

Estudio comparativo



Acidificación biológica con levaduras productoras de ácido láctico frente a la vía tradicional con ácido tartárico

POR MARTA GARCÍA RUIZ*, TAO PLATÓN**

Y ANTONIO TOMÁS PALACIOS***

*Universidad de la Rioja **Bodegas Bideona de Rioja Alavesa

***Laboratorios Excell Ibérica

www.excelliberica.com

El cambio climático tiene consecuencias evidentes en la viticultura y enología. Actualmente en las uvas se vienen observando niveles de acidez más bajos y contenidos en azúcares más altos. Todo esto origina grados alcohólicos potenciales y pHs más altos, generando dificultades fermentativas para las levaduras y bacterias lácticas. El pH es un parámetro fundamental en el vino por su efecto en la estabilidad de la materia colorante, tartárica y microbiológica del producto final, además de la sensación de frescor en boca. Niveles bajos de pH contribuyen a evitar la proliferación de microorganismos indeseables que pueden alterar el mosto/vino o incluso producir compuestos tóxicos, como el caso de las aminas biógenas. Además de ello, niveles de pH bajos aumentan la fracción de anhídrido sulfuroso libre y molecular, mejorando su acción antioxidante, antibacteriana y antifúngica.

El pH del vino afecta a la estabilidad del color en el caso de los vinos tintos. El color depende de la concentración de antocianos y de sus combinaciones con los taninos. A pH ácido, la forma mayoritaria de los antocianos es el catión flavilio, de color rojo. A medida que el pH aumenta, la forma flavilio se transforma en la base quinona de color violáceo y en la forma carbinol, incolora.

La inestabilidad tartárica de los vinos está causada por la aparición de sales tartáricas (de potasio o calcio) insolubles en el vino. El ácido mayoritario, el ácido tartárico, se encuentra en equilibrio en distintas formas salificadas en los pH habituales del vino. En torno a pH 3.6 se favorece la formación de bitartrato potásico, insoluble. De la misma manera, a pH 3.5 se favorece la for-

mación de la forma insoluble de tartrato cálcico. En cambio, un pH inferior favorece la presencia de la forma soluble del ácido tartárico.

Por último, para concluir con la exposición de la importancia del pH en los mostos y vinos, este juega un papel importante en las sensaciones organolépticas. La relación entre pH y cata es compleja debido a que las sensaciones ácidas y de equilibrio dependen de muchos otros factores, como el alcohol y la carga polifenólica del vino. Es por ello que establecer un pH óptimo para los distintos tipos de vino es una tarea inútil que puede carecer de sentido práctico. Aun así, es evidente que un aumento del pH repercute de manera negativa en el equilibrio general del vino. En esta línea, la fermentación secuencial de *Saccharomyces cerevisiae* y *Lachancea thermotolerans* puede contribuir positivamente a las características sensoriales del vino, aumentando la concentración de ácido láctico y reduciendo un poco el nivel de alcohol.

El trabajo se realizó en Bodega Bideona de Villabuena de Álava, (Denominación de Origen Calificada Rioja, subzona Rioja Alavesa). Tradicionalmente, cuando la bodega necesita aumentar la acidez de sus mostos o vinos, la adición de ácidos es el método habitual. Se puede realizar en distintos momentos de la elaboración y el ácido más utilizado es el ácido tartárico, aunque también se pueden emplear los ácidos cítrico, málico y láctico. La dosis máxima está limitada y puede tener otros inconvenientes como un desequilibrio en boca. Dependiendo del momento y cantidad de la corrección, se puede inducir una inestabilidad tartárica, aumentando el coste en los procesos de estabilización del vino. Pero la aplicación de ácidos orgánicos no es el único método de acidificación del que el enólogo/a dispone hoy en día. Entre otras alternativas, la acidificación biológica consiste en el empleo de leva-

duras seleccionadas capaces de producir ácidos en sus rutas metabólicas, sea como producto principal o como subproducto.

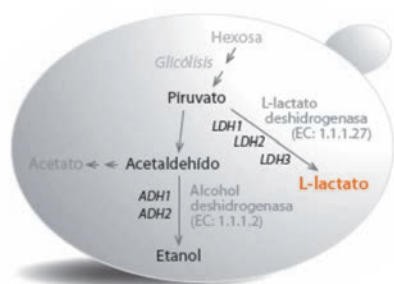


Figura 1. Metabolismo del carbono de *L. thermotolerans* (Esquema de Sgouros *et al.* 2020).

Estas levaduras pueden ser de la especie *Saccharomyces cerevisiae*, capaz de producir una pequeña cantidad de ácidos (málico, láctico o succínico) o levaduras no-*Saccharomyces*, como *Lachancea thermotolerans*, capaz de transformar los azúcares presentes en el mosto en ácido láctico, aumentando la acidez y bajando el pH de una forma eficiente y muy natural. *L. thermotolerans* produce en su metabolismo ácido láctico mediante la transformación del piruvato por la acción de deshidrogenasas. De esta forma, se consigue reducir ligeramente el grado alcohólico del vino al mismo tiempo que se aumenta la acidez, ya que el metabolismo del carbono para la producción de ácido láctico compite directamente con la producción de etanol. Además, *L. thermotolerans* es capaz de producir una mayor cantidad de glicerol, mejorando la sensación en boca aportando dulzor y sensaciones suaves.

