



Seguimiento de la madurez de la uva mediante voltimetría de barrido lineal – Parte 1: principio y utilización para determinar las fases aromáticas de la vendimia

Christine Pascal, E Brenon, Nelly Champeau, Emilie Charpentier, Jean Baptiste Diéval, Stéphane Vidal

Vinventions, equipo de enología, Francia

Resumen

La madurez óptima de la uva depende del estilo de vino que desee producir el enólogo. Por lo tanto, la calificación de la vendimia es de vital importancia para determinar la fecha en la que deben recogerse las uvas, de modo que el viticultor se encuentre en la mejor posición posible para lograr el perfil de vino deseado.

Además del control tradicional de la concentración de azúcar y la acidez, determinar cuándo una parcela de viñas ya no está cargada de azúcar, nos permite definir las fases de vendimia para producir un estilo de vino con un aroma y un equilibrio determinados.

Este artículo describe cómo puede utilizarse la voltimetría de barrido lineal para determinar la fecha en que cesa la carga de azúcar en una parcela. Se describe la evolución de la señal obtenida a partir del mosto prensado de las bayas, que se utilizan para determinar la concentración de azúcar, y se explica la evolución de la señal a partir de los fenómenos observados durante esta fase de madurez. Los resultados muestran que esta tecnología puede utilizarse de forma sencilla y precisa para determinar cuándo se detiene la carga de azúcar en las parcelas de vid y, por consiguiente, para precisar las fases de fechas para la obtención de un perfil determinado. El uso de este indicador para producir vinos Sauvignon Blanc con estilo definido se presenta en la Parte 2 de este artículo.

XXXXXXXXXX



La madurez óptima de las uvas depende del estilo de vino que desee producir el enólogo. Por lo tanto, la calificación de la vendimia es de vital importancia para determinar la fecha en la que deben recogerse las uvas, de modo que el viticultor se encuentre en la mejor posición posible para lograr el perfil de vino deseado.

Tradicionalmente, los controles de madurez consisten en analizar la concentración de azúcar, el pH y la acidez total de una parcela, y en vigilar el peso medio de las bayas. La fecha de vendimia se elige en función de estos parámetros, e incluso de la relación azúcar/acidez de la cosecha (Ribereau-Gayon *et al.* 1998). Sin embargo, estos parámetros analíticos no pueden utilizarse para determinar el perfil aromático del vino cosechado en una fecha determinada. Además, se pueden realizar catas de bayas para determinar este perfil aromático, pero son tediosas si se deberían realizar, en un gran número de parcelas.

Deloire (2011) también ha descrito el concepto de carga de azúcar en la vid: la cantidad de azúcar por grano de uva aumenta (fase de carga activa) a partir del envero hasta alcanzar una estabilización, que marca el final de la carga de azúcar. A partir de este punto, el perfil aromático de la uva evoluciona a través de diferentes tipos que evocan, por ejemplo, para las variedades de uva tinta, desde los frutos rojos (fresa/cereza) hasta los frutos negros (mora/ciruela). Suklje *et al.* (2019) demostraron en vinos de Syrah que estas evoluciones aromáticas se debían a diferentes composiciones aromáticas, particularmente en ésteres fermentativos. Esta observación también fue realizada en vinos de Cabernet Sauvignon y Syrah por Antalick *et al.* (2021), quienes también demostraron que estas fases que permiten la producción de estilos de vino definidos aparecían de forma temporalmente reproducible tras el cese de la carga de azúcar para una variedad de uva determinada, independientemente de la ubicación del viñedo, el mesoclima experimentado por las uvas o la añada.

Además, Hastoy *et al.* (2019) monitorizaron la maduración de la uva durante la fase de carga de azúcar mediante voltimetría de barrido lineal realizada en mostos del prensado de bayas durante los controles de madurez. Este trabajo mostró que la señal voltamperométrica disminuye durante la fase de carga de azúcar hasta alcanzar un mínimo de señal, que parece coincidir con el cese de la carga de azúcar.

El objetivo de este estudio es comprender el origen de la caída de la señal voltamperométrica hasta obtener una señal mínima, indicadora del cese de la carga activa de azúcares en una parcela de viñedo. Inicialmente, se buscó un origen molecular evaluando la señal voltamperométrica de moléculas como la sacarosa o el ácido málico. En segundo lugar, se recrearon los fenómenos que se producen durante la fase de carga de azúcar (dilución, aumento de la cantidad de azúcar por baya) y después de esta fase (concentración) en una solución de compuestos fenólicos de té verde, lo que condujo a la hipótesis de que la disminución de la señal observada está vinculada a la vez al impacto del aumento de la concentración de azúcar en las curvas intensidad-potencial de los compuestos fenólicos de la pulpa y a la dilución de estos últimos como consecuencia del aumento del volumen de las bayas.

