

## LA VINIFICACIÓN: UN PROCESO QUÍMICO DE TRASCENDENCIA CULTURAL Y ECONÓMICA PARA ESTUDIANTES EMPRENDEDORES

**Autores:** Martín-Pérez, J.J., Martínez-Troya, D.<sup>12</sup>

### RESUMEN

El proceso de vinificación resulta especialmente adecuado para ser llevado a cabo como experiencia de laboratorio en asignaturas de ciencias en la Educación Secundaria Obligatoria o en el Bachillerato, tanto por los contenidos químico-biológicos del proceso, como por la importancia cultural y económica que posee en algunas regiones, como ocurre en nuestro caso, en la Serranía Norte de Cádiz. En este artículo presentamos un proceso detallado de elaboración de vino tinto enfocado para ser llevado a cabo en el laboratorio escolar.

**Palabras clave:** Vinificación; Vino tinto; Laboratorio de Educación Secundaria.

### ABSTRACT

*Vinification: A chemical process of great cultural and economic transcendence.*

*The chemical and biological contents of the winemaking process, with its cultural and economic relevance in some regions, like ours, in the mountainous part in the north of Cadiz, make of it an experience especially adequate to be carried on laboratories in Compulsory Secondary Education or in Spanish Bacculaureate. In this paper we present a detailed winemaking of red wine, focused to be carried on in educational laboratories.*

**Keywords:** Vinification; Red wine; Compulsory Secondary Education.

### INTRODUCCIÓN Y JUSTIFICACIÓN DEL TRABAJO

La fabricación artesanal o semiindustrializada, tanto de mosto, como de diferentes tipos de vino más o menos jóvenes, es una tradición que se remonta a los primeros asentamientos en la zona norte de la provincia de Cádiz. Nuestro departamento de Física y Química, considera indispensable que el alumnado de zonas con arraigo vitivinícola<sup>3</sup> aprenda las técnicas estándares que se emplean en dicha vinificación y puedan compararlas con las que tradicionalmente se emplean en la zona<sup>4</sup>. La experiencia se desarrollaría integrada en las prácticas de laboratorio de alguna asignatura de ciencias, y en nuestro caso ha sido llevada a cabo en Física y Química de 1º de Bachillerato. De esta manera se potenciará en las futuras generaciones el aprecio

---

<sup>1</sup> Daniel Martínez Troya: [vaergael@gmail.com](mailto:vaergael@gmail.com)

<sup>2</sup> Juan Jesús Martín Pérez. Departamento de Física y Química – IES. Zaframagón

<sup>3</sup> La Sierra Norte de Cádiz en nuestro caso, en la que se encuentran pueblos como Setenil de las Bodegas, para el que la tradición vitivinícola se halla incluida en su nombre, cuyo alumnado cursa el Bachillerato en nuestro centro.

<sup>4</sup> Muchos estudiantes tienen familiares propios o de amigos que aún hacen mosto.

por la enología, estimulando su aprendizaje como una actividad científico-tecnológica en la que modernidad y tradición se dan la mano, considerando al mismo tiempo su evidente potencial económico, que debe ser aprovechado por jóvenes emprendedores<sup>5</sup> en un momento en el que la economía global necesita iniciativas protagonizadas precisamente por ellos. En este sentido la elaboración artesanal de vino de calidad podría ser una alternativa a considerar. De hecho hay en nuestra localidad una pequeña bodega artesanal<sup>6</sup>, la primera de nuestra provincia y una de las pocas de Andalucía que elabora un vino blanco 100 % ecológico como ha constatado el Consejo Andaluz de Agricultura Ecológica a partir de una uva autóctona de la zona, la uva Perruna<sup>7</sup>”.

Por otra parte esta experiencia que presentamos se engloba en un conjunto de actividades que se desarrollarán a lo largo de los siguientes cursos y que tendrán como objetivos la elaboración de mosto, de vino blanco, de vino rosado, de un vino espumoso y posiblemente un destilado a partir de vino.