Esta levadura no-*Saccharomyces* no es capaz de finalizar la fermentación alcohólica por ella misma debido a su poca resistencia al etanol y a sus elevadas necesidades de oxígeno, por lo que es necesario la inoculación secuencial o co-inoculación de levaduras *Saccharomyces cerevisiae* para la obtención de vinos secos. La levadura *L. thermotolerans* es muy similar morfológicamente a *S. cerevisiae*, aunque algo más pequeña, ambas son elípticas y geman en cualquier parte de la membrana.

El principal objetivo de este trabajo es estudiar el comportamiento y las ventajas del empleo de técnicas de biocontrol mediante la adición de

levaduras no-*Saccharomyces* como agentes de acidificación biológica en vinos. Para ello se utilizó una técnica conocida como inoculación secuencial de levaduras de las especies *Saccharomyces cerevisiae* y *Lachancea thermotolerans* comparado con la adición de ácido tartárico y la siembra de únicamente la especie *Saccharomyces cerevisiae*. Lo que permitirá a la bodega implementar sus itinerarios enológicos adaptados al cambio climático. Por último, se estudia también el coste de la acidificación biológica frente a la acidificación tradicional.

Materiales y métodos

En la realización del ensayo con 4 vinificaciones en paralelo, todos los tanques se sembraron con la misma levadura de la especie *Saccharomyces cerevisiae*. En dos de ellas se realizó una inoculación secuencial a distintos tiempos de la misma cepa *Lachancea thermotolerans*. La nomenclatura de los ensayos es la siguiente:

- Control sin ningún tipo de acidificación (**Testigo**).
- Acidificación tartárica (**Tartárico**).
- 2 vinificaciones sembradas con levaduras no-*Saccharomyces* de la especie *Lachancea thermotolerans* (**Láctico 1** y **Láctico 2**) e inoculadas posteriormente con *Saccharomyces cerevisiae* en diferentes momentos para frenar la producción de ácido láctico.

Bodega

Bodega Bideona es un proyecto de Península Vinicultores. Bideona controla más de 300 parcelas de tamaño medio inferior a media hectárea con las que elabora vinos de zona, de pueblo y de parcela. Pertenece al territorio de Rioja Alavesa, subzona situada en la orilla norte del río Ebro y se extiende a lo largo de 300 km² al sur de Álava. Abarca más de catorce mil viñedos situados en pequeñas parcelas o terrazas a lo largo de algo más de trece mil hectáreas. El clima de esta zona es atlántico, y los viñedos se encuentran protegidos por la Sierra Cantabria. Los suelos de la zona son en su mayoría arcillo-calcáreos y pobres en materia orgánica. Todo esto proporcio-

na vinos con cuerpo, siendo una zona idónea para la plantación de la variedad Tempranillo.

Material biológico

Levadura seca activa de la especie *Saccharomyces cerevisiae* (D.O.Ca. Priorat, Tarragona) en todos los tanques y en el agua de rehidratación se usó protector de levadura reforzador de la membrana celular para aumentar su resistencia al estrés fermentativo. Nutriente complejo (amonio + fuente de aminoácidos + tiamina) igual para todos. Para llevar a cabo la fermentación maloláctica (FML) todos los depósitos se inocularon tras dar por finalizada la fermentación alcohólica (FA) con bacterias lácticas seleccionadas de la especie *Oenococcus Oeni*. En paralelo, se inocularon dos depósitos con un cultivo puro de *Lachancea thermotolerans* y posteriormente se realizó inoculación secuencial junto con la cepa *Saccharomyces cerevisiae*.

Analíticas realizadas sobre los vinos

- a. pH, acidez total (AT), anhídrido sulfuroso libre (SO₂L) y total (SO₂T) mediante valoración potenciométrica con analizadores automáticos.
- b. Nitrógeno fácilmente asimilable (FAN), ácido málico (MH₂), ácido glucónico, ácido láctico, ácido acético, glucosa + fructosa (G+F) mediante análisis enzimáticos multiparamétricos.
- c. Grado alcohólico (% v/v) mediante ebulómetro.
- d. Análisis de implantación de levaduras mediante test genético por PCR y electroforesis en gel de agarosa.
- e. Calcio (Ca) y Potasio (K) se analizaron mediante absorción atómica.
- f. Índice de polifenoles totales (IPT), la Intensidad colorante (IC) y las absorbancias a 420 nm, 520 nm y 620 nm se midieron con espectrofotometría UV-Visible.
- g. Análisis sensorial descriptivo siguiendo la metodología ISO 11035 en sala de la UR y análisis factorial estadístico mediante análisis de componentes principales (ACP) y software XLSTAT 2024.

h. Estabilidad tartárica mediante conductimetría y turbidimetría. Para los análisis de estabilidad tartárica esta se determina rápidamente, mediante la medición de la conductividad eléctrica en diferentes condiciones.

