



# winotech

N° 4 - FEBRERO 2015



# winetch plus

Comunidad de innovación y nuevas tecnologías en viticultura y elaboración de vino

Communauté de l'innovation et des nouvelles technologies en viticulture et vinification

Comunidade de Inovação e novas tecnologias em viticultura e produção de vinho

Somos un Proyecto Europeo de Cooperación Transnacional en el Espacio Sudoeste (SUDOE) cofinanciado por el Fondo Europeo de Desarrollo Regional (FEDER).

La región SUDOE representa en torno al 25% de la superficie de viñedo europeo, y posee un sector vitivinícola con gran peso económico, social y estratégico.

La comunidad de innovación WINETech se perfila como una herramienta imprescindible para la transferencia del conocimiento científico-tecnológico, así como motor dinamizador de la capacidad innovadora de las empresas del sector vitivinícola en la región SUDOE.

WINETech Plus se presenta como continuación al anterior proyecto WINETech, desarrollado entre 2009 y 2011, poniendo en funcionamiento una Nueva Red de Agentes Dinamizadores e implementando nuevos portales de negocio y formación que nos permite consolidarnos como una Comunidad estable de innovación en el Sudoeste Europeo.

WINETech Plus est un Projet Européen de Coopération Transnationale au sein de l'espace Sud-Ouest européen (SUDOE), financé par le Fonds Européen de Développement Régional (FEDER).

La région SUDOE représente environ 25 % de la surface des vignobles européens et la filière viticole de ses territoires possède une grande valeur économique, sociale et stratégique.

La communauté d'innovation WINETech émerge comme un outil essentiel pour le transfert de connaissances scientifiques, technologiques et comme un moteur de l'innovation dans les entreprises vitiviniholes de l'espace SUDOE.

WINETech PLUS est la suite du projet européen WINETech, mené entre 2009 et 2011. Ce nouveau projet contribuera au développement d'un réseau d'Agents Animateurs et permettra la mise en ligne de portails Internet d'affaire et de formation. L'ensemble de ces outils consolidera le rôle central de la Communauté de l'innovation au sein de l'espace SUDOE.

Somos um Projeto Europeu de Cooperação Transnacional no Espaço Sudoeste (SUDOE), cofinanciado pelo Fundo Europeu de Desenvolvimento Regional (FEDER).

A região SUDOE representa cerca de 25% da área de vinha europeia e possui um setor vitivinícola com grande peso económico, social e estratégico.

A comunidade de inovação WINETech surge como uma ferramenta essencial para a transferência do conhecimento científico-tecnológico, bem como um motor dinamizador da capacidade inovadora das empresas do setor vitivinícola na região SUDOE.

O WINETech PLUS apresenta-se como uma continuação do projeto anterior WINETech, desenvolvido entre 2009 e 2011, colocando em funcionamento uma rede de Agentes Dinamizadores e implementando novos portais de negócio e formação que permitem consolidar a nossa posição como uma comunidade estable de inovação no Sudoeste Europeu.

# winetch plus

## GALICIA

---

## LA RIOJA

---

## CASTILLA Y LEÓN

---

## CASTILLA-LA MANCHA

---

## LANGUEDOC-ROUSSILLON

---

## MIDI-PYRÉNÉES

---

## ALENTEJO

---

- 4** Minimización de residuos de la industria vitivinícola mediante la producción de adsorbentes ecológicos
- 8** La levadura *Saccharomyces cerevisiae* XG3 como alternativa para mejorar la calidad de los vinos y destilados gallegos
- 12** Una tesis doctoral desarrollada en la Universidad de La Rioja descubre dos nuevas variedades de vid e identifica otras 24 variedades tintas minoritarias de la DOC Rioja
- 14** Evento Winetch Plus
- 16** Influencia de las fitohormonas durante el proceso de maduración de las bayas de vid
- 19** I+D+i como motor del sector vitivinícola
- 22** IPAv, una herramienta para diferenciar el potencial aromático de uvas Tempranillo sometidas a distintas prácticas agronómicas
- 26** Frecuencia y distribución de hongos asociados a enfermedades de madera de vid en Castilla-La Mancha
- 29** Acidification et stabilisation tartrique par méthodes soustractives
- 35** Engrais verts en viticulture: incidence du type de couvert végétal et de son mode de destruction sur l'alimentation azotée de la vigne
- 41** Étude de nouveaux procédés de clarification des bourbes et fonds de cuve
- 47** Estratégias de rega para aumentar a eficiência do uso da água em vinha, no Baixo Alentejo
- 51** ADRAL organiza Workshops WINETech PLUS na região Alentejo

# Minimización de residuos de la industria vitinícola mediante la producción de adsorbentes ecológicos

Hoy en día el cumplimiento de los requerimientos ambientales está siendo de gran importancia, así muchas actividades industriales se ven obligadas a minimizar la cantidad de residuos generados durante sus actividades con el fin de cumplir con los niveles de emisión requeridos. Las Mejores Técnicas Disponibles (MTD) en las actividades industriales relacionadas con el sector de bebidas aconsejan evitar la emisión directa de CO<sub>2</sub> a partir de materiales fósiles, recuperar las levaduras, recoger la fracción sólida tras los procesos de filtración y optimizar la utilización de maquinas limpiadoras de botellas. En este artículo se explica cómo la cantidad de residuos sólidos generados por la industria vitivinícola puede ser reducida mediante la formulación de adsorbentes ecológicos, elaborados con bagazo de uva y podas de sarmiento, al mismo tiempo que estos residuos, procesados de la forma adecuada, pueden ser utilizados en la propia planta vitivinícola para el tratamiento de sus vinazas. Por tanto, se propone la integración de un proceso MTD con el fin de minimizar el consumo de agua, así como la emisión de residuos sólidos durante la actividad vitivinícola.

**Vecino, X., Pérez-Ameneiro, M., Cruz J. M., Moldes, A. B.**

*Chemical Engineering Department, School of Industrial Engineering (EEI), University of Vigo. Campus As Lagoas-Marcosende. 36310 Vigo-Pontevedra, Spain. Phone: 00 (34) 986 812 022, Fax: 00 (34) 986 812 201*

## Minimization of residues from winery industry by the production of green adsorbents

Nowadays environmental requirements are becoming of great importance, since many industrial activities are obligated to minimize the amount of the residues generated during their activities in order to achieve the emissions levels required. The Best Available Techniques (BAT) for drinks manufacturing address avoiding production of CO<sub>2</sub> directly from fossil fuels, recovery of yeast, collection of spent filter material and the selection and optimised use of bottle cleaning machines. In this article we explain how the amount of solid residues from winery industry can be reduced by the formulation of green adsorbents, based on grape marc and vineyard pruning waste, at the same time that these residues, processed in the right way, can be used in the winery plant for the treatment of their own vinasses. Therefore a process-integrated BAT is proposed to minimise both, the consumption and the contamination of water, as well as the emission of solid residues during the winery activities.

### NUEVA GENERACIÓN DE ADSORBENTES A PARTIR DE RESIDUOS DE LA INDUSTRIA VITIVINÍCOLA

La demanda mundial del petróleo y del carbón se está incrementando cada vez más para poder satisfacer el rápido crecimiento de países emergentes. Como consecuencia se espera que los precios de los mismos aumenten encareciendo todos aquellos productos que de ellos derivan de algún u otro modo. Es por esta razón que desde hace varias décadas se ha promovido la búsqueda de nuevas materias primas de carácter renovable, que puedan sustituir al petróleo y al carbón en procesos industriales y en la elaboración de productos (Vandamme, 2009; Ekman y col., 2013). Desde este punto de vista, la utilización de

residuos procedentes de la actividad vitivinícola han ido cogiendo peso en la formulación de adsorbentes de nueva generación. Así Vecino y col., (2015, 2014a) han demostrado que las podas de sarmiento tras ser molidas y sometidas a un proceso de hidrólisis suave con ácido sulfúrico al 3%, pueden ser utilizadas para la formulación de un adsorbente destinado a la eliminación de compuestos coloreados y micronutrientes en las aguas procedentes de la industria vitivinícola. Resultados similares han sido obtenidos también por Pérez Ameneiro y col., (2014) cuando se ha utilizado bagazo de uva compostado para la eliminación de estos mismos compuestos en vinazas procedentes de la actividad normal de una bodega. El adsorbente for-

mulado por estos autores se obtuvo emulsificando el residuo lignocelulósico con alginato sódico y haciéndolo caer en una disolución de cloruro cálcico, de tal forma que se produce un "bioadsorbente" donde el adsorbente lignocelulósico queda atrapado en esferas de alginato cálcico, dando lugar a un adsorbente de fácil manejo y regeneración.

En la **Figura 1a** se muestra una imagen del bioadsorbente formulado con la fracción lignocelulósica de las podas de sarmiento y en la **Figura 1b** se muestra el aspecto que presenta el bioadsorbente cuando se utiliza bagazo de uva compostado, formulados ambos por investigadores del grupo IQ10 del Departamento de Ingeniería Química de la Universidad de Vigo.

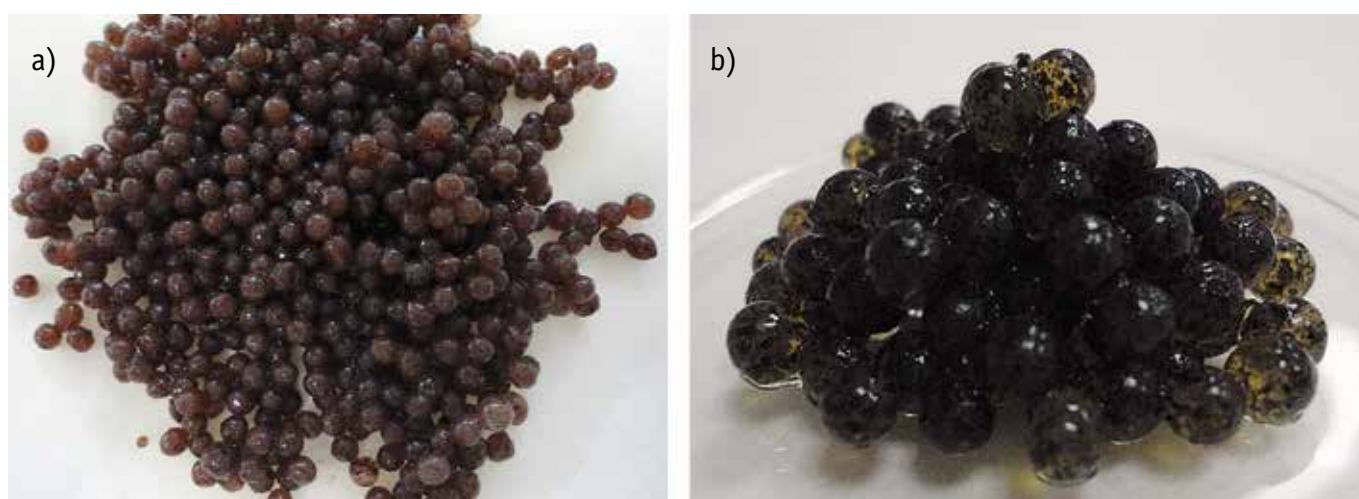


Figura 1. Aspecto de los adsorbentes ecológicos inmovilizados en esferas de alginato cálcico formulados con: a) podas de sarmiento y b) bagazo compostado respectivamente.

Por otra parte en la **Tabla 1** se recogen los porcentajes de eliminación de color y micronutrientes obtenidos tras el tratamiento de agua procedente de la industria vitivinícola utilizando un adsorbente formulado con bagazo de uva compostado o podas de sarmiento hidrolizadas, ambos residuos atrapados en esferas de alginato cálcico (Vecino y col., 2015, 2014a; Pérez Ameneiro y col., 2014).

	Biopolímero formulado con el bagazo compostado	Biopolímero formulado con las podas de sarmiento
<b>Compuestos coloreados</b>		
Reducción en el índice de coloración, IC (%)	77,5	77,3
<b>Micronutrientes</b>		
	Porcentaje de eliminación (%)	
Mg	56	73,3
P	65	47,8
K	56	60,1
Zn	nd*	92,4
N-NH <sub>4</sub>	97	55,4
SO <sub>4</sub>	26	53,7
PO <sub>4</sub>	nd*	52,8
NT	78	51,6
CT	60	49,8
N-NO <sub>3</sub>	100	nd*

\*nd: no determinado.

## PRODUCCIÓN DE ADSORBENTES ECOLÓGICOS A PARTIR DE PODAS DE SARMIENTO

En la **Figura 2** se muestra el aspecto que presentan las podas de sarmiento una vez molidas, así como los diferentes pasos que se deben seguir

para la hidrólisis ácida de las mismas. Durante el proceso de hidrólisis se obtienen unos licores hemicelulósicos y una fracción sólida que se separan mediante filtración. De estas dos fracciones de las podas de sarmiento el residuo lignocelulósico se puede

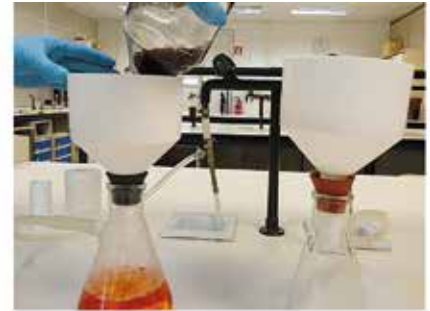
utilizar para la elaboración de bioadsorbentes, mientras que el residuo líquido se puede utilizar como fuente de carbono en procesos fermentativos para la obtención por ejemplo de ácido láctico y biosurfactantes (Vecino y col., 2015, 2014a, 2014b).



**Muestra**  
Podas de sarmiento



**Prehidrólisis ácida**  
3%  $H_2SO_4$ , liq: sol 8:1 (g/g)  
130 °C, 15 min



**Filtración**  
Fracción hemicelulósica  
Fracción lignocelulósica



**Fracción hemicelulósica**



**Fracción lignocelulósica**

Figura 2. Proceso de hidrólisis de las podas de sarmiento tras el cual se obtiene la fracción hemicelulósica y la fracción lignocelulósica.

Cabe destacar que este bioadsorbente podría utilizarse para tratar aguas de distinta naturaleza, aunque su composición habría que adaptarla según fuese la tipología de la carga contaminante del vertido a tratar. Así para cada contaminante es necesario formular el biopolímero con la concentración de residuo

lignocelulósico, alginato sódico y cloruro cálcico adecuada (Vecino y col., 2015, 2014a). Por ejemplo, si lo que se pretende es eliminar micronutrientes catiónicos (Mg, Zn, K,  $N-NH_4$ ) se obtienen resultados óptimos formulando el bioadsorbente con un 0,5% de fracción celulósica, 5% de alginato sódico y  $CaCl_2$  0,05

M; mientras que para eliminar micronutrientes aniónicos ( $P$ ,  $SO_4$ ,  $PO_4$ , NT) se alcanzan mejores resultados formulando el adsorbente con un 0,5% de fracción celulósica, 1% de alginato sódico y  $CaCl_2$  0,9 M. Además, para eliminar el carbono total (CT) se recomendaría formular el adsorbente con un 0,5% de fracción

celulósica, 3% de alginato sódico y  $\text{CaCl}_2$  0,475 M. Por otra parte, si lo que se pretende es la eliminación de compuestos coloreados se necesitaría un biopolímero formulado con 1,25% de fracción celulósica, 2,2% de alginato sódico y  $\text{CaCl}_2$  0,475M.

En la **Figura 3** se puede observar (en la parte de la izquierda) el biopolímero formulado para la eliminación de micronutrientes conteniendo un 0,5% de fracción lignocelulósica, así como el biopolímero formulado para la eliminación de compuestos coloreados (parte de la derecha), el cual contiene un 1,25% de fracción lignocelulósica.

Desde el punto de vista de una posible reutilización de estos bioadsorbentes, es necesario puntualizar que la capacidad de adsorción de estos biopolímeros se mantiene constante tras varios ciclos de adsorción-desorción. Por otra parte en la **Figura 4** se muestra una fotografía del aspecto que presenta un agua residual de una industria vitivinícola, tras el proceso de adsorción en comparación con su aspecto inicial.

Destacar que la formulación de bioadsorbentes a partir de residuos de la industria vitivinícola para el tratamiento de sus propias aguas residuales permite la minimización del consumo de agua, ya que las



Figura 3. Bioadsorbente formulado con un 0,5% y 1,25% respectivamente de fracción lignocelulósica procedente de las podas de sarmiento.


bodegas podrían reutilizar el agua tratada con el bioadsorbente por ejemplo en actividades de regadío o de lavado de la bodega, a la vez que disminuiríamos el vertido de residuos sólidos generados, obteniendo un subproducto de valor añadido. La tecnología aquí descrita permitiría alcanzar un alto nivel de protección al medio ambiente de las empresas vitivinícolas, siendo susceptible de poder formar parte en un futuro de los documentos "BREF", que recogen las Mejores Técnicas Disponibles a nivel Europeo para distintos sectores industriales.



Figura 4. Aspecto que presenta la vinaza procedente de la industria vitivinícola antes y después del tratamiento con los adsorbentes ecológicos.

## REFERENCIAS

- EKMAN, A., CAMPOS, M., LINDAHL, S., CO, M., BÖRJESSON, P., NORDBERG, KARLSSON, E., TURNER, C. Bioresource utilisation by sustainable technologies in new value-added biorefinery concepts - two case studies from food and forest industry. *Journal of Cleaner Production* 57 (2013) 46-58.
- PÉREZ-AMENEIRO, M., VECINO, X., BARBOSA-PEREIRA, L., CRUZ, J.M., MOLDES, A. B. Removal of pigments from aqueous solution by a calcium alginate-grape marc biopolymer: A kinetic study. *Carbohydrate Polymers* 101 (2014) 954-960.
- VANDAMME, E. J. Agro-Industrial Residue Utilization for Industrial Biotechnology Products. In Singh-Nee Nigam, P. & Pandey, A. (Eds.), *Biotechnology for Agro-industrial Residues Utilization*, NY: Springer, (2009) 3-5.
- VECINO, X., BARBOSA-PEREIRA, L., DEVESA-REY, R., CRUZ, J. M., MOLDES, A. B. Optimization of extraction conditions and fatty acid characterization of *Lactobacillus pentosus* cell-bound biosurfactant/bioemulsifier. *Journal of the Science of Food and Agriculture* (2014b).
- VECINO, X., DEVESA-REY, R., CRUZ, J. M., MOLDES, A. B. Study of the physical properties of calcium alginate hydrogel beads containing vineyard pruning waste for dye removal. *Carbohydrate Polymers* 115 (2015) 129-138.
- VECINO, X., DEVESA-REY, R., MOLDES, A. B., CRUZ, J. M. Formulation of an alginate-vineyard pruning waste composite as a new eco-friendly adsorbent to remove micronutrients from agroindustrial effluents. *Chemosphere* 111 (2014a) 24-31.



Cultivo de levadura vínica. CIDA

# La levadura *Saccharomyces cerevisiae* XG3 como alternativa para mejorar la calidad de los vinos y destilados gallegos

Pilar Blanco<sup>1</sup> e Ignacio Orriols<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Estación de Viticultura e Enoloxía de Galicia (EVEGA-INGACAL). Ponte San Clodio s/n. 32427. Leiro, Ourense. Tel. 988 488033. E-mail: pilar.blanco.camba@xunta.es

<sup>2</sup>Dirección Xeral de Emerxencias e Interior. Rúa Roma, 25-27. 15703 Santiago de Compostela (A Coruña). Tel. 981 546010.

Las levaduras desempeñan un papel relevante durante la elaboración del vino porque son las responsables de la fermentación alcohólica. Gracias a su actividad los azúcares del mosto se convierten en alcohol y otros componentes que definen las propiedades químicas y sensoriales del vino. La modulación de las características del vino por acción de las levaduras es especie y cepa dependiente, y constituye una herramienta muy útil que permite obtener vinos diferenciados (Swiegers *et al.*, 2005).

La Estación de Viticultura e Enoloxía de Galicia (EVEGA) dispone de una colección de levaduras procedente de mosto y/o fermentaciones espontáneas de variedades autóctonas de uva (Blanco *et al.*, 2006). En la bodega experimental de la EVEGA se ha evaluado el potencial enológico de algunas cepas de *Saccharomyces cerevisiae* (Blanco *et al.*, 2013a, 2013b, 2014). Es este trabajo se muestran los resultados obtenidos con la cepa *S. cerevisiae* XG3 en comparación con una levadura comercial. *S. cerevisiae* XG3 destacó, tanto en la elaboración de vinos blancos como para destilados, por su comportamiento fermentativo y la producción de compuestos que aportan carácter afrutado y notas aromáticas positivas.



## MATERIAL Y MÉTODOS

Las fermentaciones se realizaron a escala piloto (en depósitos de acero inoxidable refrigerados de 100L), por triplicado, en la bodega experimental de la EVEGA. Se utilizó mosto de las variedades blancas de uva Albariño y Godello, ambas autóctonas y de las más utilizadas en Galicia.

La levadura comercial (LSA) (QA23® de Lallemand) se inoculó siguiendo las recomendaciones del fabricante. Para las fermentaciones con *S. cerevisiae* XG3 se utilizaron células frescas obtenidas en el laboratorio.

Se siguió un protocolo de fermentación estándar para la elaboración de vino blanco, con control de la

temperatura de fermentación a 18 °C. El proceso se monitorizó mediante medida diaria de la densidad y temperatura. Además, al inicio, durante la fase tumultuosa y al final de la fermentación se tomaron muestras para control microbiológico.

Las levaduras aisladas se caracterizaron mediante mtDNA-RFLPs (Querol *et al.*, 1992) para ver la capacidad de implantación de la cepa inoculada.

Los vinos se analizaron siguiendo la metodología oficial (OIV, 2012). Los compuestos aromáticos se determinaron mediante cromatografía de gases (Blanco *et al.*, 2013).

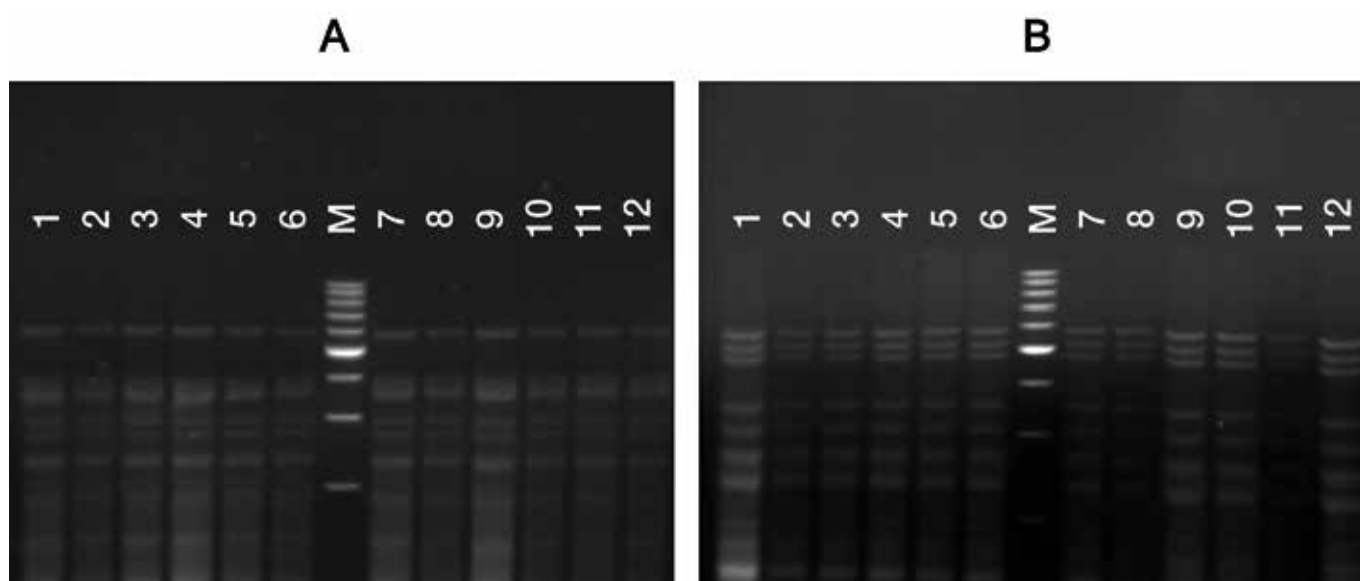
Finalmente, los vinos obtenidos se sometieron a cata para su valoración sensorial por parte de un panel de catadores con experiencia en vinos gallegos.

