

# **Defectos organolépticos debidos al desarrollo de microorganismos indeseables durante la vinificación y la crianza del vino**

Antonio Palacios \*y\*; Carlos Suárez \*; Luis Otaño \*\*; Adriana Laucirica \*\*; Francisco Peña \*\*\*;  
\* Lallemand Península Ibérica; Ctra. Logroño-Vitoria Nº 14; 26360 Fuenmayor, La Rioja; Tel/fax 941 451195; [apalacios@lallemand.com](mailto:apalacios@lallemand.com);  
\*\* Universidad de la Rioja, Dto. Agricultura y Alimentación, Calle Madre de Dios, Logroño, La Rioja; [luis.otano@adm.unirioja.es](mailto:luis.otano@adm.unirioja.es);  
\*\*\* Catador experto ciego absoluto.

## **Introducción:**

El mosto es un sustrato rico en nutrientes en el que se pueden desarrollar microorganismos como mohos, bacterias y levaduras. En función de las condiciones que tengan lugar durante el proceso fermentativo, se pueden establecer distintos fenómenos de competencia microbiana, sufriendo contaminaciones cuando los microorganismos considerados indeseables se hacen dominantes.

Por su parte, el vino es un sustrato menos rico en nutrientes que el mosto, pero, también es susceptible de ser atacado por microorganismos contaminantes que pueden arruinar su calidad organoléptica.

A pesar de los avances científicos y tecnológicos que se están produciendo en la enología en los últimos años, siguen apareciendo defectos organolépticos en los vinos provocados por distintas causas, muchas de ellas por contaminaciones microbianas.

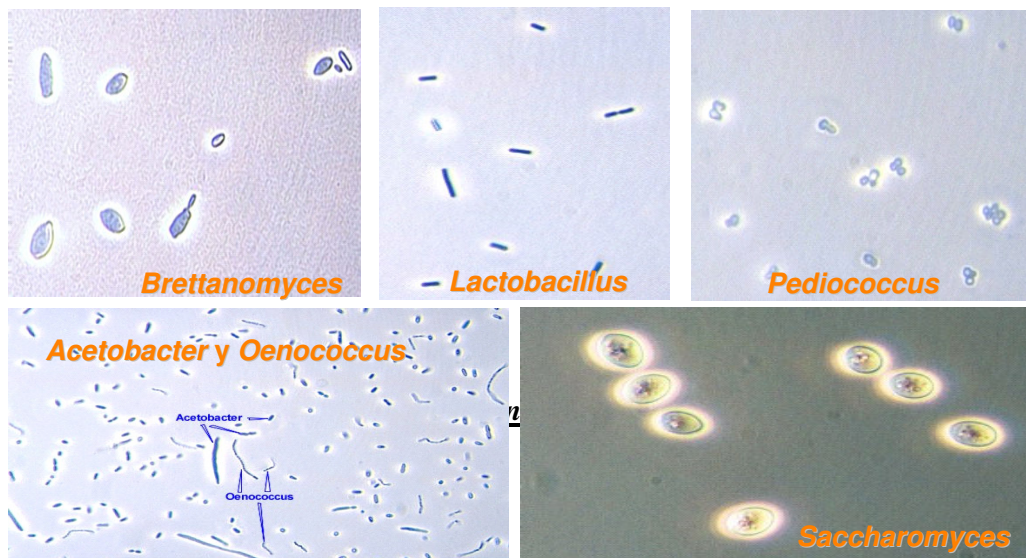
A continuación se van a analizar algunos de estos defectos con el fin de dar a conocer la relación causa-efecto de los mismos.

## **Defectos organolépticos derivados del metabolismo microbiano**

La microbiología del vino es muy compleja debido a que no es posible trabajar en situación de esterilidad en la bodega, sino que se realiza en un medio ambiente constituido por una gran biodiversidad microbiológica llevando a cabo las dos fermentaciones principales del vino. Además, existen respuestas fisiológicas y metabólicas que cambian por parte de los microorganismos dependiendo de las condiciones tecnológicas de la vinificación que son determinadas por los enólogos, condicionando los resultados finales de la fermentación.

En un principio, podemos realizar una primera clasificación de defectos organolépticos separando los provenientes de la fermentación alcohólica y los que proceden de la fermentación maloláctica. Viendo en cada uno de ellos cuales son los principales cambios que sufre el vino y el impacto organoléptico producido por las distintas contaminaciones microbiológicas.

