

La nutrición orgánica en fermentación alcohólica es imprescindible para la calidad de los vinos

Eva Navascués y Mar Albendea
Departamento Técnico Agrovin

La composición nitrogenada de la uva es un factor esencial para desarrollar las aptitudes cualitativas de los vinos. Sobre ella se soporta la intensidad de la actividad microbiológica durante la fermentación alcohólica. Las necesidades de nitrógeno se acentúan cuando la concentración de azúcares de las uvas es alta, ya que hacen falta más generaciones de levaduras para consumirlos en su totalidad, por lo que su demanda de nitrógeno es mayor. Los últimos gramos de azúcares son fermentados por una población al límite de supervivencia, en un medio muy alcohólico, que si carece de los recursos nitrogenados necesarios no puede llevar su labor hasta el final.

La distribución de nitrógeno en la baya es heterogénea y variable en función de las condiciones de cultivo. La mayor parte de los compuestos nitrogenados están localizados en el hollejo (50-55%), repartiéndose entre pulpa y pepitas el resto. En el envero se incrementa el contenido de sustancias nitrogenadas, valor que va disminuyendo a lo largo de la maduración. En uvas sobremaduras vendimiadas buscando esa madurez fenólica y aromática, que con el cambio climático es más tardía, la fracción nitrogenada disminuye drásticamente, y las fermentaciones de estas uvas son propensas a problemas fermentativos, no solo por la concentración de azúcares, sino por el desequilibrio entre éstos y la fracción nitrogenada.

El contenido en nitrógeno en la uva depende del suelo, del cultivo, de la fertilización e irrigación, de la carga, de la variedad y por supuesto del año meteorológico. Son particularmente importantes las condiciones ambientales del verano antes y durante el envero. Años lluviosos en primavera pero de veranos muy secos, dan lugar a una menor concentración de nitrógeno en la uva.

El nitrógeno presente en las uvas y mostos, accesible para las levaduras, se expresa en contenido de Nitrógeno Fácilmente Asimilable (NFA). Las necesidades mínimas para la fermentación de mostos es de 150 mgN/L. Este contenido nitrogenado está formado por amonio y aminoácidos asimilables (todos excepto la prolina). El valor nutricional de los aminoácidos es muy superior al del amonio, de forma que éstos, y particularmente algunos de ellos, como la arginina, desempeñan una función principal como nitrógeno de resistencia al final de la fermentación alcohólica.

Las tasas de consumo de amonio y aminoácidos dependen de las condiciones de fermentación y por supuesto de la cepa de levadura

El consumo de aminoácidos, a diferencia del consumo de amonio, no provoca poblaciones elevadas de levaduras, esto es un efecto beneficioso en la conducción de fermentación alcohólica de vino, ya que poblaciones muy numerosas requieren mayor cantidad de nutrientes (vitaminas, minerales, esteroides, ácidos grasos y nitrógeno) cuya demanda es difícil de mantener hasta el agotamiento de los azúcares.

Estas carencias nutricionales provocan generaciones de levaduras sensibles al etanol que hacen ralentizar e incluso detener la cinética fermentativa. Aunque la fermentación alcohólica llegue a su fin, el vino resultante se resiente cualitativamente, con incremento de la acidez volátil, olores a reducción y potencial aromático sensiblemente disminuido. Es deseable realizar la fermentación alcohólica con poblaciones menos numerosas, pero sin deficiencias nutricionales, de tal forma que las últimas generaciones de levaduras, tengan la suficiente vitalidad para agotar los azúcares del mosto y no produzcan metabolitos indeseables para la calidad del vino.