I. Mini contacto (MC) se determina con la precipitación del KHT expresado en μSiemens y %. Este valor nos da el índice de estabilidad del vino en cuestión y es capaz de estimar la precipitación de cristales en el futuro. Para los vinos tintos el método requiere que el vino permanezca a -4°C durante 3 horas tras la adición de “cremor tárta-ro” de granulometría muy fina (hidrogenotratrato muy puro) a una dosis de 2 g/100 ml. La prueba de mini-contacto dura 4 minutos y 30 segundos y tiende a sobreestimar la inestabilidad tartárica de los vinos tintos.

II. Índice de Supersaturación Estable (ISS) se basa en la temperatura de saturación. El punto de saturación proporciona automáticamente la temperatura de saturación de la muestra en °C. La determinación se produce en el intervalo de temperatura comprendido entre -4°C y +32°C; se obtienen dos curvas cuya comparación permite el estudio de la inestabilidad de un vino. El método se basa en la comparación de las dos curvas conductimétricas y su intersección, que corresponde a la temperatura de saturación del vino.

Vendimia y tipos de elaboraciones

La uva se vendimió el 4 de octubre de 2023 de la parcela Vista Alegre en Baños de Ebro (D.O.Ca. Rioja). La uva fue despallada y estrujada y posteriormente se encubó en 4 depósitos de 500 Litros de capacidad cada uno. Una vez encubada la uva, se sacó el mosto y se mezcló de nuevo entre los 4 tanques para una mayor homogeneidad de la masa. Posteriormente se inocularon según el esquema posteriormente descrito:

Seguridad en la vendimia de una bodega histórica de Toledo

En Alcoholera de la Puebla, la tradición vinícola se une a una instalación completa de seguridad de CO2 desarrollada junto a **LogiCO2** para proteger a las personas durante la vendimia y el proceso de elaboración.

Una historia de legado, tecnología y seguridad dentro del sector bodeguero español.



INSTALL BEER

ORIGINAL BEERTECH SUPPORTERS

Contacta con tu distribuidor oficial en España:

Install Beer S.L.
installbeer.com
933464656
logico2@installbeer.com



Escanea el código QR y descubre más en nuestro blog



Obtenga más información en logico2.com

- Depósito **Testigo**, donde se añadieron los siguientes productos enológicos: sulfuroso a una dosis de 5,3 mg/L, 28 g/hL de protector de levaduras en el agua de rehidratación, 28 g/hL de levadura seleccionada y 20 g/hL nutriente complejo al principio y 30 g/hL de levaduras inactivas después de 5 días. Después de la FA, se trasegó el vino y se inoculó con una bacteria láctica seleccionada para el desarrollo de la FML.
- Depósito **Tartárico**, donde se añadieron los siguientes productos enológicos: sulfuroso a una dosis de 5,3 mg/L, 28 g/hL de protector de levaduras en el agua de rehidratación, 28 g/hL de levadura seleccionada y 20 g/hL nutriente complejo al principio y 30 g/hL de levaduras inactivas después de 5 días. En el encube se añadieron 1 g/L de ácido tartárico. Después de la FA, se trasegó el vino y se inoculó con una bacteria láctica seleccionada para el desarrollo de la FML.
- Depósito **Láctico 1**, donde se añadieron los siguientes productos enológicos: sulfuroso a una dosis de 2,5 mg/L. 28 g/hL de levadura *Lachancea thermotolerans*, 20 g/hL de nutriente complejo, 30 g/hL de nutriente complejo 5 días después y 30 g/hL de levaduras inactivas al día siguiente. A las 48 horas iniciada la FA se añadieron 28 g/hL de levadura seleccionada *Saccharomyces cerevisiae* rehidratada con 28 g/hL de protector. Después de la FA, se trasegó el vino y se inoculó con una bacteria láctica seleccionada para el desarrollo de la FML.
- Depósito **Láctico 2**, donde se añadieron los siguientes productos enológicos: sulfuroso a una dosis de 2,5 mg/L. 28 g/hL de levadura *Lachancea thermotolerans*, 20 g/hL de nutriente complejo, 30 g/hL de nutriente complejo 5 días después y 30 g/hL de levaduras inactivas al día siguiente. A las 96 horas iniciada la FA se añadieron 28 g/hL de levadura seleccionada rehidratada *Saccharomyces cerevisiae* con 28 g/hL de protector. Después de la FA, se trasegó el vino y se inoculó con una bacteria láctica seleccionada para el desarrollo de la FML.

A continuación, se muestra en la **Tabla 1** las analíticas iniciales del mosto de partida:

Tabla 1. Analítica en el momento del encube del mosto

Parámetro	Resultado
°Bé	13,5
pH	3,61
Acidez total (AT)	3,9 (g/L de tartárico)
Nitrógeno asimilable (FAN)	146 (g/L)
Ácido L-málico (MH ₂)	2,2 (g/L)
Sulfuroso libre SO ₂ L	3 (mg/L)
Sulfuroso combinado SO ₂ T	26 (mg/L)
Ácido Glucónico	0 (g/L)
Potasio (K)	1222 (mg/L)
Índice de polifenoles totales (IPT)	12,5 (UA 280 nm 1cm)
Intensidad colorante (IC)	1,66 (UA 1 cm (420+520+620) nm)
Absorbancia 420 nm	0,603 (UA a 1 cm)
Absorbancia 520 nm	0,899 (UA a 1 cm)
Absorbancia 620 nm	0,160 (UA a 1 cm)

Una vez se dio por finalizada la fermentación maloláctica, todos los vinos se trasegaron a diferentes depósitos para eliminar las lías gruesas y posteriormente fueron embotellados el día 17 de enero de 2024 tras la corrección de sulfuroso.