Materiales y métodos

Los análisis por voltamperometría lineal de barrido (potenciostato Polyscan, WQS, Vinventions) se realizaron por triplicado en electrodos desechables (WQS Vinventions, electrodo de trabajo de carbono, referencia Ag/AgCl) aplicando una curva de potencial de 0 a 1200 mV a una velocidad de barrido de 10mV/s. Cada voltamograma se caracterizó calculando el índice Maturox, una combinación lineal de áreas bajo la curva entre 400 y 1000 mV.



La madurez de la parcela se controló tomando muestras semanales de 200 bayas de ambos lados de la fila desde mediados del envero hasta la vendimia. Las muestras de 200 bayas se prensaron a mano en una bolsa de plástico. El mosto obtenido, que contenía esencialmente componentes de la pulpa de la baya, se analizó mediante voltametría de barrido lineal, tal como se ha descrito anteriormente.

Las soluciones de ácido málico a 20 g/L, sacarosa a 200 g/L, glucosa + fructosa (equimolar) a 200 g/L y fosfato diamónico (200 mg/L) en una solución de KCl 0,05M a pH ajustado a 3,20 mediante HCl 1N se analizaron por voltametría en las condiciones descritas anteriormente.

Por último, para reproducir el efecto de la madurez (aumento del volumen de las bayas, aumento de la concentración de azúcar, como se detalla a continuación), se infusionó durante 5 min una bolsita de té verde (Betjeman and Barton®) en 250 mL de agua previamente calentada a 100°C para obtener una solución de compuestos fenólicos, principalmente un monómero de flavan-3-ol, el galato de epigallocatequina. Tras enfriar a temperatura ambiente, se prepararon varias soluciones a partir del té verde: diluciones al 20 y 50% con agua destilada, soluciones con la adición de una mezcla equimolar de glucosa / fructosa a 100, 170 y 210 g/L al té sin diluir y a 100 y 210 g/L a la solución diluida al 20% con agua y a 170 g/L a la solución diluida al 50%.

Resultados y discusión

Desde 2015, se lleva a cabo un seguimiento semanal de la maduración mediante voltametría de barrido lineal en parcelas de variedades de uva tinta y blanca, desde el final del envero hasta la vendimia. Este seguimiento muestra una disminución global de las curvas intensidad-potencial hasta una fecha determinada, próxima al final de la carga de azúcar según Hastoy *et al.* (2019), a partir de la cual la señal se estabiliza o vuelve a aumentar. La figura 1 muestra un ejemplo de seguimiento de una parcela de Mourvèdre: se muestran las curvas de intensidad-potencial de las muestras tomadas dos semanas antes de la interrupción de la carga de azúcar (determinada según el método descrito por Deloire 2011), en el momento de la interrupción y una semana después de la interrupción. Las formas de las curvas intensidad-potencial permanecen similares a lo largo del tiempo (Figura 1). El índice Maturox, calculado como una combinación lineal de áreas bajo la curva, es un indicador numérico de la intensidad global de la señal. Concretamente, disminuye hasta un mínimo y luego se estanca o vuelve a aumentar, lo que permite determinar con precisión el momento en que se detiene la carga de azúcar de una parcela y, por tanto, predecir las fechas de vendimia más adecuadas para producir un determinado estilo de vino.

Durante la fase de carga activa de azúcar, se producen varios fenómenos en los granos de uva:

- Aumento del volumen de la baya que conduce a la dilución de compuestos cuya cantidad por baya es estable durante esta fase: ácido tartárico, compuestos fenólicos como ácidos hidroxicinámicos o taninos, por ejemplo (Teixera *et al.* 2013).
- Aumento de la cantidad de azúcar por baya (glucosa + fructosa de la sacarosa) y de la concentración de azúcar.
- Aumento del pH
- Disminución de la acidez total, en particular debido a la descomposición del ácido málico.



- Reducción de la cantidad de iones de amonio por baya
- Aumento de la cantidad de antocianinas por baya (Teixera *et al.* 2013).

Además del cese de la carga de azúcar, el aumento de la concentración de azúcar está relacionado con la transpiración y desecamiento de la baya, lo que provoca una pérdida de volumen de la baya (Deloire *et al.* 2021).