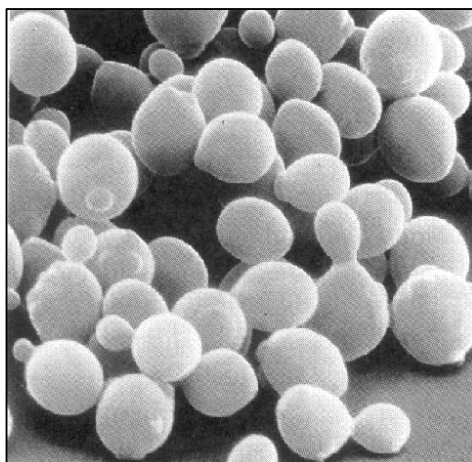
**Figura 1:** Diversas fotos al microscopio de los microorganismos del vino, (cortesía de Vinquiry).



### ■ Defectos provenientes de la Fermentación Alcohólica:

En esta parte enumeramos los defectos organolépticos provocados por una mala gestión de la fermentación alcohólica, que pueden ser derivados directamente de un metabolismo secundario por parte de las levaduras en general o por la presencia de microorganismos oportunistas como los mohos.

**Figura 2:** fotografía al microscopio electrónico de levaduras fermentativas del género *Saccharomyces*.



### ✚ Alteraciones por levaduras no *Saccharomyces*:

Las levaduras conocidas con el nombre de levaduras apiculadas o levaduras oxidativas de primera fase y las levaduras capaces de formar velo cuando la

fermentación ha sido finalizada, pueden causar defectos y desequilibrios en boca de forma importante. Estas levaduras son las pertenecientes a los géneros siguientes:

- *Hansenula*: levaduras con células alargadas con forma de maza y esporas en forma de sombrero. Estas levaduras producen mucho acetato de etilo.

- *Zygosaccharomyces*: levaduras con células ovoides alargadas muy grandes con esporas. Producen alta acidez volátil con su presencia.

- *Pichia fermentans*: levaduras cuyas células son alargadas y muy pequeñas. Producen ácido acético y acetaldehído, atacando al mismo tiempo la acidez del vino.

- *Brettanomyces*: levaduras con células alargadas grandes con forma de ojiva. Producen fenoles volátiles muy desagradables aromáticamente hablando.

**Figura 3:** fotografía al microscopio de un levadura de la especie *Kloeckera apiculata*, (cortesía de Vinquiry).



La presencia de estas levaduras de forma importante en una fermentación sin control durante las primeras fases de la fermentación puede provocar, entre otros, dos tipos de problemas:

#### ■ Aromas de oxidación y amargor en boca:

La oxidación del vino se debe a su metabolismo estrictamente oxidativo: viven a expensas del etanol, que lo transforman en  $\text{CO}_2$  y  $\text{H}_2\text{O}$  y de los ácidos orgánicos, lo que induce a una fuerte disminución de la acidez total del vino. Producen también de forma importante acetaldehído mediante oxidación biológica del etanol. Finalmente provocan una cata neutra del vino debido a la destrucción del etanol y la acidez total, amargor intenso al final de la fase gustativa en boca debido a los compuestos derivados de la autólisis de las levaduras una vez muertas y aromas ajerezados o de vino maderizado, fatigado o cansado.

#### ■ Gusto a éster:

La existencia de gusto a éster en los vinos se asocia con la presencia de altos contenidos de acetato de etilo y acetato de metil-butilo, provocados por el desarrollo en el mosto de levaduras indígenas de las especies *Hanseniaspora uvarum*, *Hansenula anomala*, *Metschnikovia pulcherrima* o levaduras contaminantes, por ejemplo del género *Brettanomyces*.

Para resolver este problema es necesario evitar dañar las bayas en su transporte hasta la bodega. En caso de realizar vendimia mecánica, reducir los tiempos de transporte desde el viñedo a la bodega al mínimo, sulfitando las uvas desde el mismo momento en que caen a la tolva de la vendimiadora. Controlar la temperatura de desfangado para que no haya arranques de fermentación no deseables. Sulfitar a una

dosis apropiada que permita controlar la flora indígena. Controlar la acidez evitando siempre que sea posible valores de pH superiores a 3,5. De esta forma, se realizará una selección natural de la flora indígena y se trabajará en unas condiciones donde el  $\text{SO}_2$  es más efectivo. Inocular levaduras seleccionadas a la dosis y en las condiciones recomendadas por el fabricante. La implantación de estas levaduras inhibirá el crecimiento de las levaduras que provocan defectos en el vino. Inocular bacterias seleccionadas. Un arranque rápido y controlado de la fermentación maloláctica inhibirá el desarrollo de levaduras del género *Brettanomyces*.

