



| Portada | Biblioteca | Búsqueda | Archivo | Navegador | Publicidad | Suscripción | Contacto |



DOSSIER

DOSSIERS  
ANTERIORES

## El vinagre de vino

*Ana Troncoso<sup>1</sup>, Mari Carmen García Parrilla<sup>1</sup>, María Jesús Torija<sup>2</sup> y Albert Mas<sup>2</sup>*

<sup>1</sup>Facultad de Farmacia. Universidad de Sevilla

<sup>2</sup>Facultad de Enología. Universitat Rovira i Virgili

La normativa española define el vinagre como el líquido apto para el consumo obtenido por doble fermentación. La variedad de materias primas para la obtención de vinagres es muy amplia, desde subproductos o excedentes agrícolas hasta sustratos de gran calidad para los vinagres más exclusivos y apreciados como el vinagre de Jerez. Esta norma de calidad define hasta diez tipos de vinagres, entre los que se incluyen, el vinagre de vino, frutas, sidra, alcohol, cereales, malta, malta destilado, balsámico (con adición de mosto de uva), balsámico de sidra y un apartado de otros vinagres en el que cabe cualquier otro sustrato de origen agrícola como puede ser la miel o el arroz. Sin duda, el vinagre de vino es el más característico en los países mediterráneos, aunque las nuevas tendencias gastronómicas han tendido a ampliar considerablemente la oferta en los últimos años.

La producción de vinagre se remonta a alrededor del año 200 AC, y nos ha enseñado mucho sobre la biotransformación microbiológica. Sin embargo, el vinagre ha sido considerado siempre como «el pariente pobre» en la familia de los productos fermentados.<sup>1</sup> El vinagre ha formado parte de la alimentación humana desde la antigüedad más remota como condimento y conservador de alimentos, así como base de remedios sencillos para hombres y animales. En 1732, el holandés Boerhaave hace notar que la llamada *madre del vinagre* es un organismo vivo, aunque sin precisar su papel en la acetificación. La acetificación también llega a formar parte de la controversia entre químicos que mantienen que el proceso era puramente químico y aquéllos que afirmaban que en dicha transformación intervenía un «ser organizado». En cuanto a la madre del vinagre, Kützing observó que la débil película que recubre la superficie del líquido acidificado está formada por glóbulos seis veces más pequeños que los de las levaduras. Pasteur afirma que siempre que el vino se transforma en vinagre, es debido a la acción de un velo de *Micoderma aceti* desarrollado en su superficie.

La regulación alimentaria considera que vinagre es todo aquel producto obtenido por doble fermentación alcohólica y acética de cualquier sustrato azucarado. Los países europeos cuentan con normas específicas para los vinagres que se comercializan en las diferentes regiones. En la Unión Europea se han establecido límites para la acidez y el contenido residual en etanol. Así, para el vinagre de vino

países europeos cuentan con normas específicas para los vinagres que se comercializan en las diferentes regiones. En la Unión Europea se han establecido límites para la acidez y el contenido residual en etanol. Así, para el vinagre de vino (obtenido exclusivamente por fermentación acética del vino) la acidez ha de ser al menos del 6 % (p/v) y el etanol residual como máximo de 1,5 % (v/v). La normativa española define el vinagre como el líquido apto para el consumo obtenido por doble fermentación. La variedad de materias primas para la obtención de vinagres es muy amplia, desde subproductos o excedentes agrícolas hasta sustratos de gran calidad para los vinagres más exclusivos y apreciados como el vinagre de Jerez. Esta norma de calidad define hasta diez tipos de vinagres, entre los que se incluyen, el vinagre de vino, frutas, sidra, alcohol, cereales, malta, malta destilado, balsámico (con adición de mosto de uva), balsámico de sidra y un apartado de otros vinagres en el que cabe cualquier otro sustrato de origen agrícola como puede ser la miel o el arroz. Sin duda, el vinagre de vino es el más característico en los países mediterráneos, aunque las nuevas tendencias gastronómicas han tendido a ampliar considerablemente la oferta en los últimos años.