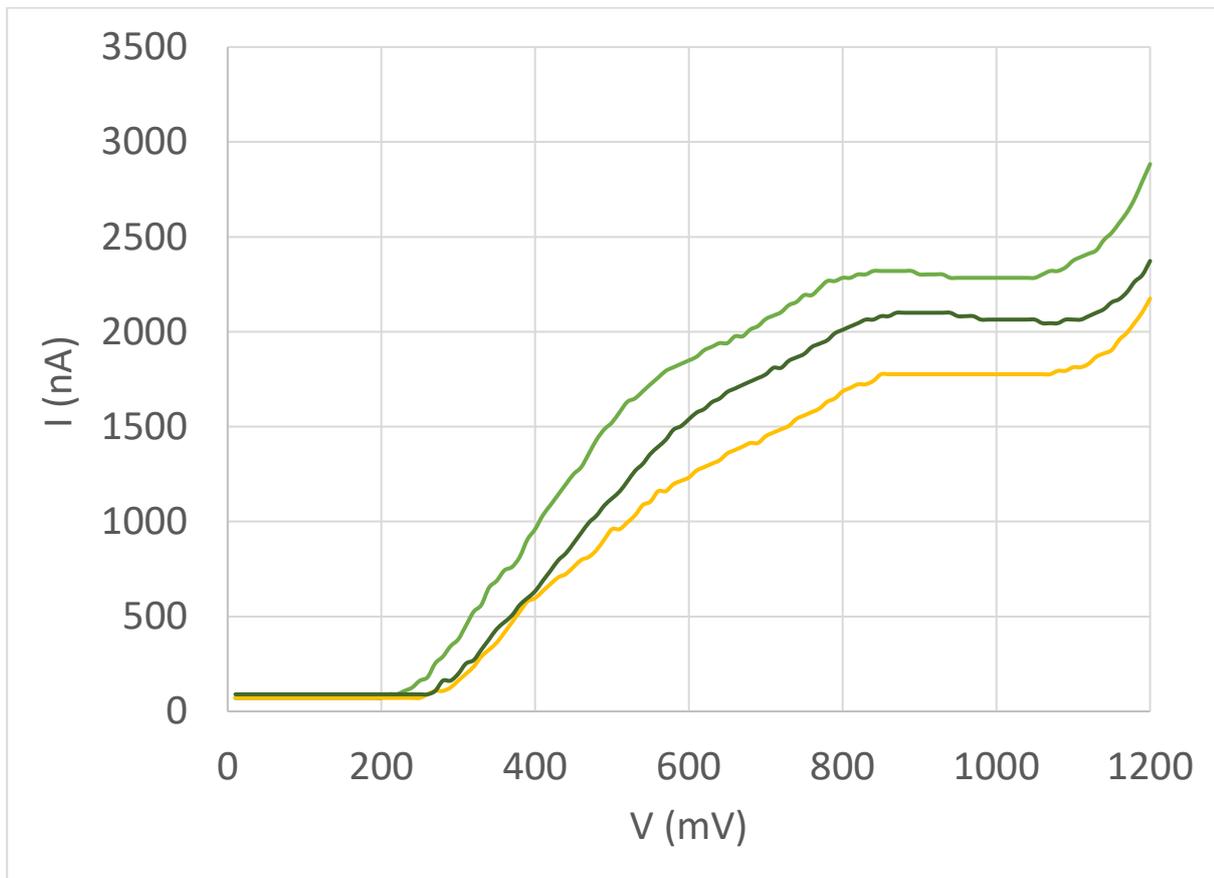


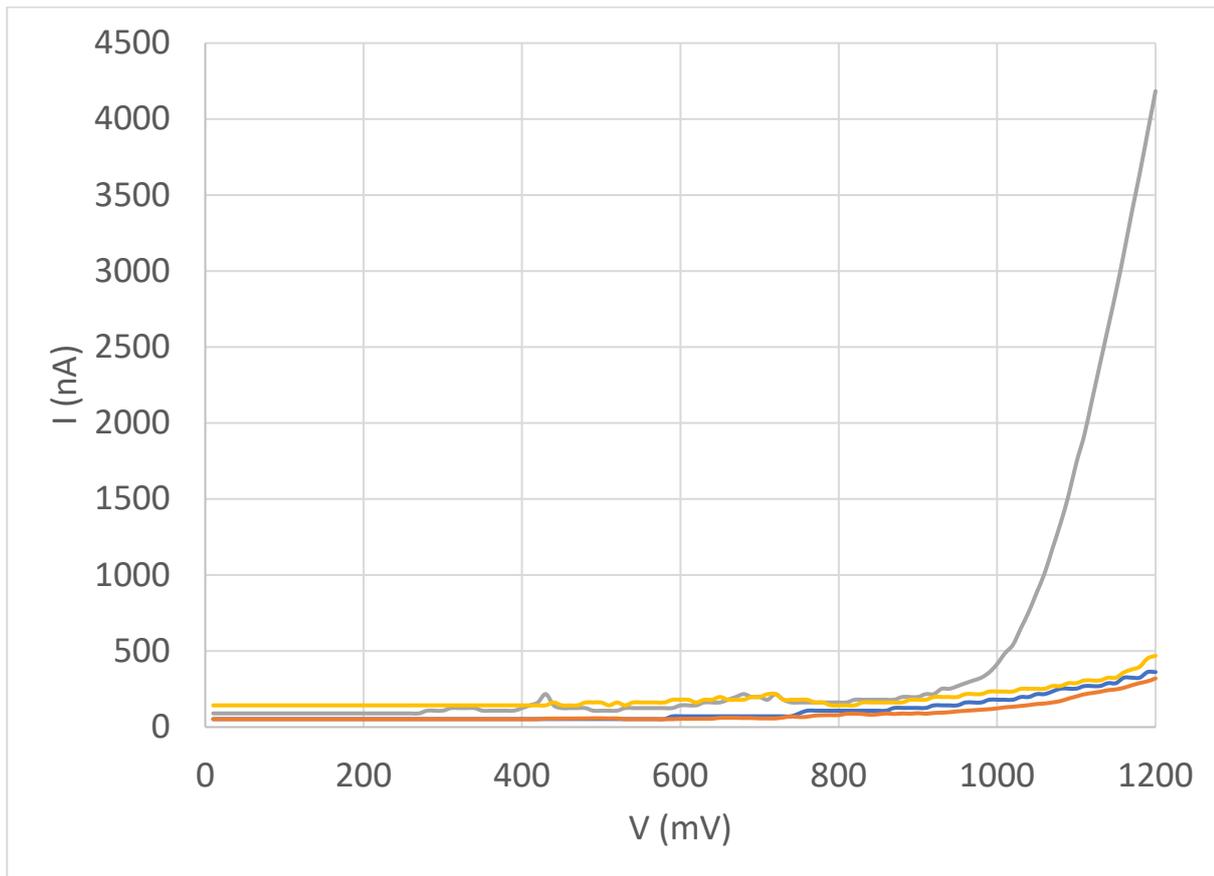
Figura 1: Curvas intensidad-potencial registradas en el mosto triturado de 200 bayas tomadas semanalmente durante la madurez de una parcela de Mourvèdre. Verde claro: curva del 12 de agosto, 2 semanas antes de que la parcela dejara de cargarse de azúcar. Azul: curva del 26 de agosto, fecha en la que la parcela dejó de estar cargada de azúcar. Verde oscuro: curva del 2 de septiembre, una semana después de que la parcela dejara de cargarse de azúcar. Cese del azúcar determinado según el método descrito por Deloire (2011).

En primer lugar, se registró la señal de voltametría de barrido lineal de diversas moléculas en su concentración máxima durante la madurez: sacarosa (200 g/L), glucosa + fructosa en una mezcla equimolar (200 g/L - no mostrada aquí), difosfato de amonio (200 mg/L), ácido L-málico (20 g/L). Ninguna de estas moléculas mostró una señal significativa (Figura 2), especialmente entre 400 y 1000 mV, el rango potencial considerado para el cálculo del índice MaturOx para el seguimiento de la madurez, tal y como se ha descrito anteriormente. Por tanto, los cambios en su concentración durante la madurez no pueden explicar de forma



aislada los cambios observados en las curvas intensidad-potencial descritas anteriormente. Lo mismo ocurre con el pH (no representado aquí), cuyo aumento provoca ligeros desplazamientos de los voltamogramas en la escala de potencial que no son del mismo orden que las disminuciones de señal descritas anteriormente.

Figura 2: curvas intensidad-potencial para soluciones de sacarosa a 200g/L (azul oscuro), ácido L-málico a 20g/L (naranja) y fosfato diamónico (200 mg/L - verde) en una solución de KCl 0,05M a pH 3,20 (azul claro).



También se ha descrito que la señal obtenida en electrodos de carbono como los utilizados en estos ensayos se debía a la oxidación de compuestos fenólicos en ellos (Ugliano *et al.* 2019, Kilmartin *et al.* 2001 y 2002). Los mostos de prensado de bayas analizados aquí, contienen principalmente compuestos derivados de la pulpa, es decir, ácidos hidroxicinámicos y flavanoles monoméricos.

Sin embargo, como los ácidos hidroxicinámicos y los monómeros de flavan-3-ol (Teixeira *et al.* 2013) se sintetizan antes del envero, su cantidad por baya permanece estable durante la carga de azúcar, pero su concentración disminuye a medida que aumenta el volumen de la baya.

