

## LOS NUEVOS CAMINOS DE LA VITICULTURA Y DE LA ENOLOGÍA

# ITINERARIO PARA LA ELABORACIÓN DE VINO SIN SULFUROSO



Dr. Esteban García Romero  
Servicio de Investigación y Tecnología  
Instituto de la Vid y el Vino de Castilla-La Mancha



# SITUANDO EL PROBLEMA



## LA CONSERVACIÓN DEL VINO.

Como en cualquier otro alimento nos enfrentamos a dos problemas:

### Estabilidad microbiana

Evitar el desarrollo de hongos, levaduras, bacterias perjudiciales

### Estabilidad oxidativa.

Conservación de las características sensoriales: color, aroma y sabor

El SO<sub>2</sub> ha sido la molécula “mágica” que nos ha ayudado en enología a controlar de forma tremendamente eficiente estos dos aspectos.

Su uso se autoriza en alimentos diversos como: galletas, siropes, productos de aperitivo, patata, vino y cerveza, productos vegetales frescos, confituras y mermeladas, frutos secos, crustáceos, moluscos y carnes



## BENEFICIOS DEL SO<sub>2</sub>

- ✓ Realiza una selección de la flora microbiana ya que inhibe el crecimiento de levaduras No-*Saccharomyces* poco productoras de alcohol y de bacterias no deseadas.
- ✓ Destruye las oxidasas de la uva (tirosinasa y laccasa) enzimas catalizadoras de la oxidación de los fenoles y el aroma de los mostos.
- ✓ Efecto antioxidante: Protege de consecuencias nefastas para el color y el aroma.
  - “Secuestra” el oxígeno antes de que reaccione con otros componentes del vino
  - Reacciona con el peróxido de hidrógeno
  - Reduce las quinonas producidas por la oxidación a su forma fenol inicial.

## BENEFICIOS DEL SO<sub>2</sub>

- ✓ Facilita la extracción de fenoles y materias colorantes de las células del hollejo de la uva.
- ✓ Reacciona con componentes del vino: acetaldehído, ácido pirúvico, ácido 2-oxoglutárico, antocianos, ácidos cinámicos y azúcares reductores, modulando las propiedades sensoriales del vino y modificando reacciones de polimerización de fenoles durante la crianza y conservación.
- ✓ Protege el aroma del vino
  - Se une con el acetaldehído lo que evita el aroma a oxidación de éste.
  - La frescura se conserva durante el envejecimiento.

## PERJUICIOS DEL SO<sub>2</sub>

- ✓ Destruye la tiamina (vitamina B1, pérdida de valor nutricional), un factor de crecimiento de la levadura que disminuye la producción de compuestos carbonílicos:

↓ *tiamina* → ↑ *carbonílicos* → ↑ *combinación SO<sub>2</sub>* → ↑ *dosis SO<sub>2</sub>*

- ✓ Retrasa o impide la fermentación maloláctica.
- ✓ En ciertas circunstancias origina sabores y olores a sulfhídrico y mercaptano
- ✓ Si la dosis adicionada es demasiado elevada el vino adquiere un olor picante característico de este producto y un dejo desagradable.
- ✓ Se une a los antocianos decolorándolos

*HEMOS CONVIVIDO SIN PROBLEMAS*

*CON TODOS ESTOS PERJUICIOS*

## PERJUICIOS DEL SO<sub>2</sub>

*DESDE HACE AÑOS EL FOCO SE SITÚA EN CUESTIONES NO TECNOLÓGICAS*

- ✓ El consumidor demanda cada vez más alimentos con alto valor nutricional, microbiológicamente seguros y lo más “naturales” (sin aditivos químicos)



*IMPORTANTE EN ALIMENTOS ECOLÓGICOS/ORGÁNICOS*

- ✓ Puede dar lugar a reacciones pseudoalérgicas con la aparición de broncoespasmo, urticaria y broncoconstricción en personas sensibles.

Louis Pasteur puso ya de manifiesto la importante relación entre oxígeno y vino (*Études sur le vin: de l'influence de l'oxygène de l'air dans la vinification*): los vinos jóvenes deben protegerse del aire porque afecta negativamente a sus características sensoriales.

## CONSUMO DE OXÍGENO

✓ En mostos el oxígeno se consume muy rápidamente: el oxígeno disuelto a saturación es consumido en segundos-minutos.

✓ En los procesos de fermentación el mosto/vino está protegido contra la oxidación:

Las fermentaciones alcohólica y maloláctica son procesos anaeróbicos; durante su desarrollo el potencial redox del medio decrece a unos 50 mV y los mostos y vinos pueden consumir altas cantidades de oxígeno sin sufrir daños.

El oxígeno es incluso positivo en la FA promoviendo la producción de factores de crecimiento de las levaduras (esteroles y ácidos grasos).

✓ Durante la crianza y conservación del vino el consumo de oxígeno es mucho menor.

## OXIDACIÓN EN VINOS BLANCOS

La degradación oxidativa es especialmente importante en los vinos blancos:

Pardeamiento del color por reacciones de diferentes polifenoles:

Catequinas, galocatequinas, para dar sales xantilio amarillas-naranjas

Ácidos hidroxicinamoil-tartáricos para dar quinonas

Catalizadas por iones metálicos  $Fe^{3+}/Fe^{2+}$ ,  $Cu^{2+}/Cu^{+}$  y según algunos autores  $Mn^{2+}$

Depreciación del aroma:

Reacciones que en el medio ácido se producen durante su almacenamiento en botella: pérdida de aromas florales y afrutados

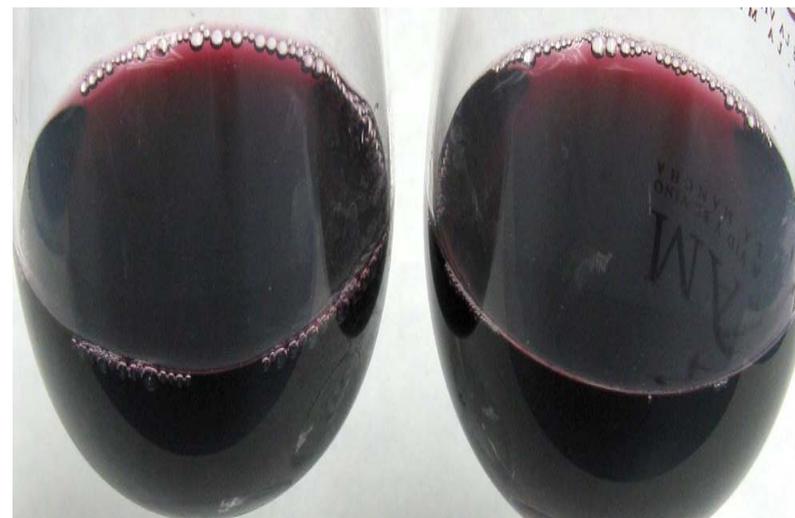


## OXIDACIÓN EN VINOS TINTOS

La estructura fenólica de los vinos tintos permite obtener vinos tintos sin la ayuda de antioxidantes con un buen manejo de los gases.

Sin SO<sub>2</sub> los antocianos no se decoloran y se compensa la pérdida de extracción

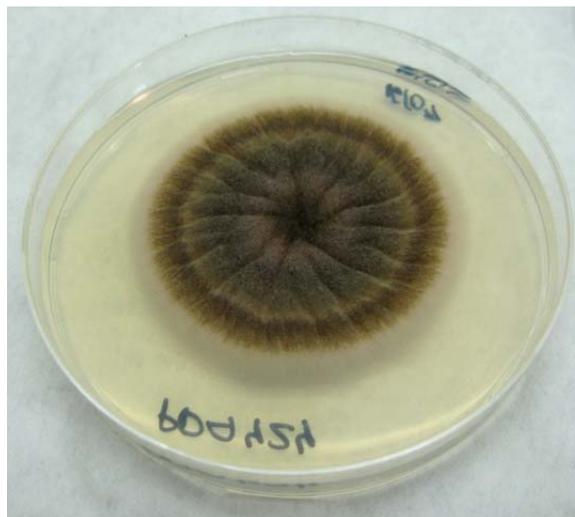
	Red-SO <sub>2</sub>		Red-1g	
	Mean	SD	Mean	SD
L*	19.85	0.04	21.75	3.13
a*	49.95	0.18	51.77	3.28
b*	26.23	0.42	30.40	2.54
I.C.	6.33	0.03	6.40	0.56
Tonality	0.71	0.01	0.71	0.00
Anthocyanins	304.90 <sup>a</sup>	24.18	201.45 <sup>b</sup>	8.70
Catechins	116.20 <sup>a</sup>	13.86	96.85 <sup>b</sup>	3.04
Tannins	1.50 <sup>a</sup>	0.04	0.64 <sup>b</sup>	0.10
Total phenols	994.50 <sup>a</sup>	40.73	800.70 <sup>b</sup>	7.78



El vino es de por sí un medio medianamente protegido contra la proliferación bacteriana por su bajo pH y alta concentración de etanol.

