



Gestión racional del nitrógeno en viticultura: de la observación al análisis del mosto

Thibaut Verdental¹, Ágnes Dienes-Nagy¹, Sandrine Belcher¹, Jean-Sébastien Reynard¹, Vivian Zufferey¹

Agroscope, 1009 Pully, Switzerland

Comprender y gestionar la nutrición nitrogenada de la vid es fundamental para producir vinos de calidad. La observación visual es el primer paso, que se complementa con herramientas como el índice de clorofila y el análisis foliar. El nitrógeno total del suelo es poco relevante, ya que no es directamente asimilable. Por el contrario, el análisis del nitrógeno asimilable en el mosto durante la vendimia es un buen indicador para ajustar la fertilización.



Síntomas de carencia de nitrógeno en la fase de floración. Variedad Chasselas, en Nyon, Suiza. Las ramas son raquílicas y las hojas se vuelven amarillas, incluidas las nervaduras.

Tómese el tiempo necesario para observar sus viñas

Antes de cualquier fertilización, es esencial observar sus viñas para evaluar su estado de nitrógeno. Los signos visuales de carencia de nitrógeno incluyen falta de vigor, follaje amarillento y baja fertilidad. Existen varios métodos:

➔ Observación visual: sencilla y gratuita. Los signos visuales de carencia de nitrógeno incluyen falta de vigor, follaje amarillento y baja fertilidad.

➔ Análisis de plantas: más costosos, confirman las carencias o el exceso, pero requieren una interpretación experta según la variedad y la fase de crecimiento¹.

➔ Índice de clorofila: rápido y no destructivo, utiliza herramientas como el SPAD 502 (Konica Minolta, Nieuwegein, Países Bajos) o el N-Tester (Yara, Oslo, Noruega) para estimar el contenido de nitrógeno a través del color de las hojas².

Nota: El nitrógeno total del suelo (mineral y orgánico) no es un buen indicador de la nutrición nitrogenada de la vid. La materia orgánica debe mineralizarse antes de ser asimilada por la vid. Sin embargo, el análisis del suelo permite controlar factores como la materia orgánica, la relación C/N, el pH y la cal, que influyen en la mineralización del nitrógeno. La materia orgánica mejora la estructura del suelo y la reserva de agua.

El análisis del mosto en la vendimia es el indicador más preciso

El nitrógeno asimilable por las levaduras, presente en las uvas en el momento de la vendimia, es crucial en viticultura y enología. Refleja la nutrición nitrogenada de la vid, influye en la fermentación alcohólica y participa en la formación de los aromas del vino. Se compone principalmente de amonio y aminoácidos (excepto prolina e hidroxiprolina). Su concentración depende de las condiciones ambientales y de las prácticas agrícolas. A pesar de su importancia, su análisis aún no está tan establecido en los análisis habituales como el de los azúcares o la acidez.

Para la vinificación, la concentración de nitrógeno asimilable por las levaduras del mosto suele ser subóptima, lo que limita el desarrollo de las levaduras y la velocidad de fermentación alcohólica, así como el desarrollo de los aromas. Por debajo de 200 mg N/l de nitrógeno asimilable, la duración de la fermentación está correlacionada negativamente con la concentración de nitrógeno asimilable, para un mosto blanco clarificado con una concentración media de azúcar. Por debajo de 140 mg N/l de nitrógeno asimilable, existe un riesgo importante de que se detenga la fermentación alcohólica³ (Tabla 1) en vinos blancos. Este umbral es más bajo en el caso de la vinificación

TABLA 1. Nivel de riesgo de parada de la fermentación en función de la concentración de nitrógeno asimilable del mosto en vendimia para la vinificación en blanco. Los umbrales para la vinificación en tinto se consideran más bajos.

Nitrógeno asimilable en el mosto (mg/l)	Riesgo de parada de la fermentación en mosto clarificado
>200	Ninguno
140 - 200	Medio
<140	Alto

de vino tinto, ya que la extracción de nitrógeno de la uva es mayor debido al contacto prolongado con el orujo. El Instituto Australiano de Investigación del Vino propone un umbral mínimo más bajo para la vinificación en tinto, de 100 mg/l de nitrógeno asimilable.

