

Rutas de producción para Monoterpenoles

Compuestos más representativos e importancia aromática

Los terpenos son importantes compuestos aromáticos que se encuentran presentes en la uva. En la naturaleza los podemos encontrar como compuestos libres, como es el caso de linalool, geraniol, nerol, citronelol, α -terpineol, hotrienol y diferentes formas de óxido de linalool entre otros. Es en este estado de monoterpenos libres

cuando revelan su marcado carácter aromático. En la uva existen fundamentalmente en formas ligadas glicosídicas no aromáticas. Durante la elaboración del vino pueden sufrir reacciones enzimáticas o ácidas que dan lugar a la liberación de los monoterpenos. La liberación es imprescindible para que puedan influir en el aroma del vino.

Impacto de prácticas vitícolas

Variedad de uva

La variedad de uva es el factor más importante en la cantidad de monoterpenos del vino. Aunque se encuentran presentes en todas las variedades, sólo en las variedades moscatel y relacionadas pueden aparecer en cantidades que influyen en el perfil aromático.

- Variedades moscatel: el linalool, de olor floral, se encuentra muy por encima de su valor umbral (25 $\mu\text{g/L}$) alcanzando cientos de $\mu\text{g/L}$. Otros monoterpenos como geraniol, citronellol o nerol aparecen en gran cantidad en estas variedades.
- Otras variedades terpeno-dependientes: el linalool es importante en variedades como Albariño, Scheurebe o Auxerrois.
- Gewürztraminer: el monoterpeno óxido de rosa cis (umbral sensorial de 0.2 $\mu\text{g/L}$) es el responsable del característico olor a lichi de esta variedad alsaciana.

Exposición solar de la uva

Se ha visto que la sombra natural aumenta el contenido de monoterpenoles, tanto en su forma ligada como libre frente a la sombra artificial e incluso frente a la exposición solar. Una mayor proporción de racimos por cepa aumenta la concentración de terpenoles. En este caso el efecto del entorno del racimo (luz y temperatura) es mayor que el efecto del entorno de la cepa.

Sistema de emparrado

No parece ser un factor muy importante en la generación de más terpenos, aunque hay indicios de que el sistema Scott-Henry puede generar una mayor producción de monoterpenoles.

Madurez de la uva

El linalool y otros terpenos aparecen al comienzo de la maduración, alcanzan su máxima concentración en la madurez y empiezan a dis-

minuir cuando las uvas están sobremaduras. Aunque también se pueden producir descensos durante la madurez. Una posibilidad para conservar el máximo potencial aromático en cuanto a terpenos es vendimiar antes de la acumulación máxima de azúcar (o al menos antes de llegar a la sobremadurez) pero no demasiado pronto para evitar el efecto negativo de las uvas verdes.

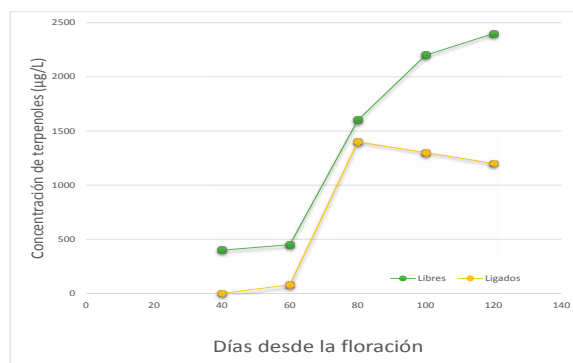


Figura: Evolución de los terpenoles libres y ligados durante la maduración de uvas Muscatel. Adaptado de: Bayonove C. (1993). In *Les acquisitions Récentes en Chromatographie du Vin* (ed. B. Donèche). Tec & Doc Lavoisier, Paris.

Estrés hídrico

Se ha demostrado que el estrés hídrico ejerce un aumento significativo en la transcripción de la terpenoide sintetasa. Se ha demostrado que esta enzima es importante en la producción de sesquiterpenos en la variedad Gewürztraminer.

Botrytis cinérea

Se ha demostrado que la *Botrytis cinerea* produce una disminución de las concentraciones de monoterpenoles como el linalool, α -terpineol, geraniol, nerol, hotrienol y productos de la oxidación de terpenos. Esto se debe a una degradación de los principales terpenoles y sus óxidos que se transforman en compuestos menos odorantes.



