 1999).

Este fenómeno puede explicarse por dos razones. Por un lado, se debe a una falta de efectividad del SO<sub>2</sub> frente a las bacterias, fenómeno habitualmente asociado a un elevado pH.

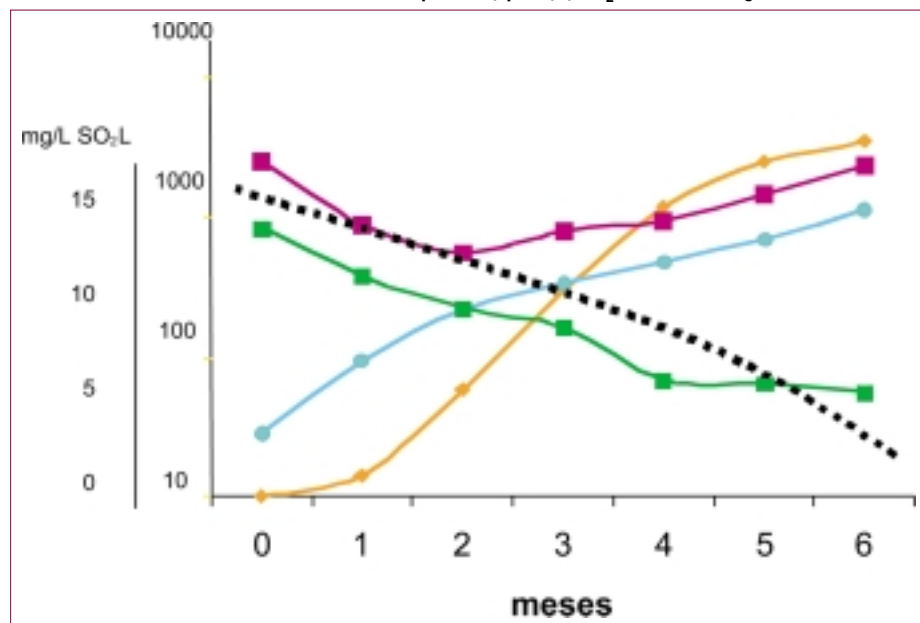
Por otro lado, particularizando en la formación de histamina, se ha comprobado que la enzima histidina descarboxilasa mantiene su actividad en un nivel elevado durante muchos meses en células viables pero no cultivables. Estas poblaciones residuales mantienen actividades biológicas de supervivencia durante la crianza del vino, entre las que se encuentran la descarboxilación de aminoácidos (Rollan *et al.*, 1995).

Se ha observado que la producción de histamina aumenta cuando el medio es pobre y faltan otros substratos fermentables como azúcares o ácido málico. Efectivamente, la descarboxilación de la histidina se utiliza como mecanismo de generación de energía en células que no tienen otros recursos y explica porque la concentración de histamina aumenta después de la fermentación maloláctica, cuando el resto de las fuentes de energía se han consumido ya.

Algunos estudios realizados sobre vinos correctamente sulfitados durante la

### GRÁFICO 1

Vinos en contacto con las lías: evolución de las poblaciones microbianas a lo largo de seis meses de tratamiento. Tempranillo, pH 3,7, SO<sub>2</sub> L inicial 15mg/L



LEYENDA: Línea punteada: SO<sub>2</sub> libre; Línea verde: *Saccharomyces ssp.*; Línea marrón: *Brettanomyces ssp.*; Línea azul: bacterias lácticas; Línea rosa: bacterias acéticas.

crianza en barrica, revelan que histamina y tiramina sufren una degradación paulatina, mientras que los contenidos de putrescina y cadaverina aumentan (Jiménez Moreno y Anzin Azpilicueta, 2004).

## Factores enológicos que influyen en la presencia de aminas biógenas

Los principales factores con influencia notable en la presencia de aminas biógenas en el vino son aquéllos que condicionan el desarrollo bacteriano. El SO<sub>2</sub> es un potente inhibidor del crecimiento de bacterias, impidiendo su desarrollo, pero su forma activa (antimicrobiana) es dependiente del pH.

El pH es el factor más importante en la generación de aminas, ya que determina no sólo la actividad biológica de la bacteria, sino también su actividad. Cuanto más alto es el pH, más compleja será la microbiota bacteriana, dado que

actúa como factor selectivo de los microorganismos en el vino. A pH elevado se produce mayor cantidad de aminas biógenas, debido a un crecimiento más fácil de las bacterias y a una mayor diversidad posible de géneros, especies y cepas.

