IVES Technical Reviews
viña & vino

https://doi.org/10.20870/IVES-TR.2024.8079

Detallando los estados fenológicos de la maduración: discrepancias, utilidad y propuesta

Pascal Marty

Consultor independiente en viticultura

Es crucial optimizar la elección de la fecha de la vendimia para obtener lo mejor de una cosecha. El monitoreo cercano de las dinámicas de maduración de la uva y la comparación con años previos y otros viñedos/regiones son necesarios. Debido al cambio climático, a la alta variabilidad de añada en añada y a escenarios de cosecha sin precedentes, el uso de referencias previas se ha vuelto arriesgado. Proveer una escala fenológica estandarizada y detallada para monitorear/registrar los estados de maduración es primordial para la industria. Para analizar el conjunto de datos y de ese modo construir conjuntamente supuestos sobre la influencia de cada evento en la calidad del mosto, y arrojar conclusiones sobre las prácticas más sustentables, la necesidad de precisión es bastante alta.

La palabra vitícola estándar para el comienzo de la maduración de la uva es envero (véraison en francés). Esta puede ser encontrada en el diccionario de lengua francesa escrito por Littré en 1874, y su definición es "*maduración de un racimo de uvas, que se vuelve negro*". La palabra en francés proviene del antiguo verbo "vérir" (enverar), el cual es mencionado en una edición del decimosexto siglo y significa madurar, madurar demasiado, y a veces enmohecerse.

Hoy el envero se refiere al inicio del tercer y último periodo del desarrollo de la baya, cuando el crecimiento de esta reanuda —principalmente por elongación celular[1]– después de la (segunda) fase de meseta. Esto es cuando el azúcar empieza a acumularse en la baya, al igual que otros compuestos tales como fenoles, potasio y agua. Además, la acidez cae, principalmente como resultado de la disminución de la biosíntesis de ácido málico y su degradación por medio de la respiración (altamente dependiente de la temperatura ambiental).

Diferencias entre las escalas de las etapas de la maduración, y discrepancias con la fisiología de la vid

Las múltiples escalas, los diferentes métodos y la literatura inconsistente son problemáticos para la industria y por lo tanto necesitan ser estandarizados. Una resolución reciente de la OIV (2023) se refiere al envero con el código OIV 303 como: "Época del comienzo del envero; Observación a realizar cuando las bayas comienzan a ablandarse. Notación cuando alrededor del 50 % de las plantas alcanzan este estado" [2]. La etapa siguiente, la 304, se refiere a la *"época de la madurez fisiológica de la baya"*[2]. Estas corresponden bien a los códigos M y N, respectivamente, de Baggiolini 1993, y las etapas marcan entonces el comienzo y el fin de la maduración de la baya.

Muchos viticultores del mundo todavía usan el sistema modificado E-L, que describe en detalle la maduración de la baya en diferentes grados de madurez, desde el estado 34: *las bayas comienzan a ablandarse; el azúcar comienza a aumentar*; a 39: *bayas sobremaduras*. No obstante, no se ha propuesto ningún método para evaluar la madurez de las bayas.

El actual código de referencia BBCH (***B**iologische Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft, **B**undessortenamt und **CH**emische Industrie*) se aplica al periodo fisiológico de etapa 8 —la maduración de las bayas– que puede teóricamente dividirse en nueve subetapas, de la 81 a la 89 (Tabla 1). Esto otorga una excelente oportunidad para describir los pasos clave del periodo de maduración hasta la vendimia, la que se encuentra así incluida en la etapa 8 (siendo la etapa 9 la de senescencia). De las primeras cuatro subetapas definidas en 1995, la 81 corresponde a *comienzo de la maduración; el color de las bayas comienza a abrillantarse*, y la 85 a *ablandamiento de las bayas*.

Sin embargo, esto se contradice con Carbonneau *et al.* (2020)[1], quien nota que el envero —el comienzo de la maduración de las bayas– se caracteriza por un ablandamiento repentino inicial de la baya que es rápidamente seguido de una acumulación de azúcares en estas, después del cual las bayas de uvas blancas se vuelven translúcidas y las de uvas tintas adquieren su color. Midiendo el color y la firmeza por medio de herramientas especializadas, Abbal *et al.* (1992)[3] volvió posible evaluar objetiva y cuantitativamente el estado del envero.

El centro de investigación Agroscope Changins-Wädenswil define el envero usando la escala BBCH[4], pero desde la etapa 81 hasta la etapa 85, y la etapa 89 como "*envero: madurez plena*" —lo que es poco claro, ya que el envero no se relaciona necesariamente con una madurez "plena".