Sin embargo sólo **pH por debajo de 2,9** y concentraciones de **etanol por encima del 16%** aseguraría una perfecta protección

Incluso utilizando prácticas higiénicas adecuadas el riesgo de crecimiento de microorganismos a lo largo del proceso de elaboración y conservación del vino es más o menos alto dependiendo de la fase.



# ADITIVOS ALTERNATIVOS



## ÁCIDO ASCÓRBICO (VITAMINA C) (E-300-304)

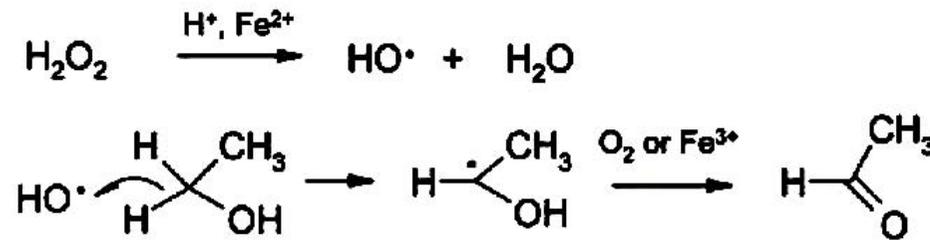
Se encuentra en uvas sanas entre 50–100 mg/L

Se consume casi en su totalidad después del estrujado-prensado (reacciones con quinonas de hidroxicinamoil-tartáricos para dar los ácidos originales)

En el vino es un potente secuestrante del oxígeno, más rápido que el SO<sub>2</sub>. Se usa en el estrujado y justo antes del embotellado de blancos.

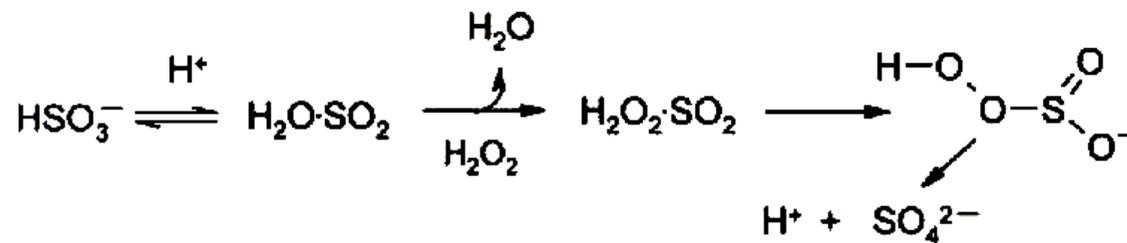


## ÁCIDO ASCÓRBICO



Scheme 5 The Fenton reaction: oxidation of ethanol.

Por ello se propone la adición conjunta con SO<sub>2</sub>



Scheme 3 Possible mechanism for the reaction of SO<sub>2</sub> with hydrogen peroxide.

En vinos con SO<sub>2</sub> adicionados de ascórbico en el embotellado hay ligeramente menos oxidación a los 3 y 5 años en botella, tanto desde el punto de vista del color como del aroma afrutado.

## LÍAS DE VINIFICACIÓN

Las lías solas o en combinación con otros antioxidantes (ascórbico) son efectivas en la “desactivación” del oxígeno y de los radicales libres, pero en algunos casos pueden inducir el pardeamiento durante el almacenamiento.

Se ha intentado explicar el mecanismo de protección antioxidante por:

Efecto de los esteroides de la membrana lipídica (ergosterol)

Grupos tiol de las proteínas de la pared celular

$\beta$ -glucanos de las paredes celulares

Adsorción de polifenoles

## AUTOLIZADOS DE LEVADURAS.

A partir de las propiedades antioxidantes de las lías de vinificación se han desarrollado diferentes sub-productos de las levaduras:

- Levaduras Inactivas,
- Autolizados de levadura,
- Paredes celulares de levadura,
- Extractos de levadura

De acuerdo con los productores su capacidad antioxidante se relaciona con su capacidad de liberar al medio polisacáridos, macromoléculas antioxidantes y glutatión.

No existen trabajos exhaustivos.

Se han encontrado efectos protectores del color y reducción de la pérdida de componentes volátiles del vino en 8 meses de almacenamiento.

## GLUTATION (GSH)

Se encuentra en uvas y mostos (14–114 mg/L).

Frena la oxidación de ácidos hidroxicinamoil-tartáricos produciendo el GRP, evitando la formación de quinonas y previniendo el pardeamiento. Es capaz de inhibir ciertos radicales libres (DPPH).

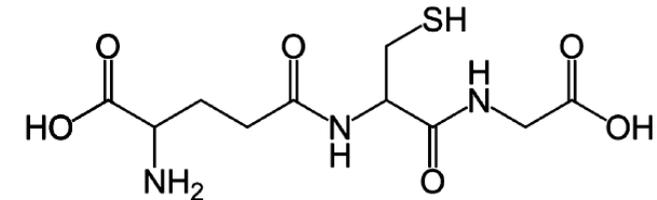
Reduce la condensación de flavan-3-oles hacia polímeros pardos.

A mayores concentraciones de GSH en vinos, menor pardeamiento, menor pérdida de tioles varietales y menor producción de sotolona/aminoacetofenona

Sólo o en combinación con cafeico frena el descenso en terpenos y ésteres típico de la evolución de vinos blancos en botella.

En condiciones demasiado reductoras aumenta los niveles de H<sub>2</sub>S durante la estancia en botella y más en presencia de concentraciones elevadas de Cu (II). En condiciones muy oxidativas altas concentraciones de GSH pueden inicialmente proteger contra la oxidación pero eventualmente provocan pardeamiento.

El uso de GSH no se permite aún. Existen preparados comerciales de derivados de paredes celulares de levadura que se presentan con niveles altos de este compuesto.



## POLIFENOLES

La adición pre-fermentativa de taninos enológicos se han mostrado efectivos: inhibición enzimática de las PPO's y actividad anti-radical.

No afectan al proceso fermentativo y en algún caso se ha comprobado que aportan incluso mejoras en la percepción sensorial cuando se comparan con vinos  $\text{SO}_2$ .

Sin embargo algunos autores observaron que galotaninos y procianidinas no mejoraron las características cromáticas y sensoriales e incluso aumentaron los tonos amarillos en tintos Monastrell.

Si se tiene en cuenta su actividad antioxidante se podría utilizar en dosis pequeñas junto con otros microbicidas (bacteriocinas, DMDC).

## POLIFENOLES

Extractos fenólicos (especias, flores, hojas, frutas, legumbres, pepitas, hollejos,...), ácidos fenólicos y flavonoides han mostrado actividad antimicrobiana frente a cepas de *Staphylococcus aureus*, *Escherichia coli*, y *Candida albicans*. En enología se ha comprobado su actividad frente a LAB y en algunos casos Bacterias acéticas (*Acetobacter aceti* y *Gluconobacter oxydans*).

En general los IC50 de fenoles son mayores que los de SO<sub>2</sub> frente a LAB:

*flavonoles ≈ estilbenos > ácidos fenólicos y sus ésteres > flavan-3-oles*

Sin embargo hay que tener en cuenta los posibles cambios que en las propiedades fisicoquímicas (viscosidad) y sensoriales (color, aroma, astringencia) puedan producirse al suplementar los vinos con estos compuestos.