Principales métodos de fertilización nitrogenada

En viticultura se pueden utilizar dos métodos de fertilización nitrogenada. Estos métodos son complementarios y persiguen objetivos diferentes:

➔ La fertilización del suelo tiene como objetivo mantener el vigor de la vid y la fertilidad de los brotes para alcanzar las cuotas de producción a largo plazo. Se realiza generalmente en invierno o en primavera, según el tipo de fertilizante utilizado (orgánico o mineral), de manera que el nitrógeno esté disponible en el momento del pico de crecimiento vegetativo de la vid.

➔ La fertilización foliar, por su parte, tiene un objetivo a corto plazo. Su objetivo es estimular la acumulación de nitrógeno en las uvas para obtener una mayor concentración de nitrógeno asimilable por las levaduras en el mosto en el momento de la vendimia del mismo año. Se realiza en el momento del envero, al inicio de la maduración de las uvas, y no suele tener ningún efecto sobre la nutrición de la vid al año siguiente. En caso de carencia nitrogenada comprobada, un aporte foliar de urea (10 a 20 kg N/ha), aplicado en varias veces para favorecer su asimilación, puede resultar muy eficaz, según las condiciones ambientales y la variedad de uva⁴.

Para determinar la necesidad de una fertilización foliar, sería especialmente útil estimar, desde el envero, la concentración de nitrógeno asimilable del mosto en la próxima vendimia.

El análisis del mosto en el envero, un medio para predecir las condiciones de la vendimia

La determinación temprana del contenido de nitrógeno del mosto en

el envero permite estimar el contenido del mosto en la vendimia. Esto puede ser útil para la fertilización foliar al inicio de la maduración de la uva, con el fin de corregir el contenido de nitrógeno asimilable del mosto en la vendimia. En el envero, las uvas ya son ricas en nitrógeno, principalmente en forma de amonio (NH_4^+). La concentración de nitrógeno asimilable suele disminuir durante la maduración de la uva debido a la disminución de NH_4^+ , mientras que la concentración de aminoácidos se mantiene relativamente estable⁵. Agroscope ha elaborado una importante base de datos en el marco del seguimiento de la maduración durante un periodo de 24 años (1997-2020) en tres viñedos de referencia en Suiza (Nyon, Pully y Leytron). El instituto ha confirmado la correlación entre las concentraciones de nitrógeno en las uvas en el envero y en la vendimia para las variedades Chasselas, Gamay y Pinot noir (Figura 1). Las condiciones ambientales (clima y suelo) tuvieron un impacto predominante; también se observó un fuerte efecto de la variedad. En promedio, durante 24 años, los mostos de Pinot noir y Gamay mostraron concentraciones de nitrógeno generalmente comparables entre el envero y la vendimia ($p = 0,142$ y $0,894$, respectivamente); la concentración de nitrógeno incluso aumentó para el Pinot noir en el viñedo de Pully ($p < 0,001$) (Tabla 2). Por otra parte, los mostos de Chasselas presentaron una concentración

de nitrógeno más baja en la vendimia en más de nueve de cada diez casos; se detectó una fuerte carencia de nitrógeno asimilable ($< 140 \text{ mg N/L}$) desde el envero en 13 casos, principalmente en el viñedo de Nyon, y se confirmó en la vendimia en más del 90 % de los casos. Teniendo en cuenta la variedad, la determinación precoz de la concentración de nitrógeno en el mosto de las uvas recogidas en el envero es, por lo tanto, un buen indicador de la concentración futura en la vendimia.

Hacia una gestión sostenible de la nutrición nitrogenada de la vid

Las observaciones y medidas descritas anteriormente presentan ciertas ventajas y algunos inconvenientes. Son complementarias y, en conjunto, permiten comprender mejor la dinámica del nitrógeno en la vid. Dicho esto, cuando se detecta una carencia de nitrógeno, no es necesariamente necesario fertilizar. El estado nutricional del nitrógeno de la vid está muy influido por las condiciones ambientales de la parcela, pero también por la elección de las técnicas de cultivo⁶. Por lo tanto, antes incluso de plantearse la fertilización, es necesario asegurarse de que las siguientes decisiones técnicas sean coherentes:

- material vegetal (variedad y portainjerto),
- mantenimiento del suelo,
- equilibrio hoja-fruto,
- abastecimiento hídrico.