Las fermentaciones de orujo de Albariño se realizaron en contenedores plásticos de 50 l, a temperatura ambiente. La siembra de las levaduras (*S. cerevisiae* XG3 y la levadura comercial Uvaferm BDX de Lallemand) se hizo directamente sobre la masa de orujo sin fermentar. El bagazo fermentado se destiló en un alambique charentés de 50 l.

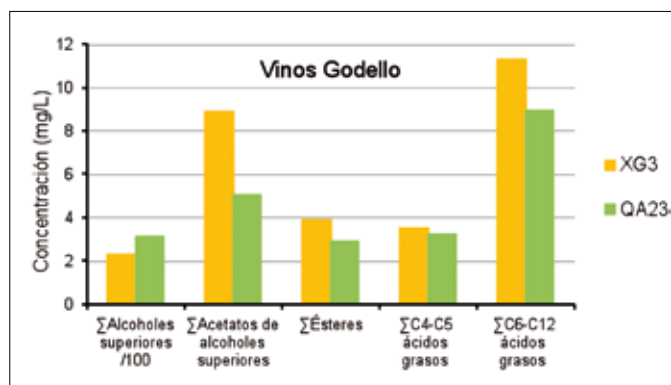
La composición química de los destilados se determinó mediante Cromatografía de gases siguiendo los métodos descritos por López-Vázquez *et al.*, (2010a y 2010b).



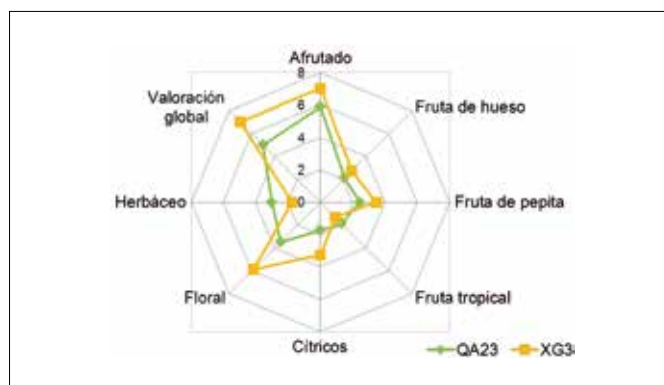
Alambique utilizado en los ensayos.



Control de implantación de las levaduras inoculadas mediante mtDNA-RFLPs. A) Levaduras aisladas de la fermentación de Albariño con la cepa QA23; B) Levaduras aisladas de la fermentación de Albariño con la cepa XG3. En los geles: carril 1. Cepa control; carriles 2 a 12. Distintas colonias aisladas de esa fermentación; M-marcador de peso molecular 1kb (Promega).



Concentración de varios tipos de compuestos fermentativos en vinos de Godello elaborados con las levaduras *S. cerevisiae* XG3 y QA23.



Perfil sensorial de los vinos de la variedad Albariño elaborados con las levaduras *S. cerevisiae* XG3 y QA23.

## RESULTADOS Y CONCLUSIONES

### Aplicación de *S. cerevisiae* XG3 en la elaboración de vinos blancos

*S. cerevisiae* XG3 mostró una cinética fermentativa similar a QA23. Una vez añadidas las levaduras, XG3 inició la fermentación a las 24 horas mientras que con QA23 se retrasó al segundo día, aunque en ambos casos el proceso terminó al cabo de 10 días con un consumo total de los azúcares.

Tanto *S. cerevisiae* XG3 como QA23 mostraron una excelente capacidad de implantación sobre las levaduras presentes en el mosto, siendo la levadura dominante en todas las fases de las fermentaciones en las que fueron inoculadas.

El análisis químico puso de manifiesto que *S. cerevisiae* XG3 daba lugar a vinos de mayor graduación alcohólica y con una acidez total más baja, con menor contenido de ácido málico y tartárico que la levadura comercial. Por otra parte, la cuantificación de los compuestos volátiles presentes en los vinos mostró que aquellos elaborados con la cepa XG3 presentaban menor concentración de alcoholes superiores, pero mayor contenido de algunos ésteres y ácidos grasos, que aportan carácter afrutado al vino y le confieren una buena intensidad aromática.

En la valoración sensorial de los vinos no se detectaron diferencias en boca; sin embargo, los vinos elaborados con la levadura autóctona fueron más apreciados por los catadores, presentando mayor puntuación

Tabla 1. Contenido de algunos compuestos volátiles (expresado en g/hl a.a) en destilados de bagazo de Albariño fermentado con las levaduras XG3 y BDX

Parámetro	Levadura	
	XG3	BDX
Etanol (% v/v) (porción corazones)	60,2	50,7
Metanol	432,3	580
Acetato de etilo	221	126,4
Aldehídos totales*	80,8	28,6
ΣAlcoholes superiores*	577,98	559,3
Σ Acetatos de alcoholes superiores*	1,6	1,1
Σ Ésteres etílicos*	11,9	5,1
Lactato de etilo	33,9	53,9
2-Feniletanol	7,1	6,8
Σ Terpenos*	1,7	1,6

\*Aldehídos totales (suma de etanal+acetal). Σ Alcoholes superiores (suma de 1-propanol, isobutanol, 1-butanol, 2-butanol, alílico, 2-metil-1-butanol, 3-metil-1-butanol). Σ acetatos de alcoholes superiores (suma de acetato de isobutilo, acetato de butilo, acetato de isoamilo, acetato de hexilo, acetato de feniletilo). Σ ésteres etílicos (suma de hexanoato de etilo, octanoato de etilo, decanoato de etilo, dodecanoato de etilo). Σ terpenos (suma de trans-furan-oxido de linalol, cis-furan-oxido de linalol, linalol, a-terpineol, ho-trienol, citroneol, nerol, geraniol).

a nivel global y en notas a frutas y florales.

Estos resultados demuestran que la levadura *S. cerevisiae* XG3 tienen potencial para mejorar la calidad de los vinos de variedades gallegas respetando su tipicidad.

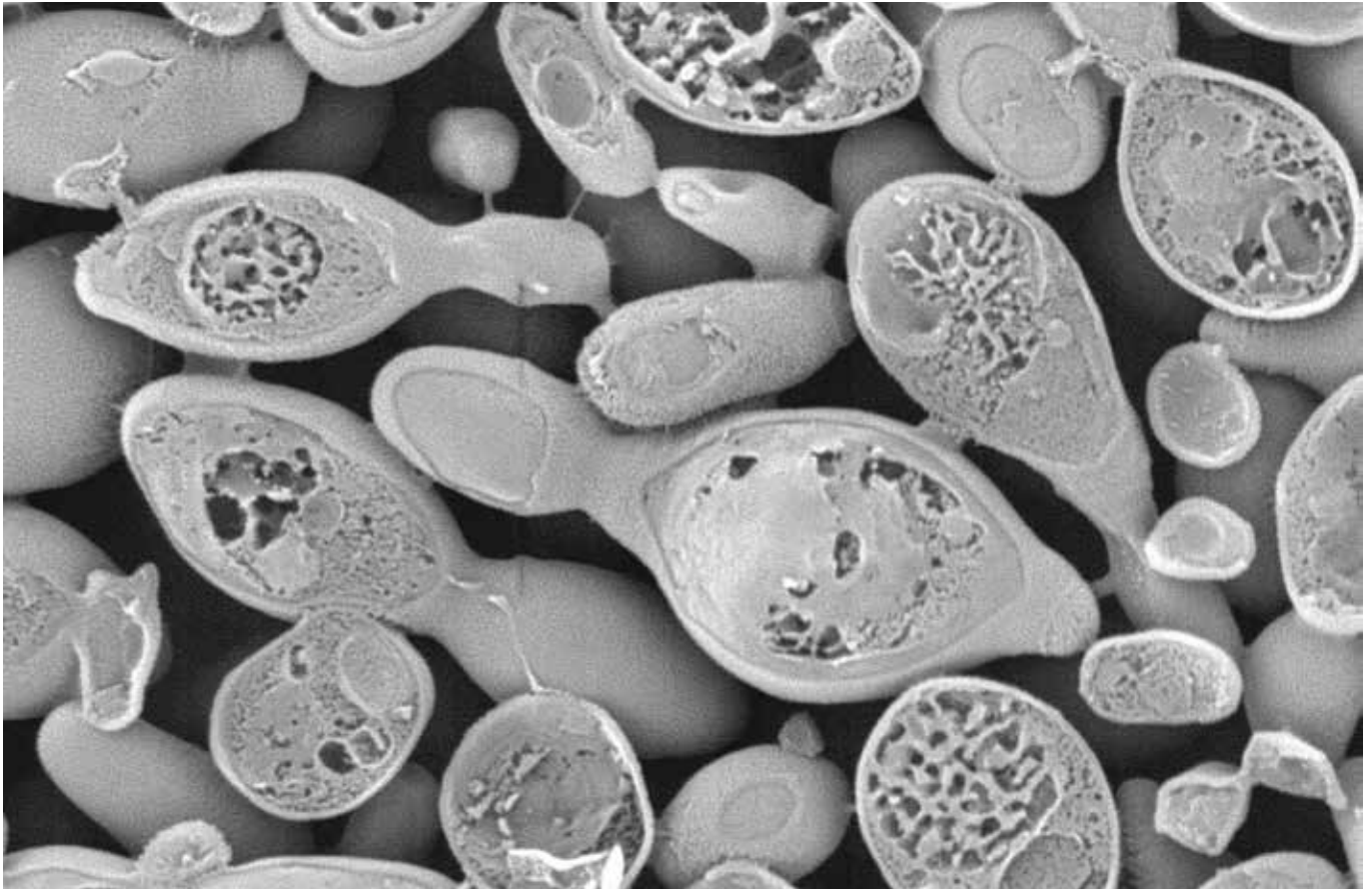
### Aplicación de *S. cerevisiae* XG3 en la elaboración de destilados

En las fermentaciones de orujo de Albariño para la elaboración de destilados la levadura XG3 presentó mejor capacidad de implantación que la levadura comercial. En general, el rendimiento alcohólico total obtenido era superior con XG3 que con BDX. Además, los destilados elabo-

rados con XG3 presentaron menos metanol, pero mayor contenido en acetato de etilo, aldehídos, acetatos de alcoholes superiores y ésteres etílicos que los elaborados con la levadura comercial (Tabla 1). Estos compuestos aumentan las notas aromáticas positivas.

### AGRADECIMIENTOS

Este trabajo fue financiado por el proyecto 08TAL002505PR de la Xunta de Galicia y por el proyecto RTA2009-00123-C02-01 del Instituto Nacional de Investigación y tecnología Agraria y Alimentaria (INIA) cofinanciado con Fondos Europeo de Desarrollo Regional (FEDER).



*Sacharomyces cerevisiae*. José Antonio Suárez-Lepe

## BIBLIOGRAFÍA

- BLANCO, P., MIRÁS-AVALOS, J. M., PEREIRA, E., ORRIOLS, I. (2013). Fermentative aroma compounds and sensory profiles of Godello and Albariño wines as influenced by *Saccharomyces cerevisiae* yeast strains. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 93, 2849-2857.
- BLANCO, P., MIRÁS-AVALOS, J. M., PEREIRA, E., FORNOS, D., ORRIOLS, I. (2014). Modulation of chemical and sensory characteristics of red wine from Mencía by using indigenous *Saccharomyces cerevisiae* yeast strains. *Journal International des Sciences de la Vigne et du Vin*, 48 (1), 63-74.
- BLANCO, P., MIRÁS-AVALOS, JM.; SUÁREZ V., ORRIOLS, I. 2012. Inoculation of Treixadura musts with autochthonous *Saccharomyces cerevisiae* strains: Fermentative performance and influence on the wine characteristics. *Food Science and Technology International*.19 (2): 177-186.
- BLANCO, P., RAMILO, A., CERDEIRA, M., ORRIOLS, I. (2006). Genetic diversity of wine *Saccharomyces cerevisiae* strains in an experimental winery from Galicia (NW Spain). *Antonie van Leeuwenhoek* 89, 351-357.
- LÓPEZ-VÁZQUEZ, C., BOLLAIN, M. H., BERTSCG, K., ORRIOLS, I. (2010a). Fast determination of principal volatile compounds in distilled spirits. *Food Control*, 21, 1436-1441.
- LÓPEZ-VÁZQUEZ, C., BOLLAIN, M. H., MOSER, S., ORRIOLS, I. (2010b). Characterization and differentiation of monovarietal grape pomace distillate from native varieties of Galicia. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 58, 9657-65.
- OIV. International Organisation of Vine and Wine. (2012). Compendium of international methods of wine and must analysis. Vol 1 y 2. Paris, France. <http://www.oiv.int>.
- QUEROL, A., BARRIO, E., HUERTA, T., RAMÓN, D. (1992). Molecular monitoring of wine fermentations conducted by active dry yeast strains. *Applied and Environmental Microbiology*, 58 (9), 2948-2953.
- SWIEGERS, J. H., BARTOWSKY, E. J., HENSCHKE, P. A., PRETORIUS, I. S. (2005). Yeast and bacterial modulation of wine aroma and flavor. *Australian Journal of Grape and Wine Research*, 11, 139-173.

# Una tesis doctoral desarrollada en la Universidad de La Rioja descubre dos nuevas variedades de vid e identifica otras 24 variedades tintas minoritarias de la DOC Rioja

## Pedro Balda, nuevo doctor por la Universidad de La Rioja

Una tesis doctoral desarrollada en la Universidad de La Rioja por el investigador Pedro Balda ha permitido descubrir dos nuevas variedades tintas minoritarias en la DOC Rioja; además de identificar y estudiar el comportamiento vitícola de otras 24 conocidas, así como las características de los vinos que producen.

Dirigida por Fernando Martínez de Toda, catedrático de Viticultura de la UR, la tesis *Identificación y caracterización completa de variedades tintas minoritarias de la DOC Rioja* de Pedro Balda logró la calificación de sobresaliente 'cum laude' –con mención internacional– y forma parte de un proyecto más amplio de recuperación de variedades minoritarias.

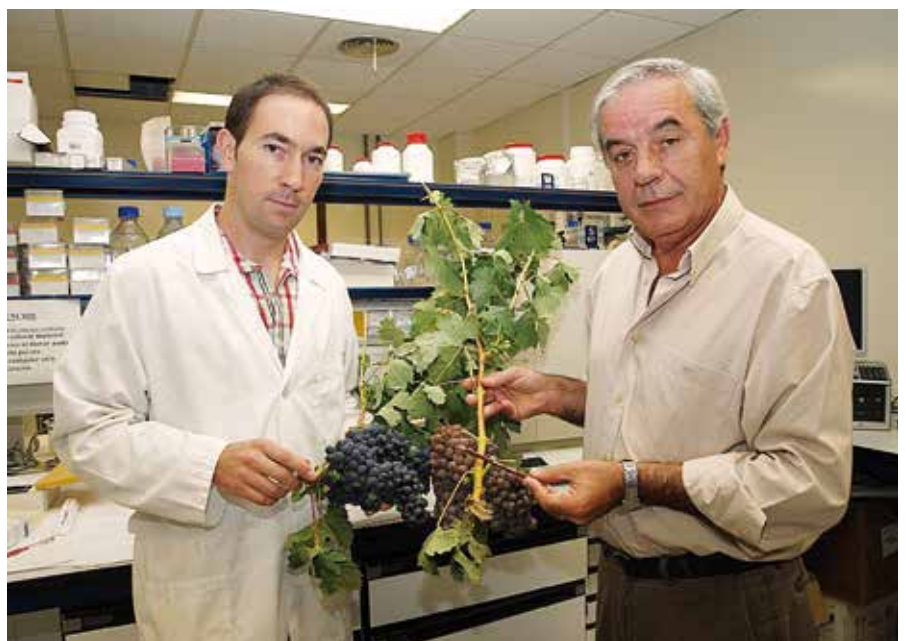
En el caso de las variedades desconocidas hasta ahora, estas han sido encontradas en Badarán. Al realizar los análisis genéticos y cotejarlos con el catálogo europeo de variedades (en el que aparece descrita cada variedad conocida con su correspondiente análisis genético), ninguna otra variedad coincide con estas dos, descritas como B-48 y B-56.

De los vinos elaborados de estas dos variedades desconocidas, la B-48 no parece demasiado interesante para vinos de calidad por ser muy productiva, pero la B-56 muestra

buenas aptitudes vitícolas y enológicas; por lo que podría ser tenida en cuenta en el futuro.

La tesis doctoral ofrece a la industria vitivinícola una importante base para tomar decisiones estratégicas de futuro y poder hacer frente a nuevas necesidades: condiciones climáticas adversas, nuevos mercados que demanden otros estilos de vino, etc.

Pedro Balda ha contado con una beca de formación de profesorado universitario (FPU) del Ministerio de Ciencia e Innovación durante los últimos cuatro años. Asimismo, el trabajo de recuperación y preservación de variedades minoritarias fue financiado en sus inicios por dos proyectos del Ministerio de Ciencia y Tecnología (INIA) y por un proyecto del Consejo Regulador de la DOC Rioja.



Pedro Balda, a la izquierda, con Fernando Martínez de Toda. Universidad de La Rioja

## RECUPERACIÓN DE VARIEDADES MINORITARIAS

A lo largo de la historia de la Viticultura, desde hace miles de años se ha ido acumulando un enorme patrimonio genético varietal que se vio diezmado por la invasión filoxérica. La modernización de la Viticultura durante las últimas décadas también ha contribuido notablemente a su enorme deterioro.

Todas las formas de vid tuvieron, tienen y tendrán sin duda un papel fundamental como fuentes de información genética para responder ante cualquier adversidad que pueda amenazar al viñedo o ante cualquier nueva necesidad de la industria vitivinícola. Por ello, es una necesidad imperiosa preservar los recursos genéticos que aún existen en los viejos viñedos.

Dentro de esta línea de actuación, en el año 1988 se comenzó un proyecto de prospección en los viñedos más viejos de la DOC Rioja en busca de variedades minoritarias y poco conocidas que pudiesen estar en peligro de extinción.

La diversidad de las variedades minoritarias tintas de la DOC Rioja ha

resultado ser enorme y, por lo tanto, enorme es también el potencial de su cultivo para elaborar vinos diferentes, portadores de la historia de varias generaciones de viticultores y de una larga adaptación a nuestras condiciones de cultivo.

Esta tesis culmina el proyecto iniciado por Fernando Martínez de Toda y Juan Carlos Sancha a finales de los años 80 para preservar el patrimonio de variedades de vid existente en Rioja y que estaba desapareciendo por la reestructuración del viñedo y el arranque de viñas viejas. En él se han analizado más de 700 viñedos y, como resultado del mismo, se han recuperado 76 accesiones, de las cuales 45 eran tintas.

Fue la primera vez en España que se emprendió una iniciativa en este sentido y, tras muchos años de cooperación con cientos de viticultores a través de numerosas cooperativas repartidas por toda la Denominación de Origen, se ha puesto fin a uno de los proyectos de investigación vitivinícola de mayor envergadura llevados a cabo en nuestra región.

El objetivo fundamental del proyecto era identificar todas las va-

riedades recuperadas y hacer una caracterización completa de las mismas para poner a disposición del sector vitivinícola una información que recoge una parte de la historia de la DOC Rioja y abre la puerta a nuevas posibilidades para el desarrollo de la viticultura y la enología en la región.

Como resultado de la caracterización genética mediante 11 marcadores microsatélite y de la caracterización ampelográfica con 44 descriptores OIV, se identificaron 24 genotipos distintos y dos variantes somáticas en el color de la baya. En total se obtuvieron 26 variedades diferentes, de las cuales sólo dos resultaron ser desconocidas.

La caracterización agronómica realizada en el viñedo detectó una gran variabilidad en los parámetros productivos y se caracterizaron los mostos y vinos elaborados durante dos años consecutivos. Además de los análisis químicos tradicionales para determinar los compuestos mayoritarios, se utilizaron técnicas cromatográficas (HPLC y GC-MS) para describir el perfil completo de antocianos, aminoácidos y aromas varietales.



Dos de las variedades estudiadas. Universidad de La Rioja



# Evento Winetech Plus

## Financiación privada para proyectos de innovación vitivinícola

En un Sistema Interregional de Innovación Vitivinícola como es WineTech es fundamental la identificación de fuentes de financiación alternativas a las tradicionales para los proyectos de Innovación que surjan en su seno. Si echamos un vistazo a los principales *pools* de innovación internacionales observamos que la financiación privada juega un papel primordial en la dinamización de los sistemas de innovación.

El pasado 28 de mayo de 2014 la Cámara de Comercio e Industria de La Rioja organizó, en el marco del proyecto europeo WineTech Plus Sudoe IV B, el evento "Financiación Privada para proyectos de Innovación Vitivinícola".

Dieciocho proyectos de innovación vitivinícola venidos de toda España y uno de Francia presentaron sus líneas de actuación y solicitudes de financiación ante siete Inversores privados procedentes también de toda España.

El origen de los proyectos fue: siete proyectos de Valencia, tres de La Rioja, tres de Galicia, dos del País Vasco, uno de Castilla-La Mancha, uno de Francia y uno de Navarra.

Los tramos de financiación solicitados fueron los siguientes: tres proyectos hasta 1 millón de euros, tres de hasta 250.000 €, tres de hasta 200.000; uno de hasta 125.000; cuatro de hasta 100.000 € y cuatro de menos de 100.000 €.

Por el lado de los inversores también se celebraron presentaciones, muy útiles para descubrir el perfil de proyectos y la información sobre los mismos que dichos inversores buscan.

La tipología de los inversores asistentes fue la siguiente: un fondo de inversión internacional con sede en Lisboa, dos sociedades de capital riesgo, un *business angel*, una entidad bancaria, una compañía de inversión y una consultora que ofrece *coaching* y acceso a inversores privados vinculados con el sector vitivinícola.

El evento transcurrió de forma muy satisfactoria y fue altamente valorado por los participantes: los inversores plantearon multitud de cuestiones sobre los proyectos. Posteriormente al mismo se celebró un lunch que dio también lugar al necesario *networking* entre proyectos e inversores.

Como complemento a este evento la Cámara de Comercio e Industria de La Rioja contrató con la consultora coordinadora contratada para el mismo un servicio de *coaching* para la Captación de Inversión Privada para cinco proyectos seleccionados de entre los participantes. Este servicio, que concluyó el pasado 31 de octubre, ha consistido en la elaboración tutorizada de un Plan de Viabilidad del Proyecto en cuestión para presentar ante inversores.

En estos momentos nos encontramos realizando una valoración de resultados de este servicio de *coaching*.

El balance del evento es muy positivo, ya que permitió cumplir los siguientes objetivos:

- Acercar a los promotores de proyectos de innovación vitivinícola al lenguaje y exigencias de los inversores privados.

- Realizar un seguimiento de aquellos proyectos que más necesitaban trabajar su Plan de Viabilidad.

- Promover el *networking* entre proyectos e inversores, y también entre los proyectos en sí mismos.

- Radiografiar la Oferta de la Innovación Vitivinícola española, sus proyectos más punteros y con más proyección, y permitir que se conocieran e identificaran entre ellos.

- Plantear a inversores privados la necesidad de financiación existente e invitarles a remitir un *feedback* con sus impresiones.

- Despertar el interés de otras entidades ajenas a los proyectos fomentando la ampliación de la Red de contactos.

La principal conclusión a la que llegamos una vez analizados los comentarios de los inversores es que existen dos puntos clave para que los intentos de captación de financiación fructifiquen:

- Un buen planteamiento del modelo de negocio que permita rentabilizar la idea o mejora que la innovación implica.