Ventajas de una nutrición exclusivamente orgánica

Por ello, en los últimos años se ha propuesto una nutrición razonada, en relación con el contenido nitrogenado de la uva y basado casi exclusivamente en el incremento de los aminoácidos disponibles, particularmente de arginina. Las levaduras autolisadas son el recurso de nitrógeno orgánico empleado para corregir las carencias nutricionales de los mostos y enriquecer en nitrógeno orgánico. Su utilización desplaza a las sales de amonio (sulfato y fosfato) tan habitualmente empleadas en bodega como corrección del contenido en nitrógeno y que en una aplicación sistemática y en momento inadecuado da resultados contrarios a los esperados, ya que agota los recursos nutricionales de los mostos, desembocando en problemas cinéticos y sensoriales. Cuando se añade simultáneamente amonio y nutrientes orgánicos, la levadura consume directamente el amonio, provocando un exceso de multiplicación celular y un agotamiento de las levaduras antes de tiempo, dando así problemas de fermentación y olores de reducción. El uso exclusivo de nutrientes orgánicos (aminoácidos) al inicio de la fer-

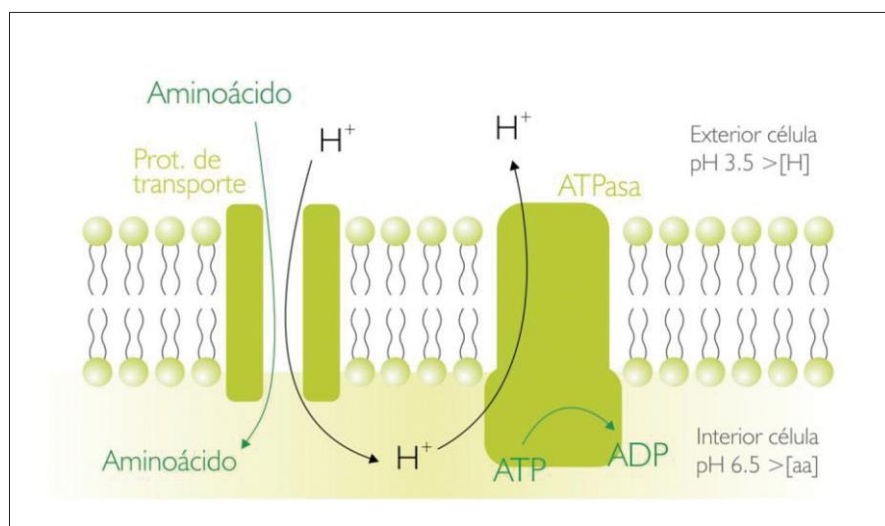


Figura 1 La entrada de los aminoácidos a la levadura se realiza mediante proteínas específicas de membrana e implica gasto de energía.

mentación evita exceso de multiplicación celular, menor producción de sulfhídrico, mayor intensidad aromática e incremento del carácter varietal.

Este mecanismo de preferencia de amonio, frente a las fuentes complejas como los aminoácidos, está regulado a nivel genético mediante **un proceso denominado represión catabólica por nitrógeno (NCR) Nitrogen Catabolic Represion**, que cierra los transportadores de aminoácidos en presencia de amonio con el fin de evitar un gasto de energía por parte de la célula. Sin embargo, desde la óptica del vino, es más conveniente instar a la levadura al consumo de aminoácidos. De este modo se desarrollan fermentaciones con poblaciones más bajas pero con células sin carencias nutricionales que puedan

llegar sin deficiencias a los momentos críticos de final de fermentación.

¿Por qué los aminoácidos deben incorporarse al inicio de la fermentación?

Los aminoácidos se asimilan por la levadura al inicio de la fermentación, cuando el grado alcohólico es bajo. La entrada de los aminoácidos a la célula se realiza mediante proteínas específicas de membrana y lleva acoplada la introducción de protones (H^+) (Figura 1) y la consiguiente acidificación del interior celular. Este efecto se contrarresta con la expulsión de los protones contra gradiente a través de otra proteína de membrana (ATPasa) e implica gasto de energía.