**Figura 4:** fotografía al microscopio de un levadura de la especie *Hansenula anomala*, (cortesía de Vinquiry).



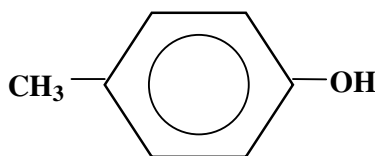
#### **Aromas de oxidación enzimática:**

Existen varias vías para provocar este tipo de problemas. Estos aromas de oxidación están relacionados con dos tipos de moléculas:

#### **■ Cresol y Cloro-cresol:**

Los vinos con este defecto tienen un gusto iodado, fenólico y alcanforado. Aparecen por actividad enzimática oxidásica que puede provenir de la uva o también de microorganismos. Si es esta la causa, los microorganismos capaces de mostrar actividad enzimática oxidativa, como son levaduras apiculadas del género *Koeckera* y *Torulopsis*; bacterias acéticas del género *Gluconobacter* y *Acetobacter* o mohos como el *Mildiou*, *Oidium*, *Aspergillus*, *Mucor* y *Penicillium*.

**Figura 5:** Cresol y cloro-Cresol.



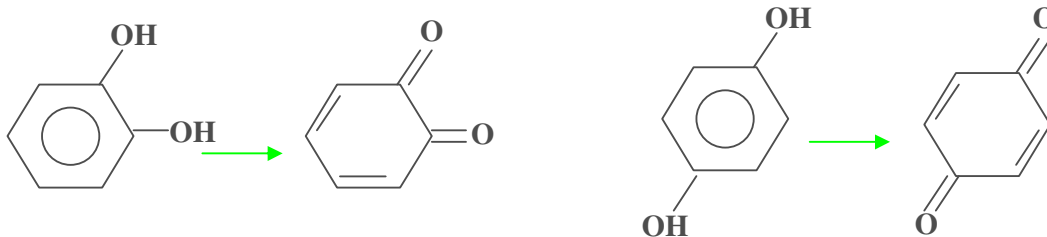
**Figura 6:** Fotografía la microscopio de una hifa del hongo *Botrytis cinerea*, (cortesía de Vinquiry)..



#### ■ Presencia de Quinonas:

Aparecen por oxidación de fenoles de bajo peso molecular, como el ácido caftárico y catequinas. Estos compuestos por pardeamiento enzimático forman las quinonas causantes del defecto, provocando aromas de cerveza, de vino cansado e incrementan el amargor final en boca. La actividad enzimática proviene de *Botrytis cinerea* y es la enzima laccasa la principal causante del problema organoléptico.

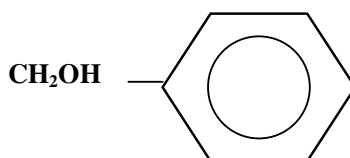
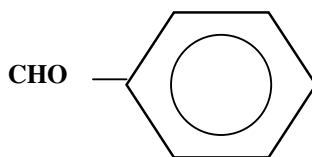
**Figura 7:** formación de quinonas a partir del ácido caftárico y las catequizas.



#### ✚ Gusto a almendras amargas:

Este defecto se debe a la presencia de benzaldehído y alcohol benzoico, cuya concentración media en vinos sanos es de 0,5 mg/L. Pero la concentración puede aumentar de forma importante con la presencia de *Botrytis cinerea*, liberando la enzima alcohol-benzílico-oxidasa que es la causa de la aparición de estos compuestos al actuar sobre el alcohol bencílico de ciertos revestimientos fabricados a base de pinturas epoxídicas. El Umbral de detección es de 2-3 mg/L (Blaise, 1986). Estos compuestos provocan amargor intenso al final de boca en los vinos, recordando el sabor de las almendras amargas.

**Figura 8:** moléculas de benzaldehído y alcohol benzoico.



Para evitarlo es necesario no utilizar en la medida de lo posible las uvas botritizadas; evitar el contacto de éstas con depósitos revestidos con resinas epoxídicas que no estén libres de alcohol bencílico; emplear de forma racional el sulfuroso; evitar el contacto con el oxígeno de uvas botritizadas en el caso de fermentar en depósitos revestidos con resinas epoxídicas que no estén libres de alcohol bencílico.



### **Aromas de reducción:**

La presencia en el vino de concentraciones elevadas de SH<sub>2</sub>, sulfuros, polisulfuros, mercaptanos, tioésteres,... se debe al desarrollo de levaduras o bacterias productoras de sulfuros a partir de diversos compuestos azufrados (sulfatos, aminoácidos azufrados,...) que provocan olores a huevos podridos y aromas aliáceos.