En el reciente programa PERPHECLIM, los investigadores definieron el envero como la etapa 85:"*50 % de las bayas están en envero; una baya ha alcanzado esta etapa cuando está blanda*". Ellos recomiendan observaciones hebdomadarias y la fecha es finalmente calculada por interpolación (antes y después del 50 % de las bayas en envero). Debiese notarse que esta etapa es ampliamente adoptada pero es a menudo llamada erróneamente *50 % envero*, o incluso *medio envero*. Ellos también mencionan que es aceptable usar el cambio de color como indicador en casos muy específicos, como cuando se hacen comparaciones interanuales para la misma variedad en el mismo sitio. En efecto, Bigard *et al.* (2019)[5] encontró que hay un desfase de varios días entre el ablandamiento de la uva y la coloración.

Finalmente, Antalick *et al.* (2023)[6] divide la maduración de las bayas en dos periodos: antes y después de la meseta en la carga de azúcar. Durante el segundo periodo, la baya pasa por tres subetapas diferentes, conocidas como Fruta fresca, Intermedia y Fruta madura.

Necesidad de un sistema de código detallado que esté claramente referenciado

Como se resumió en la primera sección, los indicadores históricos de la madurez consisten en el tamaño de la baya, su firmeza y color, y contenidos de azúcar y acidez. Otros componentes clave que pueden impactar el estilo del vino incluyen el nitrógeno y los polifenoles. En el envero, las bayas son ricas en nitrógeno, principalmente como NH_4^+, y la cantidad de aminoácidos se incrementa gradualmente hasta un

La traducción de este articulo al español ha sido ofrecida por Universidad de La Rioja-Proyecto Enorregión-Campus Internacional del Vino. Plan de Transformación Gobierno de La Rioja

cierto punto. Según Verdenal *et al.* (2021)[7], el contenido de nitrógeno en el envero se correlaciona bien con el contenido de nitrógeno en la vendimia. Oliveira Lago *et al.* (2023)[8] notaron que las antocianinas se acumulan en la baya por cinco a seis semanas después del comienzo del envero, luego del cual su contenido se estabiliza y entonces disminuye al pasar aproximadamente la novena semana.

La principal dificultad con la que hay que lidiar es probablemente la altísima variabilidad de las bayas, lo que vuelve difícil fijar los parámetros y la metodología para determinar cada etapa. Después de la floración y el cuajado, las bayas de un racimo no empiezan a desarrollarse simultáneamente, y la brecha entre las bayas tempranas y las tardías nunca es superada. En la vendimia, hay por lo tanto un grupo de bayas que se encuentran a diferentes niveles de madurez[1]. Además de la asincronía de las bayas, el número de semillas dentro de cada una, que varía entre 1 y 4, puede agregar otro nivel de heterogeneidad. La variabilidad de las bayas es también alto debido a la variabilidad de los racimos en una misma planta debido a sus posiciones (microclima, exposición al sol) y *a fortiori* en una parcela (diferencia de zona, variabilidad de las plantas).

Antes de muestrear es por lo tanto útil comenzar por definir unidades parcelares que sean lo más parejas posible. Considerando el grado de heterogeneidad de las bayas, es esencial dividir una muestra de, por ejemplo, 300 bayas en tres sub-muestras de 100 bayas para monitorear el promedio y la variabilidad (desviación estándar entre las tres sub-muestras). Y, finalmente, para ganar robustez es también esencial monitorear las dinámicas de maduración semanalmente desde el envero hasta la cosecha[9].

Usar las 9 subetapas de la escala BBCH: una propuesta

Es importante datar el envero —el comienzo de la maduración de las bayas– correctamente, ya que este será usado para calcular la duración de las fases de maduración. Analizando la concentración de ácido málico en el mosto al envero, puede compararse su valor pico entre añadas y monitorearse su degradación. Medir el nitrógeno de la baya como YAN (*Yeast Assimilable Nitrogen*) revela la eficiencia del programa de nutrición y permite al equipo técnico tomar ciertas decisiones operacionales, como las aplicaciones foliares.

El monitoreo del color de la baya en las etapas tempranas es muy común en la industria, porque el color de la baya es fácil de determinar y refleja muy bien la situación en el campo. Es importante comenzar a analizar el mosto desde las etapas tempranas, y contrastar los resultados del azúcar con la masa fresca de la baya, como propone Deloire *et al.* (2023)[9]; esta es una aproximación muy práctica del contenido de azúcar en la baya y permite que se aplique el concepto de carga en azúcares.

Cuando se persigue un estilo de vino definido, no parece posible establecer la vendimia como una etapa, porque la fecha de esta se decide basándose en factores tales como el nivel de azúcar, relación ácido/azúcar y sabor, o solo en la presión de las enfermedades, previsiones meteorológicas o limitaciones logísticas. Los investigadores hablan de la madurez tecnológica (una cierta concentración en azúcar y/o ácidos orgánicos), la madurez aromática (un nivel óptimo de aromas varietales), y la madurez polifenólica (cantidad máxima de polifenoles cualitativos en los hollejos y las semillas), mientras que los enólogos buscan una madurez balanceada; i.e., una combinación de todas las antes mencionadas. Cuando se decide una fecha óptima para la vendimia, los enólogos prueban las bayas y evalúan el desarrollo de las semillas primero por su color y luego por su textura y aromas. A lo largo del tiempo, la calidad de la baya progresa, pero pasado un cierto punto la piel pierde toda la plasticidad y los aromas afrutados disminuyen significativamente. Esto indica el fin de la maduración de la baya y corresponde a la etapa 89.