## DESCRIPCIÓN DE LA ACTIVIDAD

Nuestro proyecto consiste básicamente en la elaboración de vino tinto a partir de uva traída por el alumnado. Este primer contacto con el proceso busca sobre todo manifestar las principales dificultades de la vinificación, pero a su vez, mostrar dicha transformación como un proceso asequible y, por tanto, digno de considerar como actividad laboral de futuro. De esta manera nuestro alumnado podrá sentirse atraído por una actividad tradicional de un interés económico indiscutible, pero que al mismo tiempo es un arte en sí misma en la que la química resulta absolutamente necesaria para optimizar la calidad y lograr una bebida que pueda ser apreciada por el entorno.

De esta manera, lo que proponemos no es más que una primera piedra en lo que debe ser un proyecto de mayor envergadura que acerque la enología a nuestro alumnado y pueda plantearse tanto el cultivo de viñas, la elaboración de tintos o la realización de análisis enológicos como posibilidades de futuro. Presentando en este sentido el Grado de Enología de la Universidad de Cádiz, como un atractivo estudio.

---

<sup>5</sup> De hecho en la Sierra Norte de Cádiz, la elaboración de mosto o de diferentes variedades de vinos blancos o tintos supone una salida viable para la economía deprimida de una zona que se caracteriza por tener las menores rentas domésticas de toda la provincia. Véase *Diagnóstico Provincial*, p. 37: [http://www.jandalitoral.org/c/document\\_library/get\\_file?folderId=66693&name=DLFE-1911.pdf](http://www.jandalitoral.org/c/document_library/get_file?folderId=66693&name=DLFE-1911.pdf)

<sup>6</sup> Puede comprobarse en este interesante artículo: <http://www.cosasdecome.es/sin-categoria/la-resurreccion-de-la-uva-perruno/#.VdwsfPntIBc>

<sup>7</sup> En el BOE aparece como variedad autóctona reconocida: <http://www.boe.es/boe/dias/2007/06/21/pdfs/A26941-26947.pdf>

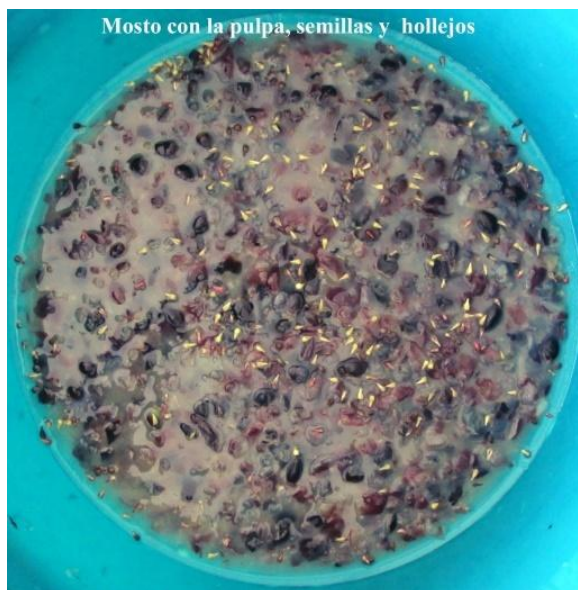
## DESARROLLO DE LA ACTIVIDAD

### A) PRIMEROS PASOS

La primera acción que se realiza sobre la uva aportada por el alumnado<sup>8</sup> es el despalillado<sup>9</sup>, que consiste quitar el raspón o escobajo de cada uno de los racimos de uvas ya que podría aportar sabores herbáceos, amargor y astringencia<sup>10</sup>. Una vez limpias se pesa el conjunto para posteriormente calcular el rendimiento de vino obtenido y después se lava utilizando un colador de gran diámetro para mayor comodidad. Es llamativo que en la industria enológica la uva no se lave antes de la elaboración del vino para retirar así la posible suciedad, pues decanta al fondo de los depósitos y se elimina durante los trasiegos y clarificación<sup>11</sup>.