Resultados obtenidos y discusión:

Cinética fermentativa y resultados analíticos

Se muestran las curvas de la cinética fermentativa en las gráficas de la figura 2 y los resultados analíticos después de la fermentación alcohólica (FA) y antes de la fermentación maloláctica (FML) en la **Tabla 2**.

Entre las diferencias encontradas más significativas en los resultados de los análisis químicos después de la FA, encontramos los valores de los azúcares residuales de la muestra Láctico 2, con 0,44 g/L. Se observa también diferencias en los depósitos con inoculación secuencial, que tienen más láctico, producido por la levadura *Lachancea*, sobre todo Láctico 2. Los dos mismos tanques tienen además acidez volátil más elevada, con valores de 0,32 y 0,34 g/L expresados en ácido acético, quizás debido a la menor fracción de sulfuroso libre. Los pHs son sustancialmente más bajos para estas dos muestras,

Tabla 2. Análíticas en el momento del descube del vino Testigo, Tartárico, Láctico 1 y 2

Parámetro	Testigo	Tartárico	Láctico 1	Láctico 2
% v/v	15,20%	15,20%	15,20%	15,20%
G+F	0,03 g/L	0,06 g/L	0,06 g/L	0,44 g/L
Ác. Málico	2,75 g/L	2,47 g/L	2,18 g/L	2,20 g/L
Ác. Láctico	0,30 g/L	0,17 g/L	1,33 g/L	1,61 g/L
Ác. Acético	0,22 g/L	0,19 g/L	0,32 g/L	0,34 g/L
pH	4,14	4,06	3,99	3,97
AT	4,62 g/L	4,54 g/L	5,08 g/L	5,29 g/L
SO ₂ L	32 mg/L	35 mg/L	23 mg/L	25 mg/L

por debajo de 4, y la acidez total es más alta, superando a las de las otras dos muestras en más de 0,5 g/L expresado en ácido tartárico.

Durante la FA se midió diariamente la densidad y temperatura. La temperatura se mantuvo durante el proceso entre los 21 y 25°C y la evolución de las densidades de todas las vinificaciones se muestran en el **Gráfico 1**, como se puede observar, la FA transcurre de manera progresiva y por igual entre los días 5 y 23 de octubre de 2023. Apenas existen diferencias en las 4 vinificaciones observadas a nivel de cinética, sin embargo, si respecto a los tiempos totales. El vino Láctico 1 tomó 2 días más en total y el vino Láctico 2 ocupó 3 días más respecto a las 2 primeras vinificaciones.

Análisis de implantación de las levaduras inoculadas

Durante la realización del estudio se llevó a cabo un análisis genético de implantación de las levaduras empleadas para asegurar la presencia y actividad de las levaduras *Lachancea thermotolerans* y *Saccharomyces cerevisiae*, obteniéndose los siguientes resultados, que se consideran como buenos.

- **Testigo:** 70% de *Saccharomyces cerevisiae*, 20% de levadura tipo A y el 10% restante de levadura tipo B.
- **Tartárico:** 80% de *Saccharomyces cerevisiae*, 20% de levadura tipo A.
- **Láctico 1:** 1,40 x 10⁶ UG/mL de levadura de la especie *Lachancea thermotolerans*.

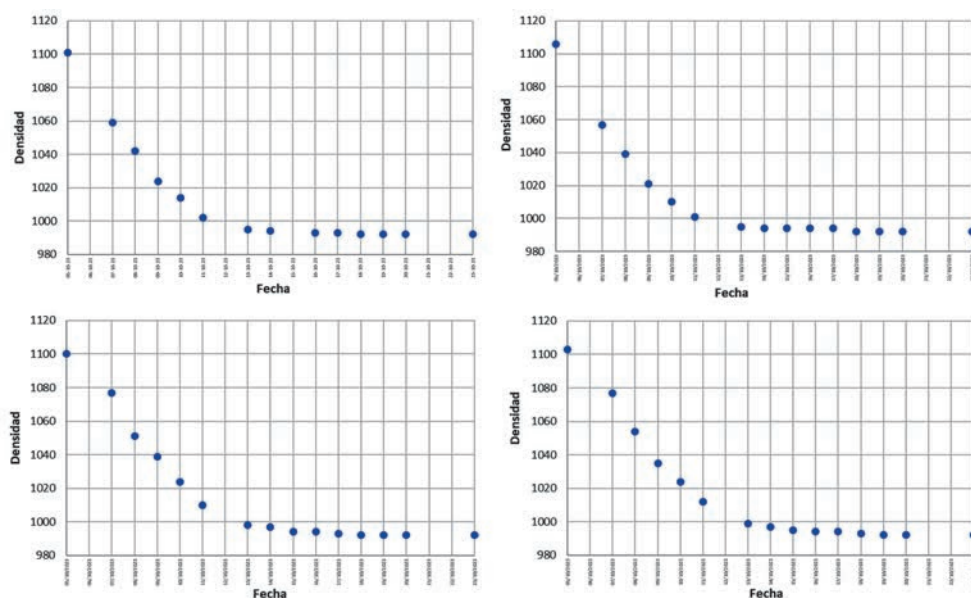


Gráfico 1. Control de la densidad de los depósitos Testigo, Tartárico, Láctico 1 y 2.