### **Tecnología de la producción de vinagres**

Aparte de los diferentes sustratos, los vinagres se pueden diferenciar también por el sistema de producción. En los vinagres tradicionales, la transformación de etanol en ácido acético se realiza mediante un cultivo estático en la interfase entre el líquido y el aire. Las barricas se llenan hasta 2/3 de su capacidad para dejar una cámara de aire que se mantiene en contacto con el aire exterior mediante diversos tipos de abertura. Este sistema tradicional produce vinagre que se suele considerar de alta calidad debido a su complejidad organoléptica. No obstante, la consideración del vinagre como subproducto del vino conlleva que dicho proceso se realice de forma poco adecuada y con muchos riesgos innecesarios. Precisamente, el Proyecto WINEGAR (Proyecto CRAFT liderado por las instituciones representadas en esta revisión) trata de buscar alternativas que mejoren el proceso sin poner en riesgo la calidad del producto. Cambiando algunos aspectos –como pueden ser la selección de materia prima, barricas especialmente diseñadas para la elaboración del producto: tipo de madera, forma de la barrica, volumen, maderas nuevas, y selección de cultivos iniciadores– se produjo un cambio significativo en el proceso, acelerándolo considerablemente (reducciones desde seis meses o un año hasta 50 días) y manteniendo o aumentando la calidad sensorial del producto.<sup>2</sup>

Por otro lado, existen otros métodos que permiten también reducir el tiempo de acetificación, como el sistema Schutzenbach o los sistemas de cultivos sumergidos. En el primer tipo, las bacterias se encuentran inmovilizadas sobre virutas de haya que forman un lecho sólido sobre el que se esparce el vinagre en producción. Este vinagre, tras pasar por el lecho de virutas se recoge en un contenedor en la parte inferior desde el que se bombea nuevamente sobre el mismo lecho sólido, que se impregna con el vinagre en formación. Sucesivamente, va aumentando la acidez y se puede obtener un vinagre de calidad razonable en un plazo de una semana.

Alternativas mucho más rápidas son los sistemas de cultivos sumergidos, que se basan en la generación de flujos de burbujas de aire en el vino o solución hidroalcohólica. En las interfases aire-líquido de las burbujas de aire se produce el proceso oxidativo. Las mejoras de este proceso han sido básicamente de ingeniería del proceso (mantenimiento de las burbujas en el líquido, uniformidad del tamaño de burbujas, recuperación de aromas perdidos, etc.). En este tipo de vinagres, las bacterias se transforman en biorreactores para la transformación de alcohol en ácido acético, con una producción muy limitada de otros metabolitos, en los que además se produce un arrastre considerable de los aromas presentes en el

alcohol en ácido acético, con una producción muy limitada de otros metabolitos, en los que además se produce un arrastre considerable de los aromas presentes en el vino inicial. Por lo tanto, el resultado de dichos procesos es un producto más limitado organolépticamente, pero a un precio significativamente inferior. A pesar de la disminución de calidad del producto, esta metodología presenta dos aspectos importantes: la *rapidez* y la *concentración de acidez*, ya que se puede llegar a concentraciones elevadas de ácido acético, adecuadas para el transporte que evita costes al reducir el transporte de agua.

### **Bacterias acéticas**

A pesar de que las bacterias acéticas son temidas en medios enológicos, debido a sus efectos negativos sobre la uva y el vino en general, cabe destacar que son agentes imprescindibles en la elaboración de vinagres. Son aerobias, presentando exclusivamente un metabolismo respiratorio con el oxígeno como aceptor final de electrones, si bien pueden utilizar ocasionalmente otros aceptores finales de electrones, lo que les permite sobrevivir en medios casi anaerobios como durante la fermentación vínica.

Su ventaja metabólica fundamental es la oxidación rápida de todo tipo de sustratos orgánicos (alcoholes, aldehídos, etc.), generando los ácidos orgánicos correspondientes. Algunas presentan un ciclo de los ácidos tricarbónicos funcional, por lo que pueden llegar a oxidar completamente el ácido acético hasta CO<sub>2</sub> y agua. No obstante, en estos casos, la presencia de pequeñas cantidades de etanol inhibe completamente dicha oxidación.

Las bacterias acéticas se han considerado como microorganismos *fastidiosos* por su respuesta al crecimiento en medios de cultivo. Su cultivabilidad suele ser baja en los diferentes medios y frecuentemente con una gran irregularidad. Además, muchas cepas pierden algunas características (por ejemplo, la capacidad de producir concentraciones apreciables de ácido acético) después de pasar por medios de cultivo. La identificación se ha realizado tradicionalmente por pruebas fisiológicas y bioquímicas y básicamente se habían reconocido los géneros *Acetobacter* y *Gluconobacter*, según fuera su preferencia de desarrollo en medios con alcohol o con glucosa, recogiendo apenas media docena de especies. No obstante, la irrupción de métodos moleculares ha permitido una mejor clasificación taxonómica y hoy día se han descrito 13 géneros y casi 70 especies. En la actualidad, una docena de especies están secuenciadas.