Para prevenir este problema se debe sulfitar adecuadamente el mosto y el vino; desfangar los mostos hasta alcanzar una turbidez correcta (ni por defecto, que pueda conducir a la aparición de aromas vegetales y sulfúreos, ni por exceso, que deja al mosto demasiado pobre en nutrientes); emplear racionalmente el O<sub>2</sub>, considerando además que los aromas provocados por SH<sub>2</sub> son más fáciles de eliminar durante la fermentación alcohólica que posteriormente. Cada cepa de levadura tiene unas necesidades particulares de O<sub>2</sub>. Además, en función del material con que esté fabricado el depósito de fermentación o almacenamiento será más fácil o más difícil que aparezcan aromas reductivos, (más facilidad en acero inoxidable que en hormigón). También es necesario realizar un control del nivel de Nitrógeno Fácilmente Asimilable (NFA). La levadura en condiciones de carencia de nitrógeno amoniacal, tenderá a tomarlo de los aminoácidos. En este caso pueden ser de los aminoácidos azufrados, liberando azufre al medio y causando aromas desagradables.

El empleo de nitrógeno en forma orgánica frente a las formas minerales como el fosfato diamonio (FDA) ayuda a resolver parte del problema. Los nutrientes complejos compuestos con células inactivas liberan al medio NFA de forma racionada, evitando carencias nutricionales y aumentos repentinos de la población de levaduras, como sucede en el caso de adiciones de FDA, que provoca un aumento de la demanda de nitrógeno. Incluso, en aquellos casos en que los contenidos iniciales de NFA sean muy bajos, se recomienda fraccionar la adición de los nutrientes complejos en dos o tres veces a lo largo de la fermentación. El empleo de una cepa de levadura seleccionada adecuada para las condiciones de vinificación también ayuda a resolver parte del problema.



Los compuestos negativos identificados, el aroma que provocan y los umbrales de detección se encuentran en la siguiente lista:

#### SULFUROS:

- 2-Metil-3-tiofanona: miga de pan (0,1-1,0 µg/L, )
- Sulfuro de etilo: ajo (15,18 µg/L, Lavigne *et al.*, 1993)
- Sulfuro de dimetilo: oliva (1,4-8,5 µg/L, Anocibar *et al.*, 1996)
- Sulfuro de hidrógeno: huevo podrido (0,8 µg/L, Lavigne *et al.*, 1993)

#### DISULFUROS:

- Disulfuro de dimetilo: col (30- 45 µg/L, Lavigne *et al.*, 1993)
- Disulfuro de dietilo: cebolla, caucho (25-40 µg/L, Goniak y Noble 1087)

#### TIOLES:

- Metano-tiol: podrido (0,3 µg/L, Lavigne *et al.*, 1993)
- Etanotiol: cebolla (1,1 µg/L, Lavigne *et al.*, 1993)
- Mercapto-etanol: corral, palo de gallinero (1-10 mg/L, Rapp *et al.* 1985)

#### ALCOHOLES:

- 3-Metil-Sulfanil-propano: patata cruda, tubérculo (Muller *et al.* 1971)
- 2-Metil-sulfanil-etanol: judía verde (1-10 mg/L, Anocibar y Beltran 1995)
- Metionol: coliflor, col cocida (3,2-4,5 mg/L, Anocibar y Beltran 1995)

#### ÉSTERES:

- Acetato de tio-metilo: vegetales podridos, queso (10-40 µg/L, Alliata 1995)
- Acetato de tio-etilo: quemado, sulfurado (10-30 µ/L, Alliata 1995)
- Acetato de metil-sulfanol-propilo: ajo, champiñón (100-115 µg/L, Chatonnet 1992)



#### Gusto de luz:

El gusto de luz es un problema organoléptico definido ya hace algún tiempo que se debe a la presencia en el vino de compuestos azufrados. Es un problema detectado en vinos blancos después del embotellado y que son expuestos a la luz durante su almacenamiento en bodega o en el punto de venta. Es un proceso fotosensible donde interviene la vitamina B2. Los vinos donde se mantiene cierto contacto con las levaduras que liberan este cofactor tienen mayor riesgo.

La apreciación organoléptica consiste en un gusto a reducción y gusto a metálico muy desagradable al final de boca. Se debe a la formación también de compuestos azufrados del tipo disulfuro de dimetilo, SH<sub>2</sub>, metionol y acroleína por degradación de la metionina que se transforma a un aldehído fotodegradable (Maujean y Seguin, 1983). Este problema se ve intensificado por la menor presencia de cobre en la viña y en equipos de bodega, que es conocido por atenuar los aromas de reducción.



#### Aromas animales:

Existen varios defectos organolépticos donde aparecen aromas sucios con connotaciones animales que menosprecian los aromas afrutados y varietales de los vinos y que surgen en diferentes momentos de la vinificación.