Para reproducir el impacto de la dilución y el aumento de la concentración de azúcar en los mostos de bayas en madurez, se eligió como solución modelo una solución de té verde, ya que es rica en compuestos fenólicos monoméricos (galato de epigallocatequina, EGCG), no contiene glucosa/fructosa ni sacarosa, a diferencia del



mosto de uva, y no contiene alcohol, a diferencia del vino. La hipótesis aquí, es que los compuestos fenólicos del té verde se comportan de forma similar a los de la pulpa de uva en términos de voltametría de barrido lineal.

El té verde simula el mosto de prensado obtenido al final del envero, cuando el contenido de azúcar por baya es aún bajo. Para representar una baya en carga (aumento del 20% del volumen, de 1 mL a 1,2 mL por ejemplo), se diluyó el té verde al 20% y se añadieron 100 g/L de azúcar (glucosa equimolar + fructosa). Para simular el mosto de prensado, al final de la carga de azúcar, considerando un aumento medio del volumen de la baya del 50% desde el final del envero (de 1 a 1,5 mL, por ejemplo), se diluyó el té verde al 50% y se añadieron 170 g/L de azúcar (Shahood *et al.* 2020, Antalick *et al.* 2021, Deloire *et al.* 2021). Por último, para simular el efecto de la desecación en aproximadamente un 20% después de detener la carga de azúcar (disminución de la baya de 1,5 mL a 1,2 mL, por ejemplo), el té verde inicial se diluyó al 20% (equivalente a un fenómeno de concentración del 20% en la solución diluida al 50%) y se completó con 210 g/L de azúcar (concentración media de la cosecha en la fecha de cosecha).

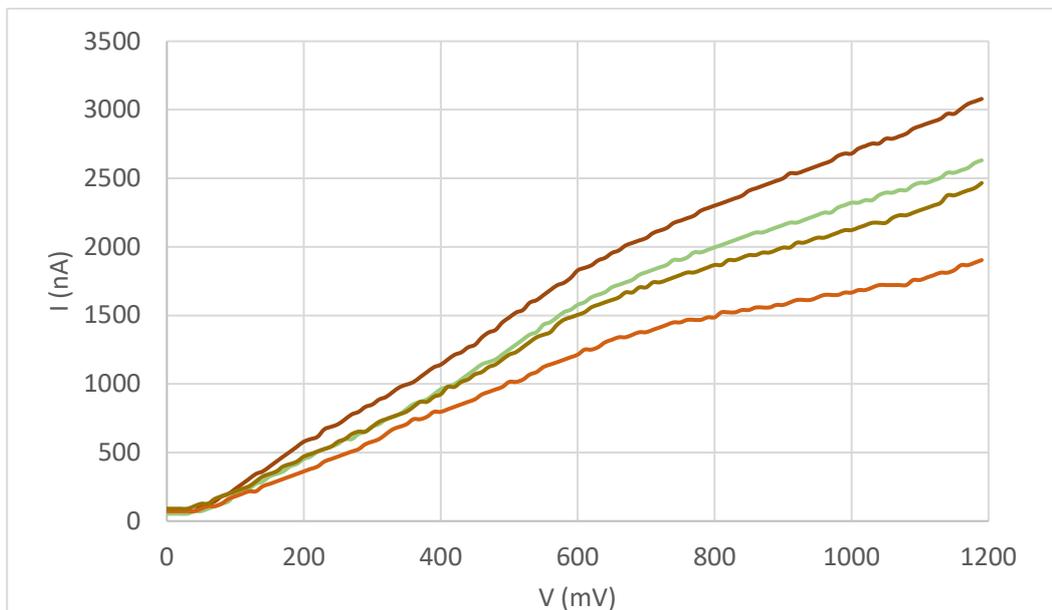


Figura 3: Curvas de intensidad/potencial para soluciones de té verde sin diluir (marrón) que representan el mosto de prensado de las bayas al final del envero, té verde diluido al 20% y con 100 g/L de glucosa + fructosa equimolar (verde) que representa el mosto de prensado de las bayas durante la carga de azúcar, té verde diluido al 50% con 170 g/L de glucosa + fructosa equimolar (naranja) que representa el mosto de prensado de las bayas al final de la carga de azúcar, té verde diluido al 20% con 210 g/L de glucosa+ fructosa equimolar (azul) que representa el mosto de prensado de las bayas en la fecha de la cosecha.