El *Cuadro 4* muestra de manera muy clara la incidencia del pH sobre la

concentración de aminas biógenas en el vino. A pH 3,4 la producción de aminas finalizada la fermentación maloláctica es inferior que a pH 3,9. Si el vino no es sulfitado, a lo largo de su conservación se produce un incremento muy significativo del contenido de aminas biógenas, que es superior en caso de pH más elevado y cercano a 4 (Lonvaud-Funell *et al.*, 1998).

**CUADRO 4**

**Incidencia del pH sobre la concentración de aminas biógenas (mg/l) en vinos no sulfitados al término de la fermentación maloláctica (F) y un mes después (M)\***

|                                 | Bodega 1   |            |            |             | Bodega 2   |             |             |             |
|---------------------------------|------------|------------|------------|-------------|------------|-------------|-------------|-------------|
|                                 | 3,4        |            | 3,9        |             | 3,4        |             | 3,9         |             |
|                                 | F          | M          | F          | M           | F          | M           | F           | M           |
| Histamina                       | 0,0        | 3,6        | 3,2        | 4,2         | 1,1        | 22,9        | 4,1         | 16,0        |
| Etilamina                       | 0,0        | 0,8        | 0,5        | 1,2         | 0,9        | 1,5         | 0,8         | 1,8         |
| Tiramina                        | 0,0        | 0,0        | 0,0        | 4,4         | 0,0        | 4,4         | 0,0         | 15,3        |
| Putrescina (diamino 1,4 butano) | 2,1        | 4,0        | 3,1        | 7,9         | 4,1        | 26,6        | 14,2        | 33,5        |
| <b>Total</b>                    | <b>2,1</b> | <b>8,4</b> | <b>6,8</b> | <b>17,7</b> | <b>6,1</b> | <b>55,4</b> | <b>19,1</b> | <b>66,6</b> |

(\*) Adaptado de Lonvaud-Funell *et al.*, 1998.

Según Vazquez-Lasa *et al.* (1998), en sus estudios sobre vinos de Rioja, la correlación entre pH e histamina es la más significativa (99,9%) entre todas las aminas biógenas (tiramina 95%, putrescina y cadaverina <95%).

El alcohol y la temperatura no tienen tanta influencia como los parámetros anteriores y la presencia de azúcares residuales no parece influir en la formación de aminas biógenas. El carácter varietal y las prácticas vitícolas tampoco parecen importantes (Gerbaux y Monamy, 2000).

Por el contrario, algunas prácticas enológicas de actualidad favorecen la presencia de aminas biógenas: la vinificación de uvas muy maduras, concentradas en azúcares y menos ácidas (pH elevado), adiciones mínimas de sulfuroso, tiempo de contacto del vino con las lías y fermentación maloláctica con lías.

## Estrategias para eliminar riesgos de aparición de aminas biógenas en vinos

Para evitar la presencia de aminas biógenas en el vino es necesario poner en práctica una serie de procedimientos preventivos.

♦ Extremar las condiciones de higiene en bodega. A mayor población bacteriana presente en el ambiente, materiales y superficies, mayor variedad cuantitativa y cualitativa de cepas y especies de bacterias lácticas, y por tanto, mayor posibilidad de recoger cepas productoras de aminas biógenas.

♦ Elaboración a temperatura controlada y pH bajo para inhibir posibles contaminaciones de bacterias lácticas durante todo el proceso de vinificación.

♦ En blancos, rosados y tintos jóvenes, en los que no se desee realizar la fermentación maloláctica, se debe controlar con rigor los niveles de sulfuroso para evitar el desarrollo de las bacterias lácticas que disminuirían la acidez y podrían incrementar el contenido de aminas.

♦ En bodegas proclives a formación de aminas biógenas, se recomienda iniciar la fermentación maloláctica tan pronto como haya finalizado la fermentación alcohólica, asegurando que ésta haya terminado completamente. El contenido de azúcares residuales no debe sobrepasar los 2 g/L (el contenido en glucosa/fructosa debe ser <0,5 g/L).