- Un equipo promotor del negocio de la idea sólido y con expertise.

¿Y cuál sería el reto siguiente? Profundizar en la internacionalización de este tipo de eventos para compartir buenas prácticas con países/inversores en los que el sector privado está mucho más involucrado en la financiación de la innovación vitivinícola.



# Influencia de las fitohormonas durante el proceso de maduración de las bayas de vid

Cordero, J.\*<sup>1</sup>; Dr. Quiroga Martínez<sup>1</sup>, M. J.; Sánchez-García, M.<sup>1</sup>, Dr. Olego Morán<sup>2</sup>, M. A.; Dr. Garzón-Jimeno<sup>1</sup>, J. E.; Álvarez, J. C.<sup>2</sup>; Dr. Rubio Coque, J. J.<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Instituto de la Viña y el Vino (IIVV), Universidad de León. Avda. Portugal, 41, 24007, León, España.

<sup>2</sup>RGA Bio-Investigación S.L. Laboratorio 29. Instituto de Recursos Naturales. Avda. Portugal, 41, 24007, León, España.

\*Autor para correspondencia e-mail: jorgecorderohuerta@gmail.com

La maduración de las bayas de vid, al igual que otros procesos fisiológicos en esta planta, se encuentra condicionada por un gran número de factores ambientales. Durante el estado fenológico de envero, que es el período de transición entre el crecimiento de la baya (cuajado) y su maduración, algunos procesos metabólicos como la fotosíntesis o la acumulación de ácidos orgánicos se ralentizan, mientras que otros como la acumulación de antocianos en los hollejos se inician. A pesar de los esfuerzos de la comunidad investigadora en el estudio de los cambios que se producen en las bayas durante su maduración (Conde *et al.*, 2007), aún queda por dilucidar una adecuada comprensión de los aspectos fisiológicos que intervienen en la maduración.

Desde hace tiempo se conoce que las fitohormonas regulan el desarrollo de las plantas mediante sistemas complejos (Vandenbussche y Van Der Straeten, 2007). El propósito principal de este artículo de divulgación es exponer los efectos de diferentes fitohormonas durante el proceso de maduración de las bayas de vid. El control

fisiológico del proceso de maduración, además de tener interés a nivel científico, puede ser muy interesante tanto para viticultores como enólogos, ya que les permite acelerar o ralentizar la maduración de las bayas, permitiendo de esta forma modificar otros parámetros de calidad de los mostos, incidiendo por lo tanto en los vinos obtenidos a partir de los mismos.

## FITOHORMONAS PROMOTORAS DE LA MADURACIÓN

### Etileno

La aplicación de etileno se ha estudiado en gran medida en frutos climatéricos, demostrándose que puede acelerar la maduración de este tipo de frutos. Sin embargo, en los frutos no climatéricos como las bayas de vid, el etileno en principio no influye en su maduración, aunque actualmente se cree que también podría influir en la maduración de las frutas no climatéricas (Szyjewicz *et al.*, 1984).

En las bayas de vid, se ha estudiado principalmente el efecto del etefón (ácido 2-cloroetil fosfónico), que es un precursor del etileno, ya que

es más fácil de aplicar que el propio etileno, a causa de la inherente volatilidad de este último. Algunos autores han aplicado este compuesto y han demostrado que provoca un incremento en el color de las bayas. Este efecto podría deberse a que su aplicación aumenta la actividad y los niveles de las enzimas que están involucradas en la síntesis de los antocianos (Szyjewicz *et al.*, 1984).

### Ácido abscísico

En numerosos estudios se ha demostrado que el aumento del contenido en ácido abscísico durante el estado fenológico de envero se encuentra vinculado con la acumulación de sólidos solubles totales y el desarrollo del color (Deytieux-Belleau *et al.*, 2007) (figura 1).

### Brasinosteroides

Los brasinosteroides, que aparecen como respuesta al estrés, actúan como promotores del crecimiento estando también implicados en el control del proceso de maduración de las bayas de vid (Symons *et al.*, 2006).



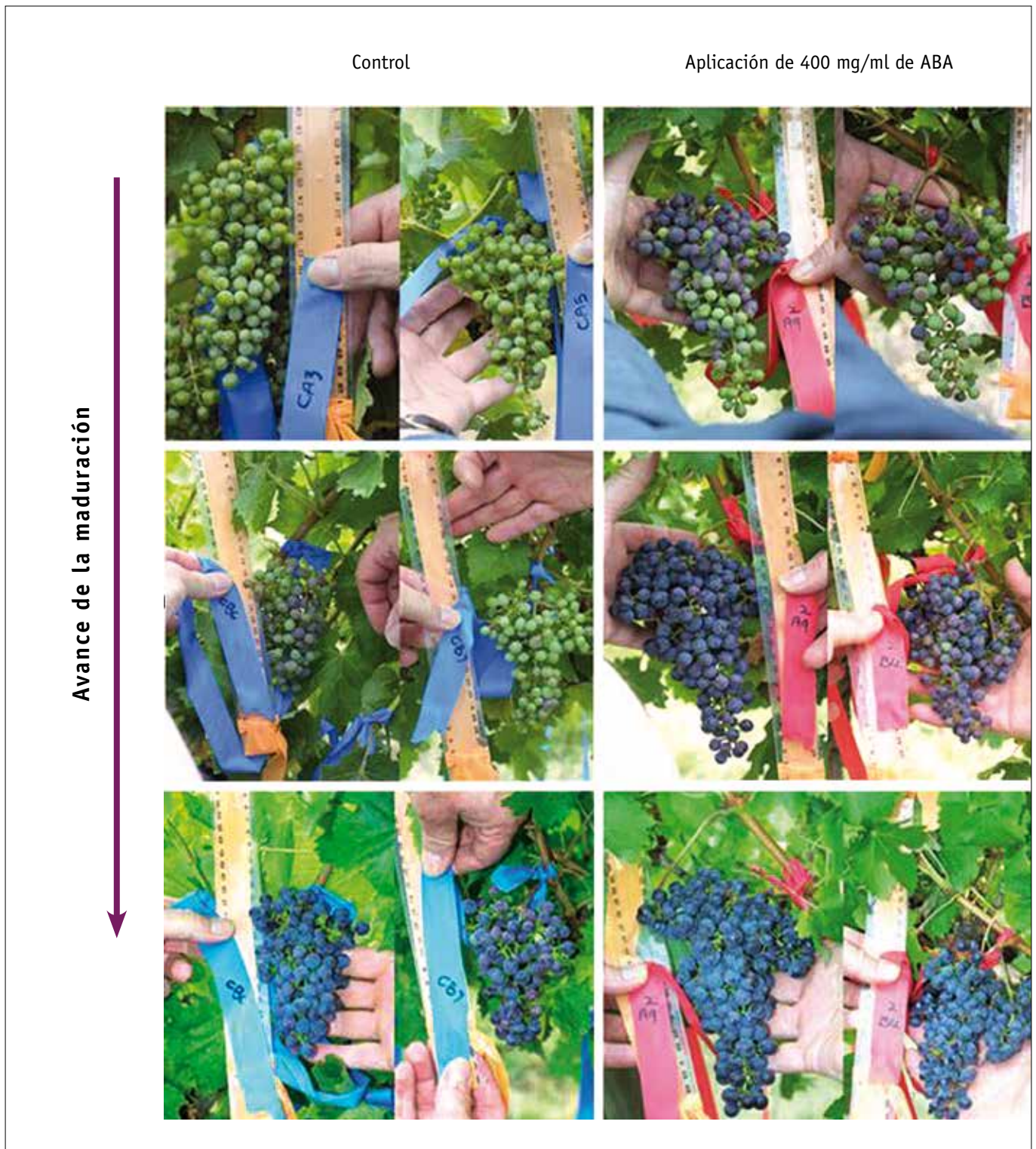


Figura 1. Diferencias durante la maduración de las bayas motivadas por la aplicación de ácido abscísico (Fuente: Faith, 2006).

### Giberelinas

Las giberelinas regulan varios procesos durante el desarrollo de las plantas, estando involucradas en la división celular y la expansión celular. Estas fito-

hormonas se aplican en los cultivos de uvas de mesa al inicio de la floración y durante el desarrollo de las bayas, con el objeto de controlar parámetros de madurez como el tamaño del racimo,

el tamaño de la baya y la apertura del racimo, no influyendo en otros parámetros como los niveles de sólidos solubles totales y en la acidez titulable (Han y Lee, 2004).

## FITOHORMONAS RALENTIZADORAS DE LA MADURACIÓN

### Auxinas

El papel de estas fitohormonas en el desarrollo de las plantas se ha estudiado en gran medida. Estas fitohormonas se muestran en elevados niveles al comienzo del desarrollo de las bayas de vid, disminuyendo hasta niveles muy bajos al final del envero. Algunos estudios han demostrado que la aplicación de auxinas exógenas puede ralentizar la maduración de las bayas de vid (Davies *et al.*, 1997).

### Citoquininas

Se cree que estas fitohormonas influyen en el cuajado y en el desarrollo de las bayas de vid. Estas fitohormonas se encuentran en niveles elevados al comienzo del desarrollo de las bayas, disminuyendo rápidamente durante el envero. La

aplicación de citoquininas exógenas promueve el crecimiento de la baya y retrasa su maduración (Han y Lee, 2004).

### Ácido salicílico

El ácido salicílico se ha demostrado que a pesar de no estar presente durante el proceso de desarrollo de las bayas de vid, su aplicación entre dos y tres semanas antes del envero puede retrasar el desarrollo del color, ralentizando de forma general el proceso de maduración (Kraeva *et al.*, 1998).

### Interacciones entre fitohormonas

Hay evidencias de que existen interacciones complejas entre las diferentes fitohormonas durante la maduración de las bayas (Vandenbusschey Van Der Straeten, 2007). De esta forma, Davies *et al.* (1997), han puesto de manifiesto que la aplicación de auxinas durante el transcurso de la maduración de las bayas de vid pro-

voca una disminución en los niveles de ácido abscísico.

De igual forma se ha estudiado la combinación de reguladores del crecimiento y de fitohormonas, sugiriéndose que podría haber interacciones entre ellos. Un ejemplo de ello, es la investigación llevada a cabo por Delgado *et al.* (2002), donde se combinó la aplicación de etefón (ácido 2-cloroetil fosfónico) con ácido abscísico al comienzo de la maduración, concluyéndose que estas fitohormonas tienen un efecto sinérgico sobre el contenido de polifenoles totales en las bayas. También se ha combinado el ácido giberélico, N-(2-Cloro-4pirimidil)-N'-fenilurea (CPPU) y ácido abscísico, aumentando de esta forma el tamaño y el color en bayas de vid (Han y Lee, 2004).

Por lo tanto, el uso de fitohormonas en la viticultura puede ser interesante para variar parámetros de las bayas de vid, y mejorar la calidad de los vinos.

## BIBLIOGRAFÍA

- CONDE, C. SILVA, P. FONTES, N. DIAS, A.C.P., TAVARES, R.M. SOUSA, M.J. AGASSE, A. DELROT, S. Gerós H 2007: Biochemical changes throughout grape berry development and fruit and wine quality. *Food*, 1:1-22.
- DAVIES, C. BOSS, P. K. ROBINSON, S. P. 1997: Treatment of grape berries, a nonclimacteric fruit with a synthetic auxin, retards ripening and alters the expression of developmentally regulated genes. *Plant Physiol*, 115:1155-1161.
- Delgado, R. Gallegos, J. I. Martín, P. González, M. R. 2002: Influence of aba and ethephon treatments on fruit composition of "Tempranillo" grapevines. *ISHS Acta Horticulturae 640: XXVI International Horticultural Congress: Viticulture - Living with Limitations*.
- Deytieux, C. Geny, L. Lapaillerie, D. Claverol, S. Bonneu, M. Doneche, B. 2007: Proteome analysis of grape skins during ripening. *J Exp Bot.*, 58:1851-1862.
- FAITH, S. 2006: The Role of Abscisic Acid in Grape Berry Development. Docthoral thesis. University of Adelaide. Adelaide, Australia.
- Han, D. H.; Lee, CH. 2004. The effects of GA3, CPPU and ABA application on the quality of Kyoho (*Vitis vinifera* L. x *V. labrusca* L.) grape. *Acta Horticult.*, 640:193-197.
- Kraeva, E. Andary, C. Carbonneau, A. Deloire, A. 1998: Salicylic acid treatment of grape berries retards ripening. *Vitis*, 37:143-144.
- Symons, G. M. Davies, C. Shavrukov, Y. Dry, I. B. Reid, J. B. Thomas, M. R. 2006: Grapes on steroids. Brassinosteroids are involved in grape berry ripening. *Plant Physiol.*, 140:150-158.
- Szyjewicz, E. Rosner, N. Kliewer, W. M. 1984: Ethephon ((2-Chloroethyl) phosphonic acid, Ethrel, CEPA) in viticulture-a review. *Am J. Enol. Vitic.*, 35:117-123.
- Vandenbussche, F. Van Der Straeten, D. 2007: One for all and all for one: Cross-talk of multiple signals controlling the plant phenotype. *J Plant Growth Regul.*, 26:178-187.



Cultivo in vitro de vid.

# I+D+i como motor del sector vitivinícola

Sánchez-García, M.<sup>1\*</sup>; Dr. Olego Morán, M. A.<sup>2</sup>; Dr. Quiroga Martínez, M. J.<sup>1</sup>; Cordero, J.<sup>1</sup>;  
Dr. Garzón-Jimeno, J. E.<sup>1</sup>; Álvarez, J. C.<sup>2</sup> Dr. Rubio Coque, J. J.<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Instituto de la Viña y el Vino (IIVV), Universidad de León. Avda. Portugal, 41, 24007, León.

<sup>2</sup>RGA Bioinvestigación S.L.Laboratorio 29. Instituto de Recursos Naturales. Universidad de León.  
Avda. Portugal, 41, 24007, León. \*  
e-mail: mariosancia@gmail.com

La importancia que tiene el sector vitivinícola en el marco económico global actual queda patente al observar el valor de las exportaciones de vino a nivel mundial cuyo importe sobrepasó, en 2012, los 25.000 millones de euros; el incremento productivo que se está dando en países sin tradición vitivinícola choca con una tendencia descendente en las grandes zonas productoras (Mercasa, 2013). Estos dos hechos, económico y productivo, ponen de manifiesto el gran interés que genera el sector del vino a su alrededor. A consecuencia de este aliciente, el papel de los proyectos de investigación, desarrollo e innovación (I+D+i), ha de mostrarse fundamental en el avance hacia productos de mejor calidad para el consumidor, con una menor incidencia en el medio ambiente y una utilización responsable de los recursos naturales.

Las posibilidades de la I+D+i en la vitivinicultura son muy amplias y abarcan todo el ciclo productivo: desde la plantación del viñedo hasta el producto final.

### MEJORA DEL MATERIAL VEGETAL

Un aspecto muy importante en la implantación de un viñedo es la elección correcta tanto del patrón como de la variedad. En este aspecto en particular, son de vital importancia las investigaciones orientadas a la caracterización (Yuste *et al.*, 2001) y mejora del material vegetal existente (Vivier y Pretorius, 2000), llevadas a cabo mediante el uso de diferentes técnicas. De esta forma, se llega a obtener nuevos clones con características propias que los conviertan en la opción idónea para dar solución a una determinada situación.

### CONTROL DEL VIÑEDO

Con el objeto de garantizar la calidad de cada vendimia es necesario un seguimiento continuo de la plantación. Se revela pues como un aspecto fundamental, la realización de analíticas de suelo y material vegetal con el fin de comprobar el estado nutricional del viñedo y

las problemáticas que se puedan presentar. Estudios orientados a mejorar las condiciones nutritivas del suelo para favorecer el correcto desarrollo de la planta (Olego *et al.*, 2014), han de promover que se alcancen unas condiciones óptimas para el desarrollo del viñedo.

como la teledetección (Martínez-Casasnovas y Bordes, 2005), el desarrollo de nuevos dispositivos para el análisis óptico de las bayas en campo (Agati *et al.*, 2013) y el uso de vuelos no tripulados para la toma de datos actualizados. Todas estas técnicas, sumadas al mues-



La aplicación de enmiendas calizas en suelos ácidos favorece el desarrollo de la vid.

Marchevsky (2005) define la viticultura de precisión como una técnica de manejo encaminada hacia la optimización de la producción de uva de una calidad superior. El conjunto de técnicas englobadas en la viticultura de precisión está tomando cada vez más importancia gracias tanto a la continua innovación tecnológica, como a la aparición de nuevas técnicas que permiten un mejor manejo y una valoración más adecuada del estado del cultivo de la vid. La viticultura de precisión engloba actualmente la mejora de técnicas ya conocidas

trio y posterior análisis en laboratorio, llegan a proporcionar una visión de gran fidelidad del estado fenológico, nutricional y productivo del viñedo.

En cuanto al control de plagas y enfermedades, el desarrollo de técnicas de aplicación de fitosanitarios más precisas y eficaces implica una mejor gestión económica y medioambiental del cultivo de vid. De esta forma, es de gran importancia en problemáticas de gran actualidad como son las enfermedades de la madera de carácter fúngico, las cuales provocan

anualmente grandes pérdidas a los viticultores, la realización de estudios de caracterización como los realizados por Cobos (2008). El desarrollo de este tipo de investigaciones presenta como gran reto, aportar más detalles acerca de este tipo de enfermedades, de tal forma que se puedan desarrollar métodos de control más eficaces.

### DE LA VIÑA A LA COPA

Se están poniendo en marcha medidas de control del desarrollo de las bayas mediante fitohormonas (Böttcher y Davies, 2012), que aplicadas sobre el cultivo de la vid, pretenden repercutir directamente sobre las características organolépticas finales del vino (como por ejemplo la obtención de caldos con una menor graduación alcohólica, o bien variar los niveles de compuestos fenólicos. Estas técnicas de aplicación en campo tienen como objetivo principal actuar sobre los procesos fisiológicos en la maduración de las bayas, consiguiendo

de este modo avanzar hacia los resultados deseados en la fase de vinificación.

### ELABORACIÓN DE VINOS A LA CARTA

Mediante el uso de levaduras autóctonas se elaboran vinos con matices únicos y característicos que son un distintivo para la bodega, como pone de manifiesto el estudio de Álvarez Pérez *et al.* (2012). No obstante, para la consecución de este tipo de objetivos es necesaria la colaboración conjunta de bodegas y centros de investigación, obteniéndose como resultado la caracterización de las levaduras autóctonas asociadas a los vinos locales.

Podríamos concluir que el sector vitivinícola ha de saber evolucionar y adaptarse, ha de aprovechar las ventajas que la investigación, el desarrollo y la innovación le pueden aportar, transformándolas en el impulso necesario para continuar avanzando hacia una mejora del producto final.



Extracción en fase sólida de compuestos fenólicos.

### BIBLIOGRAFÍA

- AGATI, G., D'ONOFRIO, C., DUCCI, E. CUZZOLA, A., REMORINI, D., TUCCIO, L. LAZZINI, F. MATTII, G. 2013: Potential of a Multiparametric Optical Sensor for Determining in Situ the Maturity Components of Red and White *Vitis vinifera* Wine Grapes. *Journal of agricultural and food chemistry*, 61:12211-12218.
- ÁLVAREZ-PÉREZ, J. M., CAMPO, E. SAN-JUAN, F. COQUE, J. J., R., FERREIRA, V., HERNÁNDEZ-ORTE, P. 2012: Sensory and Chemical Characterization of the aroma of Prieto Picudo rosé wines: The differential role of autochthonous yeast strains on aroma profiles. *Food Chemistry*, 133: 284-292.
- BÖTTCHER, C., DAVIES, C. 2012: Hormonal control of grape berry development and ripening. *The Biochemistry of the Grape Berry*, 1: 194-217.
- COBOS, R. 2008: *Los decaimientos de la vid en Castilla y León: aislamiento, caracterización y métodos de control de las enfermedades de la madera de la vid (Vitis Vinifera)*. Tesis doctoral. Universidad de Salamanca. Salamanca. España.
- MARCHEVSKY, P. 2005: Viticultura de precisión. *ACE Revista de enología*, 63.
- MARTÍNEZ-CASASNOVAS, J., BORDES, X. 2005: Viticultura de precisión: predicción de cosecha a partir de variables del cultivo e índices de vegetación. *Revista de teledetección*, 24: 67-71.
- MERCASA 2013: *Alimentación en España*. Mercasa - Distribución y consumo ed. Madrid.
- OLEGO, M. A., COQUE, J. J.R., GARZÓN, J. E. 2014: Ameliorating magnesium bioavailability of vineyard acid soils by liming with dolomitic lime. *Australian and New Zealand Grapegrower and Winemaker*, 603: 64-67.
- VIVIER, M, PRETORIUS, I. 2000: Genetic improvement of grapevine: tailoring grape varieties for the third millennium-a review. *South African Journal for Enology and Viticulture*, 21: 5-26.
- YUSTE, J., RUBIO, J., LÓPEZ-MIRANDA, S. 2001: Selección clonal de variedades autóctonas de vid en Castilla y León: comportamiento y caracterización de clones. *ACE Revista de Enología*.



*Botrytis cinerea. M. Á. Bezares Muro*

# IPAv, una herramienta para diferenciar el potencial aromático de uvas Tempranillo sometidas a distintas prácticas agronómicas

Kortes Serrano de la Hoz<sup>1\*</sup>, Irene Bonilla<sup>2</sup>, Amaya Zalacain<sup>1</sup>, Manuel Carmona<sup>1,3</sup>, Gonzalo L. Alonso<sup>1</sup>, M. Rosario Salinas<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Cátedra de Química Agrícola. E.T.S.I. Agrónomos, Universidad de Castilla-La Mancha, Avda. España s/n. 02071 Albacete. Tel.: 967 599310. Fax: 967 599238. \*e-mail: mariacortes.serrano@uclm.es

<sup>2</sup> Eguren Ugarte. Dpto. Enología y Viticultura. Ctra. A-124-Km. 61 – 01309 Párganos – Laguardia – Álava. España.

<sup>3</sup> Fundación del Parque Científico y Tecnológico de Albacete, Universidad de Castilla-La Mancha, 02071 Albacete.

El potencial aromático de las uvas se puede evaluar mediante el parámetro denominado IPAv (Índice de Potencial Aromático varietal), que es un índice que estima el contenido de precursores glicosídicos del aroma de las uvas a partir de la determinación de la glucosa G-G. Ésta glucosa, también denominada glicosil-glucosa, procede de la hidrólisis ácida de estos precursores y su determinación ha sido validada recientemente por HPLC-IR. En este trabajo se pretende conocer el efecto de determinadas prácticas agronómicas en el IPAv. Para ello, se analizaron uvas de la variedad Tempranillo de la DOC Rioja, procedentes de viñas en las que se llevaron a cabo prácticas de deshojado precoz y mantenimiento del suelo con distintas cubiertas vegetales. También se ha estudiado el efecto de la *Botrytis cinerea* en dicho potencial.

El conjunto de los compuestos de la uva relacionados con el aroma responde a dos grupos de sustancias que son generadas en el metabolismo secundario, los aromas libres o moléculas olorosas y los precursores del aroma, o moléculas no olorosas, pero que bajo determinadas condiciones pueden ser transformadas en olorosas. En este último grupo destacan los precursores glicosilados, por ser los más abundantes en las uvas y participar activamente en el aroma de los vinos.