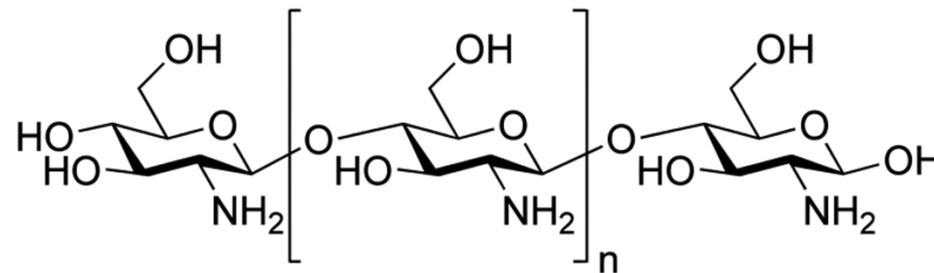
## CHITOSAN –CHITIN

Polisacáridos con más de 5.000 unidades de glucosamina y acetilglucosamina respectivamente.

Se obtienen de exo-esqueletos de crustáceos, paredes celulares de hongos. Chitosan también deriva de la chitin por un proceso de de-acetilación.

Efectivos para estabilización, clarificación, de-acidificación, reduce metales pesados (plomo y cadmio) y mayoritarios (hierro y cobre), ocratoxina A, enzimas y pesticidas.

Su carácter antioxidante se debe probablemente a la eliminación de Fe y Cu y a la adsorción de fenoles oxidados. El desarrollo del color se limita y es comparable a la protección del sulfuroso.



## CHITOSAN –CHITIN

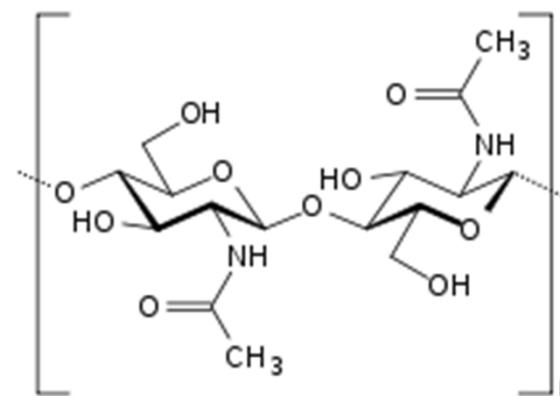
Interacciona con grupos aniónicos en la superficie de la pared celular y limita la difusión de solutos esenciales como los azúcares y cationes metálicos.

Se ha estudiado bastante su efecto antifúngico en plantas, uvas de mesa y otros alimentos, en biofilms para envolver.

En vinos: La actividad antimicrobiana del chitosan es efectiva para diferentes cepas de *Brettanomyces bruxellensis* mientras que *Saccharomyces cerevisiae* y las fermentaciones alcohólica y maloláctica no se ven afectadas.

La OIV aprueba el uso de chitosan y chitin-glucan como reductor de metales, OTA y, entre otras, contra *Brettanomyces*

Su efectividad varía fuertemente con el pH.



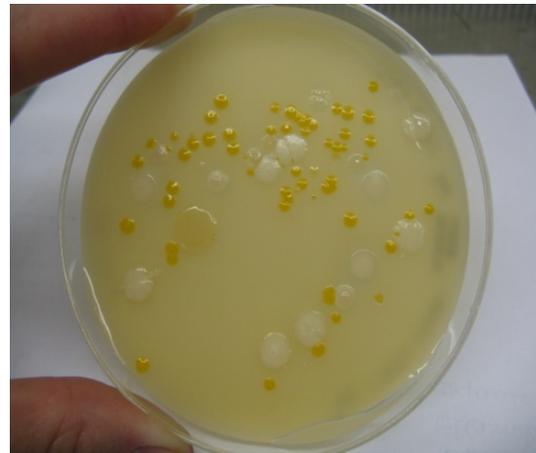
## SORBATO (E200)

El ácido sórbico presenta una fuerte acción anti-fúngica pero no es anti-bacteriano. Su uso está permitido por la OIV.

Se ha usado en el embotellado de vinos dulces.

Puede ser degradado por *Lactobacillus* y *Pediococcus* produciendo 2-etoxicarbonil-3,5-hexadieno, que causa un desagradable olor a geranio (umbral de detección de 0,1 ug/L).

En vinos sin alcohol se ha demostrado que el sorbato no muestra efectos fungicidas por separado pero ejerce un efecto sinérgico con el dimetildicarbonato.



## DICARBONATO DE DIMETILO (E242)

Acción anti-fúngica: inhibe alcohol-deshidrogenasa y gliceraldehido-3-P-deshidrogenasa.

Es más efectivo contra las levaduras que el SO<sub>2</sub>

mata a las células mientras que el segundo sólo inhibe su crecimiento manteniéndolas en estado de “viables pero no cultivables”

No deja rastros, el DMDC se hidroliza produciendo metanol y dióxido de carbono, naturalmente presentes en el vino además de pequeñísimas cantidades de etilcarbonato y de metilcarbamato. La hidrólisis es muy rápida: 1h a 30°C y 5 h a 10°C. La muerte de los microorganismos se produce antes de la hidrólisis completa del DCDM.

La acción del DMDC es rápida pero breve

por tanto no asegura la protección contra posteriores contaminaciones. Es por lo que se usa justo antes del embotellado. Algunos autores aconsejan su uso conjunto con SO<sub>2</sub>, cuya acción es menos rápida pero más duradera.

## DICARBONATO DE DIMETILO

Las dosis efectivas dependen de la cepa de levadura:

Para inhibir *Zygosaccharomyces bailii* (típica en la maduración de vinos dulces tipo Podredumbre noble) hay que elevarlas a 250–400 mg/L. Cepas de *B. bruxellensis* parecen ser inhibidas con 150 mg/L.

Depende también de la población inicial de células.

Para contaminaciones importantes ( $10^6$  CFU/ml) la dosis máxima permitida no es efectiva contra las especies más resistentes.

Efectivo para controlar pequeñas contaminaciones de levaduras pero no afecta a bacterias lácticas y acéticas.

Requiere equipamiento adecuado para su dosificación y homogeneización con el producto.

Permitido su uso en UE y USA en el embotellado de vinos dulces con 200 mg/L .

## LISOZIMA

En los humanos se encuentra en saliva, lágrimas, mocos, leche materna.

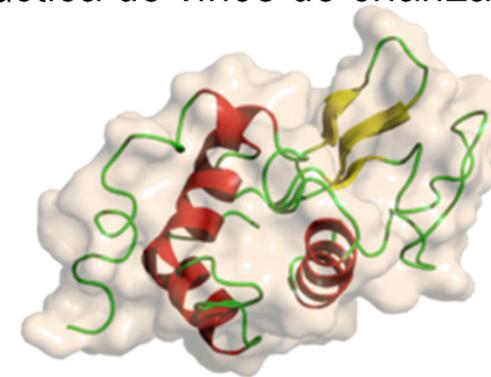
Inhíbe el crecimiento bacteriano en vinos en particular frente a contaminaciones de bacterias gram-positivas (LAB's) pero presenta baja actividad frente a gram-negativas y es inactiva frente a células eucariotas.

Se usa espolvoreada en alimentos frescos y en biofilm. Añadido a masa quesera controla el crecimiento de microorganismos durante 24 meses

Se ha mostrado más activa en vinos blancos dado que la alta concentración de fenoles de los tintos pueden inactivarla por unión tanino-estructura proteica.

Efectiva para corregir y/o prevenir la fermentación heteroláctica de vinos de crianza biológica.

Su uso no se ha extendido por su coste y presenta el problema del riesgo para los consumidores alérgicos al huevo.



## BACTERIOCINAS

Productos obtenidos de diferentes LAB son pequeños polipéptidos que inhiben el crecimiento de otras especies bacterianas gram-positivas.

Alteran los componentes de la pared celular causando la lisis de la célula. Sin embargo su efectividad frente a gram-negativas es reducida.