La nutrición nitrogenada de la vid se planifica a largo plazo. Hay que tener en cuenta los efectos residuales del año anterior y las previsiones para el año siguiente. A modo de ejemplo, la implantación de un cultivo de cobertura puede, según las condiciones ambientales, generar una fuerte competencia hídrica y nitrogenada para la vid. Así, en un plazo de dos a cinco años puede aparecer una carencia de nitrógeno, con repercusiones en el rendimiento y la calidad de los vinos. El restablecimiento de una nutrición equilibrada puede durar a su vez varios años. ■

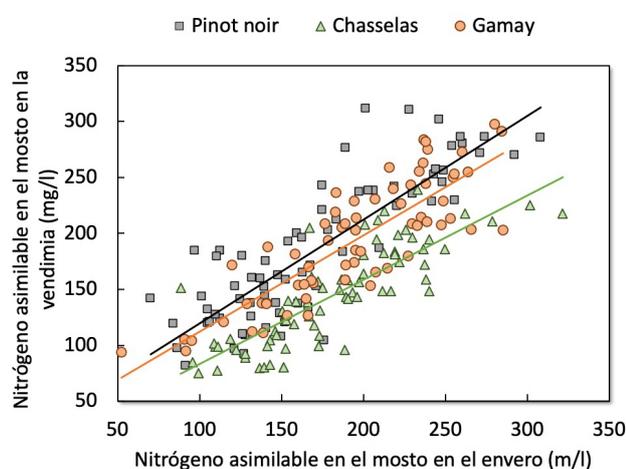


FIGURA 1. Correlación de las concentraciones de nitrógeno asimilable en uvas de tres variedades recogidas en envero y en vendimia (media calculada entre 1997 y 2020). Chasselas ($n = 72$; $r = 0,82$; $p < 0,0001$), Gamay ($n = 66$; $r = 0,84$; $p < 0,0001$) y Pinot noir ($n = 72$; $r = 0,84$; $p < 0,0001$).

TABLA 2. Contenido de nitrógeno asimilable en mostos de Chasselas, Pinot y Gamay en el momento del envero y la vendimia. Medias de 24 años (1997-2020). ***valor $p < 0,001$; ns, no significativo.

Viñedo	Variedad	Nitrógeno asimilable (mg/l)		Variación entre las dos fechas	p-value
		Envero	Vendimia		
Nyon	Chasselas	149	107	-28 %	***
	Pinot noir	146	151	4 %	ns
	Gamay	168	159	-5 %	ns
Pully	Chasselas	189	161	-15 %	***
	Pinot noir	163	190	17 %	***
	Gamay	177	186	5 %	ns
Leytron	Chasselas	207	165	-20 %	***
	Pinot Noir	204	215	5 %	ns
	Gamay	239	235	-2 %	n.d.
Media tres viñedos	Chasselas	181	144	-20 %	***
	Pinot noir	171	186	9 %	ns
	Gamay	195	194	-1 %	ns

Información extraída del artículo de investigación "Nutrition azotée de la vigne: mesures et interprétations" (Recherche Agronomique Suisse, 2023). <https://doi.org/10.34776/afs14-167>

1 Spring, J. L., & Verdenal, T. (2017). Fertilisation en viticulture : Principes de fertilisation des cultures agricoles en Suisse (PRIF). *Recherche Agronomique Suisse*, 8, chapitre 12. <https://www.agrarforschungs Schweiz.ch/fr/2017/06/12-fertilisation-en-viticulture-prif-2017/>

2 Verdenal, T., Zufferey, V., Reynard, J. S., & Spring, J. L. (2023). Nitrogen nutrition status of the vine: correlation between N-tester and SPAD chlorophyll indices. *IVES Technical Reviews*. <https://doi.org/10.20870/IVES-TR.2023.7649>

3 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>

4 Verdenal, T., Dienes-Nagy, Á., Belcher S., Reynard J.-S., & Zufferey V. (2025). Fertilisation foliaire en viticulture: comparaison de deux engrais minéraux. *Recherche Agronomique Suisse*, 16, 90-95. <https://doi.org/10.34776/afs16-90>

5 Nisbet, M. A., Martinson, T. E., & Mansfield, A. K. (2014). Accumulation and Prediction of Yeast Assimilable Nitrogen in New York Winegrape Cultivars. *American Journal of Enology and Viticulture*, 65, 325-332. <https://doi.org/10.5344/ajev.2014.13130>

6 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>