



Estado nutricional de nitrógeno en la vid: correlación entre los índices de clorofila N-Tester y SPAD

Thibaut Verdenal, Vivian Zufferey, Jean-Sébastien Reynard, Jean-Laurent Spring

Agroscope, 1009 Pully, Switzerland

El conocimiento del estado nutricional de nitrógeno de la vid es esencial para la gestión sustentable de su nutrición en aras de una producción de uvas de calidad. La medición del índice de clorofila es un método rápido, no destructivo y relativamente barato que permite obtener una buena aproximación del estado nutricional de nitrógeno de la vid a lo largo de la temporada. Varios clorofilómetros se encuentran disponibles en el mercado, y cada uno utiliza su propia unidad de medida. Con el fin de vulgarizar la utilización de clorofilómetros, se establecieron los umbrales de interpretación del índice SPAD medido en la vid durante el envero a partir de su correlación con el índice N-Tester, cuyos umbrales ya son conocidos.

Estimación del estado nutricional de nitrógeno en la vid

Los primeros síntomas visibles de la carencia de nitrógeno en la vid son un desarrollo vegetativo débil y una coloración del follaje verde pálido o amarillenta, debido a un bajo contenido de clorofila (Figura 1). En función de la gravedad de la carencia y de estas secuelas, la fertilidad de las yemas y el rendimiento en la vendimia pueden además verse fuertemente reducidos. En términos de calidad de las uvas, el mosto en la vendimia puede presentar muy bajos contenidos de nitrógeno asimilable (< 140 mg/L), afectando a la vez la buena marcha de la fermentación alcohólica y el desarrollo de los aromas del vino. Los vinos blancos y rosados son particularmente sensibles a la carencia de nitrógeno. El conocimiento del estado nutricional de nitrógeno de la vid es por lo tanto esencial para la gestión sustentable de su nutrición nitrogenada en aras de una producción de uvas y vinos de calidad¹.



FIGURA 1. Síntomas de la carencia de nitrógeno en el viñedo: bajo crecimiento de las ramas y coloración del follaje verde pálido o amarillenta. Estado fenológico floración, chasselas, 2022.

La medición del nitrógeno total en el suelo no es un indicador fiable de la disponibilidad de nitrógeno para la vid. El análisis del suelo no refleja la dinámica de mineralización en el tiempo, extremadamente variable en función de las condiciones medioambientales. Así, un suelo puede ser rico en nitrógeno orgánico, sin que por ello este sea asimilable para la vid. No obstante, hoy en día existen varios métodos fiables de estimación del estado nutricional de nitrógeno en la vid.

1/ La observación visual de los síntomas de carencias sigue siendo el método más simple de poner en obra. Un fuerte vigor, una cubierta vegetal densa y un gran rendimiento son generalmente indicadores de un estado nutricional de nitrógeno elevado.

2/ El análisis del peciolo y/o del limbo de las hojas es relativamente costoso y puede resultar delicado de interpretar². Este es más bien utilizado para confirmar una observación visual en la planta.

3/ La concentración de nitrógeno asimilable del mosto en la vendimia es el método más pertinente. La constatación de una carencia de nitrógeno en el mosto permite anticipar la gestión de la nutrición nitrogenada de la vid para el año siguiente. Esta varía fuertemente en función de las condiciones medioambientales y de las técnicas de cultivo³.

4/ Se han elaborado numerosos índices para estimar de manera más o menos directa el estado nutricional de nitrógeno en la planta⁴. La estimación de la concentración de la clorofila en las hojas, generalmente basada en medidas indirectas y no destructivas, permite una aproximación fiable, rápida y poco costosa del estado nutricional de nitrógeno de la vid a lo largo de la temporada.