La nutrición orgánica en fermentación alcohólica es imprescindible para la calidad de los vinos

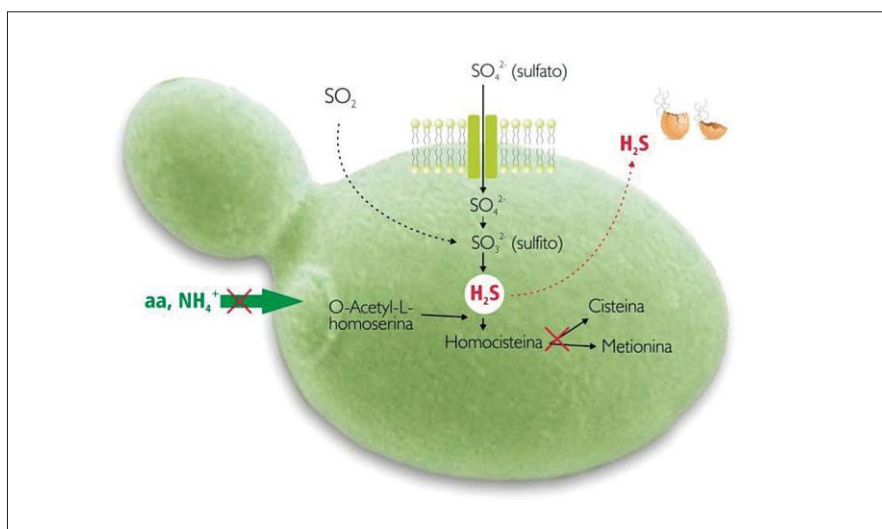
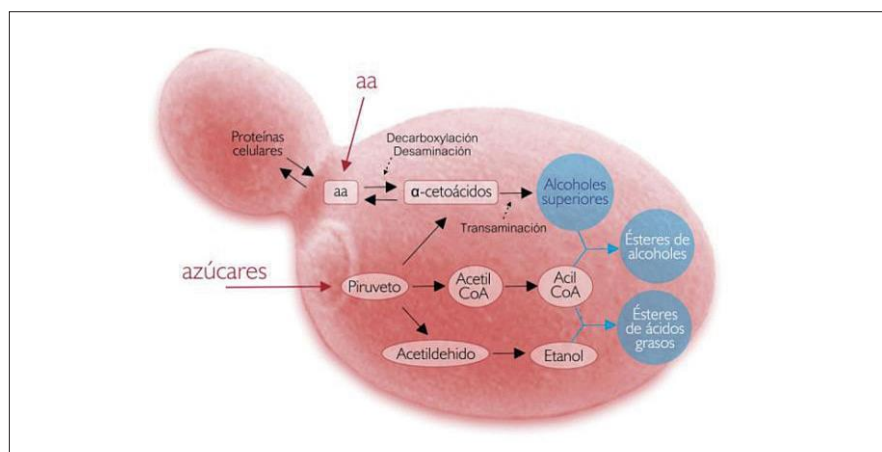


Figura 2. La generación de problemas de reducción está ligada a la carencia de nitrógeno en general y en particular de ciertos aminoácidos.



AMINOÁCIDO	ALCOHOL	ESTER	AROMA
Valina	→ Isobutanol	→ Isobutilacetato	Manzana
Isoleucina	→ Isoamílico	→ Isoamilacetato	Plátano
Leucina	→ Amílico	→ Amilacetato	Plátano, Fresa
Fenilalanina	→ Feniletanol	→ Fenilacetato	Rosa

Figura 3. Los aminoácidos son la base de compuestos volátiles (alcoholes y ésteres afrutados) de influencia positiva en el perfil aromático del vino.

Cuando el grado alcohólico aumenta, se produce una entrada de protones masiva a favor de gradiente, y las ATPasas de membrana deben trabajar a pleno rendimiento para evitar la acidificación del medio. En ese momento la célula interrumpe la entrada de aminoáci-

dos evitando la entrada de protones. Se calcula que cuando se alcanza un grado alcohólico de 5% vol, las permeasas de aminoácidos reducen su actividad en un 80%. Por todo ello, se aconseja la incorporación de la nutrición orgánica al inicio de la fermentación.