No modifican las propiedades sensoriales y no son tóxicas.

**Nisina (E234).** Procedente de *Lactococcus lactis* con actividad anti-microbiana frente a un amplio rango de bacterias Gram positivas. Algunas cepas (*Lactobacillus* y *Pediococcus*) y levaduras muestran alta resistencia (quesos, carnes, bebidas).

**Pediocin y plantarincin** logran eliminar *O. oeni*

Se ha propuesto combinaciones de nisina con SO<sub>2</sub> para completar el espectro de defensa microbiana y así reducir la dosis de este en enología. Teniendo en cuenta su efectividad frente a bacterias y la del DMDC frente a levaduras, una combinación de ambos podría sustituir al SO<sub>2</sub>.

El uso de bacteriocinas no está aprobado para vinos

## NATAMICINA (E235)

También conocida como pimaricina y naticyn es un producto natural anti-fúngico producido durante la fermentación de *Streptomyces natalensis*, comúnmente encontrada en suelos.

Se usa desde décadas en industria de alimentos como anti-fúngico en productos lácteos, carnes y otros. Es otra alternativa a los conservantes químicos, con nulo impacto sensorial y poco dependiente del pH.

Para diferentes aplicaciones se admite su uso en más de 150 países. En la UE está aprobado su uso como conservante en la superficie de algunos quesos y salchichas. No debe ser detectable a 5 mm por debajo de la corteza.

Se han obtenido resultados prometedores con la combinación de DMDC y natamicina en mostos y bebidas carbonatadas a base de mosto: el aumento de la vida media fue similar a la obtenida con 0.05% de sorbato más 0.05% de benzoato.

## PLATA METÁLICA

El empleo de la plata como biocida es conocido desde hace más de 20 siglos. Ya las antiguas civilizaciones persas, griegas y romanas utilizaban recipientes de plata para conservar la leche y el vino. Posteriormente, en las cruzadas, era una práctica habitual añadir una moneda de plata en los recipientes con el fin de conservar los líquidos.

En el siglo XIX su uso en medicina estaba ampliamente generalizado, pero cuando se descubrió la penicilina y comenzó la era de los antibióticos el uso de la plata por sus propiedades antimicrobianas descendió.

Los problemas derivados de la aparición de cepas resistentes a los antibióticos ha hecho que se renueve el interés por la plata, especialmente en forma de nanopartículas como agente antibiótico. La NASA eligió un sistema de tratamiento de agua a base de Ag coloidal

Estudios recientes han mostrado que las nanopartículas de plata tienen efectos antibióticos frente a un amplio espectro de bacterias Gram-negativas y Gram-positivas y también presentan cierta actividad anti-fúngica y antiviral.

## PLATA METÁLICA

### Complejo plata coloidal

Caolín : 99 %, Plata metálica:  $1 \pm 0,1$  %.

-Activo contra Bacterias (Gram+ y Gram-), Levaduras y Hongos

-Eficaz sobre la población de *Brettanomyces bruxellensis*

Tamaño de partículas del KAgC: 1,5 a 6,0  $\mu\text{m}$ , son retenidas por filtración a 0,6  $\mu\text{m}$  y separadas del vino.



**Nanopartículas** de plata metálica “estabilizadas” en polietilenglicol (PEG-Ag NPs ) y glutatión (GSH-Ag NPs) (CIAL-CSIC)

Han mostrado distintas efectividades frente a diversas cepas de bacterias Gram-negativas y Gram-positivas en dosis parecidas a las utilizadas para el  $\text{SO}_2$ .

Otros investigadores han estudiado la plata soportada sobre un film de chitosan lactate (CL) mostrando excelentes resultados contra *Escherichia coli* y por tanto presentando una alternativa como material de empaquetado de alimentos antibacteriano.

## MÉTODOS FÍSICOS ALTERNATIVOS

Las preferencias de los consumidores se dirigen cada día más hacia alimentos libres de aditivos químicos.

Existen una serie de métodos físicos para asegurar la estabilidad microbiana como ultrasonidos, altas presiones, luz UV, pulsos eléctricos que ya han sido empleadas con éxito en industrias de bebidas para esterilizar productos.

## ALTAS PRESIONES (Ultrahigh Pressure)

Desde 1899 se conoce que las altas presiones (100-1000 MPa) retrasan el deterioro microbiano de la leche.

La alta presión afecta a la membrana citoplasmática inactivando los microorganismos y las enzimas sin afectar ni a las características sensoriales ni a las vitaminas.

En pulpa de fresa se ha observado que las altas presiones pueden inactivar PPO y  $\beta$ -glucosidasa mientras que mantienen los antocianos monoméricos y poliméricos y los fenoles individuales.

En vinos se ha comprobado que 500 Mpa durante 5 minutos hace disminuir de forma importante la población microbiana tal como *Saccharomyces cerevisiae*, *Brettanomyces bruxellensis* y *Oenococcus oeni* sin cambios sensoriales aparentes.

Hasta hace poco no existían equipos en continuo.

En todo caso aun se encuentra en las primeras fases de desarrollo en el campo de la vinificación y hay pocos trabajos sobre su efecto pormenorizado sobre fenoles, volátiles, actividad antioxidante, color,...

## ULTRASONIDOS DE ALTA POTENCIA

Utilizan frecuencias entre 20 y 100 kHz produciendo la cavitación de burbujas de alta energía.

El mecanismo microbicida se debe al adelgazamiento de las membranas, producción de puntos de calor localizados y de radicales libres.

Han mostrado eficiencia sobre enzimas como PPO con efectos mínimos sobre el color, el ácido ascórbico y el contenido de antocianos de zumos. Se ha propuesto en mostos para reducir la carga de microorganismos no deseados y para mejorar la extracción del color y el aroma en tintos.

Han sido capaces de reducir  $5 \log_{10}$  los patógenos de zumos.

Su efectividad depende del tipo y número de bacterias y de la frecuencia aplicada. Las esporas son relativamente resistentes lo que obliga a tratamientos más largos o a la combinación con otras técnicas o conservantes.

## RADIACIÓN UV

La radiación UV (100-400 nm) se divide en UV-A (320–400 nm), UV-B (280–320 nm), y UV-C (200–280 nm).

La UV-C se ha utilizado en el procesado de alimentos para inactivar bacterias, levaduras y enzimas (especialmente PPO) sin cambios significativos en sus atributos sensoriales.

Un trabajo reciente demuestra que la UV tiene un amplio espectro de inactivación de microorganismos en el vino: levaduras, bacterias lácticas y acéticas .

Se han mostrado efectivos en la reducción de la poblaciones de LAB (*Lactobacillus* sp.) y en la muerte de hongos en uvas vendimiadas.

Además produce un aumento del contenido de resveratrol

## RADIACIÓN UV

### Limitaciones:

El grado de inhibición microbiana es mayor en vinos blancos que en tintos: Los fenoles de los tintos son capaces de absorber la radiación impidiendo que incida al 100% sobre los microorganismos.

Además, incluso en vinos blancos, la irradiación es más efectiva en los estadios finales de la vinificación cuando el vino presenta una turbidez baja.

Se necesitan altos tiempos de tratamiento y bajos volúmenes incluso en continuo.

Además hay que investigar efectos sensoriales dado que hay que recordar que el defecto llamado “gusto a luz” es una oxidación de los vinos blancos inducida por la luz

## CAMPOS ELÉCTRICOS PULSADOS (Pulsed Electric Field –PEF-,)

Se aplican pulsos cortos (micro s) de campos eléctricos de alta potencia (más de 70 kV/cm) a los productos situados entre dos electrodos en procesos a bajas temperaturas.

Se han utilizado en combinación con microbicidas naturales (bacteriocinas, lisozima) para mejorar la protección de zumos.

Sólo o en combinación con dosis bajas de SO<sub>2</sub> no influye negativamente a la formación de compuestos volátiles. Además el tratamiento de los mostos no afecta al contenido de compuestos nitrogenados, ácidos grasos o nutrientes necesarios para la levadura.