Las curvas intensidad-potencial de las soluciones (Figura 3) muestran que cuanto mayor es la dilución, mayor es la caída de la señal, de forma similar a las observaciones realizadas durante la madurez. La curva mínima se obtuvo para la solución que simulaba el mosto de prensado de bayas cuando se detuvo la carga de azúcar (dilución al 50% de té verde + 170 g/L de glucosa fructosa equimolar). Sin embargo, la solución de té verde diluida al 20% y conteniendo 210 g/L de azúcar tenía una señal más débil que la diluida al 20% y conteniendo

100 g/L de azúcar, lo que sugiere un impacto acumulativo de los dos factores en la caída de la señal. El análisis y el cálculo del MaturOx (índice que evalúa el área bajo la curva de los registros de intensidad/potencial) de las soluciones de té diluidas respectivamente al 20 y al 50% sin adición de azúcar y de té verde sin diluir con 100 170 y 200 g/L confirman que los efectos de la dilución y de la adición de azúcar son aditivos (tabla 1). También se obtuvieron resultados similares (no mostrados aquí) utilizando sacarosa (azúcar cargado en la baya de uva antes de la hidrólisis enzimática en glucosa/fructosa) en lugar de la mezcla glucosa/fructosa. El impacto de los sacáridos en el poder antioxidante de los compuestos fenólicos monoméricos medidos mediante ensayos ABTS⁽⁺⁾, DPPH⁻ o FRAP ya se ha descrito (Kopjar *et al.* 2016, Peinado *et al.* 2010, Katz *et al.* 2020), al igual que las interacciones entre los compuestos fenólicos y los polisacáridos a través de enlaces no covalentes (Zhang *et al.* 2013). Estas interacciones podrían estar en el origen de la formación de complejos supramoleculares entre compuestos fenólicos y sacáridos que presentan una respuesta más débil en voltametría de barrido en comparación con la señal de los compuestos fenólicos solos

Solución	Comentario	MaturOx (unidad arbitraria)	Pérdida de señal en relación con el té (delta MaturOx - unidad arbitraria)	Total teórico esperado (efecto acumulativo de la dilución y la adición de azúcar)
Té sin diluir	Empieza la carga de azúcar	828	-	
Té diluido 20%+ 100g/L glucosa+fructosa	Carga de azúcar	680	-148	-174
Té diluido 50%+ 170g/L glucosa+fructosa	Fin de la carga de azúcar	492	-336	-306
Té diluido 20%+ 210g/L glucosa+fructosa	Estabilización de la carga con desecación (Equivalente a un mosto en la fecha de vendimia)	604	-224	-259
Té diluido al 50	Efecto de la dilución sola	620	-208	
Té diluido al 20	Efecto de la dilución sola	700	-128	
Té - 100g/L glucosa+fructosa	Efecto de la glucosa + fructosa solas	781	-47	
Té - 170g/L glucosa+fructosa	Efecto de la glucosa + fructosa solas	730	-98	
Té - 210g/L glucosa+fructosa	Efecto de la glucosa + fructosa solas	697	-131	

La evolución del índice MaturOx obtenida en las soluciones de té es similar a la que se obtiene clásicamente durante la maduración de las bayas. Por ejemplo, se relativizó mediante el seguimiento de una parcela de Mourvèdre en términos de MaturOx y de cantidad de azúcar por baya, que mostró un mínimo en el tercero punto de seguimiento, que coincide con la estabilización de la cantidad de azúcar por baya (Figura 4).