Evitar aromas a reducción. Importancia del aminoácido arginina

La molécula del aminoácido arginina, contiene hasta cuatro átomos de nitrógeno de los que al menos tres son asimilables en las condiciones de vinificación. Es este aminoácido el mayoritario en los mostos, y el que nutre a la célula en las fases finales de la fermentación. Ello se debe en primer lugar a que se asimila muy lentamente (quedando en el mosto durante más tiempo) y a que, una vez en el interior de la célula se acumula en las vacuolas hasta que se requiere su incorporación en el metabolismo del nitrógeno.

La generación de problemas de reducción está ligada a la carencia de nitrógeno en general y de arginina en particular pues este defecto aparece habitualmente en la fase intermedia y final de la fermentación, donde el soporte nitrogenado se debe casi exclusivamente a este aminoácido. Para la síntesis de aminoácidos cisteína y metionina la levadura incorpora azufre en forma de sulfatos, que están presentes en el mosto y son reducidos primero a sulfitos y luego a azufre molecular, en el que se une el esqueleto nitrogenado. En ausencia de nitróge-

no, este azufre queda en forma de H₂S que sale al medio, ocasionando el desagradable olor a huevos podridos (Figura 2). Un buen aporte de arginina, evita la producción de problemas de reducción.

Efecto sensorial de la nutrición orgánica

a) Génesis de aromas fermentativos: Los aminoácidos son la base de compuestos volátiles producidos por las levaduras. Un tercio de los alcoholes superiores se producen durante el inicio de la fermentación alcohólica a partir de los aminoácidos. La esterificación de estos alcoholes origina aromas frutales que aportan complejidad y longevidad al vino.

b) Incremento de aromas varietales: los aminoácidos (presentes en nutrición orgánica) también acentúan la complejidad aromática, incrementando los registros varietales. Una buena nutrición nitrogenada redundará en la óptima actuación de las enzimas (proteínas) responsables de la liberación de precursores aromáticos presentes en la uva: β -glicosidasas (figura 3) y β -liasas incrementando los registros varietales del vino.