Impacto de prácticas enológicas

Maceración y prensado

La mayor concentración de muchos terpenos se encuentra en los hollejos. Esto hace que el uso de determinadas técnicas de vinificación consiga extraer una mayor cantidad de terpenos. Es el caso de la maceración que debido al mayor contacto con los hollejos da lugar a vinos de mayor contenido terpénico. La presencia de etanol durante la maceración también da lugar a una mayor extracción, especialmente si se encuentra en pequeñas concentraciones.

También las técnicas de prensado dan lugar a importantes diferencias de concentración, hasta cuatro veces mayores que en vinos cuyas uvas no han sido prensadas. Esto es especialmente relevante para nerol y geraniol.

Tratamiento térmico

El tratamiento térmico o pasteurización del mosto conlleva la liberación de terpenos conjugados, incrementando así la concentración final de terpenos libres. En concreto se ha visto que el tratamiento térmico reducía la concentración de linalool pero incrementaba la de hotrienol, α -terpineol, nerol y geraniol. Como resultado de estos cambios se producía un aumento de la calidad global del vino y un incremento de la intensidad aromática.

Fermentación

La fermentación es un punto clave para la concentración final de terpenos, ya que los procesos químicos y microbiológicos que se producen en ella modifican la composición inicial de monoterpenos. La proporción de monoterpenos liberados depende tanto de la levadura utilizada como de la composición inicial del mosto.

Las levaduras son capaces de producir terpenos en diferentes pro-

porciones dependiendo de las condiciones. El hecho de que haya cepas de levaduras con esta capacidad enzimática para liberar terpenos abre distintas posibilidades a la hora de potenciar el aroma terpénico. Por un lado, se pueden seleccionar las cepas con mayor capacidad para producir esa liberación. En este sentido se pueden utilizar de forma aislada o en fermentación secuencial, con levaduras de tipo *Saccharomyces* seguidas de la propia *Saccharomyces*. Por otro lado, se pueden utilizar preparaciones enzimáticas para potenciar los aromas deseados.

En concreto *Kloeckera apiculata* es capaz de producir un aumento significativo de la cantidad de terpenos producidos a partir de la variedad Moscatel, en particular linalool y geraniol. Este aumento no es relevante en variedades diferentes a la moscatel.

En caso de querer utilizar preparaciones enzimáticas para liberar los monoterpenos de sus glicoconjugados inodoros hay que prestar atención a la elección de las mismas, ya que algunas de ellas pueden tener un efecto perjudicial en el aroma del vino debido a la producción de 4-vinilfenol o 4-vinilguaicol en concentraciones de hasta 1 mg/L.

Crianza

El envejecimiento es otro punto clave para el nivel de terpenos del vino. En los vinos de moscatel se ha visto que su "marcado carácter joven" se transforma en un "olor resinoso". Esto se ha atribuido a la transformación de nerol en α -terpineol y linalool. Tanto el nerol como el geraniol pueden convertirse en linalool, que a su vez se puede transformar en terpene hydrate. Por este motivo las concentraciones de nerol y geraniol disminuyen rápidamente al comienzo del envejecimiento en botella, mientras que el linalool aumenta.

Por otro lado, un aumento de la temperatura de 10 a 20°C durante el almacenamiento da lugar a pérdidas significativas de terpenos.

Resumen

El factor determinante para la obtención de un vino con un perfil terpénico es la variedad de uva. Las variedades moscatel y otras terpeno-dependientes aportarán al vino una cantidad de terpenos que podrán ser distinguidos en el aroma del vino. El uso de la maceración con hollejos y el uso de preparados enzimáticos con actividad β -glucosidasa potencian este efecto, pero sólo sería efectivo si la variedad tiene de partida un potencial alto de terpenos ligados.



El proyecto ha sido cofinanciado al 65% por el Fondo Europeo de Desarrollo Regional (FEDER) a través del Programa Interreg V-A España-Francia-Andorra (POCTEFA 2014-2020). El objetivo del POCTEFA es reforzar la integración económica y social de la zona fronteriza España-Francia-Andorra. Su ayuda se concentra en el desarrollo de actividades económicas, sociales y medioambientales transfronterizas a través de estrategias conjuntas a favor del desarrollo territorial sostenible.