### **Análisis de restricción de genes ribosomales para comprender mejor los procesos de elaboración de vinagres**

Los métodos moleculares y su adaptación a las condiciones de estudios rutinarios que permitan el análisis de poblaciones y el control de los procesos microbiológicos han sido el objeto de estudio del grupo de la URV. Se han desarrollado una serie de métodos para la identificación rutinaria de especies mediante diferentes análisis de restricción de genes ribosomales o de sus espaciadores,<sup>3,4</sup> que han permitido comprender mejor el proceso de aparición y resistencia durante la fermentación alcohólica y el proceso de producción de vinagres.

Asimismo, se han aplicado otras metodologías para la identificación a nivel de cepa, lo que ha facilitado el seguimiento de las poblaciones de bacterias acéticas desde la uva hasta el vino y durante los procesos de elaboración de vinagres. No obstante, todos estos procesos se han analizado sobre las poblaciones recuperadas en medio de cultivo, que presentan una reducida recuperación.

En los últimos años han aparecido aplicaciones de metodologías independientes de cultivo como el DGGE, o PCR cuantitativa. Con estos métodos disponibles también se han podido seguir las poblaciones de bacterias acéticas en el vino o en

cultivo como el DGGE, o PCR cuantitativa. Con estos métodos disponibles también se han podido seguir las poblaciones de bacterias acéticas en el vino o en vinagres.

Centrándonos en el mundo del vinagre, con la utilización de técnicas como las descritas en el recuadro hemos podido observar que en el vinagre se produce de forma característica una sucesión de especies, según sea la concentración de ácido acético. Así, a concentraciones bajas de ácido acético se encuentran mayoritariamente especies del género *Acetobacter*, como *A. pasteurianus*, que parece bastante mayoritaria en los vinagres de vino, mientras que cuando las concentraciones superan el 5 % se desplaza la predominancia hacia el género *Gluconacetobacter*, hacia especies como *Ga. europaeus* o *Ga. intermedius*.<sup>5,6</sup>

Este hecho lo hemos observado también en la inoculación de poblaciones de cultivos iniciadores realizada en el Proyecto WINEGAR, en el que cultivos de *A. pasteurianus* iniciaban eficazmente el proceso pero posteriormente se veían sustituidos por *Ga. europaeus*.

En la actualidad, consideramos que los cultivos mixtos de una especie de inicio rápido (*A. pasteurianus* o similar) y otra de tolerancia a ácido acético (*Ga. europaeus* o similar) permiten garantizar mejor la producción de vinagre mediante un rápido arranque y una buena finalización del proceso.

### **Composición química y calidad de los vinagres**

La calidad final de estos productos depende tanto de la calidad de la materia prima de partida, como del proceso de elaboración, y en su caso, de envejecimiento. En líneas generales es relativamente fácil apreciar diferencias sensoriales entre los productos elaborados por métodos tradicionales e industriales a gran escala. Para la caracterización y evaluación de la calidad es preciso determinar toda una serie de compuestos, y su análisis sensorial. Así, en los últimos años se han realizado significativos avances en la elucidación de los compuestos responsables de la calidad sensorial de este producto y se han modificado los métodos de producción para obtener productos de gran aceptación a precios muy competitivos.

Los compuestos aromáticos tienen un efecto decisivo en la calidad de los vinagres. El aroma es una fracción compleja que contiene muchos compuestos con un amplio intervalo de volatilidad, polaridad y concentración que oscila de varios mg/L a ng/L. Hasta la fecha se han identificado poco más de 100 compuestos químicos diferentes en el aroma del vinagre de vino, entre los que se encuentran tanto compuestos carbonílicos como éteres, acetales, lactonas, ácidos, alcoholes, fenoles volátiles y ésteres, que participan en mayor o menor medida en el aroma final.<sup>2</sup>

Durante el proceso de envejecimiento en madera se produce un incremento sustancial en la complejidad aromática. Sin embargo, no todos los compuestos volátiles son responsables del aroma del producto. Para ello deben no solo alcanzar los receptores de olor, sino además interaccionar con ellos en el epitelio olfativo, así no todos los compuestos volátiles son odorantes activos. El empleo de técnicas basadas en la cromatografía de gases acoplada a la olfatometría ha permitido evaluar la contribución que tiene cada compuesto volátil al aroma final del vinagre. Así, se ha podido determinar que en el aroma característico del vinagre de Jerez participan varios compuestos volátiles: diacetilo, acetato de isoamilo, ácido isoaléxico, acetato de etilo y sotolón.