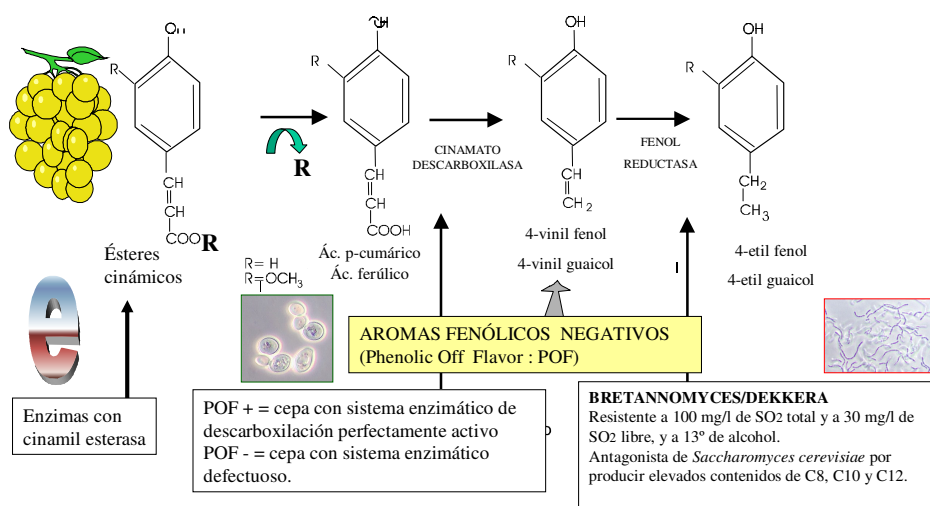
#### Aroma Foxée:

Este aroma se debe a un compuesto formado denominado orto-aminacetofenona (OACF), cuyo umbral de detección se sitúa aproximadamente en los 2 µg/l. El precursor de este compuesto es el triptófano. Tiene un impacto olfativo que se describe con los olores de aroma de zorro, zorrera, madriguera, perro mojado, foxée. El origen del problema es la variedad de vid: *Vitis labrusca* (furaneol glicosilado y antranilato de metilo) y por cierta actividad microbiana de *Saccharomyces cerevisiae* consideradas como contaminantes en un medio fermentativo rico en triptófano, formándose la OACF, (Rapp *et al.*, 1995).

### ■ Fenoles volátiles y carácter “Brett”:

Los aromas animales de sudor de caballo, olor a quemado, cuero mal curado y cuadra, se deben a la presencia en el vino de fenoles volátiles: 4-vinilfenol, 4-vinilguayacol, 4-etilfenol y 4-etilguayacol. La aparición de estos compuestos se asocia a la acción de algunas cepas de *Pediococcus* y *Lactobacillus*, aunque los microorganismos máximos responsables de estos defectos organolépticos son levaduras contaminantes del género *Brettanomyces* y *Dekkera*.

**Figura 9:** esquema del origen de los vinil-fenoles y etil-fenoles a lo largo del proceso de vinificación.



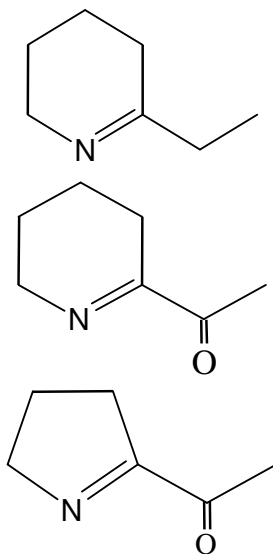
### ■ Gusto a Ratón:

Debido a la producción de bases heterocíclicas aromáticas por parte de algunas cepas bacterianas de las especies *Lactobacillus*, particularmente heterofermentativas, como *L. hilgardii* & *L. brevis*. También a algunas cepas *Oenococcus oeni*. Esos compuestos están asociados a aromas desagradables identificados como “gusto a ratón”. Al igual que el caso anterior, estos defectos también pueden deberse a la acción de levaduras del género *Brettanomyces/Dekkera*, pero no están asociados a *Saccharomyces cerevisiae*. Los componentes que causan el defecto del “gusto a ratón” son bases N-heterocíclicas. Fueron identificadas la 2-etil-tetra-hidropiridina (ETPI), 2-acetil-tetra-hidropiridina (ACTPI) y la 2-acetil-1-pirrolina (ACPI), (Costello, P.J.; Lee, T.H.; Henschke, P.A.; 2001). La aparición de este defecto se debe al metabolismo



heterofermentativo de bacterias lácticas, que a partir de aminoácidos como la ornitina y lisina, una vez ciclados son acetilados, formando los compuestos mencionados.