Hemos decidido lavar porque no conocemos la procedencia de nuestra materia prima y vamos a realizar una fermentación dirigida<sup>12</sup>. Una vez hecho esto se coloca la uva en un barreño y se procede a su estrujado a mano. El alumnado puede romper las uvas presionándolas contra el fondo de la cubeta o con sus propias manos. Hay que tener en cuenta que no se deben romper las semillas o pepitas, pues provocaría un sabor desagradable en el vino<sup>13</sup>.



<sup>8</sup> Nuestra idea inicial fue que cada grupo de estudiantes aportase 1Kg de uva, considerando unos 6 grupos por clase.

<sup>9</sup> Según la RAE *despalillar* es “quitar los palillos a las pasas o el escobajo a la uva” siendo el escobajo la “raspa que queda del racimo después de quitarle las uvas”. Esta raspa también se denomina raspón.

<sup>10</sup> Togores, J.H., Tratado de enología, Tomo I. Madrid: Ediciones Mundi-Prensa, 2011, p. 844.

<sup>11</sup> Cavazza, A., Franciosi, E., “Lavado de la uva: efectos en la fermentación y en la composición del vino”, *ACE Revista de Enología*.

[www.acenologia.com/ciencia97\\_2.htm](http://www.acenologia.com/ciencia97_2.htm)

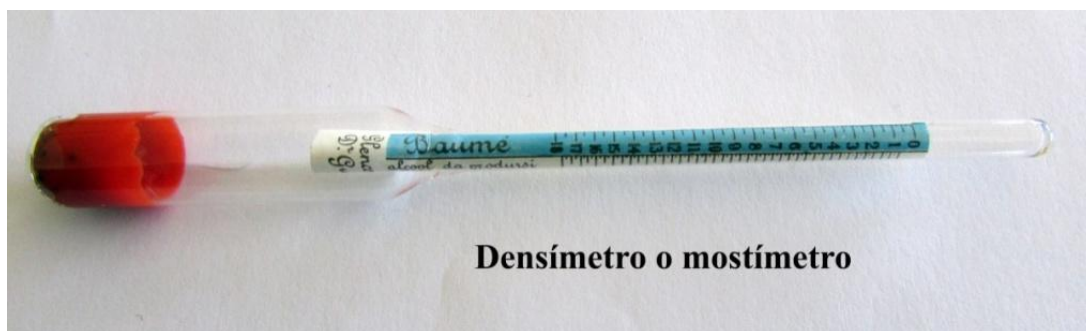
<sup>12</sup> Aquella que se realiza con un cultivo iniciador. Cf. Leroy, F., De Vuyst, L. “*Lactic acid bacteria as functional starter cultures for the food fermentation industry*”, *Trends Food sci. technol.* 15, 2004, pp. 67-78.

<sup>13</sup> Guiñazú, H.R., et al., Elaboración de vino casero, Instituto de Vitivinicultura, 2010, p. 23. Donde los autores indican que romper las partes duras, como semillas y hollejos, generan compuestos astringentes y dan sabor amargo al vino, además de liberarse las sustancias grasas que contienen en su interior.

El resultado es una mezcla en la que se puede apreciar el mosto, la pulpa y los hollejos<sup>14</sup>. Nuestro objetivo es dejar macerar y fermentar el mosto en presencia de las pulpas, pepitas y los hollejos de la uva. En la piel se encuentra una importante flora microbiana, destacando entre esta flora las levaduras, bacterias lácticas y bacterias acéticas<sup>15</sup>.

Para realizar una fermentación alcohólica dirigida o controlada utilizaremos la levadura alcohólica por excelencia, la *Saccharomyces cerevisiae*<sup>16</sup>, que convertirá el mosto (azúcar) de la uva en vino (etanol). El volumen de mezcla obtenido se puede obtener mediante un recipiente cilíndrico y una regla, como podemos ver en la imagen.