El contenido de clorofila y el índice de clorofila

El color verde del follaje está muy bien correlacionado con su contenido de clorofila y con los síntomas de amarilleamiento del follaje vinculados con la carencia de nitrógeno⁴. La relación entre los contenidos de clorofila y el nitrógeno de las hojas varía considerablemente entre las especies, pero se mantiene estable dentro de una misma especie⁵, tal como *Vitis vinifera*, volviendo así la medición del índice de nitrógeno pertinente para estimar la nutrición en nitrógeno de la vid. Los clorofilómetros son ampliamente utilizados con fines de diagnóstico para guiar la gestión del nitrógeno, vigilando el estado nutricional de nitrógeno del follaje en numerosos cultivos, gracias a mediciones rápidas y no destructivas. Existen diferentes modelos portátiles, tales como el N-Tester (Yara, Oslo, Noruega), el SPAD-502 (Konica Minolta, Nieuwegein, Países Bajos) o el Dualex (Force A, Orsay, Francia). La medición del índice de clorofila durante la temporada refleja perfectamente la variación del contenido de nitrógeno del follaje en función de la variedad de uva y del estado fenológico (Figura 2).

La consideración del método de muestreo es igualmente esencial

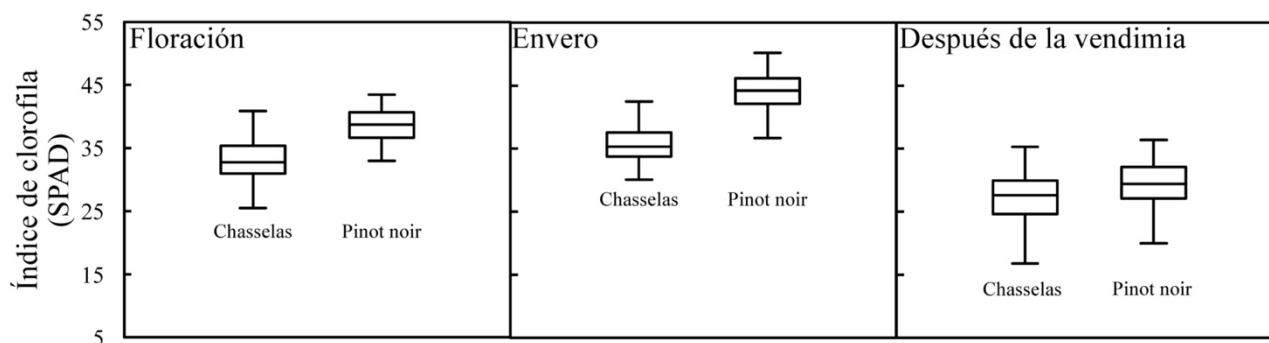


FIGURA 2. Variabilidad del índice de clorofila (SPAD) en función del estado fenológico y de la variedad de uva. (n = 500 ; fuente Agroscope, Suiza).

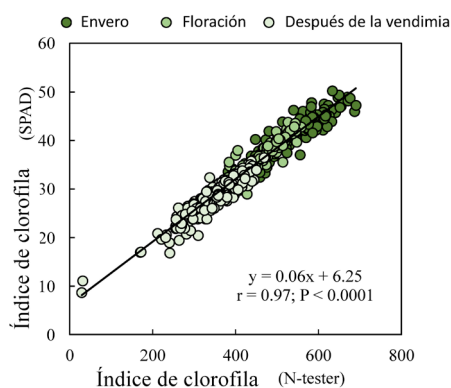


FIGURA 3. Correlación entre los índices de clorofila N-Tester y SPAD. Las mediciones fueron realizadas a tres estados fenológicos, en cepas chasselas y pinot noir (n = 500 ; fuente Agroscope, Suiza).

gamay⁶ (Tabla 1). Con el objetivo de vulgarizar la utilización de estos aparatos, se realizaron mediciones en Agroscope en Suiza para establecer la correlación entre los índices obtenidos con el N-Tester y el SPAD. El 2022 se efectuaron 500 mediciones en paralelo con el N-Tester y el SPAD a tres estados fenológicos, en chasselas y pinot noir. Las vides habían sido conducidas en poda Guyot. Las medidas fueron tomadas en las hojas principales de la zona media del follaje. De estas sale una excelente correlación ($r = 0,97$; $P < 0,0001$) y una regresión lineal que permitió la conversión de los umbrales de interpretación ya existentes para el N-Tester (Tabla 1). ■

