

# Los metabolitos primarios y secundarios de la baya en respuesta a la luz y la temperatura en los racimos

>>> La composición química de las bayas al momento de la vendimia, que afecta el estilo del vino, es determinada por procesos fisiológicos complejos que ocurren desde el cuajado y durante el ciclo de vida de la fruta hasta su madurez, y esta íntimamente ligada tanto a factores ambientales como al manejo de los cultivos. Entre estos factores, las condiciones climáticas al interior del racimo (i.e. microclima), tales como la luz y la temperatura, afectan la fisiología de la fruta a nivel de hollejo, pulpa y pepitas. Este artículo presentará el potencial del deshojado en la zona de los racimos para modificar el microclima de estos y la composición de la baya. <<<

## ■ El microclima de la parra depende de las propiedades físicas del viñedo y su manejo

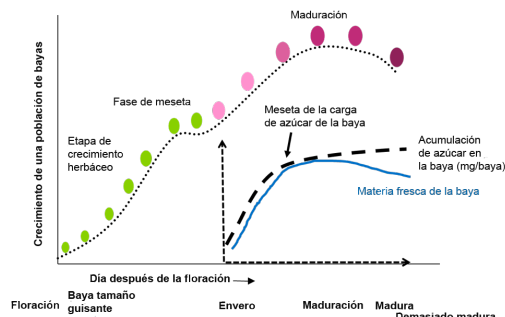
Los viñedos pueden presentar variaciones significativas en cuanto a factores abióticos tales como la exposición a la luz, temperatura, agua, viento y humedad ambiental, dependiendo de: la topografía / la orientación de las hileras / la densidad de plantación / los sistemas de poda y conducción / el tamaño, volumen del follaje: peso y densidad.

La variabilidad espacial de las características del suelo (profundidad, estructura, composición y textura) también debiese ser considerada, ya que determina la arquitectura radicular y la asimilación de agua y nutrientes por parte de la planta.

## ■ ¿Cuáles son los objetivos del deshojado y/o desnietado en el racimo?

La literatura es a menudo controversial con respecto a los efectos de la luz (uvas expuestas versus sombreadas) sobre la acumulación o degradación de metabolitos primarios y secundarios de la fruta. Cuando se estudian los efectos de la luz sobre la composición de la baya, debiesen considerarse las caras interna y externa del racimo (i.e. de cara a las interhileras o al follaje). De hecho, es esperable que la composición de la fruta dependa de la distribución espacial de las bayas dentro de un racimo, específicamente en relación a la magnitud de la exposición, y no tanto a la posición de la fruta con respecto a la cola del racimo<sup>1</sup>.

Los metabolitos primarios y secundarios de la parra cambian drásticamente a lo largo del desarrollo de esta, y por lo tanto los estados fenológicos (crecimiento de la baya, envero, maduración y senescencia) son altamente informativos (figura 1). Además, haciendo observaciones en bayas individuales, Shahood *et al.*, (2015)<sup>2</sup> demostraron que después del envero los contenidos en agua, azúcar y ácidos orgánicos varían considerablemente entre racimos, e incluso entre bayas dentro de un mismo racimo. Parte de esta heterogeneidad se origina mucho antes de la maduración de la baya, tan pronto como durante la floración y el cuajado. ¿Cuándo aplicar el deshojado?



**Figura 1.** Desde el inicio del envero (i.e. cuando las uvas se vuelven suaves), el periodo de maduración se divide en dos fases: pre- y post- meseta de la acumulación de azúcar en la uva (en mg/baya) (adaptado de Carbonneau *et al.*, 2020)<sup>3</sup>.

## ■ Crecimiento herbáceo de la baya: efectos de la luz y la temperatura

El deshojado durante el periodo de baya tamaño guisante (después de la floración y el cuajado) es interesante, porque se acumulan compuestos importantes solo durante la etapa de crecimiento herbáceo de la baya, y la intensidad de la luz del sol (LS) puede tener un impacto sobre su acumulación/degradación (figura 2). La influencia del deshojado sobre la composición de la baya es altamente dependiente de otros factores bióticos (variedades, clones) y abióticos (agua, nitrógeno), pero se pueden destacar algunas tendencias generales. Las informaciones siguientes han sido extraídas de la literatura y de nuestras propias investigaciones y experimentos<sup>4, 5, 6</sup>:

### • Efectos potenciales de la luz del sol (LS)

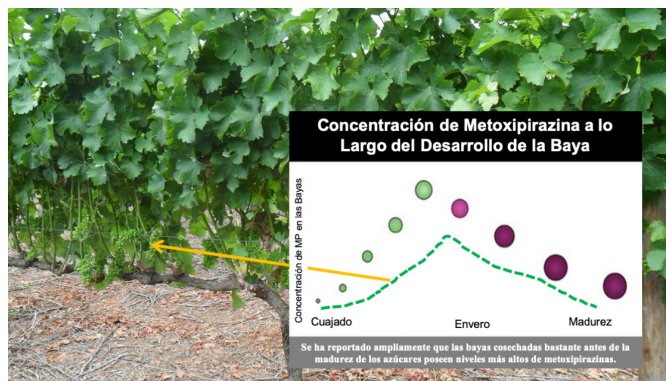
- Ácidos orgánicos: ningún efecto de la LS
- Taninos: ningún efecto de la LS
- Flavonoles: la LS estimula la biosíntesis
- Pirazinas: la LS reduce la acumulación de IBMP
- Rotundona: ninguna tendencia clara del efecto de la LS
- Carotenoides y norisoprenoides (NI): la LS estimula los carotenoides y a su vez la acumulación de NI como el TDN y  $\beta$ -ionona a la cosecha, resultados menos claros para la  $\beta$ -damascenona.
- Monoterpenos: la LS estimula la acumulación
- Tioles volátiles: la LS favorece la acumulación de precursores de tioles volátiles
- Compuestos C6: ningún efecto claro de la LS
- Los esteroides son compuestos derivados de las levaduras pero un deshojado precoz puede incrementar su nivel en el vino blanco al modificar las fuentes nutricionales de las levaduras presentes en el mosto al momento de la cosecha
- Materia fresca de la baya: ningún efecto de la LS excepto por las escaldaduras

### • Efectos potenciales de la temperatura (T)

Incrementar la luz a nivel de racimo podría conducir a un incremento en la temperatura de las bayas, cuya magnitud dependerá del cultivar, la topografía del sitio (mesoclima) y la orientación de las hileras. Por consiguiente, debe considerarse la interacción entre luz y temperatura. Hemos resumido los efectos potenciales de la temperatura, considerando principalmente el estado fenológico durante desarrollo herbáceo de la baya<sup>4, 5, 6</sup>:

- Ácidos orgánicos: efecto negativo a alta T > 35 °C

- Taninos: ningún efecto de la T excepto bajo calor extremo, que provoca una disminución en los taninos del hollejo
- Flavonoles: ningún efecto de la T
- Pirazinas: alta T > 35 °C reduce la acumulación de IBMP
- Rotundona: menor acumulación a alta T
- Carotenoides: ningún efecto de la T
- Tioles volátiles: alta T tiende a disminuir los tioles
- Materia fresca de la baya: alta T > 40 °C puede exacerbar la pérdida de agua de la baya / marchitamiento, dependiendo del estado hídrico de la parra. Dicho eso, la pérdida de agua puede ocurrir a baja temperatura.
- Efecto exacerbante de alta T / olas de calor en la muerte celular dentro de la región central de la baya durante la maduración



**Figura 2.** Ilustración del desnietado y deshojado precoz durante baya tamaño guisante en el racimo (Sauvignon blanc). Incrementar la luz a nivel de racimos permite reducir la concentración de IBMP en los hollejos pre y post envero (inspirado en la obra de Roujon de Boubee D.).

## ■ Envero y maduración: efectos de la luz y la temperatura

Desde el envero en adelante (alrededor de 6 °Brix) la fruta acumula azúcar diariamente. Esto es concomitante con un incremento en el volumen de la baya debido al importe de agua<sup>2</sup>. Una baya carga hasta 0.8 a 1.2 moles de azúcar (equivalente a un promedio de 10,5-11 % en alcohol probable), y deja de cargar azúcar una vez que alcanza la madurez<sup>2</sup>. Esto significa que desde la meseta de la acumulación de azúcar, el incremento en concentración de azúcar se debe a la pérdida de agua de la baya (transpiración y flujo de agua de vuelta a la planta). Por lo tanto, cuando se estudia el efecto de la luz sobre la evolución de los metabolitos de la baya, deben considerarse dos fases durante la maduración (figura 1): antes y después de la meseta de acumulación de azúcar en la baya<sup>7</sup>.

El deshojado tardío (DT) (durante el envero) puede estimular la biosíntesis o la degradación de metabolitos mayores en las bayas por medio de sus impactos en la exposición de la baya a la luz y la T. Sin embargo, el DT debe ser ejecutado cuidadosamente, y debe evaluarse el riesgo de escaldadura y marchitamiento, ya que en este punto las bayas son más sensibles a la deshidratación.

→ Antocianinas: alta LS estimula la biosíntesis y el desarrollo del color de la baya mientras baja LS conduce a vinos tintos con menor intensidad de color. Obviamente, debe considerarse la extracción/difusión de antocianinas durante el proceso de vinificación.