Estos precursores aromáticos pueden existir en forma de diglicósidos o monoglucósidos, pero siempre constan de una aglicona volátil unida a una molécula de glucosa mediante un enlace O-glicosídico. La ruptura de ese enlace puede tener lugar mediante vía enzimática (específica según agliconas) y/o ácida (no específica), y produce una liberación equimolecular de la aglicona y del azúcar, con el consecuente impacto en el vino [1,2]. Habitualmente, una vez roto el enlace O-glicosídico, se analizan las moléculas volátiles (agliconas) mediante cromatografía de gases-espectrometría de masas [3,4,5], aunque la determinación de esa glucosa glicosídica (glicosil glucosa o glucosa G-G) resulta más sencilla y también permite estimar la concentración total de precursores glicosilados del aroma presentes en la muestra y por tanto, el potencial aromático de la uva. Recientemente se ha desarrollado un método sencillo, preciso y robusto, que permite analizar la glucosa G-G liberada por hidrólisis ácida, mediante Cromatografía Líquida de Alta Resolución con detector de Índice de Refracción (HPLC-IR) [6]. Por lo que a partir de la medida de un solo parámetro se puede obtener información sobre el aroma de la uva.

La importancia de los precursores glicosilados se debe a que son los principales responsables de la tipicidad aromática de los vinos, pues la proporción y la naturaleza de las agliconas difiere entre las viníferas. Además, pasan directamente al mosto y al vino, en donde

las agliconas se van liberando lentamente, por hidrólisis enzimática y/o ácida, afectando en el aroma.

Las diferentes prácticas culturales y agronómicas realizadas influyen en la actividad de la planta, en su metabolismo secundario, y por tanto pueden modificar la concentración de estos precursores. En este trabajo se ha evaluado el efecto de dos prácticas agronómicas distintas (mantenimiento de suelo y deshojado precoz) sobre el potencial aromático de las uvas.

El mantenimiento del suelo mediante cubiertas vegetales contribuye al manejo racional y sostenible del cultivo, ofreciendo ciertas ventajas frente al laboreo tradicional; se trata de un sistema eficaz en los modelos de agricultura sostenible [7]. Las cubiertas vegetales tienen cierto efecto reductor del vigor al competir con el cultivo por el agua disponible en el suelo. Resultados recientes muestran la capacidad de estas cubiertas para lograr un equilibrio entre el rendimiento y el desarrollo vegetativo de la vid, mejorando el microclima de la cepa y la carga polifenólica de los vinos [8], aunque no hay bibliografía acerca del efecto sobre los precursores aromáticos glicosilados. Por otra parte, otro tipo de

mantenimiento del suelo sin laboreo puede realizarse con aplicación de herbicida, que evita el trabajo del suelo pero elimina el efecto de competencia de la flora adventicia con el cultivo.

El deshojado precoz es una técnica pionera para el control del rendimiento, cuyo objetivo principal es regular la producción de uva. Durante el periodo anterior y posterior a la floración, las hojas basales adultas de los pámpanos, son la principal fuente de nutrientes que garantizan el cuajado, por lo que la eliminación de estas hojas adultas reduce la disponibilidad de azúcares de la inflorescencia, limitando el cuajado y/o el desarrollo inicial de la baya, y por tanto su tamaño final. Esto origina racimos menos compactos y más sanos, a la vez que causa un efecto en el microclima de hojas y frutos, con las implicaciones que ello puede tener en la calidad de la uva producida. Recientes trabajos han estudiado el impacto de esta técnica en la composición aromática de los vinos, evaluando la influencia según el momento y tipo de deshojado llevado a cabo [9]; sin embargo, no hay información sobre su repercusión en la composición aromática de la uva.



Racimo de Tempranillo.

Finalmente es conocido que la *Botrytis cinerea* afecta a la calidad de las uvas, en especial a su composición aromática. El ataque de este hongo degrada la mayor parte de los terpenos, especialmente cuando la podredumbre es superior al 20% [10], aunque los estudios se han centrado siempre en variedades aromáticas.

Por tanto, debido a la poca información existente de la influencia en el potencial aromático glicosídico, en este trabajo se evalúa el efecto de técnicas de mantenimiento del suelo y deshojado precoz, así como la influencia de la podredumbre sobre el Índice de Potencial Aromático varietal (IPAv) de la variedad tinta Tempranillo.

**MATERIAL Y MÉTODOS**

Se analizaron uvas de la variedad tinta Tempranillo recogidas durante la campaña 2012, en la zona de Rioja Alavesa, perteneciente a la DOC Rioja. Las muestras se tomaron en el momento de vendimia y corresponden a varios ensayos agronómicos que la bodega estaba llevando a cabo: deshojado precoz y mantenimiento del suelo mediante cubiertas vegetales. Además, se tomaron muestras de uva afectada por el hongo *Botrytis cinerea* (podredumbre gris).

Los ensayos de deshojado precoz consistieron en la eliminación manual de 4 y 8 hojas basales de los pámpanos, durante la prefloración y el

cuajado. En el ensayo de manejo del suelo los tratamientos seleccionados fueron: cubierta vegetal mezcla de gramíneas (festucas y *raygrass*), tratamiento de no-laboreo y mantenimiento con herbicida y laboreo tradicional (utilizado como el tratamiento control).

Se determinó el Índice de Potencial Aromático varietal (IPAv) mediante el análisis de la glucosa glicosídica (glicosil glucosa o glucosa G-G) liberada por hidrólisis ácida. Para ello, se preparó un extracto libre de las interferencias causadas por glicósidos polifenólicos y la glucosa libre, y se utilizaron cartuchos de extracción SPE, siguiendo el método de Salinas *et al.*, (2012) [6]. La glucosa liberada se determinó espectrofotométricamente midiendo a 480 nm, utilizando un equipo UV-Visible Lambda 25 (Perkin-Elmer, Norwalk, USA).

**RESULTADOS Y CONCLUSIONES**

En la Fig. 1 se muestran los valores de IPAv de las uvas procedentes de los dos tratamientos de deshojado precoz. Se observó que el deshojado de 8 hojas en prefloración es el único que aumentó el IPAv respecto al control. Por otra parte, todos los tratamientos de deshojado durante el cuajado, presentaron valores de IPAv más bajos, siendo ligeramente inferior al control en el caso del deshojado de 4 hojas. Se observaron valores similares entre el IPAv del deshojado de 4 hojas en

la prefloración y el de 8 hojas en el cuajado. Los resultados sugieren que un deshojado más intenso (8 hojas) y anterior a la floración puede aumentar la concentración de precursores aromáticos glicosilados en la uvas.

El potencial aromático de las uvas procedentes del ensayo de manejo de suelo se muestra en la Fig. 2. El mayor índice de precursores aromáticos se alcanzó en las uvas procedentes de la cubierta a base de gramíneas, que también presentó menor rendimiento productivo que el resto de tratamientos debido a la competencia que ejerció la cubierta (datos no mostrados). El laboreo tradicional se utilizó como testigo del ensayo y el IPAv de las uvas fue ligeramente inferior al de la cubierta con gramíneas. Las uvas procedentes del tratamiento con herbicida obtuvieron el valor más bajo de IPAv, lo que indica que las cubiertas vegetales favorecieron la acumulación de precursores del aroma en las uvas.

En la Fig. 3 se muestra la comparación del IPAv entre cinco muestras de uvas control de parcelas diferentes y una muestra afectada por podredumbre gris y se representa el incremento de éste índice (en porcentaje) de las muestras control frente a la de podredumbre. Se observó un valor significativamente menor del IPAv en la muestra con podredumbre frente a los valores de otras parcelas.

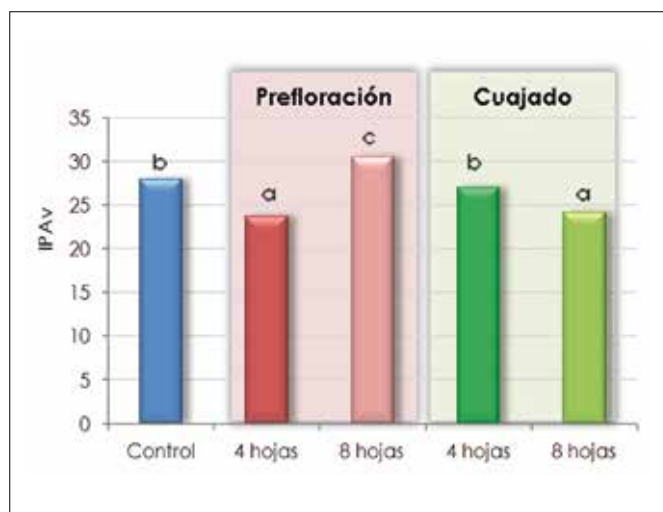


Figura 1. Influencia del deshojado sobre el IPAv de uvas Tempranillo.

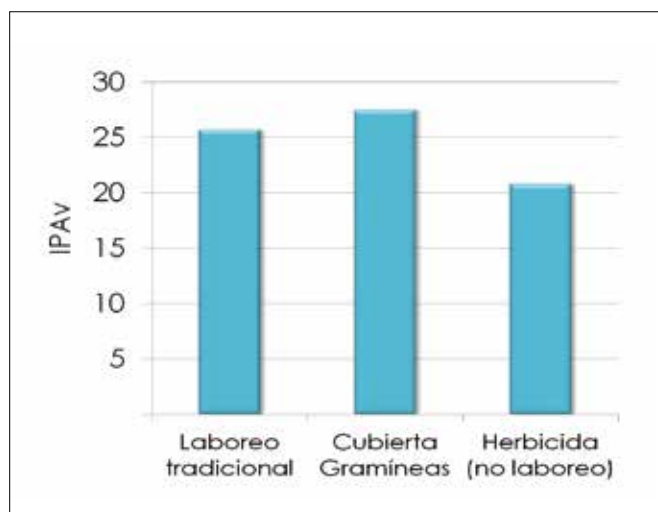


Figura 2. Influencia de las cubiertas vegetales y laboreo sobre el IPAv.



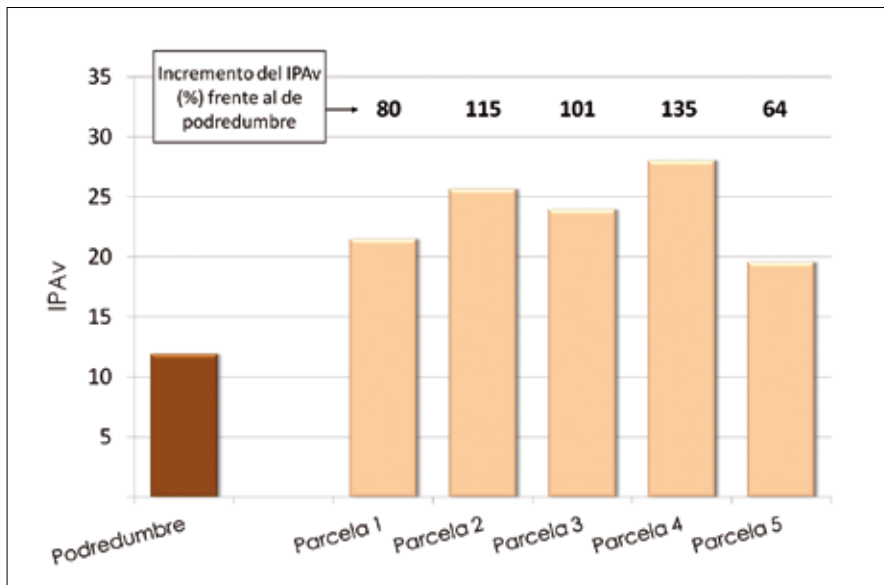


Figura 3. Comparación del IPAv de la muestra de uva con podredumbre con el IPAv de muestras control de diversas parcelas.

Se observa cómo a pesar de las variaciones que pueden existir en la concentración de los precursores aromáticos según la parcela de procedencia, el valor del IPAv se reduce considerablemente en el caso de uva afectada por podredumbre. La disminución en el IPAv de la muestra afectada de podredumbre puede ser originada por la actividad enzimática de los diferentes microorganismos involucrados (hongos, levaduras, bacterias) o bien por la exposición del interior de los granos a procesos de degradación como la oxidación.

Como conclusión, se puede decir que el IPAv es un parámetro adecuado para diferenciar la calidad aromática de las uvas en los ensayos realizados en este trabajo.



## BIBLIOGRAFÍA

- [1] BAYONVE, C.; GÜNATA, Z.; SAPIS, J. C.; BAUMES, R.; DUGELAY, I. & GRASSIN, C. 1992. *Revue des Œnologues*. 64, 165-169.
- [2] GÜNATA, Z.; DUGELAY, I.; SAPIS, J. C.; BAUMES, R. & BAYONVE, C. 1993. In: *Progress in Flavour Precursor Studies*. P. Scherier and Winterhalter Eds. Allured Publish. Corp. USA, pp. 219-234.
- [3] GÜNATA, Z.; BAYONVE, C.; BAUMES, R. & CORDONNIER, R. 1985. *J. Chromatogr. A*, 331, 83-90.
- [4] IBARZ, M. J.; FERRREIRA, V.; HERNÁNDEZ-ORTE, P.; LOSCOS, N. & CACHO, J. 2006. *J. Chromatogr. A*, 1116, 217-229.
- [5] LOSCOS, N.; HERNÁNDEZ-ORTE, P.; CACHO, J. & FERREIRA, V. 2009. *J. Agric. Food Chem.* 57, 2468-2480.
- [6] SALINAS, M. R.; SERRANO DE LA HOZ, K.; ZALACAIN, A.; LARA, J. F. & GARDE-CERDÁN, T. 2012. *Talanta* 89, 396-400.
- [7] INGELMO F. 1998. *Revista Valenciana D'Estudis Autònòmic*, nº 25, 377-389.
- [8] IBÁÑEZ, S.; PÉREZ, J. L.; PEREGRINA, F. & GARCÍA-ESCUDERO, E. 2010. *Revista Vida Rural*, 305.
- [9] VILANOVA, M.; DIAGO, M.P.; GENISHEVA, Z.; OLIVEIRA, J. M. & TARDAGUILA, J. 2011. *J. Sci. Food Agric.* 92, 935-942.
- [10] BOIDRON, J. M. & TORRES, P. 1978. *PA V*, 9S (21), 1-7.



# Frecuencia y distribución de hongos asociados a enfermedades de madera de vid en Castilla-La Mancha

Dr. Pedro Miguel Izquierdo Cañas

*Fundación Parque Científico y Tecnológico de Albacete e Instituto de la Vid y el Vino de Castilla-La Mancha.  
Ctra. Toledo-Albacete s/n - 13700 Tomelloso (Ciudad Real) - Tfno: 926508060 / Correo electrónico: pmizquierdo@jccm.es*

En todas las regiones vitícolas en los últimos años se han incrementado considerablemente las enfermedades causadas por hongos patógenos de madera de vid. La inexistencia de un método de control eficaz contra estas enfermedades fúngicas, tras la prohibición del uso del arsenito sódico en el año 2003, ha sido la causa de este hecho.

Sobre la transmisión de estas enfermedades existen dos teorías, una es la infección a través de las heridas de poda y la otra la introducción mediante el material de propagación de las plantas madres o con el injerto (Aroca *et al.*, 2006).

Aunque todavía no se han obtenido remedios completamente efectivos para controlar su avance, el ensayo de productos para el control de estas enfermedades está en plena vigencia. Así, al día de hoy, casi la única forma de actuar que tiene el viticultor para evitar, no la cura, pero sí la expansión de estas enfermedades de la madera es la prevención mediante la profilaxis en la poda y el arranque inmediato y eliminación de las cepas enfermas.

A partir del año 2008 han llegado al Departamento de Sanidad Vegetal del Instituto de la Vid y el Vino de Castilla-La Mancha (IVICAM) numerosas muestras que presentaban en campo síntomas relacionados con estas enfermedades. En este trabajo se dan a conocer los principales hongos patógenos identificados en dichas muestras recogidas entre los años 2008 y 2013 así como la parte de la planta donde mayoritariamente se han aislado cada uno de ellos.

**MATERIAL Y MÉTODOS**

Las muestras de madera de vid (325) procedían de las distintas provincias de Castilla-La Mancha y de diversas variedades de vid que presentaban en campo síntomas de decaimiento (mala brotación, entrenudos cortos, necrosis internervial de hojas, apoplejía, etc...). Cada muestra estaba compuesta por varias cepas de la misma parcela. Para su análisis se procedió al corte en distintas partes: raíz, patrón, injerto y variedad.

El aislamiento de los hongos patógenos se realizó según la metodología descrita por Larignon y Dubos (1997) y la identificación de los aislados a nivel de género y especie se realizó morfológicamente por la observación directa del cultivo bajo lupa y microscopio (Armengol *et al.*, 2001).

En la Figura 1 se muestra el micelio característico que desarrollan en Agar Extracto de Malta los hongos patógenos de la familia Botryosphaeriaceae, *Phaeoacremonium* spp, *Phaeomoniella chlamydospora*, *Cylindrocarpon* spp y *Phomopsis* spp, observándose que cada uno de ellos presenta un micelio muy diferenciado que facilita su identificación (Huertas *et al.*, 2010).

**RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

En la Figura 2 se presenta el porcentaje de aislados obtenidos de cada uno de los hongos identificados. Se puede observar que mayoritariamente los hongos patógenos aislados han sido identificados como pertenecientes a géneros y especies de la familia Botryosphaeriaceae y en menor proporción aislados de los restantes géneros y

especies. Resultados similares fueron obtenidos en trabajos anteriores por otros autores (Martín y Cobos, 2007) quienes también aislaron mayoritariamente Botryosphaeriaceae en viñas con síntomas de decaimiento y en vides que presentaban síntomas típicos de yesca.

En menor proporción a Botryosphaeriaceae han sido identificados *Phaeoacremonium* spp y *Phaeomoniella chlamydospora*, hongos patógenos que se han citado como implicados en la enfermedad de la yesca y que frecuentemente se aíslan en las mismas viñas en las que se aísla Botryosphaeriaceae. *Phaeomoniella chlamydospora* además se ha considerado el agente causal de la Enfermedad de Petrí junto con *Phaeoacremonium* spp, ocasionando un desarrollo lento y un retraso en



Figura 1: Micelio característico que desarrollan en Agar Extracto de Malta los hongos patógenos.

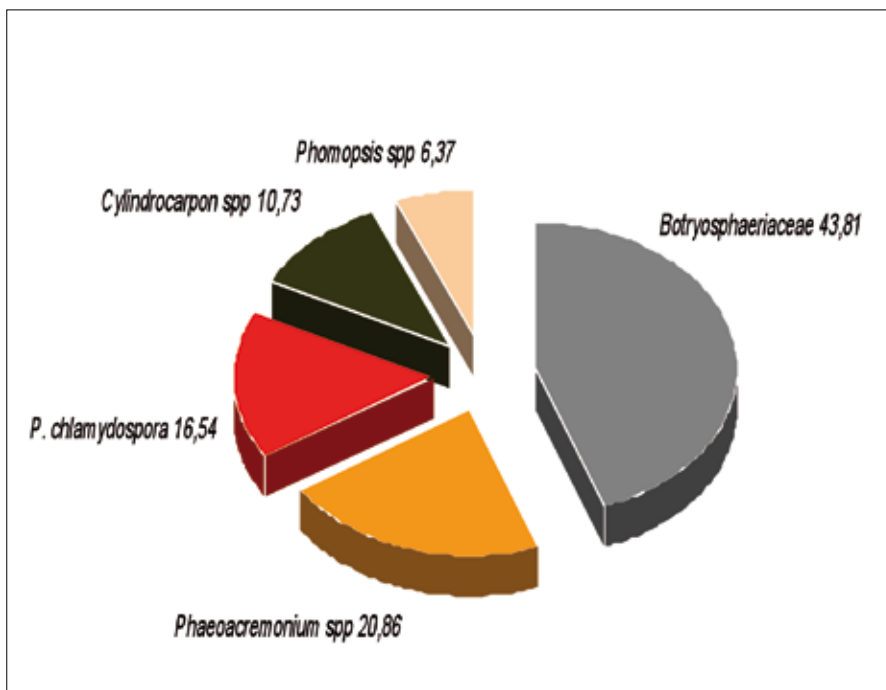


Figura 2: Porcentaje de aislamiento de cada uno de los hongos patógenos de madera de vid.

la brotación de las plantas que puede terminar con la muerte de éstas en los siguientes años.

*Cylindrocarpon* spp son por su parte hongos patógenos que se han asociado a decaimientos de viñas jóvenes y han sido descritos como los agentes causales de la enfermedad de pie negro (Alaniz *et al.*, 2007).

*Phomopsis* spp es una familia de hongos patógenos de madera de vid causantes de la excoriosis, que producen la muerte de las yemas invadidas. Este patógeno también fue aislado en baja proporción en estudios realizados por Martín y Cobos (2007) en muestras de madera de vid en Castilla y León.

En cuanto a su distribución en las diferentes provincias de Castilla-La Mancha (Figura 3), hay una mayor incidencia de *Phaeoacremonium* spp, *Phaeomoniella chlamydospora* y *Cylindrocarpon* spp en muestras de la pro-

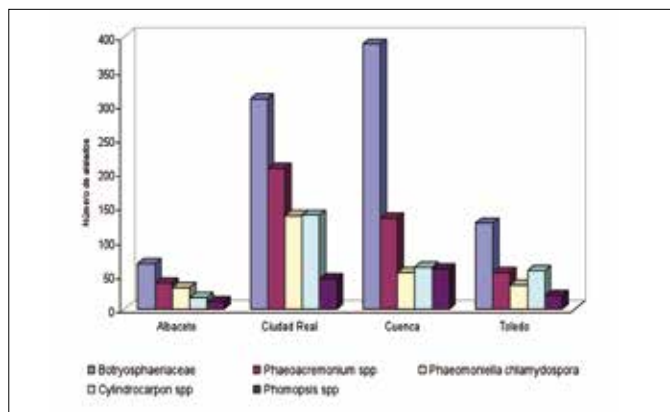


Figura 3: Número y tipo de hongos patógenos aislados de cada una de las provincias de Castilla-La Mancha.

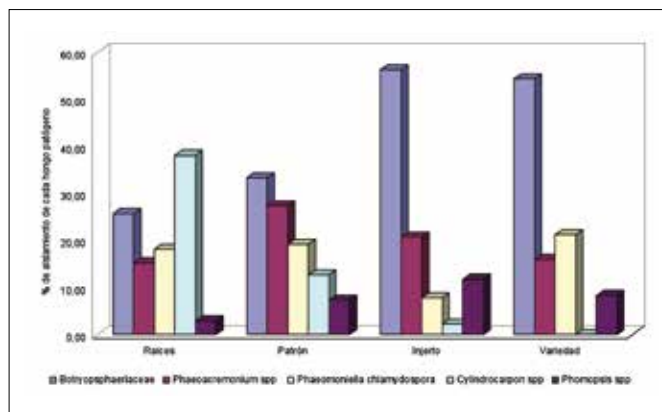


Figura 4: Porcentaje de aislamiento de cada uno de los hongos patógenos de madera de vid en las distintas partes de la planta.

vincia de Ciudad Real y Botryosphaeriaceae en la provincia de Cuenca, hecho que puede estar relacionado con la climatología de esta última provincia.

En la Figura 4 se presenta el porcentaje de hongos patógenos de las diferentes familias que se han aislado en cada una de las zonas de la planta. Hongos de la familia Botryosphaeriaceae se han aislado en todas las partes de la planta, pero mayoritariamente en el injerto y en la variedad, hecho que ya fue observado por Torres *et al.*, 2009 que también aislaron mayoritariamente Botryosphaeriaceae en la zona del injerto en viñas de la variedad Syrah.

*Phaeoacremonium* spp y *Phaeomoniella chlamydospora* también se han aislado e identificado en todas las partes de la planta aunque mayoritariamente en el patrón. *Cylindrocarpon* spp se ha aislado principalmente en la raíz como ya ha sido descrito por otros autores (García Jiménez *et al.*, 2003) no aislándose en ninguna de las muestras en trozos de madera que se corresponden con la variedad, lo que confirmaría la hipótesis de su entrada por el suelo o la planta madre, extendiéndose luego a otras partes de la planta durante su cultivo. *Phomopsis* spp se ha aislado en todas las zonas de la planta aunque mayoritariamente en el injerto.