- **Láctico 2:** 1,20 x 10⁶ UG/mL de levadura de la especie *Lachancea thermotolerans*.

Una vez que se dio por finalizada la FA en los 4 depósitos, el vino se sangró y se procedió a inocular la bacteria láctica comercial (Lalvin VP41) para realizar la FML. Los depósitos se colocaron en una sala con control de temperatura para el correcto desarrollo de esta segunda fermentación.

Cinética de la FML

A continuación, se muestran los gráficos de las cinéticas de la FML de todos los depósitos (**Gráfico 2**):

Como se puede observar en el gráfico 2, las FMLs de los depósitos Testigo, Tartárico y Láctico 2 tuvieron lugar en 14 días en total, mientras que en el depósito Láctico 1 tuvo lugar en 22 días, probablemente por tener una concentración de partida de ácido láctico mayor.

Análisis de estabilidad tartárica y proteica:

En este estudio es muy interesante saber la estabilidad tartárica, proteica y de materia colorante de los vinos, ya que esto, entre otras cosas, puede influir en los costes de elaboración.

En la observación de los datos de la **Tabla 3** destaca, que siendo estables los 4

vinos frente al valor ISS, las muestras con inoculación secuencial tienen valores más altos, tanto en mini-contacto como en ISS, sobre todo el vino Láctico 2. Los pHs son menores en las muestras inoculadas, aunque las diferencias no son muy grandes, estas diferencias muy probablemente se deban a la producción de ácido láctico producido por parte del metabolismo de las levaduras *Lachancea Thermotolerans*.

Donde mayores diferencias se pueden observar es respecto a la estabilidad de la materia colorante, siendo mucho mayor en las muestras inoculadas secuencialmente y en la estabilidad proteica, que en este caso obtienen valores de menor estabilidad, sin una razón aparente. El Calcio y Potasio sorprendentemente son mayores en estas últimas muestras, de nuevo sin ninguna razón aparente que lo explique. Por último, en relación al Índice CPKHT, los valores son mayores y, por lo tanto, son vinos algo menos estables frente a la precipitación de tartrato de calcio. Esto ocurre en los vinos inoculados con la levadura no *Saccharomyces*, principalmente en la muestra Láctico 2, que llega incluso a la inestabilidad.

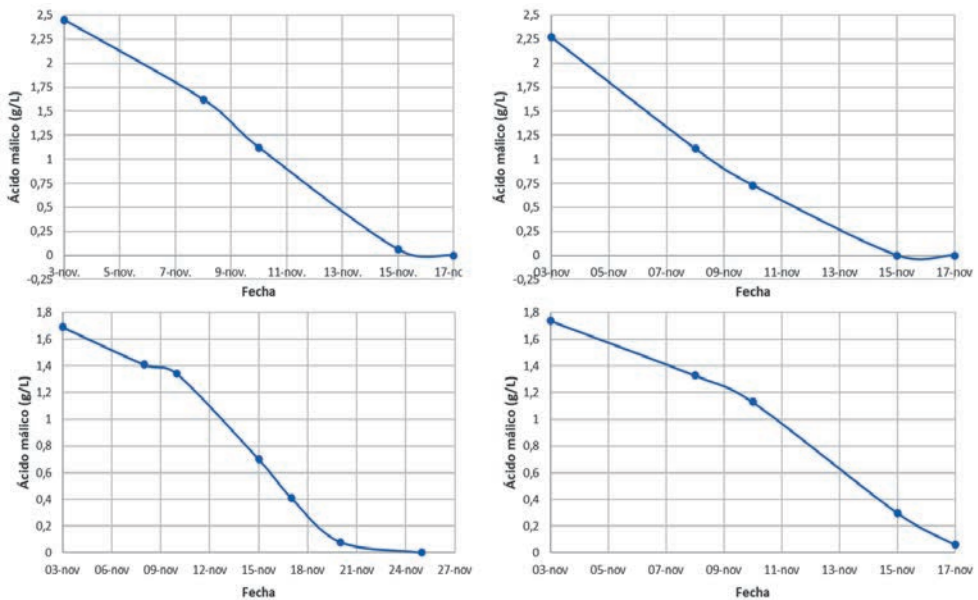


Gráfico 2. Cinéticas de la FML de los depósitos Testigo, Tartárico, Láctico 1 y 2.

Tabla 3. Análisis de estabilidad de las muestras Testigo, Tartárico, Láctico 1 y 2

Determinación	Testigo		Tartárico		Láctico 1		Láctico 2	
Estabilidad tartárica (MC - diferencia conductividad)	2,60%	Est.	2,60%	Est.	3,00%	Est.	3,90%	Est.
Estabilidad tartárica (ISS)	1,1	Est.	1,1	Est.	1,4	Est.	8,6	Ine.
pH	4,05		4,05		4,01		3,94	
Ácido tartárico	1,6 g/L		1,6 g/L		1,4 g/L		1,8 g/L	
Calcio	56 mg/L		56 mg/L		60 mg/L		62 mg/L	
Potasio	1203 mg/L		1203 mg/L		1580 mg/L		1568 mg/L	
Índice CPKHT	21,5 x 10 ⁵	Est.	21,5 x 10 ⁵	Est.	26,0 x 10 ⁵	Est.	28,9 x 10 ⁵	Ine.
Estabilidad de materia colorante	6 NTU	Est.	6 NTU	Est.	2 NTU	Est.	2 NTU	Est.
Estabilidad proteica	0,5 NTU	Est.	0,5 NTU	Est.	0,7 NTU	Est.	0,7 NTU	Est.