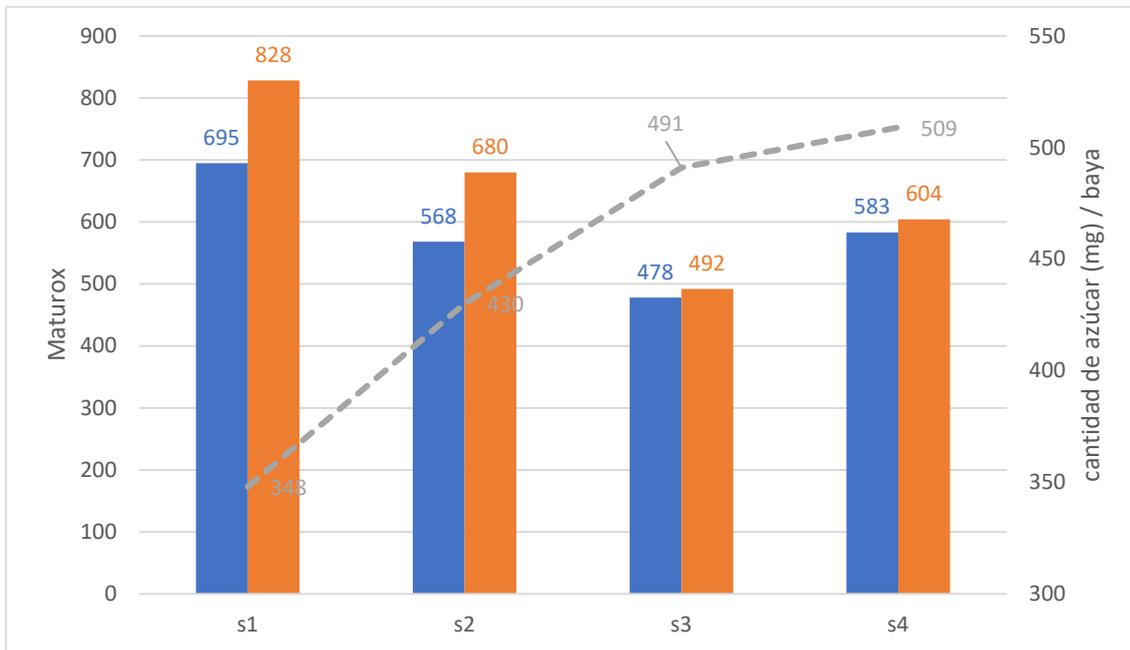


Figura 4: Evolución del índice Maturox de muestras semanales tomadas de una parcela de Mourvèdre durante la maduración (azul) y cantidad de azúcar por baya (verde) de estas muestras. Maturox (naranja) de soluciones de té verde que imitan los fenómenos observados durante la maduración (Figura 3 y Tabla 1).

Teniendo en cuenta los resultados de estos ensayos, parece lógica la disminución de las curvas intensidad-potencial durante la fase de carga de azúcar hasta alcanzar un mínimo cuando cesa la carga. El fenómeno se basa en cambios en las curvas de intensidad-potencial de los compuestos fenólicos presentes en la pulpa de la baya durante la maduración.

Durante la fase de carga activa, aumenta la concentración de azúcar en las bayas. Las interacciones entre el azúcar y los compuestos fenólicos provocan una caída de las curvas intensidad-potencial de los compuestos fenólicos: cuanto mayor es la concentración de azúcar, menor es la señal para una concentración dada de compuestos fenólicos. Además, el aumento del volumen de la baya provoca una dilución de los compuestos fenólicos de la pulpa (biosintetizados antes del envero) y, por tanto, una disminución de su señal voltamperométrica. Durante esta fase, los dos fenómenos coinciden generalmente, lo que provoca una caída de las curvas intensidad-potencial. La carga activa de azúcar que continúa mientras que el volumen de la baya no aumenta también conduce a una caída de la señal. Por otra parte, es muy poco probable que la concentración de compuestos fenólicos siga disminuyendo como consecuencia de un aumento del volumen de la baya sin carga activa de azúcar (McCarthy y Coombes 2008): por lo tanto, parece inconcebible que la señal disminuya sin carga activa de azúcar.

A partir del momento en que cesa la carga de azúcar, la curva corriente-potencial puede :

- Este es el caso si el volumen de la baya no disminuye (no hay desecación) y la concentración de azúcar cambia poco (no hay carga activa, no hay concentración debida a la desecación).

- aumentan (Maturox en aumento), si el volumen de las bayas disminuye (reflujo / desecación - Deloire 2021) lo que provoca un aumento de la concentración de compuestos fenólicos y de azúcar. En este caso, la disminución de la señal debida al aumento de la concentración de azúcar se ve compensada por el efecto del aumento de la concentración de compuestos fenólicos. De los resultados de las mediciones en el té (Tabla 3) se desprende que durante la desecación (20% en el ejemplo, de 170 a 210 g/L de azúcar), el aumento de la concentración compuestos tiene un impacto mayor (aumento de 80 unidades Maturox) que el impacto de la concentración de azúcar (disminución de 30 unidades Maturox). Aunque los efectos de ambos fenómenos son opuestos, la señal resultante es, a priori, superior.

En consecuencia, la señal mínima se obtiene necesariamente cuando se detiene la carga activa de azúcar, y la señal puede entonces permanecer estable o aumentar. La voltimetría de barrido lineal puede utilizarse, por tanto, para determinar con detalle el momento en que se detiene la carga de azúcar en las parcelas de vid y, en consecuencia, para identificar las ventanas de fechas para la obtención de un perfil determinado

Conclusión

Para controlar la vinificación de perfiles de vino definidos, la uva debe vendimiarse en una fecha determinada con precisión en relación con el cese de la carga de azúcar, como sugieren Deloire *et al.* (2011). El seguimiento de la madurez mediante voltimetría de barrido lineal se ha propuesto como un medio para determinar esta fecha (Hastoy *et al.* 2019) cuando se obtiene una señal mínima. Este estudio puso de manifiesto los fenómenos subyacentes a la caída de las curvas intensidad-potencial durante la maduración de la uva. Esta disminución parece estar vinculada a la caída de la concentración de compuestos fenólicos en la pulpa debido al aumento del volumen de las bayas, junto con el impacto del aumento de la concentración de azúcar en la señal de estos mismos compuestos. El uso de este indicador para producir vinos Sauvignon Blanc con estilo definido se presenta en la Parte 2 de este artículo (Brenon *et al.* 2025). Este método de bajo consumo de mosto podría utilizarse para estudios fisiológicos baya por baya, como recomiendan Shahood *et al.* (2020).