## B) MEDICIÓN DE LOS GRADOS BAUMÉ



Para determinar el grado alcohólico probable que alcanzará nuestro vino tras la fermentación, debemos medir la concentración o riqueza de azúcar que tiene el mosto. Esta importante medida se realiza con un densímetro o areómetro que permite medir los grados Baumé en el mosto<sup>17</sup>. Este aparato comprende una gama de valores de densidades entre 1,0 que equivale a 0 °Bé del agua pura, hasta la cifra de 1,842 equivalente a 66 °Bé del ácido sulfúrico concentrado. La ventaja de este tipo de densímetros se encuentra en que los valores comprendidos entre 8 y 12 coinciden de manera aproximada con la graduación alcohólica probable del mosto<sup>18</sup>.

---

[http://64.76.123.202/SAGPYA/economias\\_regionales/\\_vinos/\\_publicaciones/Guia\\_Vinos\\_Caseros\\_2010.pdf](http://64.76.123.202/SAGPYA/economias_regionales/_vinos/_publicaciones/Guia_Vinos_Caseros_2010.pdf)

<sup>14</sup> Según la RAE el hollejo es la “piel delgada que cubre algunas frutas y legumbres, como la uva”.

<sup>15</sup> Togores, J. H., op. cit. p. 583

<sup>16</sup> Lo ideal es que las uvas de cada viñedo tengan sus levaduras autóctonas para realizar una fermentación espontánea, pues éstas serán las responsables de las propiedades organolépticas particulares de cada vino y eso es algo esencial en un vino que pretende ser artesanal y característico de la zona.

<sup>17</sup> El grado Baumé establece una relación genérica y aproximada entre el grado de azúcar y el grado de alcohol que se obtiene tras la fermentación. Así 1°Bé representa aproximadamente un 1% (v/v) de alcohol si se deja fermentar el vino hasta que no queden azúcares.

[http://www.dolmarproductos.com/sites/default/files/dolmar\\_analisis\\_vinos.pdf](http://www.dolmarproductos.com/sites/default/files/dolmar_analisis_vinos.pdf)

<sup>18</sup> Togores, J. H., op. cit. p. 264.



Se extrae un poco del mosto que se tiene en la cubeta sin que le acompañen hollejos, pulpas o semillas y se echa en una probeta de modo que podamos introducir el densímetro en su interior. El densímetro no debe tocar el fondo de la probeta y debe flotar libremente en el mosto. La medida de los grados Baumé se toma mirando la escala que lleva adosada, en el enrascado con la superficie del mosto donde se sumerge y el correspondiente grado alcohólico probable se obtiene al consultar la tabla de equivalencias entre grados Baumé, azúcar en mosto y grado alcohólico en % en volumen<sup>19</sup>. En nuestro caso se puede observar que la medida obtenida es de unos 10,3° Bé aproximadamente, lo cual se traduce en que nuestro mosto tiene una concentración de azúcar de 175 g/l y que, si todo este azúcar fermenta, tendremos un vino con una graduación alcohólica de 10,3°.



El valor obtenido es relativamente bajo para obtener un vino tinto, teniendo éstos graduaciones típicas entre 13° y 14°, con lo cual, debemos tener especial cuidado (ya que no es un medio muy hostil para las bacterias). La adición de metabisulfito nos asegurará la eliminación de bacterias indeseadas que puedan originar enfermedades en el vino.

### C) ADICIÓN DE METABISULFITO

Es conocido desde antiguo el uso del dióxido de azufre<sup>20</sup> (SO<sub>2</sub>) como desinfectante de bodegas y envases vinarios. Actualmente, este compuesto es fundamental en la industria vinícola, teniendo un efecto antioxidante. Es un antimicrobiano selectivo, especialmente frente a las bacterias lácticas que pueden originar “el picado láctico” del vino, además tiene una acción degradante o “disolvente” sobre los hollejos, raspones y pepitas, que permite una mayor



<sup>19</sup> Ibídem, p. 267.

No obstante se pueden consultar tablas de correspondencias online como la siguiente:

<http://www.ictsl.net/downloads/refractometros.pdf>

<sup>20</sup> Generalmente conocido en enología por su nombre tradicional de anhídrido.

maceración en las vinificaciones en tinto. Tiene también un importante papel en la mejora o mantenimiento de los aromas.