Basándose en un monitoreo hebdomadario, las diferentes etapas de la maduración de la uva pudieron registrarse como se propone a continuación.

TABLA 1. Las diferentes etapas de la maduración de la uva basadas en el monitoreo hebdomadario.

BBCH	Observación	Análisis recomendado (mosto)
81	Envero: las bayas comienzan a ablandarse	Azúcar, ácido málico, YAN
82	25% de las bayas coloreadas	Masa fresca de las bayas, azúcar, ácido málico
83	50% de las bayas coloreadas	
84	Carga en azúcar activa (> +10% in mg/baya/día)	
85	Meseta en la carga en azúcar (primera ralentización bajo +5% mg/baya/día)	
86	Gusto: fruta fresca y notas verdes	°Brix, acidez total, pH, antocianinas
87	Pepitas maduras (marrones), fruta con sabores varietales	
88	Caracteres muy maduros, marchitamiento de las bayas	
89	Caracteres sobremaduros, calidad indeseable	

Algunas etapas pueden ser difíciles de registrar con exactitud debido a especificidades varietales; es difícil definir el grado de coloración de la baya para un sauvignon blanc en follaje vegetativo, por ejemplo. Otras pueden ser determinadas solo estadísticamente a partir de la frecuencia de las observaciones. No obstante, es muy importante enfocarse en las etapas más apropiadas de cada bloque, y determinar y evaluar la vendimia usando la escala para propósitos técnicos, científicos y de modelización. ■

Agradecimientos: *El autor agradece sinceramente a Alain Carbonneau, Philippe Abbal y Damian Martin por sus comentarios sobre este artículo.*

1 Carbonneau, A., Torregrosa, L., Deloire, A., Pellegrino, A., Pantin, F., Romieu, C., Ojeda, H., Jaillard, B., Metay, A., & Abbal, P. (2020). *Traité de la vigne - 3e édition. Physiologie, terroir, culture*. Collection : Pratiques Vitivinicoles, Dunod. 712 p.

2 OIV (2023). Resolution OIV-VITI 702-2023. *Publication of the 3rd edition of the OIV descriptor list for grape vine varieties and Vitis species.* https://www.oiv.int/node/3028.

3 Abbal, P., Boulet, J.-C., & Moutounet, M. (1992). Utilisation de paramètres physiques pour la caractérisation de la véraison des baies de raisin. *OENO One, 26*(4), 231–237. https://doi.org/10.20870/oeno-one.1992.26.4.1185

4 Bloesch, B., & Viret, O. (2008). Stades phénologiques repères de la vigne. *Rev. Suisse Vitic. Arboric. Hortic., 40* (6): I-IV. https://api.agrometeo.ch/storage/uploads/Poster_stade-pheno_Vigne_F_Ecran.pdf.

5 Bigard, A., Romieu, C., Sire, Y., Veyret, M., Ojeda, H., & Torregrosa, L. (2019). The kinetics of grape ripening revisited through berry density sorting. *OENO One 2019, 4*, 709-724. https://doi.org/10.20870/oeno-one.2019.53.4.2224

6 Antalick, G., Šuklje, K., Blackman, J., Schmidtke, L., & Deloire, A. (2023). Plasticity of red wine sensory profiles: improved understanding through grape berry sugar loading profiles. *IVES Technical Reviews*. https://doi.org/10.20870/IVES-TR.2023.7797

7 Verdenal, T., Dienes-Nagy, Á., Spangenberg, J.E., Zufferey, V., Spring, J.-L., Viret, O., Marin-Carbonne, J., & van Leeuwen, C. (2021). Understanding and managing nitrogen nutrition in grapevine: a review. *OENO One 55*, 1–43. https://doi.org/10.20870/oeno-one.2021.55.1.3866

8 Oliveira Lago, L., Swit, P., Moura da Silvac, M., Telles Biasoto Marques, A., Welke, J., Montero, L., & Herrero, M. (2023). Evolution of anthocyanin content during grape ripening and characterization of the phenolic profile of the resulting wine by comprehensive two-dimensional liquid chromatography. *J. Chromatogr. A 1704*, 464131. https://doi.org/10.1016/j.chroma.2023.464131

9 Deloire, A., Pellegrino, A., Antalick, G., & Suklje, K. (2023). *Proposal for a protocol for measuring berries sugar loading and the evolution of berry fresh mass.*

This work is licensed under a Creative Commons Attribution 4.0 International License.