♦ Controlar la temperatura de fermentación maloláctica para evitar cinéticas demasiado veloces. Se recomienda no sobrepasar los 22°C (ideal 20–21°C). Además, las bajas temperaturas durante la fermentación maloláctica limitan la producción de diacetilo, permitiendo una mayor expresión varietal en el vino.

♦ Conducir la fermentación maloláctica con bacterias seleccionadas en bodegas que registren presencia de aminas en años consecutivos. De esta forma, se impide el crecimiento de las bacterias indígenas asentadas en la bodega, sustituyéndolas por una microbiota láctica conocida, baja productora de histaminas. En caso de siembra, se recomienda vigilar el descenso de ácido málico. Si

transcurrida una semana desde la siembra, el consumo de ácido málico es inferior al 30% debe realizarse una segunda siembra. En la actualidad se están seleccionando bacterias incapaces de descarboxilar la histidina y por lo tanto, incapaces de producir histamina.

♦ Eliminar la biomasa de bacterias lácticas una vez que la fermentación maloláctica ha terminado. De este modo se evitará la presencia de poblaciones residuales que aumenten el contenido de aminas biógenas durante la crianza. Trasiego y tratamientos con SO<sub>2</sub> (2–3 mg/l) o/y con lisozima (250 mg/l) al final de la maloláctica son eficaces. Una ventaja de la lisozima es que es más activa a pH elevados, al contrario que el sulfuroso.

♦ En todo el proceso se recomienda una utilización racional del SO<sub>2</sub>, adaptada a las condiciones particulares de cada vendimia y cada estilo de elaboración. Vinos elaborados con uva procedente de vendimias poco sanas, que realicen la fermentación o crianza sobre lías son más propensos a la producción de aminas biógenas. Es recomendable un tratamiento enérgico con sulfuroso en el momento en que se desee eliminar la población láctica, en lugar de corregir el contenido de sulfuroso libre a medida que se va combinando. En este segundo caso, se realiza una selección en el tiempo de bacterias resistentes al sulfuroso que permanecerá activa a lo largo de toda la vida del vino.

♦ Por último, y también en relación al sulfuroso, conviene recordar la estrecha relación existente entre su actividad antimicrobiana y pH. Valores cercanos a 4,0 hacen del tratamiento con sulfuroso, aun a dosis altas, poco o nada eficaz.

En cuanto a procedimientos curativos, el único que reduce el contenido de aminas biógenas es el tratamiento con bentonita (50 g/hL). En efecto, al pH del vino las aminas biógenas presentan carga positiva, al contrario que las partículas de bentonita. Se trata de un tratamiento drástico que afectará a la características cualitativas del vino.

## Detección de aminas biógenas

Las aminas biógenas se analizan mediante cromatografía líquida (Iñiguez—Crespo y Vazquez—Lasa, 1994, Mafra *et al.*, 1999, Herbert *et al.*, 2001, Hyötylainen *et al.*, 2001). Es posible la determinación de histamina mediante método ELISA (Muñoz *et al.*, 2004). La histamina es un indicador de la presencia de aminas biógenas en el vino. Si se detecta histamina, se encontrarán en mayor o menor cantidad otras aminas.