No todo son aspectos positivos, debemos tener cuidado con un exceso que podría originar intoxicaciones y olores defectuosos propios del sulfuro de hidrógeno, H<sub>2</sub>S (olor a huevos podridos).

Actualmente, la práctica totalidad de los vinos reflejan la presencia de este aditivo en su etiquetado como “contiene sulfitos”<sup>21</sup>.

En nuestro caso, como las cantidades de mosto son muy pequeñas, debemos tener en cuenta la gran superficie abierta de la cubeta, que provocaría la evaporación de gran parte del alcohol<sup>22</sup>. La adición de metabisulfito para generar el dióxido de azufre se utiliza en todo el proceso de elaboración del vino en tres ocasiones. La primera sería durante la etapa prefermentativa, en el estrujado, con una dosis aproximada de 5g/hl. La segunda durante la conservación de los vinos, en trasiegos, crianzas o transporte, con dosis aproximadas de 3g/hl y una tercera y última, antes de embotellar, para asegurarnos que la dosis de SO<sub>2</sub> libre oscile entre 20 y 30mg/l<sup>23</sup>.



## D) ADICIÓN DE LA LEVADURA

Como comentamos anteriormente, es la fermentación espontánea la modalidad utilizada en la mayoría de las vinificaciones caseras. No obstante, dependiendo de la calidad de la uva, se podría utilizar un “pie de cuba”<sup>24</sup> para facilitar la fermentación o usar levaduras secas activas que debemos rehidratar antes de usarlas.

<sup>21</sup> *Ibidem*, p. 477.

<sup>22</sup> Cf. González, L. A., Normas Prácticas para la Elaboración de Vinos en Canarias, Hojas Divulgadoras. Madrid: Ministerio de Agricultura, 1979, Núm. 26-79-X HD, p. 13.

[file:///F:/Art%C3%ADculo%20sobre%20vino/hd\\_1979\\_26.pdf](file:///F:/Art%C3%ADculo%20sobre%20vino/hd_1979_26.pdf)

<sup>23</sup> Togores, J.H., op. cit. pp. 502 y ss.

<sup>24</sup> Pie de cuba: cierto volumen de mosto en fermentación, que se sitúa en el fondo del depósito antes de añadir la vendimia o el mosto que se quiere fermentar. Cf. Hidalgo Togores, J., op. cit. p. 617.

La adición de la levadura se realiza para conseguir que los azúcares<sup>25</sup> de la uva pasen a alcohol sin depender de las levaduras naturales o autóctonas que acompañan a la piel de las propias uvas. En nuestro caso usaremos una levadura muy tradicional para la fermentación de vinos tintos, la llamada *Saccharomyces cerevisiae*.



Una vez estrujada y despalillada la uva, es el momento de añadirá nuestra levadura comercial, en un dosis de unos 10g/hl para realizar una fermentación en pureza. Para preparar la levadura, se pesa la parte proporcional de la misma y se añade poco a poco en un recipiente con agua a unos 35-40 °C en una proporción 1:10 en levadura:agua, con el objetivo de rehidratar la membrana y el citoplasma. El tiempo necesario oscila entre 15-20 min, sin sobrepasarlo, y posteriormente se agita para obtener una buena dispersión antes de ser añadida al mosto. La levadura pasa entonces de su color beige a un color blanco lechoso activándose para realizar la fermentación alcohólica.



Es importante acomodar la temperatura de la levadura a la del mosto, debiéndose cuidar que no existan saltos de temperatura mayores de 5 °C, para no someterlas a “estrés térmico”<sup>26</sup>. En la imagen que acompaña al título puede apreciarse el hermoso aspecto de la levadura deshidratada tal y como se expende en el mercado. Tras la adición de la levadura removemos el mosto con los hollejos y la pulpa para posteriormente para homogeneizar y dejamos la mezcla fermentar. A partir de la

<sup>25</sup> Glucosa y fructosa principalmente.