Resultados sensoriales:

A continuación, se muestran los resultados del análisis sensorial que se obtuvieron en la cata. Se contó con 12 catadores formados y entrenados para la realización de este estudio en la sala de catas del Centro Científico Tecnológico (CCT) de la Universidad de la Rioja (UR), que reúne las condiciones óptimas y cumple con las normativas para el correcto desarrollo del análisis sensorial. Cada catador probó los vinos y rellenó la ficha de cata siguiendo la metodología de análisis sensorial tipo descriptivo. Posteriormente, los resultados se agruparon y se procedió a la elaboración de un análisis estadístico del tipo factorial mediante componentes principales (ACP).

Se puede observar también como la muestra Testigo es proveniente de un vino equilibrado, amargo y graso en boca, mientras que la muestra Tartárico destaca por sus sensaciones dulces y químicas. En cuanto a la muestra Láctico 1, podemos destacar que es la más fresca, con carácter vegetal y la que más sequedad tánica produce en boca. La muestra Láctico 2 destaca por su astringencia y acidez.

En la fase retronasal la muestra Testigo destaca por su carácter afrutado, licoroso y reducido, así como por su larga persistencia. La muestra Láctico 1 destaca por su carácter aromático herbáceo, láctico y de madera, mientras que las muestras Láctico 2 y Tartárico no destacan por ningún carácter en especial, ya que no

se asocian a ningún descriptor en particular en el plano factorial.

Resultados económicos:

A continuación, se muestran datos orientativos de los costes económicos al respecto de las técnicas de acidificación y estabilización tartárica del vino, considerando los gastos generales

ExcellentCork® Taponer Sintéticos **BRES 2020**

DUO INNOVACIÓN RESPONSABLE
Garantizar la máxima calidad, el secreto de nuestro éxito.

- Huella de carbono reducida
- 12 Producción y consumo responsables
- Compromiso continuo con el medio ambiente
- Centrador de sacacorchos
- 100% Reciclable
- Máxima calidad Garantía absoluta
- Reutilizable Fácil retapado

www.excellentcork.com

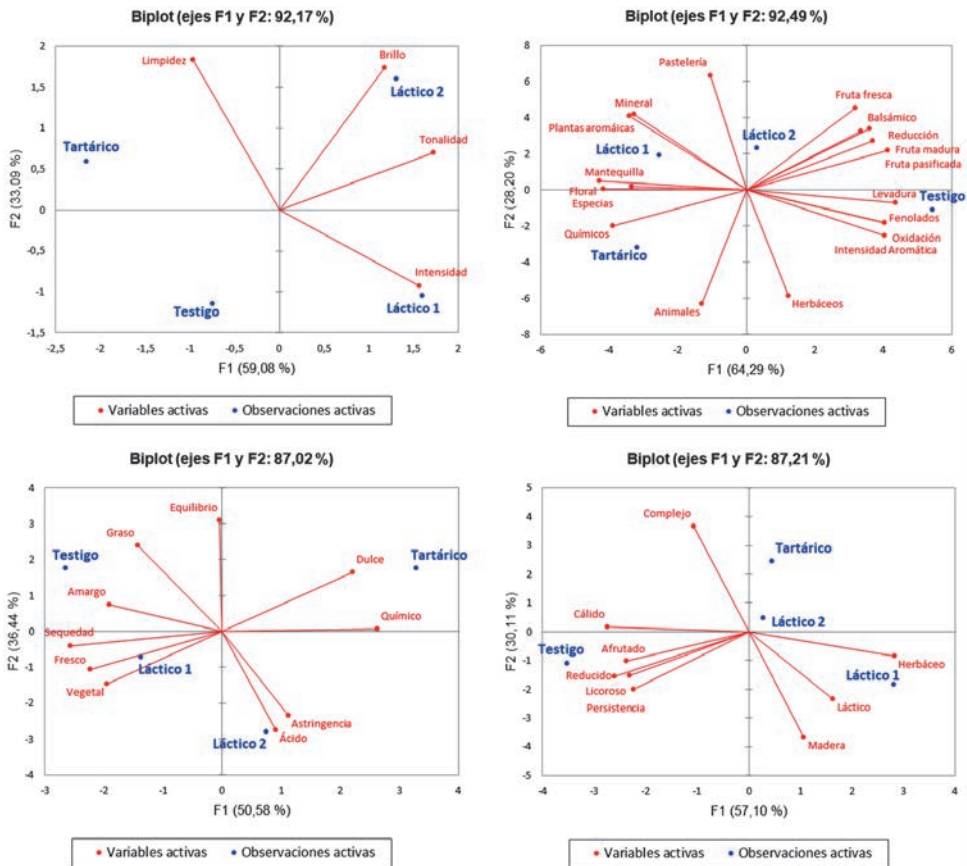


Gráfico 3. APC de las 4 fases del análisis sensorial: visual, nariz, boca y retronasal.

respecto a las diferentes tecnologías aplicadas en bodega:

- Corrección de la acidez con **ácido tartárico**: el coste varía año a año respecto al precio del producto. En la vendimia 2023 (5€/kg)..... 0,75 €/hL.
- Estabilización por frío, considerando el coste de la electricidad (kWh), agua empleada (m³), KHT usado (kg), Kieselghür (kg), pérdidas de vino (hL), costes de mantenimiento y mano de obra..... 4,12 €/hL.