### CONCLUSIONES

Se ha observado que todas las muestras que presentaban síntomas externos de decaimiento causados por enfermedades de madera de vid se han aislado e identificado hongos patógenos responsables de las mismas. Los hongos identificados mayoritariamente han sido los pertenecientes a géneros y especies de la familia Botryosphaeriaceae, aislándose en todas las partes de la planta y principalmente en el injerto y la variedad. Otros hongos patógenos identificados han sido *Phaeoacremonium* spp y *Phaeomoniella chlamydospora* principalmente en el patrón, *Cylindrocarpon* spp en la raíz y *Phomopsis* spp en el injerto.

### BIBLIOGRAFÍA

- ALANIZ, S., LEÓN, M., VICENT, A., GARCÍA JIMÉNEZ, J., ABAD, P., ARMENGOL, J. (2007). Characterization of *Cylindrocarpon* species associated with black foot disease of grapevine in Spain. *Plant Disease*, 91: 1187-1193.
- ARMENGOL, J., VICENT, A., TORNÉ, F., GARCÍA-FIGUERES, F., GARCÍA-JIMÉNEZ, J. (2001). Fungi associated with esca and grapevine declines in Spain: a three-year survey. *Phytopathologia Mediterranea*, 40: 325-329.
- AROCA, A., GARCÍA-FIGUERES, F., BRACAMONETE, L., LUQUE, J., RAPOSO, R. (2006). A survey of trunk disease pathogens within rootstocks of grapevines in Spain. *European Journal of Plant Pathology*, 115: 2, 195-202.
- GARCÍA JIMÉNEZ, J., ARMENGOL, J., VICENT, A., GIMÉNEZ JAIME, A., BELTRÁN, R. (2003). El decaimiento y muerte de plantas jóvenes. *Terralia*, 37: 70-75.
- LARIGNON, P., DUBOS, B. (1997). Fungi associated with esca disease in grapevine. *European Journal of Plant Pathology*, 103: 147-157.
- MARTIN, M. T., COBOS, R. (2007). Identification of fungi associated with grapevine decline in Castilla y Leon (Spain). *Phytopathologia Mediterranea*, 46: 18-25.
- TORRES CHICA, R., FERNÁNDEZ GONZÁLEZ, M., CHACÓN VOZMEDIANO, J. L., IZQUIERDO CAÑAS, P. M. (2009). Hongos asociados a las enfermedades de madera de vid en la variedad Syrah. *Boletín de Sanidad Vegetal-Plagas*, 35:585-593.
- HUERTAS NEBREDA, B., FERNÁNDEZ GONZÁLEZ, M., IZQUIERDO CAÑAS, P. M. (2010). Descripción de los hongos patógenos de madera de vid aislados más frecuentemente en viñas de Castilla-La Mancha. *Enoviticultura*, 4: 4-9.



# Acidification et stabilisation tartrique par méthodes soustractives

## Comparaison de technologies d'échanges d'ions par résines et d'extraction d'ions par membranes

Jean-Louis Escudier<sup>1</sup>, Blandine Cauchy<sup>2</sup>, Florence Lutin<sup>2</sup>, Michel Moutounet<sup>1</sup>

<sup>1</sup>INRA, UE 999, Unité Expérimentale de Pech-Rouge. F-11430, Gruissan.

<sup>2</sup>OENODIA, F-84120, Pertuis.

Cet article porte sur les conclusions des résultats expérimentaux récents réalisés en cave par l'INRA en lien avec la société Eurodia/Oenodia et un équipementier Italien. Ils sont présentés ici de façon synthétique. L'intégrale du rapport peut être fournie sur demande: [escudier@supagro.inra.fr](mailto:escudier@supagro.inra.fr)

### RÉSUMÉ

Le traitement du vin par résines cationiques fortes consiste en un échange d'ion au contact de billes de résines régénérées préalablement avec du HCl concentré. De ce fait les protons H<sup>+</sup> de HCl sont un intrant par substitution du vin traité, contrairement au procédé membrane qui correspond à une extraction de cations ou d'anions selon la configuration d'application (acidification d'une part, stabilisation tartrique d'autre part). Le procédé par résine, tant pour l'acidification, que pour la stabilisation tartrique, est conduit par batch sur le même type de colonne jusqu'à saturation de la résine par les cations du vin. Le procédé par résines conduit à la production de fractions de vins fortement 'décationisées'; celles-ci doivent être

ensuite additionnées à la portion de vin non traitée sur résines qu'il faut ré-assembler de 10% à 30% dans le vin non traité. Ceci soulève la question de la nature de ces fractions à pH 2 et fortement 'décationisée' avant leur réincorporation (sont-elles encore du vin ?) ; des risques d'altérations de la qualité organoleptique surviennent dès que le seuil de 10% de vin traité sur résine est dépassé. L'obtention de la stabilité tartrique à l'aide de résines cationiques est limitée aux vins faiblement instables, sinon la limite admise d'abaissement du pH n'est plus respectée. Pour une baisse de pH de 0,2, la consommation d'eau nécessaire à la mise en œuvre du procédé par résine est de 16L/100L de vin, et celle d'acide de 113g d'HCl pur/100L de vin sur l'exemple étudié. Par mem-

brane, ces consommations sont de 6L pour l'eau et 13,7 g en HNO<sub>3</sub>. En alternative au traitement par colonne et par batch, les résines pourraient être ajoutées directement au vin (de 3 à 6 g/L de résines). Se pose alors le problème du recyclage des résines et de l'impact sur l'environnement.

### SUMMARY

Processing wine with cation-exchange resins consists of exchanging cations in contact with small plastic beads that have been regenerated with concentrated hydrochloric acid. As a result, this acid H<sup>+</sup> proton is, in fact, added to the wine. In comparison, membrane electro-processes extract either cations or anions from the wine depending on the membrane stack configuration, either for tartrate sta-



bilization or acidification. Resin processes, either for tartrate stabilization or acidification, are batch processes, using the same type of resin columns until saturation. As a result, resin processes generate wine fractions that have been sharply “decationized”, with the retention of more than 90% of the divalent cations and of more than 75% of the potassium cations, with a very low pH (pH 2). Then, these wine fractions must be blended at a rate of 10% to 30% with untreated wine. This raises the question of the definition of such fractions before blending: can these still be defined as wine? Negative impacts on the wine organoleptic characteristics and pH can be observed as soon as the blending ratio is higher than 10%. So, only wines with a low or moderate tartrate instability can be treated by resins; if not, the maximum pH drop limits cannot be met. In many cases, a cold stabilization step should be added to limit the volume of wine to be treated by resins. With a resin process, the acidification of wine with a pH drop of 0.2 corresponds to a water consumption of 16L/100L of wine, and an acid consumption of 113g (of pure HCl)/100L. With membrane processes, the water consumption is only 6L/100L of wine, and the (pure) HNO<sub>3</sub> consumption is 13.7 g/100L of wine. An alternative to avoid the negative effects of resin processes with columns would be to consider the resin as a consumable with a single use by direct addition to the wine (from 3 to 6g/ liter of wine). For this option, resin recycling has to be considered for its environmental impact.

## RESUMEN

El tratamiento del vino a través de resinas catiónicas fuertes consiste en un intercambio de iones en contacto con perlas de resinas previamente regeneradas con HCl concentrado. Como resultado, los protones H<sup>+</sup> del HCl son efectivamente un aditivo que entra en la composición del vino. En comparación, el proceso efectuado con un sistema de membranas induce a una extracción selectiva de cationes o aniones presentes en el vino, dependiendo de la finalidad de la aplicación (acidificación o esta-

bilización tartárica). El tratamiento por resinas, tanto para la acidificación como para la estabilización tartárica, se realiza de forma discontinua, por lotes, sobre una misma columna hasta la saturación de la resina con los cationes del vino. El método por resinas produce fracciones de vino altamente “descationizadas” que después deben ser mezcladas a la porción de vino no tratado en proporciones que van del 10% al 30%. Esto plantea la cuestión de la naturaleza de estas fracciones a pH 2 y fuertemente “descationizadas” (¿se trata todavía de vino?). Impactos negativos se perciben sobre las características sensoriales cuando se supera el umbral de 10% de vino tratado. Para cumplir con el límite prescrito en la disminución de pH, la utilización de resinas catiónicas con fines de estabilización tartárica se limita a vinos ligeramente inestables. En muchos casos una estabilización por frío se hace necesaria previamente para limitar el volumen de vino a tratar por resinas. En el ejemplo estudiado, para una disminución de 0,2 pH, usando el método por resinas, es necesario un consumo de 16 l de agua por 100 l de vino, y de 113 g de HCl por 100 l de vino. Usando el método de membranas, estos volúmenes son de 6l de agua y 13,7 g de HNO<sub>3</sub> por 100 l de vino. Como una alternativa al tratamiento discontinuo de resinas, éstas se puede añadir directamente al vino (de 3 a 6 g/l resina). Esto plantea el problema del reciclaje de resinas y su impacto sobre el medio ambiente.

## INTRODUCTION

L’acquisition de la stabilité tartrique d’un vin, et la maîtrise de son acidité (et de son pH) sont devenus pour des raisons qualitatives une intervention incontournable du marché du vin. En alternative aux méthodes correctives additives pour la stabilisation tartrique des vins (ajout de gomme de cellulose, ajout de mannoprotéines, ajout d’acide métatartrique), les méthodes d’extraction éliminant de la matrice vin les composés en excès, présentent une meilleure sécurité, car le résultat est durable dans le temps dès lors que le pilotage du procédé est prévu. Tel est le cas des procédés membranaires.

La même évolution est en cours pour l’acidification des vins, en alternative aux ajouts d’acide tartrique, malique, ou lactique. Pour ces approches sans additif dans le vin, les résines échangeuses d’ion et les membranes sont les alternatives techniques possibles au traitement par le froid.

## ACIDIFICATION DES VINS: DISCUSSION-CONCLUSION DES RÉSULTATS

Les deux procédés membranes et résines sont très différents dans leur fonctionnement avec des conséquences et des différences significatives au niveau du vin, de sa composition analytique, son évaluation sensorielle, et sur le bilan environnemental. Leur mise en œuvre suscite, à la lumière des résultats expérimentaux obtenus, les commentaires formulés ci-dessous.

**Résines:** Le procédé est discontinu. Le passage du vin sur la résine occasionne une rétention très forte des cations du vin (80% à près de 100% selon les espèces), lié à la nature des résines qui sont des cationiques fortes. Les résines ont une capacité de traitement de 30 à 45 BV selon les vins traités, ce résultat est conforme à la bibliographie (Ribéreau-Gayon et al, 1998). Ce procédé impose un assemblage post traitement (de l’ordre de 10% à 30%) avec le vin initial selon la baisse de pH voulue. Un test de laboratoire doit être effectué au préalable pour calculer la proportion de la cuvée à ‘décationiser’. Le vin sorti des résines ne correspond plus en tant que tel, aux critères analytiques du vin : élimination quasi-totale des ions Ca<sup>++</sup>, Mg<sup>++</sup>, baisse de 1 à 1,5 unité de pH pour atteindre un niveau de pH de 2 à 2,5. Sur vin rouge on observe une perte de 3% à 5% de la teneur globale en polyphénols.

**Membranes:** Le procédé est continu avec une extraction très sélective du potassium et suivi en ligne du procédé par la mesure directe du pH (Escudier et al, 2010). L’ensemble des composés macromoléculaires, polyphénols en particulier ne sont pas retenus par les membranes contrairement au procédé par les résines. Le traitement d’acidification par des membranes bipolaires se fait sans

ajout d'acide de procédé, en éliminant les cations (K+) en excès. La solution acide utilisée ne sert qu'au nettoyage des membranes.

Au niveau du **bilan environnemental**, les écarts entre les deux procédés sont significatifs, même en cas de faible niveau d'acidification. L'acidification par résines entraîne une consommation d'acide 8 fois plus importante, et une dépense en eau supérieure d'un facteur 3 que l'acidification par électrodialyse à membrane bipolaire. L'impact économique de ces rejets acides et salins est à évaluer pour chaque site où une nouvelle installation d'acidification est envisagée. Cette analyse pourrait bien remettre en cause l'économie d'investissement attribuée à l'option résine par rapport à celui du coût d'investissement proposé pour l'électro-dialyseur à membranes bipolaires.

Pour des baisses de pH nécessaires plus élevées que dans le cas de cette étude (0,2 voire 0,3 unités de pH), les consommables du procédé par résine seront accrus significativement et ce proportionnellement à la quantité de cations enlevés.

Au niveau **qualitatif**, sur l'exemple suivi, comme l'état de l'art des expérimentations récentes l'atteste (Escudier *et al.*, 2011), la maîtrise qualitative est plus facilement accessible par la voie membranaire en lien avec son pilotage en ligne (maîtrise des gaz dissous, aucune rétention des composés non ioniques) que par résines. La mise en oeuvre des résines nécessite d'élaborer des fractions de vin à pH très bas, avec une légère rétention de polyphénols, fractions de vin qui sont ensuite incorporées au vin brut afin de réaliser l'acidification visée. Sur l'exemple étudié d'acidification du vin blanc l'incorporation de 15% de vin 'sortie résine' a un impact organoleptique évalué défavorablement pour les responsables de la cave. L'incorporation d'une fraction de vin 'décationisée', fraction qui ne correspond plus à la composition d'un vin, impacte à un certain niveau d'assemblage (10% à 15% par exemple) la perception organoleptique du vin à traiter.

Au niveau **économique**, on peut considérer que le coût d'investissement

d'une unité environnée de 200 L de résines est de l'ordre de 120.000 €, comparé à 155.000 € pour une unité d'électrodialyse bipolaire de 30 hl/h. Le coût de traitement de l'électrodialyse est de 0,85 €/hL, ce qui correspond au coût global de consommables et de maintenance. Celui des résines en poste fixe est de 0,24 €/hL hors coût de dépollution lié aux rejets acides. A cela s'ajoutera le coût de remplacement des résines, leur durée de vie est évaluée à 6.000 heures.

Si l'on considère l'usage des résines par ajout direct dans le vin, à une dose minimale de 3g/L, le coût est évalué à 1,2 €/hL. Cette approche évite l'investissement de l'appareillage, par contre, ce coût n'inclut pas l'impact environnemental que peut avoir la consommation à usage unique de résines, dès lors qu'une forte proportion de vin d'une unité de production est acidifiée. L'impact économique d'un abaissement qualitatif du vin traité en lien avec le traitement par résine est à prendre en compte également.

### STABILISATION TARTRIQUE: DISCUSSION-CONCLUSION DES RÉSULTATS

L'exemple étudié, du vin Rosé avec un degré d'instabilité tartrique moyen à faible, (DIT=13,2), montre que l'acquisition de la stabilisation tartrique impose un assemblage à 27% du vin 'sortie résines' avec le vin brut. Ceci a pour conséquence une baisse de pH de 0,3 unités. Pour un vin moyennement à fortement instable (taux d'instabilité tartrique, DIT supérieur ou égal à 15), le procédé par résines aura pour conséquence une baisse de pH supérieure à 0,3 unités pH, avec nécessité de traiter une fraction importante du vin (plus de 30%) par résines avec les effets induits relevés précédemment (pertes en Mg++ et en Ca++, consommation d'acide et d'eau). Le traitement d'un vin rouge sur une colonne de résines cationiques fortes s'accompagne aussi d'une rétention de 10% à 12% des polyphénols totaux dont les anthocyanes. Cette rétention globale de composés polyphénoliques, a fait l'objet de peu d'études et est assez rarement signalée dans la littérature. Pourtant ces polyphénols ex-

traits du vin, deviennent un effluent supplémentaire.

L'expérience au niveau des producteurs peut faire ressortir, comme sur l'exemple étudié, des conséquences négatives au niveau organoleptique sur un vin d'expression de typicité. Pour éviter ceci, il est conseillé de traiter préalablement le vin par le froid pour limiter, au maximum, le traitement à 10% du volume de vin. (Wyss, 2003; Ribéreau-Gayon, 1998).

Les résines cationiques fortes, pour éviter des inconvénients de fractionnement, peuvent être remplacées par des résines à cycle magnésien, ou par des zéolithes comme proposé par plusieurs auteurs. Les opérateurs équinementier en résines, en 2011, ne proposaient pas ou peu ces adaptations. La résolution OIV (CE n° 447/2011) ne prévoit que les résines sous forme H+.

Une autre alternative pour éviter d'élaborer des fractions de vin, serait de considérer la résine comme un consommable direct à usage unique, en ne la régénérant pas, mais en le rejetant, solution qui induit un nouveau rejet polluant de billes de plastique, mais facilite la mise en oeuvre du traitement. A titre indicatif, sur l'exemple du vin Rosé étudié, moyennement instable pour atteindre la stabilité tartrique par assemblage au ratio 27/63, la consommation de résines serait de 7 mL de résine par litre de vin traité, soit 7,6 g/L ; ainsi, une cave d'une certaine importance qui serait amenée à stabiliser par ajout de résines 5000 hL de vin produirait annuellement un rejet de plus de 3.500 litres de résines soit près de 3 tonnes. Les résines cationiques fortes en cycle acide laissent la possibilité d'une utilisation à double fin, permettant d'acidifier les vins en procédé discontinu mais avec un bilan environnemental plus défavorable par rapport au traitement membranaire.

Pour toutes les applications, les traitements membranaires permettent au contraire un traitement de précision pilotable en ligne sur site, par la mesure de la conductivité, avec un bilan environnemental plus favorable, mais à coût d'investissement plus élevé comme précisé pour l'étude de l'acidification.





### CONCLUSION GÉNÉRALE

Les deux procédés mis en comparaison diffèrent par leur principe de fonctionnement respectif et aussi par leur procédure spécifique de mise en œuvre.

Le problème majeur de l'utilisation des résines est bien le volume d'effluent lié à la procédure de régénération des résines. Cette opération génère un volume de rejet acide élevé, et elle engendre une grande partie du coût d'exploitation, car le temps de la phase de régénération est quasi égal à celui de production. De plus, la nécessité de la régénération des résines impose de stocker dans l'environnement de la cave, des solutions concentrées d'acide chlorhydrique qui sont en général titrées à

32% et que le personnel de chai est amené à manipuler.

Pour éviter les inconvénients dus à la régénération des résines, il a été proposé d'introduire une masse de résine directement dans le vin; de ce fait, celle-ci est considérée ainsi comme un intrant à usage unique; l'adoption d'une telle option, si elle se généralisait au niveau d'un bassin de production, entraînerait de plus grandes difficultés d'épuration de ce nouveau rejet difficile à gérer car constitué d'un copolymère de styrène-divinyl-benzène de synthèse.

Le traitement du vin par les résines à des fins de stabilisation tartrique conduit simultanément à

l'acidification, pas forcément souhaitée selon les vins. Ces contraintes limitent donc le champ d'application des résines. Ce double usage avec les mêmes résines peut rendre délicat le contrôle des deux opérations alors que les technologies exploitant la sélectivité de membranes spécifiques sont pilotées par un capteur d'événement adapté soit à la stabilisation tartrique (mesure de la conductivité) soit à l'acidification (mesure du pH); les technologies membranaires assurent, ainsi, fiabilité et traçabilité en ligne même avec les petites unités de traitement à façon, avantages inaccessibles aux autres technologies disponibles.

Une autre interrogation au regard en particulier de la définition du vin se pose : la fraction de vin traitée par échangeurs cationiques garde-t-elle son statut de vin alors qu'elle a perdu la quasi-totalité de ses cations bivalents ( $\text{Ca}^{++}$  et  $\text{Mg}^{++}$ ), plus des trois quarts de son contenu en  $\text{K}^+$ , et qu'elle se trouve à un pH voisin de 2?

En mettant en œuvre les résines non pas par une colonne, mais en incorporant directement la quantité de résine nécessaire dans la cuve de vin, se poserait le problème du recyclage des résines et de l'impact sur l'environnement.

D'un point de vue technique, les résultats expérimentaux obtenus sur l'application des résines cationiques

à la stabilisation tartrique font apparaître que seuls les vins faiblement instables pourront être assurés d'être stabilisés, si la limite d'abaissement du pH à 0,3 est respectée. Les vins les plus instables au plan tartrique devront donc subir un traitement préalable au froid pour les amener à un niveau d'instabilité compatible avec les limites d'acidification admises. En conséquence, il faudra bien entendu tenir compte du traitement préalable au froid dans l'estimation de l'impact environnemental et économique du projet d'installation d'une unité de résines cationiques.

A l'issue de l'étude présentée, le bilan œnologique et environnemental reste bien en faveur des technologies

membranaires qui sont parfaitement bien définies par les résolutions de l'OIV et ne peuvent être détournées de leur objet, soit pour la stabilité tartrique, soit pour l'acidification. Ce n'est pas le cas des résines échangeuses de cations. La mise en œuvre des résines cationiques en cycle acide, en produisant une fraction de vin 'décationisé' par échange avec des protons issus d'acides minéraux, peut se trouver en contradiction avec certaines prescriptions des résolutions existantes de l'OIV. Bien que les résines demandent un investissement moins onéreux, leur abandon au profit des technologies membranaires est donc hautement souhaitable, en raison essentiellement de l'aspect environnemental lié à cette technologie.

## BIBLIOGRAPHIE

- BORIES, A., SIRE, Y., BOUISSOU, D., GOULESQUE, S., MOUTOUNET, M., BONEAUD, D., LUTIN, F., 2011 -Environmental Impacts of tartaric stabilisation processes for wineusing. Ed treatment A., S. Afr. J. Enol. Vitic., Vol 32, N°2.
- CAUCHY, B., LUTIN, F., 2011 a. Test de stabilisation sur résines cationiques fortes. - Rapport Oenodia, ref 11-CR-1-174.
- CAUCHY, B., LUTIN, F., 2011b, acidification du vin par ED Bipolaire , Résines cationiques et acide malique. Rapport interne Oenodia.
- GRANES, D., BOUISSOU, D., LUTIN, F., MOUTOUNET, M., ROUSSEAU, J., 2008. L'élévation du pH des vins: causes, risques œnologiques, impacts de la mise en œuvre de moyens d'acidifications. Bulletin de l'OIV, 82 :57-70.
- ESCUDIER, J-L., BOUISSOU, D., CAILLE, S., SAMSON, A., BES, M., MOUTOUNET, M., (2011) -Membrane-based options to regulate pH and acidity. Proceedings of the 16 th International Enology Symposium, Bolzano.
- LANCRENON, X., 1997. - Cahier du génie industriel alimentaire, l'échange d'ions dans l'industrie alimentaire. D. Ed SepaicEnsia, juin 1977.
- LUTIN, F., BOISSIER, B., BONNEAU, D., LE GRATIET, Y., MOUTOUNET, M., ESCUDIER, J-L., BOUISSOU, D., 2007. Alternative au tartrage des vins, l'acidification par électrodialyse bipolaire : une technique soustractive très précise. Revue des Œnologues,11, HS Languedoc 20-21.
- MOURGUES, J., 1993 - Utilisation des résines échangeuses d'ion. Revue des Œnologues, N°69S :51-54.
- MOUTOUNET, M., BATTLE, J. L., SAINT-PIERRE, B., ESCUDIER, J. L. 1999 - Stabilisation tartrique. Détermination du degré d'instabilité des vins. In : Tec et Doc Edition (ed). Proc. Œnologie 99,- symposium international d'œnologie, Bordeaux. p. 531-534.
- MOUTOUNET, M., BOUISSOU, D., ESCUDIER, J-L., 2010 - Détermination du degré d'instabilité tartrique (DIT), principes et applications. Revue Française d'Œnologie, 242, 24-28.
- RIBEREAU-GAYON, P., GLORIES, Y., MAUJEAN, A., DUBOURDIEU, D. 1998 - Traité d'œnologie chap 12,4 les échangeurs cationiques pour le traitement des vins p. 441/444.
- TONDEUR, X., 1997 - Cahier du génie industriel alimentaire, l'échange d'ions dans l'industrie alimentaire D, Ed SepaicEnsia juin 1977.
- WYSS, C., Thèse, 2003 - La stabilisation tartrique des vins par diminution de leur teneur en potassium. Ecole polytechnique Fédérale de Lausanne, N° 2856.
- WYSS, C., CUENAT, P., 2005 - Stabilisation tartrique des vins par traitement aux zéolithes. Revue Suisse Vitic.Arboric.Hortic., Vol 37(6) 341-347.