<sup>26</sup> Togores, J.,H., op. cit. p. 617.



inoculación existe un periodo de latencia en el que la levadura se adapta al medio fermentativo para, empezar a multiplicarse exponencialmente y alcanzar el máximo de población en torno a los 2 días, alcanzando concentraciones de  $10^6$  a  $10^7$  células/ml. A partir de aquí se produce con mayor intensidad la fermentación alcohólica (se observa por un burbujeo intenso, y si acercamos el oído, escuchamos el borboteo que muestra el trabajo de las levaduras). Tras esos dos primeros días decrecerá el ritmo de fermentación debido a la baja concentración de azúcar y a una creciente concentración de etanol, entre otros factores fermentativos. Podemos comprobar que se va llevando a cabo la fermentación alcohólica con el uso del mostímetro, comprobando que la densidad del mosto es cada vez menor<sup>27</sup>.

El olor que se produce durante la fermentación, un tanto dulzón, resulta especialmente agradable al olfato. Es muy importante en este proceso controlar la temperatura, no debiendo sobrepasar los 30 °C, ya que una parte importante de la población de levaduras podría morir. El intervalo óptimo de temperatura oscila entre 22 y 30 °C<sup>28</sup>. En nuestro caso, al ser el recipiente de gran superficie, la energía desprendida en el proceso escapa con facilidad, manteniéndose prácticamente a temperatura constante (ambiente) durante todo el proceso.

### E) FERMENTACIÓN Y BAZUQUEO<sup>29</sup>



<sup>27</sup> *Ibíd.*, p. 586.

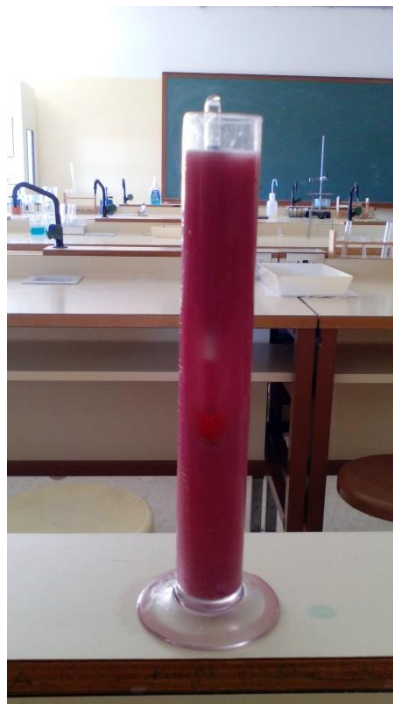
<sup>28</sup> *Ibíd.*, p.912.

<sup>29</sup> Según la R.A.E. procedente del verbo zabuquear, que es “menear o revolver una cosa líquida moviendo la vasija en que está”.



Durante el proceso de fermentación, los hollejos y otros tejidos vegetales de poco peso se separan del mosto, formando en la parte de arriba una estructura sólida llamada sombrero<sup>30</sup>. Como muchas de las levaduras añadidas quedan atrapadas entre los hollejos y la pulpa hay que agitar para que vuelvan a dispersarse en el mosto y así continúen el proceso de fermentación. Este proceso de “mecer el vino” es lo que se conoce por el nombre de bazuqueo<sup>31</sup>.

En unos cinco días<sup>32</sup> la fermentación llega a su fin, lo que se aprecia por una disminución rápida del burbujeo así como por la desaparición del sonido característico que se produce por la emisión continua de pequeñas burbujas de CO<sub>2</sub>. Para comprobar que ha fermentado por completo se vuelve a medir su graduación Baumé que ahora debe ser 0 pues ya no quedan azúcares, como puede apreciarse en la figura. Una vez que finaliza la fermentación se debe separar el vino que se ha formado para que no continúe su oxidación. Se procede a su descube y prensado leve, para no romper ni semillas ni hollejos pues de lo contrario se liberarían compuestos astringentes nada deseables para el sabor del vino. Para eliminar los microorganismos existentes hay que añadir un poco de metabisulfito potásico, unos 3g/hl, lo que evitará que se produzcan procesos indeseados que podrían hacer enfermar al vino.