- Estabilización con poliaspartato de potasio..... 4,60 €/hL.
- Estabilización por electrodiálisis mediante alquiler de una máquina por prestación externa..... 4,39 €/hL.
- Inoculación secuencial de *Lachancea thermotolerans* y *Saccharomyces* mediante acidificación con biocontrol..... 3,30 €/hL.

En general, los resultados obtenidos son coherentes con otros estudios similares. El pH de los vinos inoculadas con *L. thermotolerans*



EXPORTACIÓN PRODUCTOS AROMÁTICOS, S.L.

Fábrica de aromas y extractos vegetales para vinos,
aperitivos, vermouths y licores de frutas

Especialidad en aromas naturales de roble

Oficina y fábrica L'Olleria · Tel. 962 202 289 · Móvil 670 205 883 · exparom@hotmail.com

disminuye, aunque muy ligeramente, en relación a las muestras inoculadas únicamente con *S. cerevisiae*, como consecuencia del aumento de la acidez total. Los grados alcohólicos no han variado. Donde más diferencias se aprecian es en la presencia del ácido láctico, que se incrementa en más de 1 g/L en los vinos inoculados. Curiosamente estos vinos presentan también mayor acidez volátil, quizás debido a su menor presencia de sulfuroso libre.

Respecto a los tiempos para completar las fermentaciones (FA y FML), no hay diferencias en la primera, pero sí en la segunda, donde una las muestras inoculadas secuencialmente (96 horas) conlleva 8 días más respecto a las otras tres variantes.

El análisis sensorial también muestra diferencias notables entre las 4 elaboraciones como se podía esperar de este estudio. A nivel olfativo, la muestra Láctico 1 presentó un perfil con aromas de hierbas aromáticos y perfil mineral, Láctico 2 fue el vino mejor valorado, con aromas de fruta fresca, fruta madura y balsámicos. La muestra Tartárico presentaba aromas químicos y la Testigo aromas fenolados. En boca, el vino más fresco fue Láctico 1 y el más ácido y astringente Láctico 2. Las muestras Testigo y Tartárico fueron las más amargas en boca.

Con respecto a la estabilidad, los resultados pueden sugerir que el momento de inoculación de *Saccharomyces cerevisiae* para completar la fermentación alcohólica pueden influir en la estabilidad final del vino. Los resultados generales muestran una estabilidad consistente en casi todos los parámetros evaluados. Sin embargo, la muestra Láctico 2 presenta inestabilidad tartárica (ISS y índice CPKHT), siendo las más estables las muestras Tartárico y Láctico 1. Respecto a la estabilidad proteica no se encontraron diferencias significativas.

A nivel económico, la única muestra que resultó inestable fue Láctico 2, por lo que este vino tendría un coste previsible de estabilización de 7,42 €/hL, siendo el más elevado de todos, posteriormente tendríamos la muestra Láctico 1 con un coste de 3,3 €/hL. Los procesos más económicos serían el de la vinificación Testigo (1,15 €/hL) y el del vino Tartárico (1,9 €/hL).

Conclusiones

1. El desarrollo de las cinéticas fermentativas se dio de manera similar en la elaboración de los 4 vinos. Al final de la fermentación alcohólica, todas las muestras tuvieron el mismo grado alcohólico, por lo tanto, no hubo diferencias entre las vinificaciones inoculadas con levadura *Saccharomyces cerevisiae* y las que se realizaron con inoculación secuencial de levaduras *Lachancea thermotolerans* y *Saccharomyces cerevisiae*. Sin embargo, si se constató formación de ácido láctico en aquellos depósitos inoculados con *L. thermotolerans*.

2. El pH y la acidez total de las muestras inoculadas con *Lachancea thermotolerans* es menor que el de la muestra acidificada con ácido tartárico y aún menor que el de la muestra no acidificada. Estos resultados son coherentes respecto a la técnica de acidificación mediante biocontrol, constatando la producción de ácido láctico por parte de *L. thermotolerans*. La cantidad de ácido láctico está directamente relacionada con el momento de inoculación de la levadura *Saccharomyces*. Es evidente también que esta técnica puede utilizarse de manera conjunta con la acidificación tradicional en caso de que el ácido necesario para ello superase las limitaciones legales.

3. En cuanto a los resultados sensoriales, las muestras inoculadas secuencialmente destacan por su intensidad y brillo en la fase visual, por sus aromas a pastelería, perfil mineral, notas frutales, florales y de plantas aromáticas, con aromas balsámicos y de especias. En boca por su frescura, mayor acidez y carácter vegetal y en retronasal son más herbáceos y lácticos.