Referencias

Antalick G., Šuklje K., Blackman J.W., Schmidtke L.M., Deloire A. Realización de vendimias secuenciales basadas en la acumulación de azúcar en baya (mg/berry) para obtener perfiles sensoriales específicos de vino OENO One, 2021, 55 (2).

Brenon E., Morin S., Pascal C. Seguimiento de la madurez de la uva mediante voltimetría de barrido lineal – Parte 2: Obtención de perfiles organolépticos predefinidos para el Sauvignon blanc. Infowine, 2025.

Deloire A., El concepto de carga de azúcar en bayas. Enero de 2011, Wyneland

Deloire, A. El concepto de carga de azúcar en las bayas, Wineland Magazine, 2011.

Deloire A., Rogiers S., Šuklje K., Antalick G., Zeyu X., Pellegrino A. Marchitamiento de las bayas de vid, pérdida de agua y muerte celular: un reto creciente para los viticultores en el contexto del cambio climático. IVES 2021.



- Hastoy X., Marquier S., Blanc G., Lagarde Pascal C., Utilización de la voltimetría de barrido lineal para determinar la fecha de vendimia de parcelas de Sauvignon blanc. *Revue des œnologues*, 2019, 44-46.
- Katz I.H., Nagar E.E., Okun Z., Shpigelman A. The Link between Polyphenol Structure, Antioxidant Capacity and Shelf-Life Stability in the Presence of Fructose and Ascorbic Acid. *Molecules*, 2020, 25(1): 225.
- Kilmartin, P.A.; Zou, H.; Waterhouse, A.L. A Cyclic Voltammetry Method Suitable for Characterizing Antioxidant Properties of Wine and Wine Phenolics. *J. Agric. Food Chem.* 2001, 49, 1957-1965.
- Kilmartin P.A., Zou H, Waterhouse A.L. Correlation of wine phenolic composition versus cyclic voltammetry response, *Am. J. Enol. Vitic*, 2002, 53, 294-302.
- Kopjar M., Lončarić A., Mikulinjak M., Šrajbek Z., Šrajbek M., Pichler A. Evaluación de las Interacciones Antioxidantes de Sistemas Modelo Combinados de Fenólicos en Presencia de Azúcares. *Natural Products Communication*, 2016.
- McCarthy M.G., Coombe B.G. ¿Es la pérdida de peso en bayas de uva cv. Shiraz causada por un transporte floemático impedido? *Australian Journal of Grape and Wine Research*, 1999, 5, 17-21
- Peinado J., Lopez de Lerma N., Peinado R. A. Synergistic antioxidant interaction between sugars and phenolics from a sweet wine. *Eur Food Res Technol*, 2010, 231, 363-370.
- Ribereau Gayon P., Dubourdieu D., Doneche B., Lonvaud A. *Traité D'œnologie - 1. Microbiologie du vin. Vinifications. Chapitre 10- le raisin et sa maturation.* Dunod, 1998.
- Shahood R., Torregrosa L., Savoie S., Romieu C. Primera evaluación cuantitativa del crecimiento, la acumulación de azúcar y la descomposición del malato en una sola baya en maduración. *Oeno one*, 2020.
- Šuklje, K., Carlin, S., Stanstrup, J., Antalick, G., Blackman, J.W., Meeks, C., Deloire, A., Schmidtke, L.M & Vrhovsek, U. Unravelling wine volatile evolution during Shiraz grape ripening by untargeted HS-SPME-GC × GC-TOFMS. *Food Chemistry*, 2019, 277, 753-765.
- Teixeira A., Eiras-Dias J., Castellarin S.D., Gerós H. Berry Phenolics of Grapevine under Challenging Environments *Int J Mol Sci* 2013 ,14(9),18711-18739.
- Ugliano M, Pascal C, Diéval J-B., Vidal S., Wirt J., Bégrand, S. A new voltametric approach for analysing polyphenols in white grapes and monitoring pre-fermentation operations; *Infowine*, 2019.
- Zhang H., Yu D., Sun J., Liu X., Jiang L., Guo H., Ren F. Interaction of plant phenols with food macronutrients: characterization and nutritional-physiological consequences. *Nutrition Research Review*, 2013, 21, 1-15.