El vino así obtenido se introduce en recipientes en los que sea posible un cerrado hermético en ausencia de oxígeno. Para un laboratorio de instituto resultan muy prácticas las botellas de plástico de agua mineral, que pueden comprimirse hasta tener el tamaño adecuado y entonces cerrarse. En ausencia de oxígeno no se corre el riesgo de que proliferen las bacterias lácticas y se nos pique el vino transformándose en vinagre<sup>33</sup>.

Una vez realizada la fermentación alcohólica, podría ser interesante dejar paso a la fermentación maloláctica (transformación del ácido málico en láctico por las bacterias lácticas) que podría mejorar las características organolépticas de nuestro vino.

<sup>30</sup> Según la R.A.E. “capa formada por hollejos y escobajos en la superficie del mosto en fermentación”.

<sup>31</sup> El bazuqueo en enología implica también la rotura del sombrero para conseguir la homogenización de las levaduras que suelen quedar atrapadas en su estructura sólida.

<sup>32</sup> Tal como fue en nuestro caso.

<sup>33</sup> Aunque una parte del vino obtenido será empleada más adelante para comprender cómo se produce su oxidación y paso a vinagre, así como su importancia industrial y la salida de este producto como posible derivado de interés comercial.

## F) PASOS FINALES

El vino obtenido aún tiene exceso de levaduras y restos de pulpa y hollejos por lo que hay que dejarlo unos días decantar. En el fondo del recipiente se habrá formado un poso rosáceo-blancuzco formado por restos de hollejos, pulpa y levaduras, por lo que el vino se decanta a otro recipiente con cuidado de que el poso quede en el fondo y se pueda desechar sin perder demasiado vino. Este proceso se realizará tantas veces como se requiera hasta que el vino quede clarificado, debiendo añadir en cada proceso unos 3g/hl de metabisulfito potásico para asegurar su conservación. En nuestro caso el proceso de decantación se ha llevado a cabo tres veces.



Si la cantidad empleada de metabisulfito de potasio ha sido mayor de la debida, es posible que se forme  $H_2S$  gaseoso, por lo que al abrir la botella para decantar el vino nos golpeará su inevitable olor a huevos podridos. Tras sucesivas decantaciones el hedor desaparecerá, pero conviene evitar su aparición añadiendo unas cantidades controladas de metabisulfito de potasio.

Finalmente, para mejorar las propiedades organolépticas del vino se puede proceder a la adición de pequeños trocitos de madera de roble.

## NUESTRA ELABORACIÓN DE TINTO EN NÚMEROS

Cada curso de 1º Bachillerato se ha dividido en grupos de cuatro estudiantes, por lo que tenemos unos cinco grupos por cada curso. Referiremos los datos a uno de los cursos por simplificar el proceso.

Se comenzó con un total de aproximadamente 7 Kg de uva más rosada que tinta. Tras su despalillado y estruje libró un volumen de 3,51L de mezcla de mosto, hollejos y pulpa<sup>34</sup>. Se extrajo un volumen suficiente como para llenar una probeta y se midió su graduación de azúcar con el mostímetro, obteniéndose un valor de 10,5° Bé, lo que según la tabla permite hacer una estimación de unos 10,1° de alcohol para nuestro vino una vez completada la fermentación.

La cantidad requerida de metabisulfito de potasio fue de 0,14g y la cantidad de levadura de 0,35g, adicionadas según explicita el protocolo que hemos desarrollado en el punto previo.

<sup>34</sup> Medidos en un recipiente cilíndrico de 19,3cm de diámetro y alcanzado una altura aproximada de 9,65cm, medida con regla.

Una vez concluida la fermentación y realizadas todas las operaciones de decantación, hemos obtenido un volumen de aproximadamente 1,5L de vino tinto, lo que establece un rendimiento de un 42,7%, que puede optimizarse si junto a la decantación se hubiese usado algún filtrado. Nosotros hemos optado por perder la parte del vino que queda turbio por la presencia ya de los posos, en la parte final del proceso de decantación.