## Bibliografía

- BAUZA, T., BLAISE, A., TEISSEDE, P.M., CABANIS, J.C., KANNY, G., MONERET—VAUTRIN, A., DAUMAS, F. (1995). *Les amines biogènes du vin. Métabolisme et toxicité*. Bull. de l'OIV 767–768, 42–67.
- BUTEAU, C., DUISCHAEVER, C.L., ASHTON, G.C. (1984). *A study of the biogenesis of amines in a Villard Noir wine*. Am. J. Vitic. Enol. 35, 4, 228–235.
- GERBAUX, V.; MONAMY, C.; (2000). *Les amines biogènes dans les vins de Bourgogne. 1<sup>ère</sup> partie: teneurs, origine et maîtrise dans les vins*. Revue Française d'Oenologie, N°183, 25–28.
- HAJÓS G, SASS—KISS A, SZERDAHELYI E, BARDOCS S. (2000). *Changes in Biogenic Amine Content of Tokaj Grapes, Wines, and Aszu-wines*. J Food Sci 65(7):1142–1144.
- HERBERT, P., SANTOS, L., ALVES, A. (2001). *Simultaneous quantification of primary, secondary amino acids and Biogenic Amines in must and wines using OPA/3-MPA/FMOC—Cl Fluorescent derivatives*. Journal of food science Vol. 66, 9, 1319–1325.
- HYÖTYLAINEN, T., SAVOL, N., LEHTINEN, P., RIEKKOLA, M.L. *Determination of biogenic amines in wine by multidimensional liquid chromatography with online derivatisation*. Analyst, 126, 2124–2127.
- IÑIGUEZ—CRESPO, M. VAZQUEZ—LASA, B. (1994) *Determination of biogenic amines and other amines in wine by an optimized HPLC method with polarity gradient elution*. Am. J. Vitic 45:460–463.
- JANSEN, S.C., VAN DUSSELDORP, M., BOTTEMA K.C., DUBOIS, A.E. (2003). *Intolerance to dietary biogenic amines: a review*. Ann. Allergy Asthma Immunol. Sep, 91 (3) 233–242
- JIMENEZ MORENO, N., ANCIN AZPILICUETA, C. (2004) *Influence of wine turbidity on the accumulation of biogenic amines during aging*. Journal of the Science of Food and Agriculture, 84, 12, 1571–1576.
- KANNY, GERBAUX, V. (2000). *Les amines biogènes dans les vins de Bourgogne 2<sup>ème</sup> partie: rôle de l'histamine dans l'intolérance aux vins*. Revue Française d'Enologie, Sept/Oct, 184, 33–35.
- LEHTOEN, P. (1996). *Determination of amines and amino acids in wine*. Am. J. Enol. Vitic. 47; 127–133.
- LONVAUD—FUNEL, A., JOYEUX, A. (1994) *Histamine production by wine lactic acid bacteria. Isolation of a histamine producing strain of Leuconostoc oenos*. J. Appl. Bacteriol., 78, 316–326.
- LONVAUD FUNEL, A., COTON, C., TORTOIS, S., BRETRAND, A. (1998) *Amines biogènes et bactéries lactiques du vin*. Actas del congreso de la OIV, Lisboa, II, 29–33.
- LONVAUD—FUNEL, A. (2001) *Biogenic amines in wines: role of lactic acid bacteria*. FEMS Microbiology letters, 199, 9–13.
- MAFRA, I., HERBERT, P., SANTOS, L., BARROS, P., ALVES, A. (1999) *Evaluation of Biogenic Amines in some portuguese Quality Wines by HPLC Florescence detection of OPA derivatives*. Am. J. Enol. Vitic. 50 (1), 128–132.
- MORENO ARRIBAS, MV., POLO, M.C., JORGANES, F., MUÑOZ, R. (2002). *Screening of biogenic amine production by lactic acid bacteria isolated from grape must and wine*. Int. Food Microb. 2610.
- MUÑOZ, S., CAMPAMÀ, C., GARCÍA, J., GONZÁLEZ, P., GRACIA, S. (2004) *Determinación de histamina por método ELISA*. Semana Vitivinícola, 2998, 24/01/04.
- ROLLAN, G.C., COTON, E., LONVAUD—FUNEL, A. (1995). *Histidine decarboxylase activity of Leuconostoc oenos 9204*. Food Microbiology, 12 455–461.
- SOUFLEROS, E.; BARROS, M.L.; BERTRAND, A.; (1998). *Correlation between the content of biogenic amines and other wine compounds*. Am. J. Enol. Vitic. 49, 266–278.
- TORREA GOÑI, D., ANCÍN AZPILICUETA, C. (2001) *Influence of yeast strain on Biogenic Amines content in wines: relationship with the utilization of amino acids during fermentation* Am. J. Vitic. Enol 52: 3, 185–190.
- VÁZQUEZ—LASA, M.B.; IÑIGUEZ—CRESPO, M.; GONZALEZ—GUERRERO, A.; (1998). *Biogenic amines in Rioja wines*. Am. J. Enol. Vitic. 49, 229.
- VIADER, R (2003) *Contaminantes de origen biológico. Código de Buenas Prácticas para su reducción o eliminación*. Tecnología del vino, Sept/Oct, 39–44.
- VIDAL—CAROU, M.C.; AMBATLE—ESPUNYES, A.; ULLA—ULLA, M.C.; MARINÉ—FONT, A.; (1990). *Histamine and tyramine in Spanish wines: their formation during the winemaking process*. Am. J. Enol. Vitic. 41; 160–167.