→ Metoxipirazinas: aunque el DT favorece su degradación, el efecto del deshojado prematuro sobre la acumulación de IBMP es más intenso

→ Otros metabolitos aromáticos de la uva: el efecto del DT no ha sido bien comprendido ya que la mayoría de los estudios han limitado su investigación al impacto del deshojado antes del envero y manteniéndolo después del envero. La deshidratación de la baya en estación tardía (DET) afecta las reservas de compuestos aromáticos de la uva

y el vino disminuyendo significativamente el nivel de β-damascenona (NI) y ésteres (via levaduras durante la fermentación). En contraste, la DET favorece la acumulación de compuestos C6 y metabolitos implicados en la percepción del carácter de mermelada tales como las furanonas y las lactonas.

## ■ El mensaje a retener

El deshojado y/o el desnietado es una poderosa herramienta / práctica de cultivo que sirve para mejorar / cambiar la composición de la fruta y el vino, y el estilo de este. Esto significa que desde un mismo viñedo es posible producir estilos diferentes de vinos / tipicidades incrementando la luz a nivel de racimos. Cuando se aplica el deshojado para manipular la composición de la fruta, también debe considerarse el estado fenológico de la baya. Desde este punto de vista, el estado fenológico apropiado para incrementar la luz en el racimo es la baya tamaño guisante. El deshojado aplicado en pre-floración puede ayudar a reducir la compactación de los racimos al reducir el número de flores e incrementar la aireación del racimo para mejorar sus condiciones sanitarias, ayudando así a reducir la podredumbre (*Botrytis cinerea*). Aplicar el deshojado en el envero puede también disminuir la podredumbre en el racimo y aumentar el color de la baya (i.e. estimulando la biosíntesis de antocianinas en las variedades tintas).

Las interacciones entre factores abióticos, la composición de la fruta y del vino, incluyendo los perfiles aromáticos del vino, son complejos, y aparte de algunos compuestos tales como el IBMP (Sauvignon blanc, Merlot, Cabernet Sauvignon), terpenoles (variedades blancas...), TDN (Riesling...) mediante los cuales la LS y la T afectan los perfiles aromáticos del vino, es difícil predecir el impacto del microclima de los racimos en los estilos de vino. ■

Alain Deloire<sup>1</sup>, Suzy Rogiers<sup>2</sup>, Guillaume Antalick<sup>3</sup>, Anne Pellegrino<sup>1</sup>,

<sup>1</sup> Montpellier University, L'Institut Agro (SupAgro-IHEV), France

<sup>2</sup> NWGIC, Department of Primary Industries-NSW, Australia

<sup>3</sup> University of Nova Gorica, Vipava, Slovenia

1 Reshef N., Walbaum N., Agam N., and Fait A., 2017. Sunlight Modulates Fruit Metabolic Profile and Shapes the Spatial Pattern of Compound Accumulation within the Grape Cluster, *Front. Plant Sci.*, <https://doi.org/10.3389/fpls.2017.00070>

2 Shahood R., Rienth M., Torregrosa L., Romieu C. (2015) Evolution of grapevine (*Vitis vinifera* L.) berry heterogeneity during ripening. *19<sup>th</sup> Int. Symp. GIESCO*, 1-5 June, Gruissan, France.

3 Carbonneau A., Torregrosa L., Deloire A., Pellegrino A., Pantin F., Romieu C., Ojeda H., Jaillard B., Métay A., Abbal P., 2020. *Traité de la Vigne, Physiologie-Terroir-Culture*, Dunod Editeur, Paris, France, ISBN 978-2-10-079857-5, 689 p.

4 Gouot J.C., Smith J.P., Holzapfel B.P., Barril C., 2019. Grape Berry Flavonoid Responses to High Bunch Temperatures Post Véraison: Effect of Intensity and Duration of Exposure, *Molecules*, 24, 4341; doi:10.3390/molecules2423434

5 Blancquaert E. H., Oberholster A., Ricardo-da-Silva J.M., Deloire A.J., 2019. Effects of Abiotic Factors on Phenolic Compounds in the Grape Berry – A Review, *S. Afr. J. Enol. Vitic.*, Vol. 40, No. 1.

6 Suklje K., Lisjak, K., BašaCesnik H., Janeš L., Du Toit W., Coetzee Z., Vanzo A., Deloire A., 2012. Classification of Grape Berries According to Diameter and Total Soluble Solids To Study the Effect of Light and Temperature on Methoxyypyrazine, Glutathione, and Hydroxycinnamate Evolution during Ripening of Sauvignon blanc (*Vitis vinifera* L.), *J. Agric. Food Chem.*, 60, 9454–9461/9456

7 Suklje, K., Antalick, G., Meeks, C., Blackman, J. W., Deloire, A. & Schmidtke, L. M., 2017. Grapes to wine: the nexus between berry ripening, composition and wine style, *International Society for Horticultural Science (ISHS)*, Leuven, Belgium, pp. 43-50, <https://doi.org/10.17660/ActaHortic.2017.1188.6>