## CONCLUSIONES

- 1) La primera consecuencia que extrae el alumnado es que la elaboración de vino tinto es un proceso sencillo y viable, por lo que se presenta como una actividad económica de interés que ofrece a los estudiantes emprendedores una vía posible de futuro.
- 2) La elaboración de vino que tradicionalmente realizan algunas familias de la zona y que por tanto, es un proceso que forma parte de la cotidianidad para muchos de nuestros estudiantes, es un proceso científico en toda regla, que facilita la comprensión de conceptos tan interesantes como la catálisis enzimática, la reacción química y los factores múltiples que la afectan. Por tanto es una herramienta pedagógica de primer orden.
- 3) La elaboración de vino tinto puede convertirse en un proyecto interdepartamental de manera que los departamentos de Física y Química, Biología y Geología, Tecnología y Matemáticas desarrollen cada uno una parte del mismo. En este sentido, el departamento de Física y Química, junto con el de Biología y Geología podrían plantearse el estudio pormenorizado de la actividad química propiamente dicha y de la actividad de la levadura, respectivamente. El departamento de Tecnología podría diseñar y fabricar unos fermentadores<sup>35</sup>, mientras que el departamento de Matemáticas podría hacer cálculos de cubaje y futuras proyecciones de producción. Incluso un departamento de F.O.L. podría proyectar la creación de una empresa de elaboración de vino, con todo lo que ello implica. Estaríamos en este sentido ante una potente experiencia fácilmente exportable a otras áreas vitivinícolas semejantes a las de la Sierra Norte gaditana.

---

<sup>35</sup> En el caso de que se desee hacer la reacción a mayor escala.

## BIBLIOGRAFÍA

### A) ARTÍCULOS Y LIBROS

- Cavazza, A., Franciosi, E., “Lavado de la uva: efectos en la fermentación y en la composición del vino”, ACE Revista de Enología.  
[www.acenologia.com/ciencia97\\_2.htm](http://www.acenologia.com/ciencia97_2.htm)
- González, L. A., Normas Prácticas para la Elaboración de Vinos en Canarias, Hojas Divulgadoras. Madrid: Ministerio de Agricultura, 1979, Núm. 26-79-X HD.  
[file:///F:/Art%C3%ADculo%20sobre%20vino/hd\\_1979\\_26.pdf](file:///F:/Art%C3%ADculo%20sobre%20vino/hd_1979_26.pdf)
- Guñazú, H., R., et al., Elaboración de vino casero, Buenos Aires: Instituto de Vitivinicultura (Argentina), 2010.  
[http://64.76.123.202/SAGPYA/economias\\_regionales/vinos/publicaciones/Guia\\_Vinos\\_Caseros\\_2010.pdf](http://64.76.123.202/SAGPYA/economias_regionales/vinos/publicaciones/Guia_Vinos_Caseros_2010.pdf)
- Leroy, F., De Vuyst, L., “Lactic acid bacteria as functional starter cultures for the food fermentation industry”, *Trends Food sci. technol.* 15, 2004.
- Tógores, J.H., Tratado de enología, Tomos I y II, Ediciones Mundi-Prensa, Madrid, 2011.

### B) OTROS

- Dolmar-Living Innovation, Prácticas Integradas de Enología.  
[http://www.dolmarproductos.com/sites/default/files/dolmar\\_analisis\\_vinos.pdf](http://www.dolmarproductos.com/sites/default/files/dolmar_analisis_vinos.pdf)
- Ficha técnica del metabisulfito de potasio.  
[http://www.agrovin.com/agrv/pdf/enologia/antioxidantes/es/METABISULFITO\\_POTASICO\\_es.pdf](http://www.agrovin.com/agrv/pdf/enologia/antioxidantes/es/METABISULFITO_POTASICO_es.pdf)
- Como diccionario el de la RAE de la 22ª edición (2014).  
<http://www.rae.es/obras-academicas/diccionarios/diccionario-de-la-lengua-espanola>