Los compuestos polifenólicos, ubicuos en los productos vegetales, presentan gran interés como determinantes de la calidad, pues son responsables del color y de la astringencia, además de presentar actividad antioxidante. Es de esperar que el tipo de acetificación relacionado a su vez con la solubilidad de oxígeno en el

... como determinantes de la calidad, pero con responsabilidades del color, de la astringencia, además de presentar actividad antioxidante. Es de esperar que el tipo de acetificación relacionado a su vez con la solubilidad de oxígeno en el medio, resulte determinante en la composición fenólica, y que esta pueda ser útil para discriminar el método mediante el cual se ha producido un vinagre. Cabe destacar el mayor contenido de flavanoles de los vinagres obtenido por fermentación sumergida. Por el contrario, los vinagres de acetificación superficial presentaron mayor contenido en aldehídos fenólicos, ya que normalmente se elaboran en barriles de madera que ceden este tipo de compuestos al producto.<sup>7</sup>

El proceso de envejecimiento implica las reacciones de los compuestos a lo largo del tiempo: polimerizaciones, cesión de compuestos procedentes de la madera y mermas debidas a la evaporación. Las sustancias cedidas por la madera dependerán del tipo de madera y tueste, la superficie de contacto, y el tiempo de envejecimiento. Así, se han podido observar diferencias significativas en la composición fenólica entre vinagres de Jerez envejecidos menos y más de dos años en sistema de criaderas y solera.<sup>8</sup>

El vinagre resulta un producto difícil de catar, debido a las sensaciones intensas que provoca. El alto contenido en acético tiende a enmascarar el resto de los aromas y se precisa cierta familiarización con el producto para proceder a su cata. De hecho, no existe siquiera consenso en cómo ha de catarse el vinagre. El análisis sensorial requiere un panel bien entrenado y la elección de atributos concretos que sean útiles para diferenciar muestras con el mayor grado de aciertos posibles.

En cuanto al entrenamiento del panel, Tesfaye *et al.*<sup>9</sup> utilizaron disoluciones de diferentes concentraciones de los compuestos más característicos del vinagre de vino, preparadas en 7 % de ácido acético para conseguir percibir una sensación similar al vinagre en sí mismo. Debido a la agresividad del ácido acético determinaron que el número de muestras que se pueden examinar en cada sesión es de cuatro y los replicados se debían de hacer en diferentes días, para no agotar a los catadores. El análisis descriptivo de las muestras se basa en evaluar los atributos previamente seleccionados por el panel. Los atributos más utilizados para describir las muestras de vinagre han sido: color, intensidad aromática, olor a madera, olor herbáceo, olor a frutas, olor a acetato de etilo, olor a vino, sensación punzante.<sup>9,10</sup>

## Bibliografía

1. Solieri & P Giudici. *Vinegars of the world*. Springer, 2009.
2. RM Callejón, *et al.* *Food Chem* 113: 1252, 2009.
3. Ruiz *et al.* *Int J Syst Evol Bacteriol* 50: 1981, 2000.
4. A González, A Mas *Int J Food Microbiol* 147: 217, 2011.
5. M Gullo *et al.* *Appl Environ Microbiol* 75: 2585, 2009.
6. C Hidalgo *et al.* *Int J Food Microbiol* 141: 56, 2010.
7. MC García-Parrilla *et al.* *Sci Ali*, 18: 211, 1998.
8. MC García Parrilla *et al.* *Food Res Int*, 32: 433, 1999.
9. W Tesfaye *et al.*, *J Sens Stud* 17:133, 2002.
10. W Tesfaye *et al.*, *J Sens Stud* 25: 216, 2010.

## Para más información

W Tesfaye *et al.*, Wine vinegar: Technology, authenticity and quality evaluation. *Trends in Food Science and Technology*, 13 (1), 12-21, 2002.

W Tesfaye et al., Wine vinegar: Technology, authenticity and quality evaluation. *Trends in Food Science and Technology*, 13 (1), 12-21, 2002.

W Tesfaye et al., Improvement of wine vinegar elaboration and quality analysis: Instrumental and human sensory evaluation. *Food Reviews International*, 25:142, 2009.

W Tesfaye & A Troncoso Vinegar in *Encyclopedia of Biotechnology in Agriculture and Food*, 1: 1, 675 – 679, 2010.