Agradecimientos: Quisiéramos destacar el meticuloso trabajo del equipo técnico de Agroscope para el mantenimiento del viñedo experimental y la preciosa ayuda de nuestros practicantes Nicolas Berud, Mathilde Donaty y Mathilde Le Graët para las mediciones en terreno.

para su utilización en el viñedo. La estimación del estado nutricional de nitrógeno de la vid mediante la medición del índice de clorofila se realiza generalmente al momento del envero, cuando el contenido de nitrógeno es más elevado, a partir de un muestreo de hojas adultas y sanas de la zona de los racimos. No se recomienda efectuar mediciones en otros momentos en la temporada en razón de la mayor fluctuación de los datos: a principios de temporada por culpa de la juventud de las hojas y los eventuales síntomas de la clorosis férrica; a fines de temporada más bien por culpa de los eventuales síntomas de carencias minerales (magnesio y potasio, entre otros), en caso de una fuerte presión por enfermedades fúngicas (desecamiento de los limbos) o incluso en caso de un fuerte estrés hídrico durante el verano (amarilleamiento de las hojas de la base de las ramas). Los umbrales de interpretación del estado nutricional de nitrógeno de la vid mediante el índice de clorofila son actualmente insuficientes, incluso inexistentes para ciertos clorofilómetros. Estos debiesen idealmente encontrarse disponibles para cada variedad de uva y cada estado fenológico.

Conversión N-Tester/SPAD

Los clorofilómetros presentes en el mercado utilizan índices diferentes. Existen umbrales de interpretación para las mediciones efectuadas con el N-Tester en el envero para las cepas chasselas, pinot noir y

- 1 Bell, S.-J., & Henschke, P. A. (2005). Implications of nitrogen nutrition for grapes, fermentation and wine. *Australian Journal of Grape and Wine Research*, 11, 242-295. <https://doi.org/10.1111/j.1755-0238.2005.tb00028.x>
- 2 Delas, J. (2010). La fertilisation de la vigne : contribution à une viticulture durable. 2e édition. Eds Feret, 165 pp
- 3 Spring, J. L., Verdenal, T., Zufferey, V., & Viret, O. (2012). Nitrogen dilution in excessive canopies of Chasselas and Pinot noir cvs. *J. Int. Sci. Vigne Vin*, 46(3), 233-240. <https://doi.org/10.20870/oeno-one.2012.46.3.1520>
- 4 Friedel, M., Hendgen, M., Stoll, M., & Löhnertz, O. (2020). Performance of reflectance indices and of a handheld device for estimating in-field the nitrogen status of grapevine leaves. *Australian Journal of Grape and Wine Research*, 26(2), 110-120. <https://doi.org/10.1111/ajgw.12424>
- 5 Xiong, D., Chen, J., Yu, T., Gao, W., Ling, X., Li, Y., Peng, S., & Huang, J. (2015). SPAD-based leaf nitrogen estimation is impacted by environmental factors and crop leaf characteristics. *Scientific Reports*, 5(1), 13389. <https://doi.org/10.1038/srep13389>
- 6 Spring, J. L. & Jelmini, G. (2002). Nutrition azotée de la vigne : intérêt de la détermination de l'indice chlorophyllien pour les cépages chasselas, pinot noir et gamay. *Revue Suisse Vitic. Arboric. Hortic.* 34, 27-29.

TABLA 1. Umbrales para la interpretación del índice de clorofila (N-Tester y SPAD) del follaje medido en el envero (hojas principales de la zona de los racimos) en tres variedades.

Apreciación del nivel de alimentación nitrogenada	N-Tester			SPAD*		
	chasselas	pinot noir	gamay	chasselas	pinot noir	gamay
muy bajo	< 420	< 460	< 380	< 31	< 34	< 29
bajo	420–460	460–500	380–430	31–34	34–36	29–32
normal	460–540	500–580	430–530	34–38	36–41	32–38
elevado	540–570	580–620	530–580	38–40	41–43	38–41
muy elevado	> 570	> 620	> 580	> 40	> 43	> 41

*Los umbrales para el SPAD fueron calculados a partir de los umbrales para el N-Tester establecidos por Spring y Jelmini (2002).