# Engrais verts en viticulture: incidence du type de couvert végétal et de son mode de destruction sur l'alimentation azotée de la vigne

**Laure Gontier**

*Institut Français de la Vigne et du Vin - Pôle Sud-Ouest, V'innopôle, 81310 Lisle sur Tarn, France  
tel. +33 563 336 262, fax. +33 563 336 260, Email: laure.gontier@vignevin.com*

L'entretien des sols est un élément important dans la mise en œuvre d'une viticulture durable. L'implantation d'un couvert végétal inter-rangs ou couvert intercalaire, une pratique qui connaît un développement important depuis plusieurs années, permet de répondre à différents objectifs environnementaux : réduction d'emploi des herbicides, amélioration des caractéristiques physico-chimiques et biologiques du sol (Morlat *et al.*, 1993), limitation des phénomènes de ruissellement et érosion (Le Bissonnais et Andrieux, 2007). Cependant cette présence végétale, dans la plupart des cas mise en place de façon permanente, est susceptible de concurrencer fortement la vigne pour l'azote du sol. Cette concurrence peut se traduire par des niveaux bas d'azote assimilable dans les moûts, pouvant nuire à la qualité organoleptique du vin, voire par une pénalisation des rendements ne permettant pas d'atteindre les objectifs de production visés (David *et al.* 2001).

Le terme d'«engrais vert» en viticulture est généralement appliqué à des couverts intercalaires cultivés non pour être récoltés mais pour fournir des éléments nutritifs à la vigne. Les espèces employées sont majoritairement des annuelles d'hiver susceptibles de produire rapidement une biomasse importante. La culture

d'engrais verts, mise en œuvre dans de nombreux systèmes de culture (grandes cultures, maraîchage...), est une technique susceptible d'avoir de nombreux effets bénéfiques sur le sol, tout en permettant une gestion optimisée de l'azote disponible pour la vigne par la maîtrise du couvert à la fois en termes d'espèces présentes et dans le temps. Cependant les conditions de mise en œuvre de cette technique ne sont pas complètement maîtrisées en viticulture bien qu'elle soit largement plébiscitée dans les vignobles du nouveau monde, notamment en Californie. De nombreuses familles d'espèces (Poacées, Brassicacées, Fabacées, Hydrophyllacées) sont disponibles, et diverses associations sont possibles en fonction du sol, du climat et de l'objectif recherché. Par ailleurs, le mode de destruction du couvert est un facteur-clé pour piloter la restitution de l'azote par le couvert végétal.

L'objectif de ce travail est d'identifier les conditions optimales de mise en œuvre des engrais verts en viticulture. L'expérimentation porte sur la recherche du type de couvert le plus adapté dans un système de culture où, pour des raisons d'organisation du travail, le semis est généralement réalisé après-vendange, soit relativement tardivement, ainsi que sur les modalités de des-

truction des couverts, avec comme objectif principal l'amélioration de l'alimentation azotée de la vigne.

### MATERIELS ET METHODES

#### Le site d'étude

L'étude a été réalisée dans le Sud-Ouest de la France, au sein du bassin central de Midi-Pyrénées. La parcelle expérimentale est située au sein du vignoble de Gaillac (81), sur la rive gauche du Tarn, à 195 m d'altitude (43°52'05"N-1°56'10"E). Elle est localisée sur les terrasses planes d'alluvions anciennes du Tarn, le sol est limoneux, de type lessivé dégradé hydromorphe (luvisol-redoxisol, R.P. 1995), faiblement pourvu en matière organique (11 g.kg<sup>-1</sup> (±1)) et en azote total (0.55 g.kg<sup>-1</sup> (±0.05)). Le climat est à dominante océanique. La normale de précipitations est de 638 mm (1981-2010), la température moyenne annuelle de référence est 12.9 °C.

#### Techniques culturales

La parcelle expérimentale, cépage Duras N, est conduite en espalier palissé (Guyot simple). L'objectif de production est élevé (IGP). La densité de plantation est de 4545 ceps par hectare (2.0 mx1.1m). Les rangs sont orientés nord-ouest/sud-est. Le dispositif expérimental est en bandes à trois répétitions. Chaque modalité, mise en œuvre sur quatre inter-rangs consécutifs, occupe une surface de 315 m<sup>2</sup>, subdivisée dans la longueur en trois placettes de 105 m<sup>2</sup> pour les répétitions des mesures. L'entretien du sol sous le rang de vigne est effectué par désherbage chimique. Les couverts végétaux intercalaires «engrais verts» sont semés en octobre de l'année n-1, un inter-rang sur deux, soit sur 35% de la surface de la parcelle, et détruits entre le 1er et le 10 mai de l'année n.

L'expérimentation s'est déroulée en deux temps. En 2011, l'expérimentation a porté sur la comparaison de différents types de couverts végétaux composés d'associations d'espèces de trois familles de plantes: Poacées, Brassicacées, Fabacées. Un seul mode de





destruction a été employé: le roulage, les résidus végétaux sont laissés en tant que mulch sur le sol, sans enfouissement. Quatre modalités d'entretien du sol ont été comparées.

1. Enherbement naturel semi-permanent : modalité témoin (EN)
2. Engrais vert de la famille des Poacées (POA) : association avoine diploïde (*Avenastrigosa*), orge commune (*Hordeumvulgare*)
3. Engrais vert de la famille des Brassicacées (BRA) : association navette (*Brassicarapa L. subsp. Oleifera*), moutarde blanche (*Sinapis alba*), radis chinois (*Raphanussativus*)
4. Engrais vert de la famille des Fabacées (FAB : féverole d'hiver (*Vicia faba*))

En 2012, l'expérimentation a visé à étudier l'incidence du mode de destruction du couvert sur l'évolution du stock d'azote minéral du sol et sur la vigne. Un seul type de couvert a été employé en tant qu'engrais vert : la féverole. Quatre modalités d'entretien des sols ont été comparées.

1. Enherbement naturel semi-permanent : modalité témoin (EN)

2. Engrais vert + destruction par roulage afin de laisser un mulch sur le sol (RM)

3. Engrais vert + destruction par broyage dans l'inter-rang suivi d'un enfouissement des résidus végétaux par travail du sol (BE)

4. Engrais vert + destruction par broyage avec déport sous le rang des résidus végétaux (BD) non enfouis (à l'aide du broyeur Side Delivery System®, du groupe KUHN)

La destruction des engrais verts a été réalisée le 10/05/2012. L'enherbement naturel semi-permanent (modalité EN) ainsi que la flore adventice sur les modalités BD et RM ont été détruits par désherbage chimique le 01/07/12, alors que la modalité BE a reçu trois passages de travail du sol les 10/05, 15/05 (enfouissement du couvert) et 15/07/12 (contrôle de la flore adventice).

#### Paramètres mesurés, calculés et contrôlés

La mesure de l'évolution du stock d'azote minéral dans le sol vise à évaluer la restitution d'azote au sol par les différents engrais verts. Le suivi est réalisé sur l'horizon 0-30 cm. Il démarre à la destruction des couverts végétaux, ensuite l'échantillonnage est sous la dépendance des conditions météorologiques : les prélèvements sont effectués entre floraison et véraison sur sol ressuyé. Les échantillons sont emmenés au laboratoire, en respectant la chaîne du froid, pour l'analyse des teneurs en azote nitrique «N-NO<sub>3</sub>» et ammoniacal «N-NH<sub>4</sub>». La densité apparente du sol (Da) est mesurée par la méthode des cylindres pour le calcul des quantités d'azote dans le sol. L'incidence du mode d'entretien du sol sur le fonctionnement agronomique de la vigne est évalué par la mesure du rendement (nombre et poids des grappes) et de la vigueur (poids des bois de taille); le contrôle du statut azoté (indice chlorophyllien-Dualex®, développé par ForceA-sur feuilles à floraison et véraison; teneur en azote assimilable des baies : dosage de l'azote alpha-aminé par colorimétrie

combiné à la mesure de l'azote ammoniacal par méthode enzymatique) et du statut hydrique (delta C13). Une mesure de la biomasse aérienne des couverts, de sa teneur en matière sèche, en carbone et azote total, est réalisée 10 jours avant leur destruction. L'analyse statistique des données est effectuée par analyse de la variance (logiciel XLSTAT®).

#### RESULTATS ET DISCUSSION

##### Comparaison de différents types de couverts végétaux intercalaires (2011)

###### *Production de biomasse par les couverts végétaux*

Les résultats sont récapitulés dans le tableau I. La production de biomasse aérienne est la plus importante avec le couvert de féverole (modalité FAB): 0.35kg MS/m<sup>2</sup> soit 3.5t MS/ha. Le couvert BRA présente une production de biomasse significativement supérieure à l'enherbement naturel (EN), bien que modérée : 0.13kg MS/m<sup>2</sup> soit 1.3t MS/ha. Au sein du mélange de Brassicacées, la navette fourragère est l'espèce la plus présente. La production de biomasse par le couvert POA n'est pas significativement différente de l'enherbement naturel (EN), malgré une densité de plants satisfaisante, elle est faible, inférieure à 1.0t MS/ha. Logiquement, et comme décrit dans la littérature (Ingels *et al.*, 2005), le couvert à base de Fabacées présente un potentiel de fourniture d'azote significativement supérieur à l'ensemble des autres modalités. En termes de potentiel d'apport d'azote les couverts BRA et POA ne se distinguent pas de l'enherbement naturel.

###### *Evolution du stock d'azote minéral du sol*

Le cycle de l'azote dans le sol est complexe et sous la dépendance de l'activité biologique des microorganismes, elle-même fonction de l'humidité du sol et de la température. Les variations de stock d'azote minéral du sol enregistrées dans le cadre de notre essai peuvent être considérées comme résultant de diffé-

rents éléments du cycle de l'azote : minéralisation nette de la matière organique du sol, des résidus de la culture intercalaire (le cas échéant) et prélèvement par les plantes (vigne, culture intercalaire).

Le millésime 2011, particulièrement chaud et sec de la fin de l'hiver jusqu'en juin, n'a pas été favorable à la minéralisation des matières organiques. Seulement trois dates de mesure ont pu être réalisées (fig. 1), le stock d'azote minéral sur l'horizon 0-30cm demeure faible. Il est systématiquement inférieur à 10.0 kg/ha sur le témoin et les couverts POA et BRA. Seul le couvert de féverole (FAB) permet une augmentation significative du stock d'azote minéral du sol comparativement au témoin de +12.1kg/ha ( $p<0.05$ ) lors de la deuxième date de mesure, 80 jours après destruction des couverts (d+80j), et de +6.4 kg/ha ( $p<0.1$ ) lors de la

troisième date de mesure (d+103j), effectuée fin véraison. La valeur maximale mesurée atteint en juillet 17.4 kg/ha.

### Agronomie viticole

Les couverts BRA et POA ont un léger effet dépréciatif sur le poids de récolte par cep comparativement au témoin ( $p<0.05$ ), entraînant une réduction moyenne du rendement de -17% (tableau II). Aucune incidence des engrais verts sur la vigueur n'est enregistrée. L'indice chlorophyllien du feuillage mesuré à véraison met en évidence un état de nutrition azotée amélioré sur la modalité FAB ( $p<0.01$ ), en cohérence avec les observations effectuées sur le sol. La teneur en azote assimilable des baies à la récolte est significativement supérieure sur FAB ( $p<0.01$ ), avec un gain de 19% par rapport au témoin (tableau II).

Suite au constat de son développement satisfaisant en 2011, la féverole d'hiver a été choisie comme couvert intercalaire « modèle » pour la comparaison en 2012 de différentes modalités de destruction d'un engrais vert.

### Comparaison de différents modes de destruction des couverts végétaux intercalaires (2012)

#### Production de biomasse par le couvert végétal

Les résultats sont récapitulés dans le tableau I. Le couvert de féverole présente, comme en 2011, une production de biomasse satisfaisante de 0.24 kg MS/m<sup>2</sup> soit 2.4 t MS/ha, malgré une atteinte par le gel en février 2012 (Tmin = -12°C). L'enherbement naturel (EN) présente une production de biomasse plus élevée qu'en 2011, en lien avec un taux de recouvrement supérieur. Ces résultats confirment l'intérêt de la féverole comme fabacée hivernale de couverture dans les conditions de semis tardif caractéristique de la viticulture. Le fort pouvoir germinatif de cette espèce lui permet de s'installer dans une large gamme de conditions climatiques.

#### Evolution du stock d'azote minéral du sol

La figure 2a représente l'évolution du stock d'azote minéral dans l'horizon de sol sous l'inter-rang. Sur la modalité témoin avec un enherbement naturel semi-permanent (EN), le stock d'azote minéral sur l'horizon 0-30 cm est relativement faible en début de campagne, il remonte en fin d'été après destruction de l'enherbement.

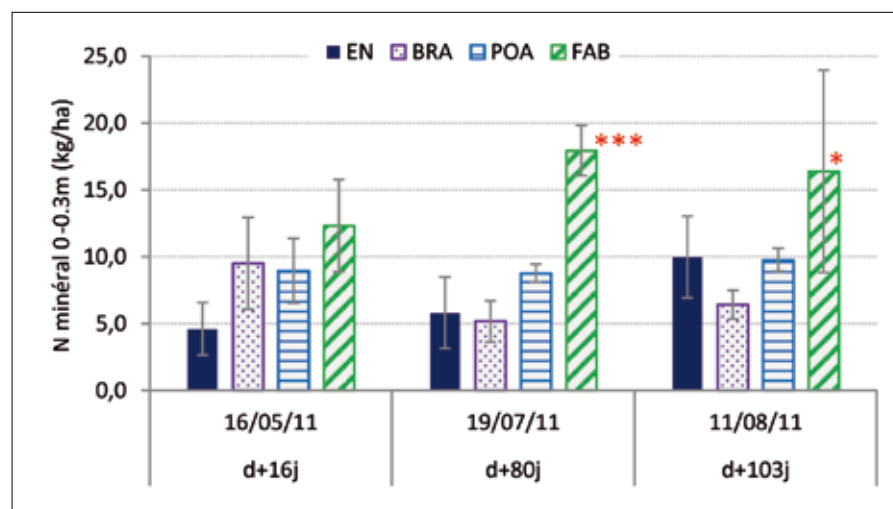


Figure 1. Stocks d'azote minéral dans l'horizon de sol 0-0.3m sous l'inter-rang. \*\*\*/\* données significativement différentes du témoin ( $p<0.01/p<0.1$ ).

Tableau I. Production de biomasse aérienne par les engrais verts, teneurs en carbone et azote total

date	modalité	recouvrement /densité	hauteur (cm)	biomasse aérienne (kg MS/m <sup>2</sup> )	teneur en N (% MS)	apport en N (g/m <sup>2</sup> )	teneur en C (% MS)	C/N
Avril 2011	EN	90%	10	0.06 (±0.02)	1.3 (±0.1)	0.7 (±0.3)	46.0 (±0.4)	35 (±2)
	BRA	176 <sup>(1)</sup> plants/m <sup>2</sup>	70	0.13 (±0.03)	1.0 (±0.1)	1.3 (±0.4)	46.2 (±0.2)	46 (±4)
	POA	291 <sup>(2)</sup> plants/m <sup>2</sup>	35	0.08 (±0.01)	1.2 (±0.1)	1.0 (±0.1)	46.5 (±0.1)	39 (±4)
	FAB	60 plants/m <sup>2</sup>	70	0.35 (±0.08)	2.8 (±0.9)	9.5 (±3.0)	46.2 (±0.3)	18 (±7)
Avril 2012	EN	70%	10	0.14 (±0.08)	1.0 (±0.1)	1.3 (±0.7)	46.9 (±0.2)	50 (±8)
	RM; BE; BD	65 plants/m <sup>2</sup>	55	0.24 (±0.06)	3.4 (±0.3)	8.1 (±2.4)	45.9 (±0.2)	14 (±1)

(1) la composition du couvert en nombre de plants/m<sup>2</sup> est la suivante : 70% navette, 20% moutarde blanche, 10% radis chinois.

(2) la composition du couvert en nombre de plants/m<sup>2</sup> est la suivante : 50% avoine diploïde, 50% orge commune.

Tableau II. Résultats des paramètres agronomiques mesurés sur vigne et raisins : moyennes par traitements.  
 \*\*\*/\*\*/\* données significativement différentes du témoin ( $p < 0.01/p < 0.05/p < 0.1$ ).

millésime	modalité	indice chlorophyllien feuillage		rendement (kg/cep)	azote assimilable du moût (mg/L)	$\Delta C13$	poids moyen de sarment (g)
		floraison	véraison				
2011	EN	6,8	9,1	4,60	226,1	-25,9	51,3
	BRA	6,5	8,9	3,88***	236,1	-25,8	55,2
	POA	6,3*	9,1	3,83***	222,8	-25,6	54,0
	FAB	6,6	9,9***	4,12	268,4**	-25,7	56,0
2012	EN	6,7	9,2	4,26	140,7	-24,6	52,6
	BD	6,5	9,1	4,59	180,6***	-24,2	50,0
	BE	5,9***	10,8***	4,78	231,2***	-23,9	59,0
	RM	6,8	9,8***	5,00	232,6***	-24,2	50,7

Ceci peut s'expliquer par le fait que la principale source d'azote minéral est la minéralisation du sol et par la consommation d'azote par l'enherbement spontané. Dans l'horizon de sol sous l'inter-rang de la modalité BD, pour laquelle la biomasse aérienne de l'engrais vert est exportée sous le rang, l'évolution du stock d'azote minéral est similaire à celle observée sur la modalité témoin (EN).

A la destruction des engrais verts (d0), le stock d'azote minéral sur l'horizon 0-30 cm est comparable sur l'ensemble des modalités. La modalité RM se distingue significativement du témoin ( $p < 0.01$ ) à la quatrième date de mesure (d+80j), par un stock d'azote minéral 3.5 fois supérieur (45.9 kg/ha ( $\pm 14.3$ )). La modalité BE se différencie significativement du témoin ( $p < 0.01$ ) par un stock supérieur dès la deuxième date de mesure, à la nouaison de la vigne (d+40j),

cette différence se maintient à d+60j et d+80j. A d+80j, le stock d'azote minéral sur la modalité BE, avec une valeur conséquente de 65.7 kg/ha ( $\pm 17.4$ ), est cinq fois plus important que sur le témoin. A la véraison de la vigne (d+100j), bien que le stock d'azote minéral soit en moyenne plus élevé sur les modalités BE et RM, cet écart n'est pas validé sur le plan statistique.

Sur l'ensemble de la période de suivi, les quantités d'azote minéral présentes dans le sol tendent à être supérieures avec la pratique d'enfouissement des résidus, ce qui peut être expliqué par plusieurs facteurs combinés : augmentation du taux de minéralisation et du contact sol-résidus végétaux par le travail du sol, mais également contrôle de la concurrence exercée par la flore adventice par l'action de désherbage mécanique. Néanmoins, nous obser-

vons également une augmentation importante du stock d'azote minéral du sol en fin d'été avec la pratique du roulage.

La figure 2 représente l'évolution du stock d'azote minéral dans l'horizon de sol sous le rang pour les modalités EN et BD. Sur la modalité en enherbement naturel semi-permanent (EN), l'évolution du stock d'azote minéral est similaire à celle observée dans l'horizon de sol sous l'inter-rang, bien que le sol sous le rang soit maintenu exempt de végétation par désherbage chimique. En revanche, la modalité BD présente un stock d'azote minéral sous le rang significativement supérieur ( $p < 0.01$ ) dès floraison (d+40j), ainsi qu'à d+60j, et d+80j ( $p < 0.05$ ). Au 29/07, le stock d'azote minéral sous le rang de la modalité BD est du même ordre de grandeur que ceux mesurés sur les modalités BE et RM.

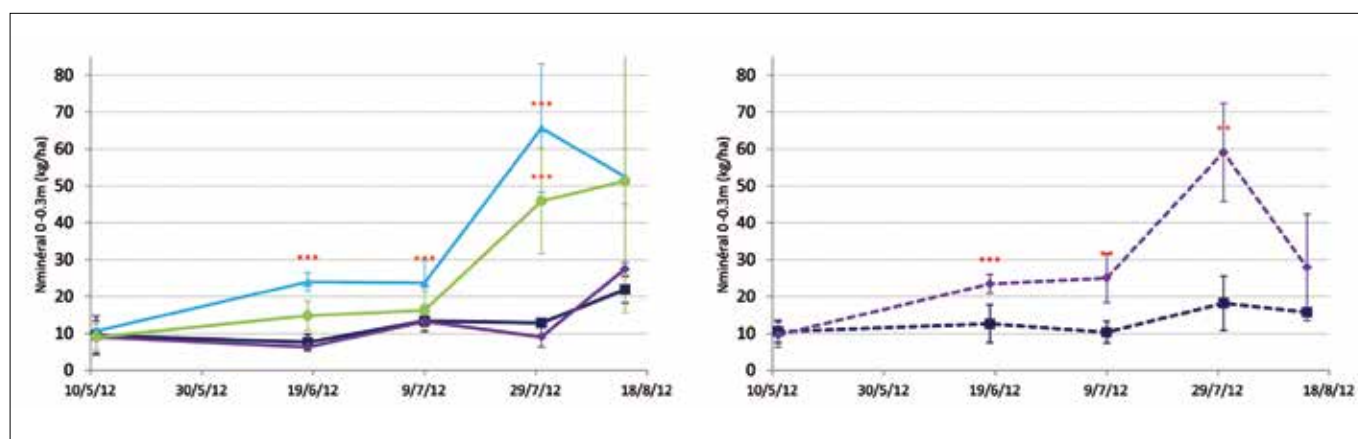


Figure 2. Evolution des stocks d'azote minéral pour l'horizon de sol 0-0.3m a. sous l'inter-rang, b. sous le rang, en fonction du traitement considéré: EN (□), BD (◇), BE (△), RM (●).

\*\*\*/\*\*/\* données significativement différentes du témoin ( $p < 0.01/p < 0.05$ ).

## MIDI-PYRÉNÉES

Ceci peut s'expliquer par l'apport supplémentaire d'azote minéral via la minéralisation des résidus végétaux du couvert engrais vert.

### Agronomie viticole

L'indice chlorophyllien du feuillage mesuré à véraison met en évidence un état de nutrition azotée amélioré sur les modalités BE et RM, en cohérence avec les observations effectuées sur le sol. Le rendement – 4.7 kg/cep ( $\pm 0.5$ ) en moyenne sur la parcelle expérimentale – n'est toutefois pas significativement impacté par la mise en place des engrais verts (tableau II) et permet d'atteindre l'objectif de production visé (IGP).

L'incidence majeure de la pratique des engrais verts dans le cadre de notre essai intervient au niveau de la teneur en azote assimilable des moûts. Ce paramètre est significativement supérieur ( $p < 0.01$ ) sur les trois modalités ayant reçu le semis de féverole, cette augmentation est modérée, +30% sur la modalité BD, à importante +65% sur les modalités BE et RM (tableau II). Dans certaines situations où le moût est carencé en azote ( $< 140$  mg/l), l'implantation de couverts à base de Fabacées est ainsi une voie pour pallier ce problème. Cependant cette pratique est à manier avec prudence car des niveaux éle-

vés d'alimentation azotée peuvent inhiber la synthèse des anthocyanes (Hilbert *et al.*, 2003).