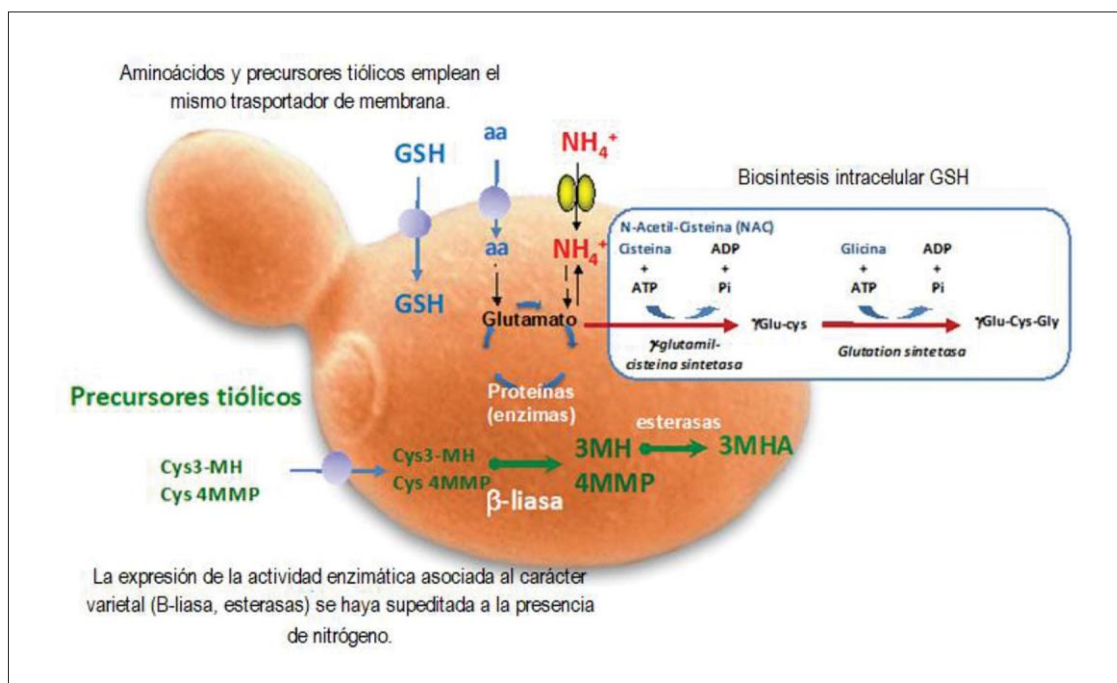


Figura 4. La presencia de nitrógeno orgánico (aminoácidos) es fundamental para el desarrollo de la expresión varietal de vinos blancos y tintos. De los aminoácidos depende la síntesis de proteínas de membrana transportadoras, que internalizan los precursores al interior celular, la síntesis de enzimas responsables de la escisión de los precursores (β-liasas) y la síntesis de glutatión (GSH) molécula reductora que protegerá los aromas generados, retrasando su evolución en el tiempo. (Compuestos tiólicos: (4MMP) 4-metil-mercaptopentanon, (3MH) 3-mercaptohexanol, (3MHA) acetato de mercaptohexanol).

En los últimos años se ha estudiado de manera especial la presencia de compuestos tiólicos en vinos, dada su participación en el aroma varietal, incluso a muy pequeñas cantidades. Estos compuestos, que declaradamente participaban en el aroma de vinos blancos de ciertas variedades como Verdejo o Sauvignon, se ha demostrado su presencia y participación en otras variedades blancas y tintas (Garnacha, Monastrell, Cabernet Sauvignon) participando de manera directa en las sensaciones aromáticas atribuidas al carácter varietal.

En esta génesis de aromas varietales de tipo tiólico el nitrógeno orgánico desempeña un papel relevante desde tres abordajes (**figura 4**): Por un lado **La expresión de la actividad enzimática asociada al carácter varietal (β-liasa, esterasas) se haya supeditada a la presencia de nitrógeno**, tal y como se ha comentado con anterioridad. Además, aminoácidos y precursores tiólicos emplean el mismo transportador de membrana, por lo que les afecta el mecanismo de represión catabólica (NCR). **La presencia de amonio, impide la entrada de precursores a la célula, y por tanto su liberación en forma de aromas**, por lo que para una plena expresión aromática varietal se debe prescindir de sales de amonio, al menos durante el primer tercio de la fermentación alcohólica.

Por último, **la síntesis celular de glutatión, también se haya ligada al ciclo celular del nitrógeno**. Esta molécula reductora, vital para la célula, se forma a partir de los

aminoácidos glutamato, cisteína y glicina. Además de su función biológica para la levadura, resulta de gran valor para la evolución del vino, ya que es un potente antioxidante natural, evitando la degradación temprana de compuestos aromáticos como los tioles y protegiendo el patrimonio aromático de vinos blancos y tintos.

AGROVIN propone una nutrición razonada en fermentación alcohólica, en relación con el contenido nitrogenado de la uva y basado casi exclusivamente en el incremento de los aminoácidos disponibles, particularmente de arginina. Las levaduras autolisadas enriquecidas naturalmente en aminoácidos, son la fuente de nitrógeno idónea para corregir las carencias nutricionales de los mostos y enriquecerlos en nitrógeno orgánico. Su utilización desplaza a las sales de amonio (sulfato y fosfato) que en una aplicación sistemática y en momento inadecuado da resultados contrarios a los esperados, ya que agota los recursos nutricionales de los mostos y desemboca en problemas cinéticos y sensoriales

ACTIMAX NATURA, ACTIMAX VARIETAL son preparados exclusivos ricos en aminoácidos.

ACTIMAX VARIETAL es resultado del Proyecto NUTRIAROMA entre Universidad Complutense de Madrid (UCM), Universitat Rovira y Virgili (RIV) y AGROVIN.