**Figura 10:** piridinas en vinos de origen microbiano  
(Costello, P.J.; Lee, T.H.; Henschke, P.A).



#### **Aromas extraños en vinos blancos:**

En algunos vinos aparecen aromas extraños que en el pasado han sido considerados como aromas que definen la tipicidad local o de terruño, pero que en la actualidad se consideran más como aromas problemáticos o defectuosos que típicos o varietales de determinados vinos.



#### **Aromas Minerales:**

Tras el envejecimiento en botella de algunos vinos blancos, como ocurre frecuentemente en vinos de la variedad Riesling, puede aparecer en cantidades demasiado elevadas un compuesto hidrocarbonado de naturaleza norisoprenoide conocido con el nombre Tri-metil-dihidro-naftaleno (TDN) que causa aromas en el vino de petróleo, fuel, hidrocarburos, naftalina, queroseno, humo y alcanfor cuando supera la concentración de 20 µg/L, pudiéndose incrementar su presencia hasta 40 µg/L. (Rapp y Güntert, 1986). Se debe a la degradación hidrolítica de carotenos de la uva, que puede ser claramente debido a la presencia de levaduras o bacterias con esta capacidad enzimática expresada durante su etapa fermentativa. El tiempo y la temperatura de almacenamiento en botella del vino, así como el pH bajo (2,8-3,3) hacen aumentar su concentración final en el vino, también el estrés en la viña. El metil-tetrahidro-naftaleno está implicado en aromas que recuerdan al defecto del corcho, (Dobois y Rigaud, 1981).

Existen otros norisoprenoides que son muy positivos en el aroma, como la  $\beta$ -damascenona o la  $\beta$ -ionona, con aromas florales y de violeta, o el vitispirano, con

aromas de eucalipto. Otros hidrocarburos cíclicos como es el estireno, pueden producir aromas de plástico

#### ■ ATA:

Se conoce con las siglas de ATA a un aroma extraño que aparece en algunos vinos blancos y que responde a las siglas inglesas de “atypical aging flavor”, o derivado del alemán “untypischen alterungsnote”. El impacto aromático que produce es de aromas de uva asoleada, aromas de cocido, aromas de raspón, aromas rancios, alcanfor, plástico, goma, tierra, maleza, (cierto parecido al naftaleno). Se produce a partir del triptófano y su derivado, el ácido indol-acético, que es el precursor de la 2-amino-acetofenona. El principal causante es el estrés en la viña por limitación de agua, rayos UV, limitación en nutrientes, contaminación medio-ambiental y ataques microbiológicos, que producen estrés hormonal en la planta, apareciendo el ácido indol-acético en concentraciones elevadas.



#### **Acidez volátil o Acescencia:**

El exceso de ácido acético y acetato de etilo, cuyos umbrales de detección son 0,7-0,8 g/l para el ácido acético y 0,15-0,18 g/l para el acetato de etilo, producen un sabor agrio y acerado por parte del ácido acético y un olor a picado del tipo éster. La alta concentración de estos compuestos acentúa la acidez excesiva y el exceso de tanino. Este problema puede verse disfrazado por el grado alcohólico y la presencia de azúcares residuales y la baja acidez. La terminología empleada para hacer referencia a este problema es un vino acetoso, acre, agrio, acerado, alterado, picante, con punta de acidez volátil, avinagrado, picado.



#### **Aromas a causa de paradas de fermentación:**

Los ácidos grasos de cadena corta saturados aparecen cuando se produce una parada de fermentación o una fermentación languideciente motivada por diferentes causas: mostos muy desfangados, altas temperaturas de fermentación, pH muy bajos o por la competencia con bacterias lácticas al final del proceso fermentativo. Estos ácidos grasos, aparte de ser tóxicos para las levaduras y conducir a un estado fisiológico deficitario para terminar la fermentación de forma correcta, tienen implicaciones organolépticas defectuosas. De esta forma, los ácidos grasos caproico y caprílico dan aromas de queso de cabra y aromas animales de cuadra sucia. Por parte de los ácidos grasos del tipo octanoico, decanoico y dodecanoico aparecen aromas de jabón, tonos rancios, detergente, vela o carácter cerero y de cera ardiendo.



#### **Defectos provenientes de la Fermentación Maloláctica:**

En esta parte enumeramos los defectos organolépticos provocados por una mala gestión de la fermentación maloláctica (FML).

***Figura 11:** foto al microscopio electrónico de bacterias lácticas del vino, (cortesía Lorenza Conterno).*



### **Picado láctico y aromas lácteos:**

La enfermedad del picado láctico se produce cuando las condiciones son favorables para el desarrollo de bacterias (fermentaciones ralentizadas o paradas) y cuando todavía hay azúcar en el mosto-vino en fermentación. Se transforman los azúcares de seis átomos de carbono en etanol, carbónico, lactato de etilo y ácido acético. En el medio aparece el isómero D del ácido láctico, mientras que el L-láctico se origina en la FML. Este fenómeno es provocado por bacterias lácticas heterofermentativas.