### CONCLUSION

Cet essai met en évidence qu'il est possible d'influencer dans une large mesure l'alimentation azotée de la vigne par l'implantation de couverts végétaux hivernaux à base de Fabacées. Nos résultats mettent en évidence l'intérêt de la féverole (*Vicia faba*) en termes de production de biomasse dans les conditions de semis tardif propres à la viticulture. Sur les deux années d'expérimentation, l'offre en azote minéral du sol a été augmentée par la restitution des résidus végétaux des couverts intercalaires, cet effet étant majoré par l'enfouissement. Cette augmentation est intervenue relativement tardivement, en fin d'été, entraînant peu d'incidences sur le rendement mais un accroissement significatif de la teneur en azote assimilable du moût. Une étape suivante pourrait être une meilleure identification des leviers d'action mobilisables (date de destruction...) pour un pilotage de la dynamique de restitution de l'azote adaptable à différents objectifs.

Les engrais verts s'avèrent une piste intéressante en viticulture afin de concilier bénéfices environnementaux liés à la pratique d'enherbement, et amélioration de l'alimentation azotée de la vigne.



## RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- DAVID, N., SERRANO E., RENARD R., 2001. Vigne et qualité de vendange: effet de l'enherbement semé. Synthèse de sept années d'essai sur cépage Colombard. *Phytoma*, 54, 46-47.
- HILBERT, G., SOYER, J. P., MOLOT, C., GIRAUDON, J., MILIN, S., GAUDILLÈRE, J. P., 2003. Effects of nitrogen supply on must quality and anthocyanin accumulation in berries of cv. Merlot. *Vitis*, 2, 69-76.
- INGELS, C. A., SCOW, K. M., WHISSON, D. A., DRENOVSKY, R. E., 2005. Effect of cover crops on grapevines, yield, juice composition, soil microbial ecology and gopher activity. *Am. J. Enol. Vitic.*, 56 (1), 19-29.
- LE BISSONNAIS, Y., ANDRIEUX, P., 2007. Impact des modes d'entretien de la vigne sur le ruissellement, l'érosion et la structure des sols. *Progrès Agricole et Viticole*, 124, 191-196.
- MORLAT, R., JACQUET, A., ASSELIN, C., 1993. Principaux effets de l'enherbement permanent contrôlé du sol dans un essai de longue durée en Anjou. *Progrès Agricole et Viticole*, 110 (19), 406-410.



# Étude de nouveaux procédés de clarification des bourbes et fonds de cuve

**J. M. Desseigne**

IFV, Pôle Rhône Méditerranée, 30230 Rodilhan / e-mail: jean-michel.desseigne@vignevin.com

**François Davaux**

IFV, Pôle sud ouest, 81310 Lisle sur Tam / e-mail: francois.davaux@vignevin.com

La clarification de liquides contenant des teneurs élevées en matières en suspension, comme les bourbes, les fonds de cuve, les rétentats de filtres tangentiels, les "chasses" de centrifugation, nécessite des équipements spécifiques. Ce sont en effet des produits difficiles à clarifier en raison de leur "charge" en particules, de teneurs souvent élevées en colloïdes et de la présence éventuelle de produits colmatants ou abrasifs (colles, bentonite, cristaux de tartre...).

Traditionnellement, cette clarification est réalisée par l'intermédiaire de filtres rotatifs sous vide ou de filtres-presses. Ces équipements, aux performances reconnues pour ces applications, présentent cependant un certain nombre d'inconvénients:

- Une utilisation d'importantes quantités de terre de filtration (perlite ou Kieselguhr), avec des ratios de consommation de l'ordre de 1 à 3 kg par hl filtré. La manipulation des terres de filtration nécessite des systèmes ou équipements spécifiques pour protéger les opérateurs.

- Une production importante de résidus de filtration, se présentant sous forme de Terre de Filtration Usagées

- Une conduite nécessitant du personnel qualifié, notamment pour ce qui concerne les filtres rotatifs
- Une assez faible polyvalence

Des innovations techniques ont été récemment proposées par des équipementiers pour la clarification des suspensions très "chargées", l'objectif étant d'apporter une alternative aux filtres rotatifs et filtres-presses, pour des raisons à la fois environnementales et qualitatives: filtres tangentiels à membranes organiques ou céramiques à capillaires (ou tubes) de diamètres élevés, filtres tangentiels à membranes en acier inoxydable, filtres tangentiels à disques rotatifs, décanteurs centrifuges et clarificateurs centrifuges à assiettes.

L'objectif des expérimentations réalisées de 2011 à 2013, en Languedoc-Roussillon et Midi-Pyrénées, est d'étudier les performances techniques et environnementales de ces nouveaux procédés.

## MATÉRIEL ET MÉTHODES

Les expérimentations sont réalisées comparativement aux filtres à «précouche» (filtres rotatifs sous

vide, filtres-presses), dont les performances technologiques et environnementales sont connues pour ces applications. Elles sont complétées par des suivis sur site sur des périodes d'une à deux semaines d'utilisation.

## EQUIPEMENTS EXPÉRIMENTÉS

### Filtre tangentiel mode bourbes.

Développé par la société Vaslin Bucher en 2008, ce filtre est une adaptation d'un filtre tangentiel à membrane organique à fibres creuses pour la filtration des bourbes. L'équipement comprend:



Pré-filtre à tambour rotatif et filtre tangentiel de 60m<sup>2</sup>. J. M. Desseigne

- Un pré-filtre à tambour rotatif
- Des membranes spécifiques, constituées par des capillaires de 3 mm de diamètre, contre 1.5 mm pour le vin. L'augmentation du diamètre évite le bouchage des capillaires, mais diminue de moitié la surface filtrante
- Un tubing supérieur, constitué de racleurs internes motorisés.

Le même filtre peut être utilisé pour la filtration des bourbes et des vins, avec ou non changement de membrane. La gamme comprend des filtres de 12 à 60 m<sup>2</sup>, pour des débits moyens cibles de 4 à 20 hl/h (80 à 400 hl par 24 h). Les expérimentations ont été réalisées sur des filtres de 36 et 60 m<sup>2</sup>.

### Filtre tangential à disques rotatifs.

La filtration tangentielle dynamique est un procédé de filtration issu de l'industrie, adapté très récemment à l'œnologie. La rotation des disques génère des turbulences. La combinaison de faibles pressions et de cisaillements élevés permet une réduction des dépôts sur la membrane, et autorise donc la filtration de produits contenant de fortes quantités de matières en suspension.

Ce nouvel équipement est développé par la société Padovan. Il est polyvalent, puisque le même outil peut filtrer des moûts, des bourbes, des vins et des fonds de cuve. La gamme comprend des filtres de 5 à 80 m<sup>2</sup>, pour des débits moyens cibles de 30 à 60 l/h/m<sup>2</sup>, soit de 45 à 700 hl par 24 h. Les expérimentations ont été réalisées sur un filtre de démonstration de 3,3 m<sup>2</sup>.



Filtre tangential à disques rotatifs. F. Davaux.



Filtre tangential à membrane en acier inoxydable. F. Davaux

### Filtre tangential à membrane en acier inoxydable

La société Bucher Vaslin a développé en 2010 un nouveau filtre tangential spécifique pour la filtration des fonds de cuve. L'innovation réside en l'utilisation de membranes tubulaires en acier inoxydable, avec une couche filtrante en oxyde de titane. L'intérêt de l'acier inoxydable est évidemment la résistance mécanique élevée, autorisant la filtration de produits avec des contenus solides importants. La gamme comprend

des filtres de 16 à 32 m<sup>2</sup>, pour des débits moyens cibles de 3 à 10 hl/h (30 à 200 hl par 24h). Les expérimentations ont été réalisées sur des filtres de 16 et 21 m<sup>2</sup>.

### Décanteur centrifuge

L'adaptation de ce procédé au domaine vitivinicole a connu depuis 2009 des améliorations technologiques grâce notamment à un partenariat INRA-Alfa Laval. L'intérêt technologique d'un décanteur réside dans un traitement en continu et en lig-



Décanteur centrifuge. J. M. Desseigne

ne, autorisant des débits élevés, sur des produits "chargés" en particules en suspension. Outre le pressurage, les applications concernent la clarification des moûts issus du chauffage de la vendange, des bourbes et des fonds de cuve. Il ne permet pas la clarification des vins. La gamme comprend des équipements de 10 à 250 hl/h. Les expérimentations ont été réalisées sur des équipements de 10 à 30hl/h.

### Matières premières mises en œuvre et caractérisation des produits

Les expérimentations sont réalisées sur des bourbes et des fonds de cuve obtenus en condition réelles, dans

5 sites de production. Les bourbes sont issues de décantation statique et traitées quelques heures après leur séparation. Elles sont caractérisées par des teneurs en matières en suspension en moyenne de 9 % en poids (valeurs extrêmes 6.5 à 10.8%). Les fonds de cuve sont issus de décantation statique (soutirage) et traités plusieurs semaines après leur séparation. Les matières en suspension sont généralement beaucoup plus élevées que dans le cas des bourbes (moyenne des valeurs de 30%), avec de très fortes variabilités (valeurs extrêmes de 3 à plus de 60%),

Les moûts et les vins sont caractérisés par les critères analytiques

usuels en œnologie. Les performances en terme de clarification des outils sont définies sur les critères turbidité (NTU/Nephelometric Turbidity Unit), Matières en Suspension Humides en volume ou en poids (MES %vol ou MES% poids) par centrifugation. Pour les moûts, les vinifications sont réalisées en cave expérimentale selon les modes opératoires standardisés. Les vins sont embouteillés et soumis à analyse sensorielle en verres noirs. Les données sont traitées par analyse de variance et F-test. Les résidus issus des équipements de clarification sont caractérisés sur des critères agro-environnementaux selon la norme NF-U-44-051.

	Filtre tangentiel mode bourbes	Filtre tangentiel à disques rotatifs	Filtre tangentiel à membrane en acier inoxydable	Décanteur centrifuge
Bourbes	X	X		X
Fonds de cuve		X	X	X

Tableau 1: Essais réalisés. IFV. 2011-2013

## RÉSULTATS

### Aspects technologiques

#### a) débits de clarification.

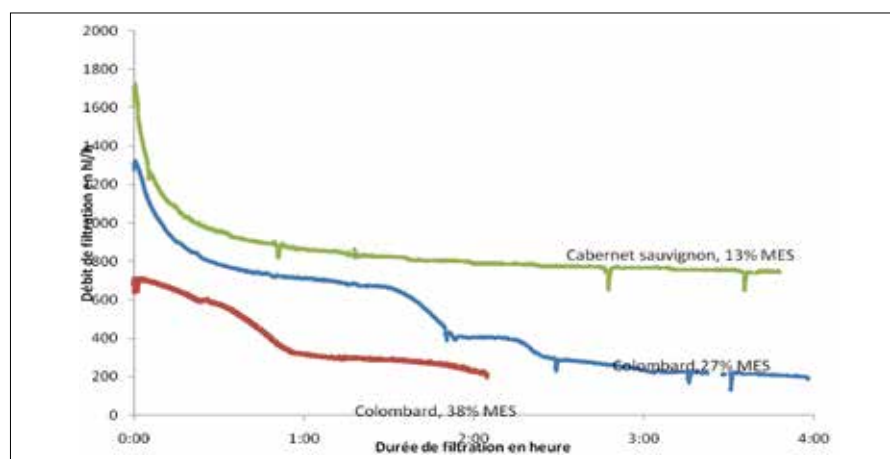
Les débits de clarification dépendent étroitement des caractéristiques des produits, et notamment de la nature et quantité du trouble. Sur bourbes et surtout sur fonds de cuve, la sédimentation des particules en suspension lors de leur stockage génère une forte hétérogénéité entre le haut et le bas des cuves. Une homogénéisation avant clarification est souhaitable, voire obligatoire, pour un bon fonctionnement des appareils.

Les débits des filtres tangentiels exprimés en  $L \cdot h^{-1} \cdot m^{-2}$  sont évidemment beaucoup plus faibles que ceux des filtres rotatifs sous vide, d'un facteur de 2 à 4. Les valeurs moyennes obtenues sont de l'ordre de  $40 L \cdot h^{-1} \cdot m^{-2}$  sur bourbes et  $20 L \cdot h^{-1} \cdot m^{-2}$  sur fonds de cuve. Le mode d'utilisation des filtres tangentiels est cependant très différent, avec une automatisation complète, autorisant des cycles de filtration de durée importantes (20 heures et plus), sans

surveillance. Pour un dimensionnement, le critère le plus pertinent est le débit journalier ( $4 \text{ à } 9 L \cdot j^{-1} \cdot m^{-2}$ ). A titre d'illustration, 300 hl de bourbes ont été filtrées sur 18h00 de fonctionnement sur un filtre de  $36 m^2$ .

Un des avantages des décanteurs centrifuges est d'autoriser des débits de clarification très élevés (débits fonction des modèles), avec un fonc-

tionnement continu, en ligne. Les plages de débits annoncées ont été confirmées lors des expérimentations réalisées. En cours de fonctionnement, après la phase de démarrage, les débits restent stables si les produits à traiter sont homogènes. Dans le cas inverse, les débits sont à ajuster en fonction du couple et des performances en termes de séparation.



Graphique 1 : Influence des caractéristiques des produits sur les débits de clarification. Cas de la filtration tangentiel de fonds de cuve. F. Davaux

Bourbes de Terret (MES : 9.5%)	Filtre Rotatif sous Vide	Filtre tangentiel membrane organique	Décanteur centrifuge
Surface de filtration	15 m <sup>2</sup>	60 m <sup>2</sup>	S0
Volume traité	330 hl	50 hl	60 hl
Durée de traitement	12 h	1h40	2h30
Débit de traitement	30 hl .h <sup>-1</sup>	30 hl .h <sup>-1</sup>	24 hl .h <sup>-1</sup>
Débit par m <sup>2</sup> de surface filtrante	200 L.h <sup>-1</sup> .m <sup>-2</sup>	50 L.h <sup>-1</sup> .m <sup>-2</sup>	so
Turbidité moyenne des moûts en sortie	12 NTU	2 NTU	1890 NTU
MES % poids	nm	nm	1.95 %
Pourcentage d'élimination des MES	> 99%	> 99%	80%
% de volume récupéré	92%	80%	95%
Rétentat/ pâte/ TFU	1006 kg	300 l	41 kg
Rétentat/ pâte/ TFU	3.25 kg.hl-1	6 l. hl-1	0.7 kg.hl-1
Humidité pâte et TFU	46%	76.9%	50.6%
Quantité de Kieselguhr utilisée	1.51 kg.hl-1	0	0

Tableau 2 : Résultats comparatifs sur bourbes. Cépage Terret S0: sans objet; nm : non mesurable

Produit	Fond de cuve. Sauvignon MES : 50%	Fond de cuve Sauvignon MES : 18%	Fond de cuve Thermo MES: 50%
Matériel	Filtre tangentiel à disques rotatifs	Filtre tangentiel Inox	Décanteur centrifuge
Surface de filtration	3.3 m <sup>2</sup>	16.2 m <sup>2</sup>	so
Volume traité	1.27 hl	135 hl	95 hl
Durée de traitement	2h15	27h40	7h50
Débit de traitement	0.57 hl.h <sup>-1</sup>	3,8 hl.h <sup>-1</sup>	12 hl.h <sup>-1</sup>
Débit par m <sup>2</sup> de surface filtrante	17L.h.m <sup>2</sup>	24L.h.m <sup>2</sup>	S0
Turbidité moyenne des moûts en sortie	1 NTU	0,9 NTU	nm MES:1.8%
Pourcentage d'élimination des MES	> 99%	> 99%	96%
% de volume récupéré	nm	82%	86%
Rétentat/ pâte/ TFU	nm	2500 L	3200 kg-
Rétentat/ pâte/ TFU	nm	18 L.hl <sup>-1</sup>	28kg/hl
Humidité pâte et TFU	nm	82.2%	67%
Consommation eau	34L.hl <sup>-1</sup>	31L.hl <sup>-1</sup>	24L.hl <sup>-1</sup>

Tableau 3 : Quelques résultats de suivis sur site. Fonds de cuve. So : sans objet; nm : non mesurable

### b) Qualité de clarification

Les filtres tangentiels, comme attendus, permettent d'obtenir des moûts ou des vins limpides (quelques NTU), à partir de bourbes ou fonds de cuve contenant d'importantes quantités de matières en suspension. Les capacités de clarification sont supérieures à celles des filtres rotatifs et filtres-presses.

Les niveaux de clarification obtenus sur bourbes imposent de réajus-

ter les turbidités ou d'assembler les bourbes clarifiées au moût débourbé statiquement, afin d'éviter des arrêts fermentaires ou des fermentations languissantes. Sur fonds de cuve, l'efficacité de la filtration est également soulignée par l'obtention de faibles indices de colmatage (IC<20) après filtration.

Les décanteurs permettent de réduire très fortement les teneurs en matières en suspension, avec des

pourcentages d'élimination de 70 à plus de 98%. Après clarification de bourbes, les teneurs sont de l'ordre de 1 à 2%. Quelques minutes après traitement, deux phases apparaissent : une phase clarifiée en partie basse et une "mousse" en surface, la matière en suspension résiduelles remontant à la surface, comme dans le cas de la flottation. Ces deux phases peuvent éventuellement être séparées par soutirage. Sur fonds de cuve,

les teneurs en trouble après clarification varient de 1,2 à 6% (valeur médiane de 2.1%). Un traitement complémentaire est nécessaire pour obtenir la limpidité.

### c) Taux de récupération

Le taux de récupération, défini comme étant le rapport entre la quantité de liquide clarifié par rapport au volume initial, est souvent difficile à quantifier précisément. Il dépend également évidemment des pourcentages de particules à éliminer.

Pour les technologies tangentielle, le taux de récupération sont étroitement liés aux réglages des filtres et aux volumes filtrés, en raison des volumes morts. Lors des expérimentations, ils varient de 80 à 92%. Les résidus sont sous forme liquide, avec un taux d'humidité proche de 80%. Ils sont caractérisés par un taux élevé de matières organiques (80 à 90%). Ils sont valorisables en distillerie.

La décantation centrifuge est la technologie la plus performante sur ce critère. Des taux de 95% ont été mesurés lors des expérimentations. Les résidus sont sous forme plus ou moins "pâteuse" selon les réglages, avec des taux d'humidité de 60 à 70%. Ils sont également valorisables en distillerie.

Les résidus des filtres rotatifs et filtres presses ont des taux d'humidité voisins de 50%. Ils sont caractérisés par un pourcentage élevé de matières minérales ( $\frac{3}{4}$  de matières minérales et  $\frac{1}{4}$  de matière organique, en poids sec). Ils constituent des déchets qui peuvent être co-compostés avec des déchets verts ou épandus.

### d) Consommation en eau

Quelque soit la technologie utilisée, la clarification des bourbes et fonds de cuve nécessite des consommations en eau importantes, en raison des phénomènes de colmatage. Les ratios dépendent des volumes des lots traités et de la fréquence des nettoyages.

L'équipement le moins consommateur d'eau est le décanteur centrifuge, avec des ratios variant de 4 à 34 l/hl clarifié, en conditions normales d'utilisation. La filtration tangen-

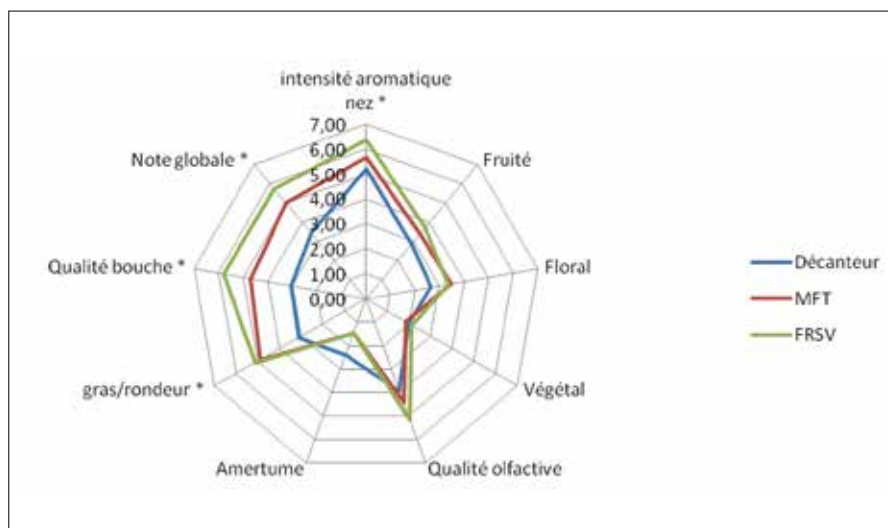


Schéma 1 : Dégustations comparatives. Bourbes de Terret clarifiées par décanteur centrifuge, filtre tangentiel et filtre rotatif sous vide. IFV Pole Rhône-Méditerranée

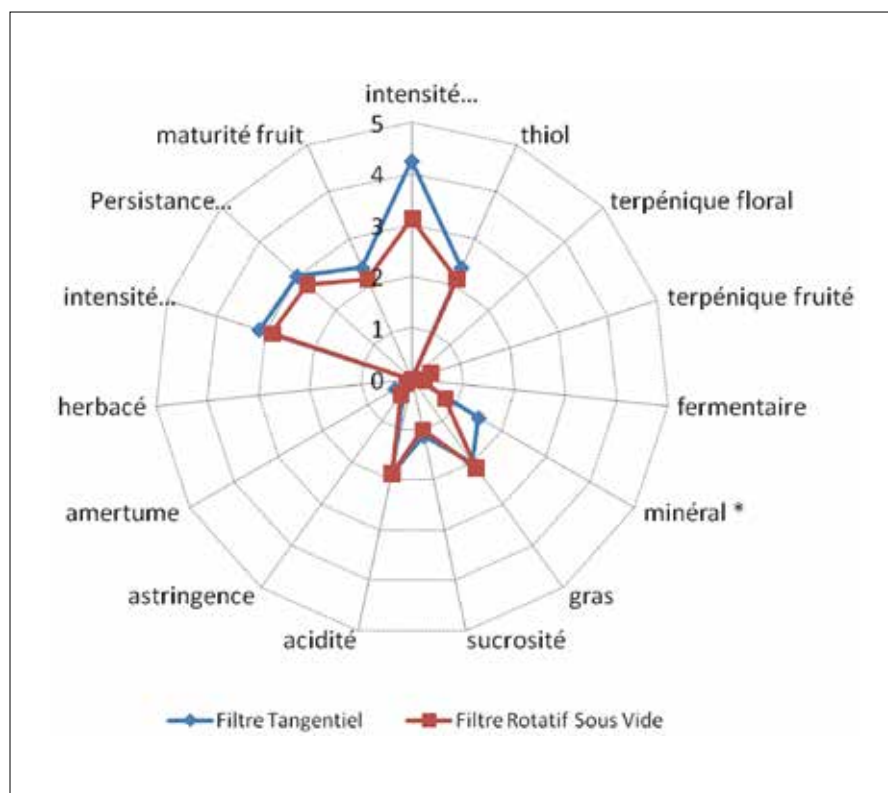


Schéma 2 : Dégustations comparatives. Bourbes de Sauvignon Blancs Terret filtrées par filtre tangentiel et filtre rotatif sous vide. IFV Pole Sud-ouest

tielle des bourbes et fonds de cuve nécessite des consommations d'eau beaucoup plus importantes que dans la filtration tangentielle des vins, avec des ratios moyens de l'ordre de 12 l/hl filtré sur bourbes et 40l/hl sur fonds de cuve. Des colmatages prématurés peuvent nécessiter la mise

en œuvre de rinçages intermédiaires et augmenter ces consommations.

### ASPECTS QUALITATIFS

Sur bourbes, deux dégustations comparatives ont été réalisées:

- Comparaison lots filtre rotatif sous vide/ filtre tangentiel/ décan-

teur centrifuge issus de bourbes de Terret.

- Comparaison lots filtre rotatif sous vide / filtre tangentiel issus de bourbes de sauvignon.

Dans la première, le panel n'a pas réussi à différencier significativement les modalités "filtre rotatif" et "filtre tangentiel". Le vin issu de la modalité "décanteur centrifuge" se différencie des deux autres vins, avec une intensité aromatique plus faible. Les niveaux de turbidité et le taux de MES obtenu en sortie de décanteur sont trop élevés pour une vinification séparée de ces moûts. Ceux-ci doivent subir une clarification secondaire (soutirage, centrifugation ou filtration) ou être assemblés au moût après débouillage statique.