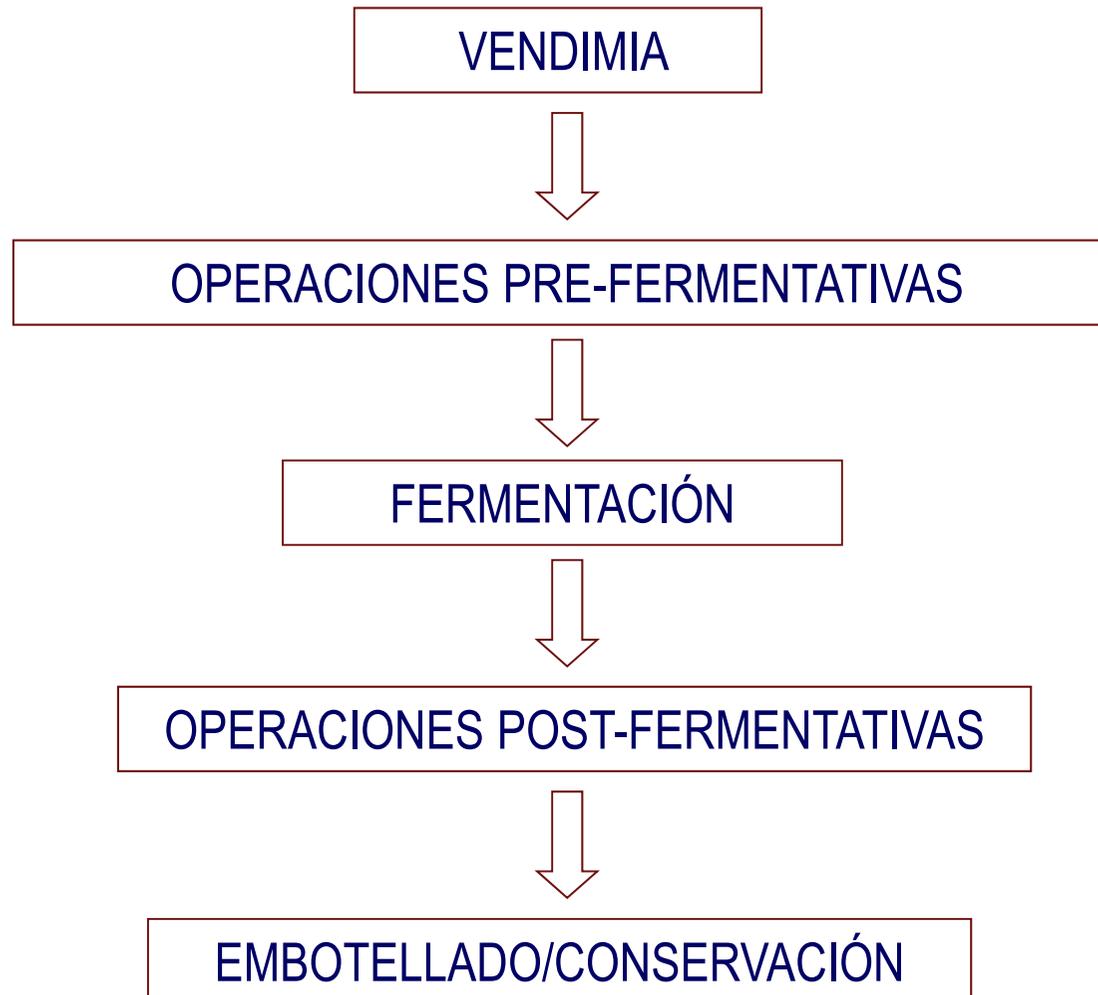
Las levaduras son más sensibles a este tratamiento que las bacterias. Reduce un 99,9% la flora perjudicial de los géneros *Brettanomyces* y *Lactobacillus*.

Otras ventajas:

Incrementan la extracción de fenoles pudiendo reducir en 48 h el tiempo de maceración. El vino obtenido tiene más color, contenido en antocianos y mayor índice de polifenoles

# ITINERARIO DE ELABORACIÓN





## SANIDAD DE LA UVA

En las uvas podridas:

*Botrytis* aumenta la alta actividad de la enzima laccasa → oxidación

Aumenta las poblaciones de hongos, levaduras y bacterias de la vendimia.

Sólo cortar las uvas sanas para que no se contaminen con las atacadas

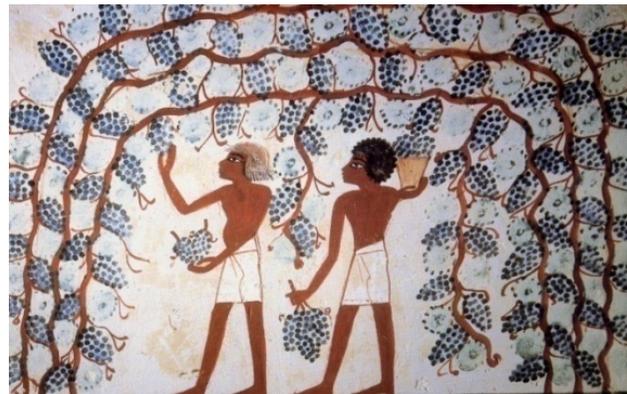


## VENDIMIA

Vendimia manual: permite selección de la uva y mantener la integridad de la baya.

Vendimia mecánica: Sólo vendimia sana; Tiempo corto entre vendimia y procesado

Cosecha a baja temperatura



Espray de levaduras sobre la uva: reduce el riesgo de OTA por inhibición de *Aspergillus carbonarius*.

Presencia de moho o rotura de la baya: Protección con SO<sub>2</sub>, CO<sub>2</sub> o hielo seco

# OPERACIONES PRE-FERMENTATIVAS



## PRIMERA DECISIÓN

Elaboración tradicional con exposición al oxígeno

Elaborar en condiciones reductoras evitando en lo posible el contacto con el O<sub>2</sub> desde la prensada al embotellado (antioxidantes, gases inertes,...) propuesta para preservar los tioles volátiles de algunas variedades especialmente valiosas

## VENDIMIAS DAÑADAS:

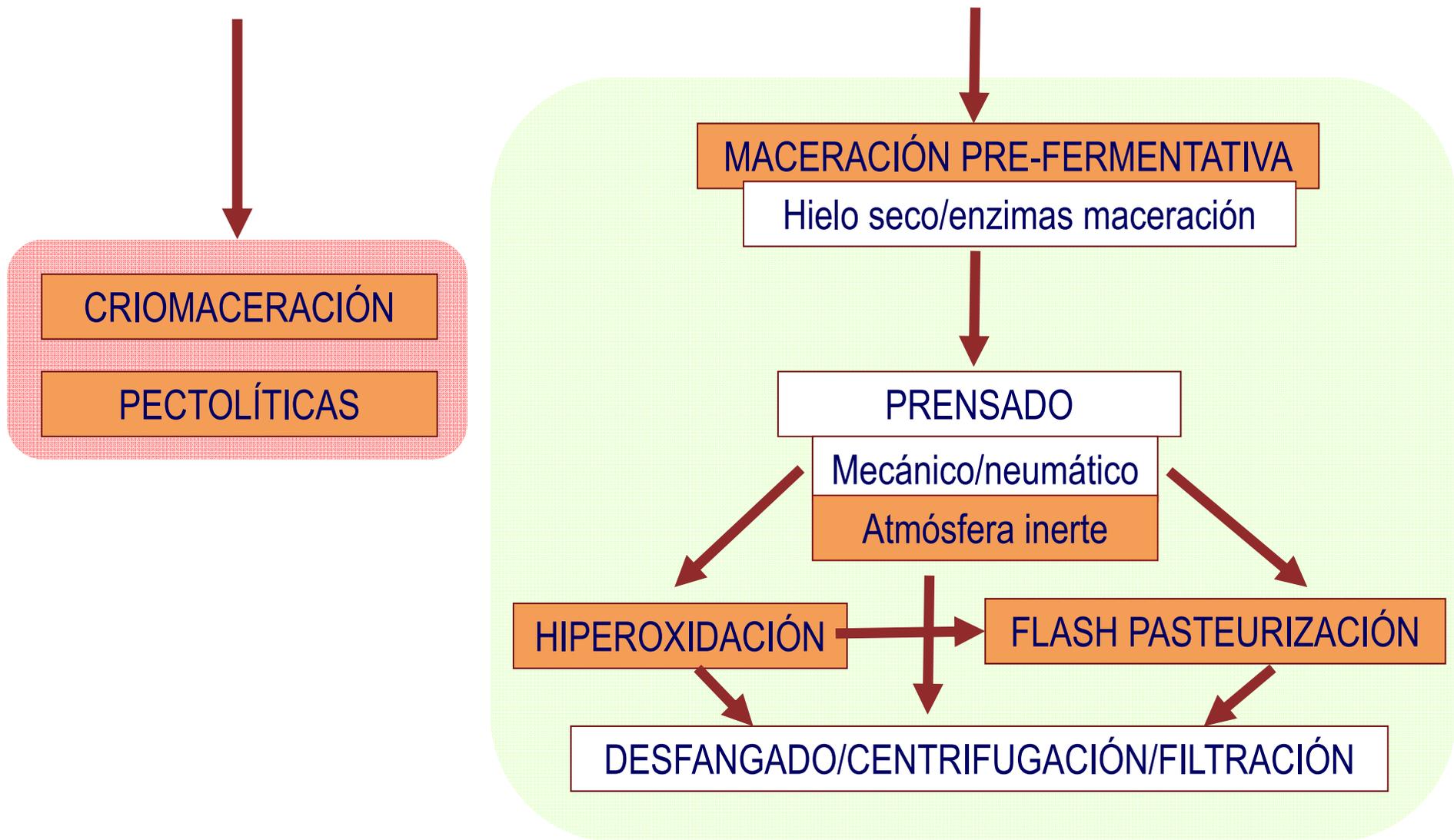
Flash pasteurización: inactiva microorganismos y desnaturaliza laccasa