4. Parece que el momento de inoculación de la segunda levadura *Saccharomyces cerevisiae* podría influir en la estabilidad tartárica. Se necesitan entonces más estudios para optimizar los protocolos y comprender mejor los efectos de largo plazo en la estabilidad del vino.

5. A modo de conclusión final, este estudio confirma la viabilidad de la acidificación biológica con la especie *Lachancea thermotolerans* como técnica efectiva para mejorar la acidez de los vinos, ofreciendo beneficios sensoriales respecto a la acidificación tradicional con ácido tartárico, aunque tiene un coste económico de casi el doble.

Bibliografía

CRISTIAN VAQUERO, PEDRO MIGUEL IZQUIERDO-CAÑAS, ADELA MENA-MORALES, L. MARCHANTE-CUEVAS, JOSÉ MARÍA HERAS AND ANTONIO MORATA. (2021). Use of *Lachancea thermotolerans* for Biological vs. Chemical Acidification at Pilot-Scale in White Wines from Warm Areas. *Fermentation* N° 7, 193.

MARÍA PILAR SANTAMARÍA MARTÍNEZ; CARMEN TENORIO RODRÍGUEZ; CARMEN SOTA; PATROCINIO GARIJO JIMÉNEZ; ANA ROSA GUTIÉRREZ VIGUERA; ROSA LÓPEZ MARTÍN. (2014). Influencia del pH de la uva en la calidad del vino y en la formación de aminas biógenas. *Zubia* 17, pag. 69-82-

ANA-MARIJA JAGATIĆ KORENIKA, IVANA TOMAZ, DARKO PREINER, MARINA LAVRIĆ, BRANIMIR ŠIMIĆ AND ANA JEROMEL. (2024). Influence of *L. thermotolerans* and *S. cerevisiae* Commercial Yeast Sequential Inoculation on Aroma Composition of Red Wines. *Fermentation* 10, 401. Pag. 2-26.

ANTONIO MORATA, CARLOS ESCOTT, CARMEN GONZÁLEZ, IRIS LOIRA, FELIPE PALOMERO, M^a ANTONIA BAÑUELOS, JUAN MANUEL DEL FRESNO, CRISTIAN VAQUERO, CARMEN LÓPEZ Y JOSE ANTONIO SUÁREZ LEPE. (2023). Selección de levaduras para mejorar la acidez, control del pH, modulación de la expresión aromática y aumento del volumen en boca en vinos de zonas cálidas. *Proyecto Freshwine. Investigación y Ciencia - Revista Enólogos* N° 141. Pag. 64-73.

COMITINI, FRANCESCA; GOBBI, MIRKO; DOMIZIO, PAOLA; ROMANI, CRISTINA; LENCIONI, LIVIO; MANNAZZU, ILARIA; CIANI, MAURIZIO. (2011). Selected non-*Saccharomyces* wine yeasts in controlled multistarter fermentations with *Saccharomyces cerevisiae*. *Food Microbiology*, vol. 28, n° 5. Pag. 873–882.

GOBBI, MIRKO; COMITINI, FRANCESCA; DOMIZIO, PAOLA; ROMANI, CRISTINA; LENCIONI, LIVIO; MANNAZZU, ILARIA; CIANI, MAURIZIO. (2013). *Lachancea thermotolerans* and *Saccharomyces cerevisiae* in simultaneous and sequential co-fermentation: a strategy to enhance acidity and improve the overall quality of wine. *Food Microbiology*, vol. 33, n° 2, Pag. 271–281.

LOIRA IRIS, MORATA ANTONIO, BAÑUELOS MARÍA ANTONIA, SUÁREZ-LEPE JOSÉ ANTONIO. (2020). Isolation, Selection, and Identification Techniques for Non-*Saccharomyces* Yeasts of Oenological Interest. *Biotechnological Progress and Beverage Consumption*, Pag. 467-508.

CLARIE PAYAN, ANNE-LAURE GANCEL, MICHAEL JOURDES, MONIKA CHRISTMANN, PIERRE-LOUIS TEISSÉDRE. (2023). Wine acidification methods: a review. *International Viticulture and Enology Society* N° 57. Pag 113-126.

DARIO MONTAGNANI, DONATELLA PETEGOLLI, BLANDINE LEFOL, PATRICE PELLERIN. (2018). Método analítico para un uso óptimo y eficaz de manoproteínas para la estabilización tartárica de vinos tintos, blancos y rosados. *Enolab*.



MOPPO

Productos Aromáticos

ELABORACIÓN DE AROMAS Y EXTRACTOS NATURALES PARA:

vinos aromatizados, sangrías, tintos de verano, bebidas refrescantes a base de vino, vermouths, aperitivos y licores.

COMPROMISO Y CALIDAD
PROYECTOS PERSONALIZADOS
SOLUCIONES INMEDIATAS

FABRICACIÓN Y TOSTADO SELECTIVO DE VIRUTAS, CHIPS Y PRODUCTOS DE ROBLE

tel. 96 174 25 02 - fax. 96 174 25 03
info@mompoproductosaromaticos.com
www.mompoproductosaromaticos.com
www.chipsderoble.com