El lactato de etilo se origina principalmente durante dicha fermentación maloláctica. En bajas concentraciones participa en las sensaciones de volumen en boca, pero en concentraciones elevadas produce aromas lácteos, de queso fresco y de yogurt en el vino, disminuyendo la fruta y el carácter varietal del mismo. Las concentraciones medias en vino son de 15 mg/l, por encima de esta concentración se vuelve negativo para la calidad organoléptica.

### **Acetaldehído:**

El acetaldehído es una molécula muy reactiva siempre presente en el vino. En algunos casos aumenta la redondez en boca y la suavidad de los taninos, pero cuando se encuentra en baja concentración. Debido al consumo de acetaldehído por parte de las bacterias lácticas durante la fermentación maloláctica, y que puede ser muy intenso para algunas cepas de bacterias (Ramón Mira de Orduña, 2001), se reduce la combinación del  $\text{SO}_2$ , lo que permite rebajar su dosis y su impacto negativo organoléptico.

El umbral de detección está cercano a los 100 mg/l. Produce un olor de manzana sobremadura, puré de manzana, manzana cocida, escabeche y oxidación. A veces se forma durante la FML y en la gran mayoría de los casos se reduce su concentración, lo que puede ser muy positivo para corregir ciertos excesos durante la microoxigenación del vino cuando esta se realiza antes de la FML.

### **Amargor en boca:**

La FML en el vino es llevada a cabo en la mayor parte de los casos por bacterias de la especie *Oenococcus oeni*. En ocasiones se puede producir el desarrollo de otros

géneros de bacterias consideradas como contaminantes, como *Lactobacillus* y *Pediococcus*. Determinadas cepas de estos géneros pueden producir alteraciones del vino tal y como se detalla a continuación:

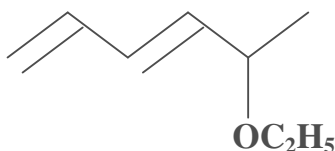
Degradación de glicerol generando acroleína, que provoca la aparición de gusto amargo intenso al final de boca en los vinos. Por la combinación de ésta con los taninos, aparecen sabores amargos muy desagradables. También la producción de manitol a partir de la fructosa, causante del gusto agridulce, interviene en este problema organoléptico.

Para evitarlo es necesario sulfitar adecuadamente, emplear lisozima para evitar arranques de FML espontánea e inocular bacterias seleccionadas, mantener la higiene en la bodega, evitar el contacto prolongado con las lías si no se hace un buen control químico y microbiológico de las mismas y conservar el vino a bajas temperaturas.

#### **Aroma a geranio:**

Este defecto se deriva del metabolismo del ácido sórbico por parte de bacterias lácticas, que es hidrogenado a sorbinol, después es isomerizado a 3,5-hexadien-2-ol, que reacciona con el etanol para dar 2-etoxi-hexa-3,5-dieno, responsable del olor anómalo a la flor de geranio, que se hace muy punzante. El umbral de percepción es de 0,1 µg/l. Las bacterias del género *O. oeni* no producen cantidades altas.

**Figura 12:** molécula del 2-etoxi-hexa-3,5-dieno.



#### **Diacetilo y aromas lácteos:**

El impacto del diacetilo en el perfil aromático del vino es muy variable. Dependiendo de la concentración alcanzada, los aromas aportados pueden ser muy diferentes. Así, con una concentración de 5-14 mg/l, los aromas dominantes son los de mantequilla, mientras que con una concentración de 2-4 mg/l, los aromas presentes son de nueces, caramelo, levadura y piel mojada. El umbral de percepción es superior en los vinos tintos que en los blancos, por eso los vinos tintos soportan mayores concentraciones de diacetilo. Entonces, dependiendo del objetivo de vino, interesa o no evitar el consumo del ácido cítrico como fuente de diacetilo.

La concentración final de este compuesto depende de la cepa de bacteria láctica que realiza la FML y de su metabolismo sobre el ácido cítrico. La filtración rápida del vino después de finalizar la FML permite una alta concentración de diacetilo. La inoculación de una población elevada de bacterias seleccionadas y la crianza sobre lías disminuyen el impacto lácteo por su transformación en butanodiol. La transformación del diacetilo en butanodiol disminuye los aromas de mantequilla y los transforma en componente de volumen y graso en boca



### Aminas biógenas:

Por último, se pueden producir alteraciones que afectan a la calidad sanitaria del vino. Como es, por ejemplo, el metabolismo de la arginina por parte de las bacterias, que da como resultado la producción de citrulina y carbamil-fosfato. Si este compuesto reacciona con la urea producida por algunas levaduras durante la fermentación alcohólica, puede dar lugar a carbamato de etilo, compuesto tóxico para la salud humana y para el que existe un límite legal distinto según los países donde se vaya a vender el vino. La descarboxilación de determinados aminoácidos da como resultado la presencia en el vino de diversas aminas biógenas (histamina, putrescina, cadaverina, etc.), que al igual que sucede con el carbamato de etilo, pueden resultar tóxicas para la salud humana.