Anti-oxidantes/microbicidas

## HIELO SECO

Enfría y protege del oxígeno al ser más pesado que el aire

# OPERACIONES PRE-FERMENTATIVAS



## MACERACIÓN PRE-FERMENTATIVA EN BLANCOS

Sólo en vendimias sanas y a baja temperatura/ $\text{CO}_2$ .

La adición de enzimas disminuye el tiempo de tratamiento y por tanto el riesgo de contaminación/oxidación

## PRENSADO

Protección con  $\text{CO}_2$ .

Algunos modelos de prensa permiten trabajar en atmósfera inerte

Importante tipo de prensa y presión ejercida:  $\uparrow$  polifenoles  $\rightarrow$   $\uparrow$  tendencia a oxidación

## DESFANGADO.

Para mayor rapidez  $\rightarrow$  coadyuvantes (bentonita, taninos, caolín, pectolíticos)

## MANEJO DEL pH

Adición tartárico, electrodiálisis.

Si el estilo de vino lo permite es una forma efectiva de limitar/controlar ataques bacterianos.

## VENDIMIAS DAÑADAS:

↑ Proteínas: Algunas variedades o ataque hongos: bentonita

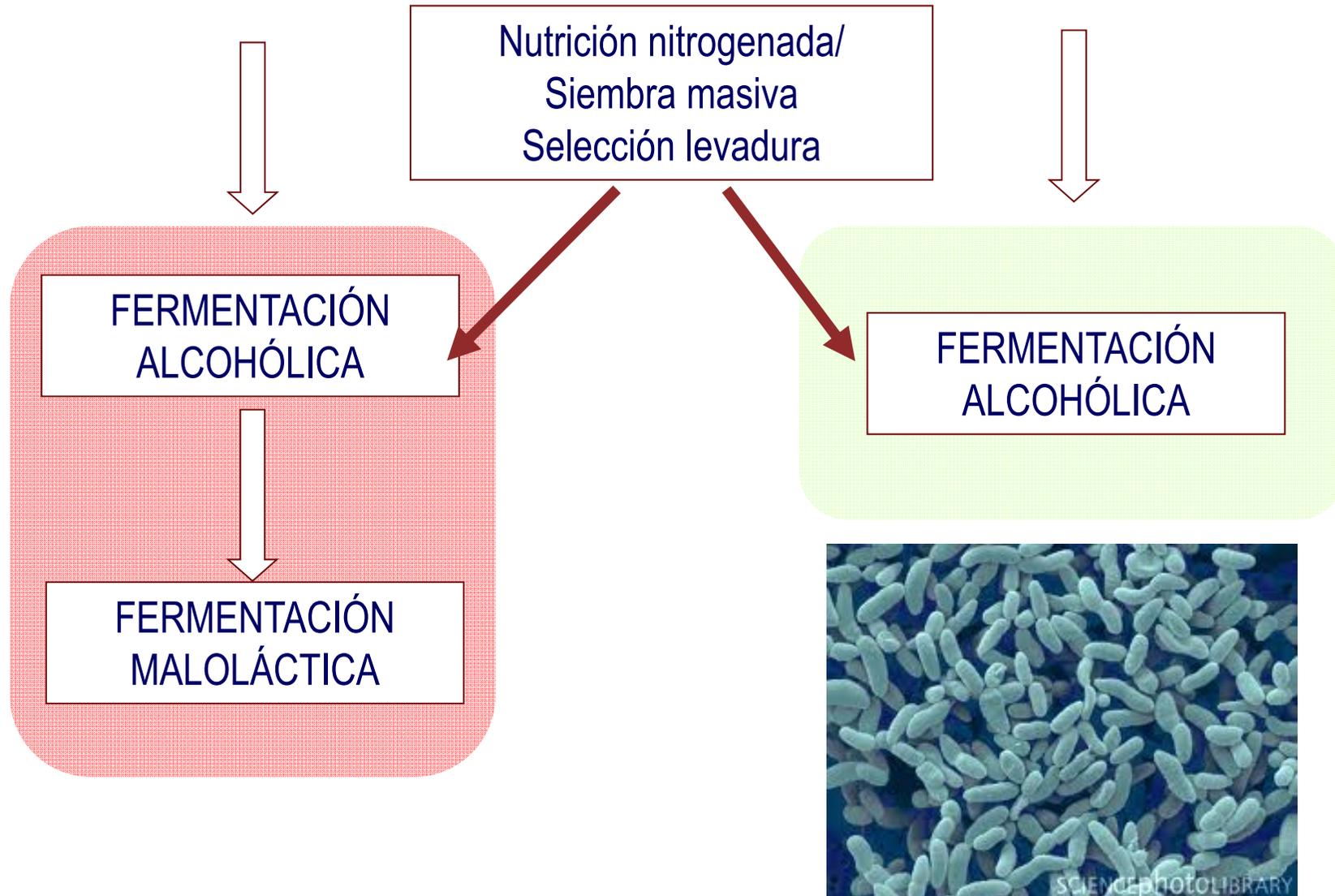
Desfangado con enzimas  $\beta$ -glucanasa

## MOSTOS CON ↑ POLIFENOLES

Hiperoxidación, clarificantes proteicos

## REDUCCIÓN DE CONTENIDOS DE Cu Y Fe

# FERMENTACIÓN



## INOCULACIÓN DE LEVADURAS SELECCIONADAS

En los procesos de fermentación el mosto/vino está protegido contra la oxidación. La levadura utiliza rápidamente todo el oxígeno presente. La protección del oxígeno continua aún después del consumo completo de los azúcares, hasta que las lías de las levaduras se hacen presentes en el sistema.