Dans la deuxième dégustation, le vin issu de bourbes clarifiées par filtre tangentiel a été noté aromatiquement plus intense que celui de la modalité filtre rotatif.

Sur fonds de cuve, les premières dégustations réalisées n'ont pas permis de différencier clairement les modalités "filtres tangentiels" des modalités "filtres à terre" sur des matières premières de faible qualité. Des expérimentations complémentaires sur des produits de qualité seraient nécessaires. Contrairement à la filtration sur terre, les dissolutions d'oxygène lors de la filtration tangentielle sont faibles, de l'ordre de 0.1 à 0.3 mg/L. Les modalités "décanteurs centrifuges" n'ont pas été dégustées en raison de la présence de matières en suspension. Dans les conditions de mise en oeuvre des expérimentations, de fortes augmentations en oxygène dissous, jusqu'à saturation, ont été mesurées lors de la clarification par décanteur centrifuge. L'impact, positif ou négatif, des enrichissements en oxygène sur ce type de produit serait à étudier.

### CONCLUSIONS

La clarification de liquides contenant des teneurs élevées en particules en suspension suscite un intérêt grandissant, tant de la part

des vinificateurs que des équipementiers, et ce pour des raisons à la fois qualitatives, environnementales et économiques. L'intérêt qualitatif de la réincorporation de bourbes clarifiées est reconnu dans la pratique et a été démontré par de nombreuses études expérimentales. La qualité des vins obtenus après clarification des fonds de cuve, retentats ou chasses de centrifugation reste peu étudiée. Etant donné les risques de déviations microbiologiques ou organoleptiques, cette clarification doit a minima être réalisée le plus tôt possible après la première opération de séparation.

Cette clarification ne pouvait, jusqu'à ces dernières années, être obtenue que par l'utilisation de filtres rotatifs sous vide et filtres-presses. Ces équipements, très performants sur des suspensions chargées, présentent comme inconvénients principaux l'utilisation d'importantes quantités de terre de filtration et la production de déchets, appelée "Terres de Filtration Usagées", actuellement peu valorisables économiquement.

Les nouveaux procédés de clarification étudiés, basés sur la filtration tangentielle ou la séparation centrifuge, sont proposés comme alternatives. Les expérimentations réalisées ont démontré l'intérêt de ces techniques, avec cependant des différences importantes en terme de capacité de clarification et de conditions de mise en oeuvre.

Trois filtres tangentiels, de conceptions très différentes, ont été expérimentés. Certains sont polyvalents, car utilisables sur bourbes, fonds de cuve et vins. D'autres, à l'opposé, ont été conçus spécifiquement pour les applications sur suspensions chargées. Ces équipements permettent d'obtenir des produits limpides (quelques NTU) et sont fonctionnels même sur des produits contenant de très fortes quantités de particules en suspension (plus de 50%). Les bourbes clarifiées doivent être réajustées en turbidité ou assemblées au moût débouillé statiquement

pour éviter les arrêts fermentaires. Comparativement à la filtration frontale, les indices de filtrabilité des vins obtenus après clarification sont très nettement en faveur de la filtration tangentielle. Malgré les innovations techniques, les débits horaires par unité de surface restent relativement faibles, mais une utilisation automatisée sur 20 heures autorise la clarification de volumes journaliers importants. D'un point de vue environnemental, les filtres tangentiels limitent la production de déchets lors de l'opération de clarification, les résidus étant sous forme liquide valorisable. A contrario, ils augmentent le ratio de consommation en eau par hl, mais sur des volumes limités (10% pour les bourbes, 3 à 6% pour les fonds de cuve).

Les décanteurs centrifuges permettent de clarifier les bourbes et les fonds de cuve à des débits horaires élevés et en continu. Les suspensions chargées peuvent donc être traitées rapidement après leur production, ce qui limite les risques de déviations microbiologiques ou organoleptiques. Sur bourbes, en vinification en blanc, le niveau de clarification obtenu lors des expérimentations rendent nécessaires un traitement complémentaire ou un assemblage avant fermentations au moût débouillé. Sur fond de cuve, la clarification par décanteur centrifuge ne doit être considérée que comme un prétraitement. Comparativement à la filtration sur terre, il n'y a plus de production de déchets, mais d'un résidu riche en matière organique, valorisable.

D'un point de vue économique, ces nouveaux procédés nécessitent des niveaux d'investissements élevés, de 70.000 à plus de 300.000 € (pour plus de détail, nous renvoyons au "coût des fournitures en viticulture et Oenologie" et au site Matevi.france). Les coûts de production et retours sur investissement dépendent de nombreux facteurs (volumes traités, polyvalence, valorisation des produits, durée de vie des composants), et ne peuvent être étudiés qu'au cas par cas.



# Estratégias de rega para aumentar a eficiência do uso da água em vinha, no Baixo Alentejo

Oliveira e Silva P.<sup>1</sup>, Ramôa, S.<sup>1</sup>, Amaral, A.<sup>2</sup>, Fernandes, A.<sup>1</sup> Canário, R.<sup>3</sup> Boteta, L.<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Departamento de Biociências

<sup>2</sup>Departamento de Tecnologias e Ciências Aplicadas, Instituto Politécnico de Beja

<sup>3</sup>Bolseiro do Projecto Riteca II, Departamento de Biociências, Instituto Politécnico de Beja

<sup>4</sup>Centro Operativo e de Tecnologia de Regadio, Quinta da Saúde, Beja

O regadio, particularmente com recurso a água com origem em Alqueva, pode contribuir para o reforço da competitividade da produção agrícola no Alentejo, concorrendo para a afirmação de *clusters* tradicionais na Região, como a vitivinicultura, um dos sectores mais importantes, com uma oferta de produtos de qualidade, muitos dos quais com denominação protegida. No entanto, o aproveitamento sustentável desta área de regadio requer particular atenção à utilização racional dos recursos ambientais, nomeadamente água e solos. Assim a gestão da rega no Alentejo, em condições de clima Mediterrânico, onde a água é o principal fator limitante da produção agrícola, terá de ser cada vez mais orientada para o uso eficiente, racional e sustentado da água (Feres e Soriano, 2007).

A rega deficitária, uma estratégia que tem como objetivo reduzir o consumo de água pelas culturas, tem sido utilizada com sucesso em fruticultura e, nomeadamente, na vinha, devido a fatores como a maior influência da qualidade da produção no resultado económico destas culturas, a sua menor sensibilidade ao défice hídrico nalgumas fases do ciclo, a utilização de equipamentos de rega que facilitam a gestão do *stress* e as características do coberto, em que a redução da condutância estomática permite uma maior economia de água (Feres e Soriano, 2007).

O objetivo será otimizar, através do equilíbrio entre o vigor da vinha e a sua produção potencial, o número de frutos, o seu tamanho e a sua qualidade (Chaves *et al.*, 2010), submetendo as videiras, durante um determinado período do ciclo cultural, a um certo nível de *stress*, que pode influenciar positivamente a produção e a qualidade do produto, com vista à maximização da qualidade do vinho sem afetar a perenidade da videira.

Na rega deficitária a gestão do nível de *stress* assume particular importância, requerendo um controlo adequado do estado hídrico da planta ou do solo (Jones, 2004; Feres e Soriano, 2007). De entre os métodos baseados na planta, a câmara de pressão é considerada a técnica de referência para monitorização do potencial hídrico na planta,

ainda que tenha a desvantagem de ser exigente em mão de obra e não permitir a automatização da rega (Jones, 2004).

A monitorização do estado hídrico da vinha, utilizando um indicador fiável, constitui uma base para o desenvolvimento de métodos de condução de rega deficitária. A estratégia de rega pode ser estabelecida tendo como orientação a relação entre a intensidade de *stress* hídrico, a induzir em cada fase do ciclo da videira, quantificada através de valores indicativos do potencial hídrico, e as características pretendidas para o produto final (Gurovich e Vergara, 2005; Ojeda, 2007).

### BREVE CARACTERIZAÇÃO DA ATIVIDADE EXPERIMENTAL

O ensaio decorreu na Herdade do Monte Novo e Figueirinha, em Beja sob clima, segundo a classificação de Köppen, mesotérmico húmido com estação seca e quente no Verão (Csa). A vinha tem cerca de 40 ha de uva tinta, encontrando-se o ensaio localizado numa parcela ocupada pela casta Aragonez (Figura 1), implantada com um compasso 2,8 m x 1,1 m e conduzida em cordão bilateral. A topografia é plana, com deficiente drenagem externa e os solos delgados, argilosos, com alguma a bastante pedregosidade e de elevada compacidade assentes sobre material

rochoso de natureza eruptiva básica (gabro-diorito) pouco fissurado. O potencial produtivo para a cultura da vinha regada é moderado. A vinha é regada por um sistemagota-a-gota, com gotejadores auto-compensantes.

No ano de 2013 estudaram-se três estratégias de rega deficitária controlada, estabelecidas tendo como orientação a intensidade de *stress* hídrico, quantificada através do potencial hídrico do caule. Os valores indicativos do potencial hídrico a manter nas três modalidades foram os seguintes: -0.80 até ao pintor e -0.90 no período pintor-colheita, em RDC1; -0.95 até ao pintor e -1.05 no período pintor-colheita, em RDC2; -1.05 até ao pintor e -1.35 no período pintor-colheita, em RDC3. As dotações de rega foram definidas semanalmente tendo por base as medições do potencial hídrico do caule e os valores da evapotranspiração de referência ( $ET_0$ ), calculada pelo método de Penman-Monteith, com base na informação agrometeorológica obtida na estação da Quinta da Saúde. Utilizaram-se os coeficientes culturais definidos pela FAO para a cultura da vinha para vinho (Allen e outros, 1998), a que se associou um coeficiente de *stress* variável com a estratégia de RDC. As dotações de



Fotografia do local do ensaio.



rega aplicadas, durante o ciclo cultural da vinha, foram de cerca de 190 mm (RDC1), 140 mm (RDC2) e 100 mm (RDC3).

Para avaliação do efeito das estratégias de rega estudadas sobre a cultura da vinha foram quantificados, no final do ciclo, a produção, as componentes da produção e o peso da lenha de poda total. Para caracterizar a composição do fruto quantificaram-

se o teor de sólidos solúveis, a acidez total, o teor de antocianinas totais, o índice de polifenóis totais e a intensidade da cor. O desenvolvimento da vinha foi avaliado seguindo a metodologia descrita por Baggiolini (1952). O efeito do fator estratégia de rega sobre os dados obtidos experimentalmente foi avaliado através de análise de variância. Nos casos em que a análise de variância revelou a

existência de um efeito significativo ( $P < 0.05$ ), utilizou-se o teste de Tukey, para um nível de significância  $\alpha = 0.05$ , para localização das diferenças entre os valores médios.

### RESULTADOS E CONCLUSÕES

Os Quadros 1 e 2 referem-se à fenologia da vinha e ao efeito da estratégia de rega sobre a produção e suas componentes, respetivamente.

Quadro 1 – Fenologia da vinha no ano de 2013.

Fase do Ciclo	Gomo de algodão	Floração	Pintor	Maturação	Vindima
Dia do Ano	73	137	197	230	245

Quadro 2 - Efeito da estratégia de rega sobre a produção e suas componentes nas três modalidades de RDC.

Modalidade	Produção (kg. cepa <sup>-1</sup> )	Número de cachos / cepa	Número de bagos / cepa	Peso de 100 bagos (g)	Peso da lenha de poda total (kg. cepa <sup>-1</sup> )	Eficiência do uso da água de rega (g.mm <sup>-1</sup> )
RDC1	4.33 a	21.6	2614 a	165	0.921	23.0
RDC2	3.99 a	20.4	2526 a	157	0.916	28.6
RDC3	2.75 b	16.9	1738 b	156	0.785	26.5
Média	3.69	19.6	2293	159	0.874	---
Nível de significância	0.0019	n.s.	0.0038	n.s.	n.s.	---

<sup>(1)</sup>Em cada coluna, médias seguidas da mesma letra, não diferem significativamente pelo teste de Tukey ( $\alpha = 0.05$ ).

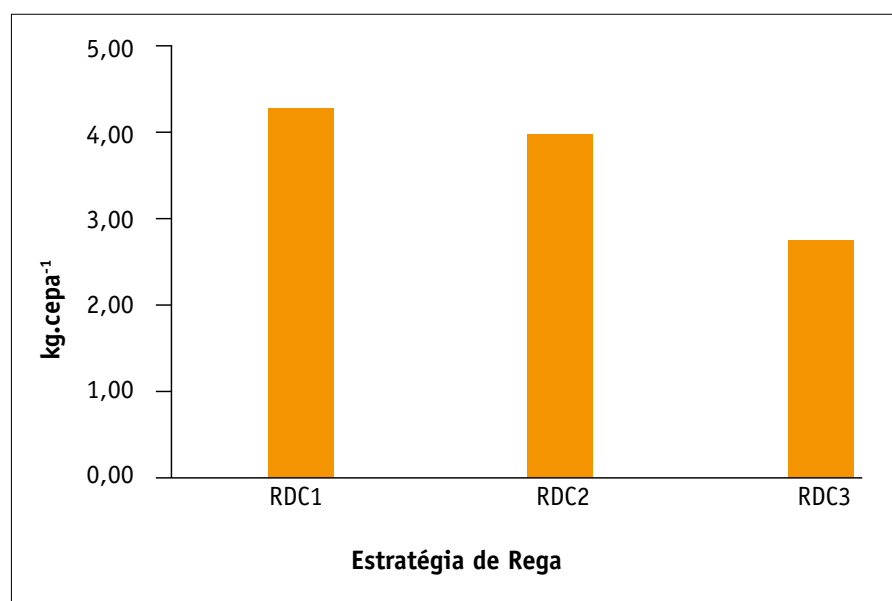


Figura 1 – Produção da cultura no ano de 2013.

As dotações de rega influenciaram significativamente ( $P < 0,05$ ) a quantidade de uva produzida, com um decréscimo significativo na situação de maior carência hídrica, não tendo a composição do fruto sido significativamente influenciada pelo nível de stress hídrico.

De um modo geral os valores mais elevados da produção da cultura e suas componentes (Quadro 2), bem como do peso de lenha de poda, foram observados sob RDC1, em condições de stress menos intenso. Só a produção e o número de bagos por cepa foram significativamente influenciados pela estratégia de rega, tendo o teste de Tukey permitido identificar um grupo homogêneo formado pelas modalidades RDC1 e

RDC2, que se distingue significativamente da modalidade RDC3, de maior nível de *stress* hídrico, com valores médios mais baixos de produção e de número de bagos por cepa.

Relativamente à composição do fruto (Quadro 3), em geral, os valores mais elevados foram observados na modalidade RDC3, com destaque para a concentração de antocianas.

Os resultados sugerem também que, em condições ambientais semelhantes às obs ervadas no ano de 2013, é possível aumentar sig-

nificativamente e de forma sustentável a eficiência do uso da água de rega pela videira. Esta eficiência variou com a estratégia de rega, refletindo a resposta da cultura ao stress hídrico induzido ao longo do ciclo. Particular atenção requer a redução da produção associada ao nível mais elevado de stress, que associada à ausência de um efeito positivo significativo sobre a composição do fruto, mostra que a rega tem que ser gerida com ponderação, por forma a permitir um aumento sustentado da produtividade da água.

## AGRADECIMENTOS

Os autores gostariam de expressar o seu agradecimento: ao Projeto RITECA II, Rede de investigação Transfronteiriça de Extremadura, Centro e Alentejo, cofinanciado pelo Fundo Europeu de Desenvolvimento Regional (FEDER), através do programa operacional de cooperação transfronteiriça Espanha-Portugal (POCTEP) 2007-2014”, ao Comendador Leonel Cameirinha, Dr. Filipe Cameirinha Ramos, Mestre Nuno Conceição, Mestre Artur Estevão, Doutor José Silvestre, Doutora Maria Isabel Ferreira, Doutor Carlos Arruda Pacheco e à ATEVA.

Quadro 3 - Efeito da estratégia de rega sobre a composição do fruto nas três modalidades RDC.

Modalidade	Teor de sólidos solúveis (% Brix)	Acidez total (g.de ácido tartárico.dm-3)	Intensidadeda Cor	Antocianas totais (mg.dm-3)	Índice de polifenóis totais (IPT)
RDC1	21.9	2.5	12.2	643.1	47.9
RDC2	22.2	2.9	13.6	563.2	52.4
RDC3	22.3	2.6	14.2	706.9	52.5
Média	22.1	2.6	13.3	637.7	50.9
Nível de significância	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.

## BIBLIOGRAFIA

- ALLEN, R. G.; PEREIRA, L. S.; RAES, D.; SMITH, M. (1998). Crop evapotranspiration. Guidelines for computing crop water requirements. Irrigation and Drainage Paper n° 56. FAO, Roma, Itália.
- BAGGIOLINI, M. (1952). Les stades repères dans le développement annuel de la vigne et leur utilisation pratique. Revue romande d'Agriculture, de Viticulture et d'Arboriculture 8, 4-6.
- CHAVES, M., ZARROUK, O., FRANCISCO, R., COSTA, J., SANTOS, T., REGALADO, A., RODRIGUES, M. E LOPES, C. (2010). Grapevine under deficit irrigation: hints from physiological and molecular data. *Annals of Botany* 105: 661-676.
- FERERES, E, E SORIANO, M. (2007). Deficit irrigation for reducing agricultural water use. *Journal of Experimental Botany*, 58 (2): 147-159.
- GUROVICH, L.; VERGARA, M. (2005). Riego deficitario controlado: la clave para la expresión del terroir de vinos premium. Proceedings: *Seminario Internacional de Manejo de Riego y Suelo en Vides para Vino y Mesa*. Instituto de Investigaciones Agropecuarias, Santiago, Chile.
- JONES, H. (2004). Irrigation scheduling: advantages and pitfalls of plant-based methods. *Journal of Experimental Botany*, 55: 2427-2436.
- OJEDA, H. (2007). Rega qualitativa de precisão da vinha. *Revista Internet de Viticultura e Enologia*: 1-11. www.infowine.com.

# ADRAL organiza Workshops WINETech PLUS na região Alentejo

A ADRAL - Agência de Desenvolvimento Regional do Alentejo, S.A. dedicou o dia 14 de Maio de 2014 à realização de dois eventos no âmbito do projeto WINETech PLUS – Comunidade de Inovação e Novas Tecnologias em Viticultura e Produção de Vinho, uma iniciativa cofinanciada pelo Programa de Cooperação Territorial do Espaço Sudoeste Europeu – Interreg IVB – SUDOE e que está orientada para a transferência de tecnologias e melhoria das redes de cooperação entre empresas, adegas e centros de investigação/tecnológicos no sector vitivinícola.

Durante a manhã, decorreu o Workshop de Networking Tecnológico Empresarial subordinado à temática “Estabilização Tartárica de Vinho”, uma iniciativa que teve lugar no Ninho de Empresas de Marvão, localizado em Santo António Das Areias (Portalegre), procurando potenciar o networking tecnológico empresarial no setor



vitivinícola e promover a reflexão e a troca de experiências entre centros de saber e empresas dotadas de competências tecnológicas inovadoras, permitindo também que outras micro, pequenas e médias empresas acedam a informação sobre tecnologias e serviços avançados.

Este Workshop integrou uma apresentação geral do projeto WINETech PLUS, seguindo-se um painel moderado pela assessora especializada da ADRAL neste projeto, a Prof. Dra. Maria João Cabrita - investigadora da Universidade de Évora - onde estiveram presentes Ana Clemente, representante da AEB Bioquímica Portugal que focou a sua apresentação no “Uso de Resinas de Troca Iónica em Enologia”, e Pedro Marques da empresa Freitas Vilar, Lda. que esclareceu os presentes sobre o “Uso de Manoproteínas”.

Durante o período da tarde, decorreu o Workshop Temático “Valorização dos Resíduos por Gaseificação Térmica/Ensaio Laboratoriais”, um

evento orientado para a capitalização e difusão das ferramentas que têm vindo a ser concebidas no âmbito do projeto Winetech PLUS e com uma abordagem a um tema relevante para o setor vitivinícola na região Alentejo, procurando assim a dinamização da inovação e conhecimento e a aproximação de empresas e entidades que atuam nesta área.

Este Workshop integrou uma visita técnica às instalações do departamento de Coordenação Interdisciplinar para a Investigação e Inovação (C3i) do Instituto Politécnico de Portalegre. Guiados pelos investigadores Paulo Brito, Paula Rodrigues e Rui Subtil - representantes do Instituto Politécnico de Portalegre - os participantes tiveram pois a oportunidade de conhecer o C3i e os serviços que esta estrutura disponibiliza às empresas do setor vitivinícola, tendo aqui sido apresentados estudos de valorização dos resíduos por gaseificação térmica (ex. bagaço de uva) e alguns ensaios laboratoriais.



Secretaría del proyecto  
E-mail: [winetech@winetech-sudoe.eu](mailto:winetech@winetech-sudoe.eu)  
Página web : [www.winetechplus.eu](http://www.winetechplus.eu)

winetech  
plus  
comunidad de innovación  
y nuevas tecnologías en viticultura  
y elaboración de vino  
Communauté de Innovation  
et des nouvelles technologies en  
viticulture et vinification  
Comunidade de Inovação e novas  
tecnologias em viticultura  
e produção de vinho



# winetech plus



12 socios, en 9 regiones / 12 partenaires, dans 9 régions / 12 parceiros, em 9 regiões

## Galicia

Instituto Galego da Calidade Alimentaria (INGACAL)  
Fundación Empresa-Universidad Gallega (FEUGA)  
Agentes dinamizadores:  
María GRAÑA: [mgrana@winetech-sudoe.eu](mailto:mgrana@winetech-sudoe.eu)  
Paula ALDEANUEVA: [paldeanueva@winetech-sudoe.eu](mailto:paldeanueva@winetech-sudoe.eu)

## Castilla y León

Fundación General de la Universidad de León y de  
la Empresa (FGULEM)  
Agente dinamizador:  
Miguel Ángel OLEGO: [maolego@winetech-sudoe.eu](mailto:maolego@winetech-sudoe.eu)

## Alentejo

Agência de Desenvolvimento Regional do Alentejo  
(ADRAL)  
Agentes dinamizadores:  
Daniel JANEIRO: [djaneiro@winetech-sudoe.eu](mailto:djaneiro@winetech-sudoe.eu)  
Daniel SILVA: [dsilva@winetech-sudoe.eu](mailto:dsilva@winetech-sudoe.eu)

## Languedoc-Roussillon

Institut National de la Recherche Agronomique (INRA)

## La Rioja

Cámara Oficial de Comercio e Industria de La Rioja  
Fundación General de la Universidad de La Rioja  
D. G. de Investigación y Desarrollo Rural del Gobierno  
de La Rioja  
Agente dinamizador:  
Diego LÓPEZ: [dlopez@winetech-sudoe.eu](mailto:dlopez@winetech-sudoe.eu)

## Castilla-La Mancha

Universidad de Castilla-La Mancha (UCLM)  
Cooperativas Agro-alimentarias Castilla-La Mancha  
(UCAMAN)  
Agentes dinamizadores:  
Francesc VERDAGUER: [fverdagner@winetech-sudoe.eu](mailto:fverdagner@winetech-sudoe.eu)  
Luís GAYOSO: [lgayoso@winetech-sudoe.eu](mailto:lgayoso@winetech-sudoe.eu)

## Región Norte

União de Associações Empresariais da região Norte  
(UERN)

## Midi-Pyrénées y Aquitaine

Institut Français de la Vigne et du Vin (IFV Sud-Ouest)  
Agente dinamizador:  
Carole FEILHES: [cfeilhés@winetech-sudoe.eu](mailto:cfeilhés@winetech-sudoe.eu)