En el caso de la putrescina y la cadaverina el problema no es sanitario pero si organoléptico, ya que estas aminas son volátiles y pueden llegar a la mucosa olfativa provocando aromas desagradables. Los términos que describen el impacto aromático son los siguientes. Para el caso de la putrescina recuerdos al carácter umami, tonos cárnicos, tierra húmeda y de lombriz, corteza de árbol, aromas de pescado y marisco, piel de bacalao, vegetales en putrefacción, pañal de niño, retronasal fétida. En el caso de la cadaverina aromas cárnicos, de sudor humano, axila, cabello recién cortado, aromas de pétalo de rosa muerto en putrefacción, olor de peluquería, de laca y acetona, aromas de agua estancada, sótano húmedo con hongos, trapo de cocina sucio, carne pasada, humedad, polvo de barrer, suciedad. Retronasal de laca y fijador de pelo, recuerdo al encurtido con vinagre.

**Figura 13:** fotografía al microscopio de bacterias láctias de las especies *Pedococcus* y *Lactobacillus*, (cortesía de Vinquiry).



### Bibliografía:

- . Blouin, J. (2003), Analyse et composition des vins. Comprendre le vin. Ed. La Vigne.
- . Dittrich, H. H. (1963) Versuche zum Apfeisaureabbau mit einer Hefe der Gattung *Schizosaccharomyces*. Wein. Wiss. 18:392-405.

- . Émile Peynaud; El gusto del vino; Ed. Mundi.Prensa, 2000.
- . Flanzy, C; (2000). Enología: Fundamentos científicos y tecnológicos. AMV Ediciones.
- . Gerbaud,-V; Gabas,-N; Blouin,-J; Pellerin,-P; Moutounet,-M, (1997). “Influence of wine polysaccharides and polyphenols on the crystallization of potassium hydrogen tartrate”, Journal-International-des-Sciences-de-la-Vigne-et-du-Vin; 31(2): 65-83.
- . Jackson, R. (2002). Wine testing, a profesional handbook. Food Science and Technology, International series. Academic Press.
- . Kluiver, A. J. (1914) Biochemische Suikerbepalingen. Thesis, Delft.
- . Lodder, J. (1970) The yeast. A taxonomic study. 2<sup>nd</sup> Edition, 733-755. North Holland, Pub. Co: Amsterdam, London.
- . Radler, F. (1993) Yeasts-metabolism of organic acids. In Wine Microbiology and Biotechnology, Fleet GH (ed.). Harwood Academic: Chur, Switzerland; 165-182.
- . Redzepovic, S., Orlic, S., Majdak, A., Kozima, B., Volschenk, H., Viljoen-Bloom, M. (2003) Differential malic acid degradation by selected strains of *Saccharomyces* during alcoholic fermentation. Int. J. Food Microbiol. 83:49-61.
- . Rankine, B. C. (1966) Decomposition of L-malic acid by wine yeast. J. Sci. Food Agric. 17:312-16.
- . Ribereau-Gayon, J., Peynaud, E. (1962) Application à la vignification de levures métabolisant l'acide L-malique. C. R. Acad. Agric. Fr. 18:558-563.
- . Snow, P. G., Gallander, J. F. (1979) Deacidification of white table wines through partial fermentation with *Schizosaccharomyces pombe*. Am. J. Enol. Vitic. 30:45-8.
- . Taillandier, P., Strehaiano, P. (1991) The role of malic acid in the metabolism of *Schizosaccharomyces pombe*: substrate consumption and cell growth. Appl. Microbiol. Biotechnol. 35:541-543.
- . Vernhet,-A; Moutounet,-M, (2002). “Fouling of organic microfiltration membranes by wine constituents: importance, relative impact of wine polysaccharides and polyphenols and incidence of membrane properties”, Journal-of-Membrane-Science.; 201(1/2): 103-122.
- . Volschenk, H., Viljoen, M., Grobler, J. (1997) Malolactic fermentation ingrape musts by a genetically engineered strain of *Saccharomyces cerevisiae*. Am. J. Enol. Vitic. 48:193-196.