**Siembra masiva de levaduras seleccionadas** para evitar colonización con cepas indeseables. Permite manejar la fermentación alcohólica sin necesidad del  $\text{SO}_2$ , o si es el caso posponer a su adición al final de la FA

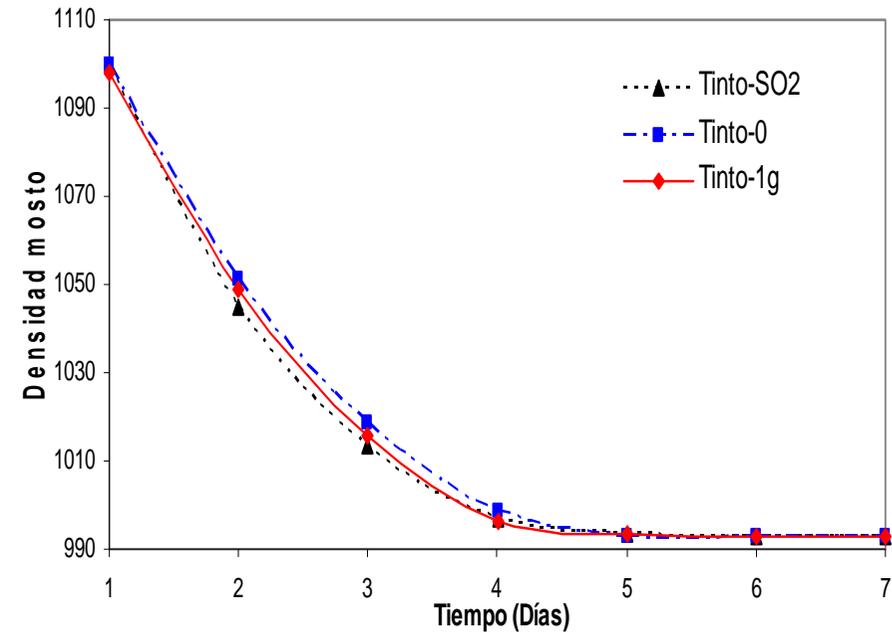
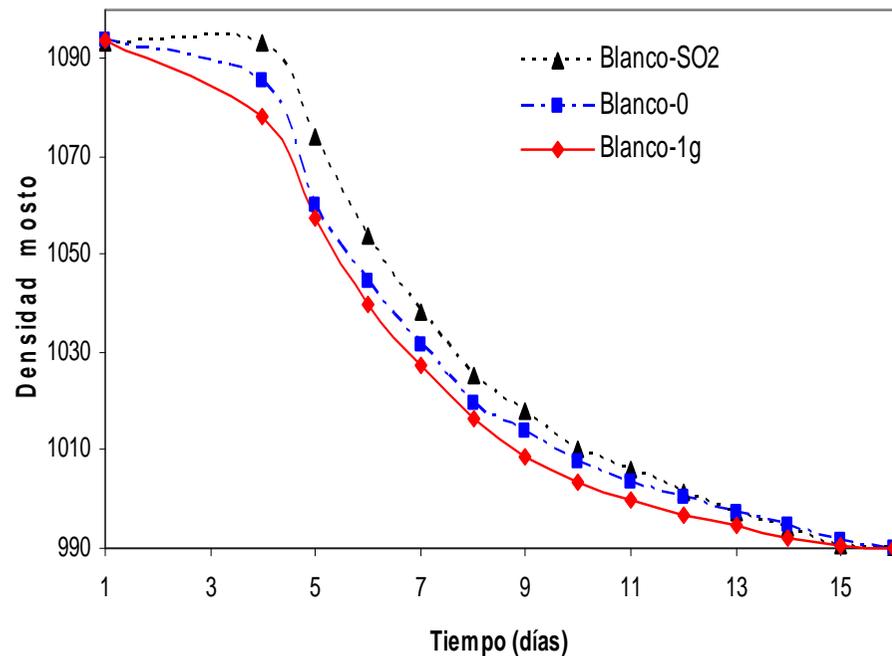
Cuidado con levaduras que producen altas cantidades de  $\text{SO}_2$

La ausencia de  $\text{SO}_2$  reduce sustancialmente la producción de acetaldehído, por lo que se obtiene vinos:

Más afrutados e intensos

Si se adiciona posteriormente  $\text{SO}_2$ , habrá mayor proporción de la forma libre: permite reducir la dosis.

## Evolución de la densidad de los mostos



Velocidad de fermentación y capacidad de agotar azúcares muy similar.

En los vinos blancos no se observa el típico periodo “lag” del sulfuroso

# FERMENTACIÓN ALCOHÓLICA

	Blanco-SO <sub>2</sub>	Blanco-0	Blanco-1g	Tinto-SO <sub>2</sub>	Tinto-0	Tinto-1g
Grado alcohólico	14,27 <sup>a</sup>	14,34 <sup>b</sup>	14,32 <sup>b</sup>	12,95 <sup>b</sup>	13,12 <sup>c</sup>	12,75 <sup>a</sup>
Acidez total (g/L)	4,64	4,41	4,40	3,59 <sup>a</sup>	3,78 <sup>b</sup>	3,90 <sup>c</sup>
pH	3,50 <sup>b</sup>	3,49 <sup>b</sup>	3,45 <sup>a</sup>	3,84 <sup>b</sup>	3,78 <sup>a</sup>	3,76 <sup>a</sup>
Acidez volátil (g/L)	0,45	0,45	0,47	0,40 <sup>c</sup>	0,32 <sup>a</sup>	0,36 <sup>b</sup>
Acetaldehído	70,38 <sup>b</sup>	21,34 <sup>a</sup>	21,11 <sup>a</sup>	10,06 <sup>b</sup>	3,14 <sup>a</sup>	3,63 <sup>a</sup>
Glucosa+Fructosa	0,08 <sup>b</sup>	0,05 <sup>a</sup>	0,07 <sup>b</sup>	0,08 <sup>b</sup>	0,05 <sup>a</sup>	0,07 <sup>b</sup>
Sulfuroso total	163 <sup>c</sup>	21 <sup>b</sup>	14 <sup>a</sup>	53 <sup>b</sup>	5 <sup>a</sup>	4 <sup>a</sup>
Sulfuroso libre	25 <sup>b</sup>	2 <sup>a</sup>	2 <sup>a</sup>	21 <sup>b</sup>	2 <sup>a</sup>	2 <sup>a</sup>

## NUTRICIÓN ADECUADA DE LAS LEVADURAS.

La deficiencia en nitrógeno y vitaminas, residuos de la aplicación de azufre y otros factores inductores del stress puede provocar la formación de SH

La adición de tiamina es una forma simple y rápida de disminuir la producción de compuestos carbonilados (pirúvico y  $\alpha$ -cetoglutarico pero no acetaldehído): reduce las uniones del  $\text{SO}_2$  con grupos carbonilo disminuyendo de forma importante su producción durante la fermentación alcohólica: Aumenta la relación entre sulfuroso libre (el verdaderamente activo) y total, permitiendo reducir la dosis.

Cuidado con nutrientes en forma de sulfato, dado que en ciertas circunstancias puede aumentar la producción de  $\text{SO}_2$  por la levadura. Mejor fosfato.

## SIEMBRA DE BACTERIAS LÁCTICAS SELECCIONADAS

La siembra de *Oenococcus oeni* comerciales permite controlar la fermentación maloláctica sin el peligro que supone que se adueñe de la misma cepas perjudiciales que metabolizan cítrico, azúcares residuales para elevar el acético, la acetoína o las aminas biógenas.

### CO-INOCULACIÓN

se aprovechan las condiciones especialmente protegidas del vino durante este proceso.

Permite en tintos no utilizar  $\text{SO}_2$  hasta el final de la FML.

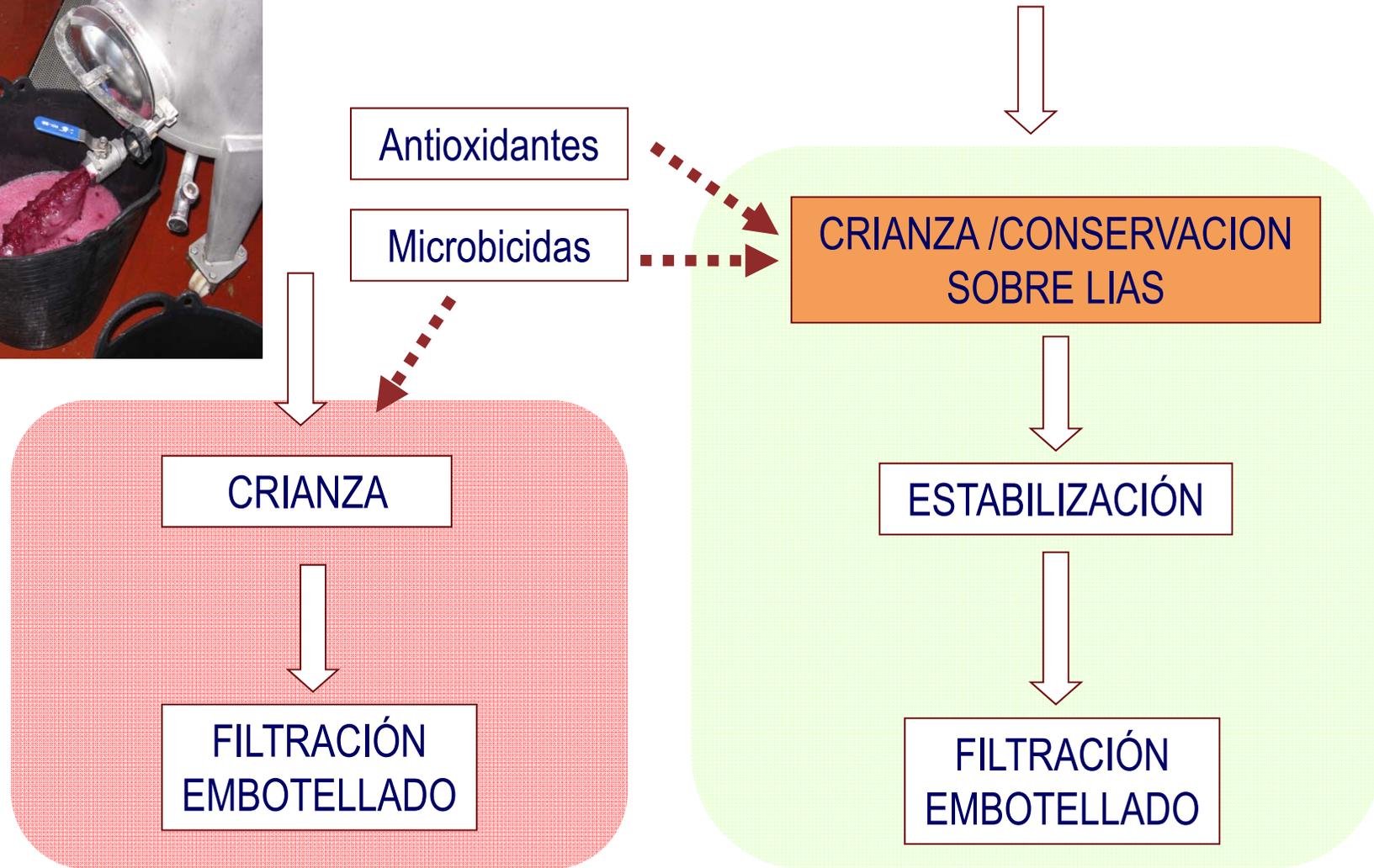
Por el contrario en vinos que no se requiera des-acidificación:

- Adición de microbicidas: lisozima
- Métodos físicos

# FERMENTACIÓN MALOLÁCTICA

	Blanco-SO <sub>2</sub>	Blanco-0	Blanco-1g	Tinto-SO <sub>2</sub>	Tinto-0	Tinto-1g
Acido málico	2,03	1,84	1,95	0,08	0,08	0,07
Acido láctico	0,02 <sup>a</sup>	0,18 <sup>b</sup>	0,13 <sup>ab</sup>	1,24	1,23	1,28
Acido cítrico	0,31 <sup>a</sup>	0,30 <sup>a</sup>	0,32 <sup>b</sup>	0,10 <sup>a</sup>	0,22 <sup>c</sup>	0,16 <sup>b</sup>
Diacetilo	0,00	0,01	0,05	5,78 <sup>c</sup>	2,57 <sup>b</sup>	2,35 <sup>a</sup>
Acetoína	0,61	2,38	1,81	1,40 <sup>b</sup>	0,19 <sup>a</sup>	0,21 <sup>a</sup>
Lactato de etilo	0,63	5,23	5,29	24,68 <sup>a</sup>	31,20 <sup>b</sup>	31,51 <sup>b</sup>

# POST-FERMENTACIÓN



## CONSERVACIÓN-CRIANZA

Tras la fermentación el riesgo de oxidación y/o de ataque de microorganismos vuelve a elevarse:

Blancos con lías o extractos de levadura con alto contenido en glutatión que proporcionan ambiente reductor, taninos. Adición de microbicidas

Tintos en barrica: Chitosan, Plata metálica, DMDC...

Almacenamiento a bajas temperaturas ( $< 15^{\circ}\text{C}$ )  $\rightarrow$  retrasa la maduración

Uso de gases inertes en los trasiegos y conservación.



## EMBOTELLADO

Microfiltración < 0,2 micras con ayuda de gases inertes

Llenadora con Gas inerte/aspiración de aire

Microbicidas/antioxidantes: La mayoría de los autores aconsejan mezclas de antioxidantes y microbicidas de diferente espectro: antifúngicos, bactericidas gram-positivas y gram-negativas.

Métodos físicos: UV, altas presiones, etc



# CONCLUSIONES



# CONCLUSIONES



La sustitución del SO<sub>2</sub> debe realizarse mediante técnicas que aseguren la protección microbiana y oxidativa, pero además:

Deben ser respetuosas con las propiedades organolépticas.

Hay que asegurar su acción en toda la vida útil del producto.

La prevención es la clave: una vez que la contaminación microbiana o la oxidación han comenzado, es imposible recuperar el potencial original de calidad del vino.

Algunas reacciones oxidativas son extremadamente rápidas y requieren muy baja cantidad de oxígeno para comenzar.

Aún con una muy limitada población inicial, la microbiótica se puede desarrollar y producir sabores extraños evidentes.

## Depende de muchos factores

Del estado sanitario de la vendimia

De la uva original

Algunas variedades blancas son ricas en fenoles sensibles a la oxidación y requerían mayor prevención.

El grosor del hollejo es un factor del que depende las consecuencias del ataque de insectos/hongos.

Del tipo de vino:

Vinos secos/dulces: estabilidad microbiana

Vinos blancos/tintos: la lucha contra la oxidación de vinos blancos es difícil y requiere la utilización de aditivos. Los taninos de los tintos ya producen cierto efecto microbicida y antioxidante

## El éxito está en la consistencia.

Una vez se ha puesto en marcha una estrategia no hay que cambiar a otra.

Si se opta por la elaboración en “condiciones reductoras de vino” con una protección total de oxígeno al principio del proceso, el vino será muy sensible a la oxidación, y una falta de protección posterior (pe. durante el almacenado o el embotellado) puede poner totalmente en peligro la calidad del vino.

De manera similar, si no se añaden microbicidas, hay una necesidad de desinfección y de control constante de la población microbiana.

## Herramientas.

La adición de compuestos antioxidantes y microbicidas alternativos es más versátil y menos costosa que los tratamientos físicos porque no necesitan inversiones iniciales costosas

Los métodos físicos son prometedores → concepto de “vino sin aditivos” pero

Aún se encuentran en desarrollo

Hay que investigar más los efectos sobre las propiedades sensoriales

Es necesaria la implementación de equipos costosos: grandes producciones

Cada bodega requerirá soluciones diferentes y adaptadas a la tipología y tamaño de su producción y a sus expectativas de mercado



## La obtención de vinos son sulfitos es una realidad

Cada día en más bodegas, preferentemente tintos.

Los vinos tiene particularidades sensoriales diferentes que pueden ser utilizados como otro argumento de marketing.

Sin embargo tampoco hay que olvidarse del SO<sub>2</sub> usado en dosis bajas:

Los vinos sin sulfitos tienen su mercado pero hasta ahora no es el mayoritario

Sigue siendo una herramienta útil para vendimias problemáticas

Los vinos sin sulfitos no sustituyen a la producción de vinos tradicionales (con bajas dosis de SO<sub>2</sub>),  
contribuyen a la diversificación de la oferta comercial de la bodega.



**MUCHAS  
GRACIAS**

**POR SU  
ATENCIÓN**