



Gestione razionale dell'azoto in viticoltura : dall'osservazione diretta all'analisi del mosto

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

Agroscope, 1009 Pully, Switzerland

Capire e gestire la nutrizione azotata della vite è di fondamentale importanza per ottenere vini di qualità. L'osservazione diretta rappresenta un primo passo in questa direzione, che va poi integrato con ulteriori strumenti diagnostici, quali l'indice clorofilliano e l'analisi fogliare. La quantità di azoto totale presente nel suolo è poco rilevante, perché non direttamente assimilabile dalla vite. Al contrario, la determinazione dell'azoto assimilabile nel mosto, eseguita al momento della vendemmia, è un indicatore utile per calibrare la concimazione.



Sintomi di carenza azotata durante la fioritura. Chasselas, Nyon, Svizzera. I tralci appaiono deboli e stentati; le foglie ingialliscono, nervature compresse.

Ritagliarsi il tempo necessario per osservare la vite

Prima di qualsiasi concimazione, è fondamentale diagnosticare lo stato della vite per valutarne il livello di azoto. Sono disponibili diversi metodi complementari:

- ➔ Osservazione visiva: semplice e gratuita. I segni di carenza di azoto includono mancanza di vigore, fogliame giallastro e scarsa fertilità.
- ➔ Analisi dei vegetali – più costose, le analisi confermano eventuali carenze o eccessi, ma richiedono l'interpretazione di un esperto e dipendono dal vitigno e dallo stadio di sviluppo della vite¹.
- ➔ Indice clorofilliano – veloce e non distruttivo, questo metodo utilizza strumenti quali SPAD 502 (Konica Minolta, Nieuwegein, Olanda) o N-Tester (Yara, Oslo, Norvegia), per stimare il tasso d'azoto attraverso la colorazione delle foglie².

Nota : L'azoto totale (minerale e organico) presente nel suolo non è un buon indicatore del livello di nutrizione azotata della vite. La sostanza organica va mineralizzata prima di diventare assimilabile dalla vite. L'analisi del suolo consente di stimare altri fattori che influenzano la mineralizzazione dell'azoto, quali il tasso di sostanza organica, il suo rapporto C/N, il pH e il calcare. La sostanza organica migliora la struttura e la riserva idrica del suolo.

L'analisi del mosto alla vendemmia, l'indicatore più preciso

L'azoto assimilabile dai lieviti, presente negli acini alla vendemmia, è di fondamentale importanza sia in viticoltura sia in enologia. Esso riflette il livello di nutrizione azotata della vite, influenza la fermentazione alcolica e contribuisce alla formazione degli aromi del vino. È costituito principalmente da ammonio e amminoacidi (prolina e idrossiprolina escluse). Il suo tenore dipende da parametri ambientali e pratiche colturali. Purtroppo, nonostante la sua importanza, la determinazione dell'azoto assimilabile non è ancora inserita a pieno titolo tra le analisi di routine, quali l'analisi dell'acidità e del tenore zuccherino.

Per la vinificazione, la concentrazione di azoto assimilabile dai lieviti nel mosto risulta spesso subottimale, il che limita lo sviluppo dei lieviti stessi, la velocità della fermentazione alcolica e lo sviluppo degli aromi. Nel caso di mosti chiarificati aventi concentrazioni medie di zucchero, al di sotto di 200 mg/l di azoto assimilabile la durata della fermentazione è negativamente correlata con la concentrazione di azoto assimilabile stessa, mentre, quando si scende al di sotto di

TABELLA 1. Rischio d'arresto della fermentazione alcolica in funzione della concentrazione di azoto assimilabile nel mosto alla vendemmia (vinificazione senza macerazione pellicolare).

| Azoto assimilabile nel mosto (mg/l) | Rischio d'arresto della fermentazione nel mosto chiarificato |
|-------------------------------------|--|
| >200 | assente |
| 140<...<200 | medio |
| <140 | elevato |

140 mg/l sussiste un elevato rischio di arresto della fermentazione alcolica³ (Tabella 1). Questa soglia è inferiore per la vinificazione in rosso. Infatti, in questi casi, l'estrazione di azoto dagli acini è maggiore a causa del contatto prolungato del mosto con le vinacce. Nel caso della vinificazione in rosso, l'Australian Wine Research Institute propone una soglia minima di 100 mg/l di azoto assimilabile.

Principali metodi di concimazione azotata

In viticoltura, la concimazione azotata si può eseguire in due modi, complementari fra loro, ma finalizzati a raggiungere obiettivi differenti :

- ➔ la distribuzione di azoto al suolo serve a mantenere il vigore vegetativo delle piante e la fertilità delle gemme, per centrare gli obiettivi produttivi sul lungo periodo; solitamente, la si esegue durante l'inverno o in primavera, in funzione della forma di concime scelta (organica o minerale), in modo che l'azoto sia disponibile durante il picco di crescita vegetativa della vite,
- ➔ la distribuzione fogliare di azoto, invece, agisce a corto termine; il suo obiettivo consiste nello stimolare l'accumulo di azoto negli acini, per aumentare la concentrazione di azoto assimilabile dai lieviti nel mosto, durante la vendemmia dell'annata in corso; la si esegue all'invaitura, quando gli acini iniziano a maturare, e, generalmente, non influenza la nutrizione della vite durante la stagione successiva; in presenza di comprovata carenza azotata, la concimazione fogliare con urea (10-20 kg/ha di N), frazionata su più apporti per favorirne l'assimilazione, può rivelarsi molto efficace a seconda del vitigno considerato e delle condizioni pedoclimatiche locali⁴.

Per determinare la necessità di procedere con la concimazione fogliare, sarebbe particolarmente utile stimare, fin da inizio

invaiaura, la concentrazione di azoto assimilabile del mosto che si presenterà durante la prossima vendemmia.

L'analisi del mosto all'invaiaura, un metodo per prevedere la situazione al momento della vendemmia

La determinazione precoce (all'invaiaura) del tenore di azoto nel mosto consente di stimarne il contenuto al momento della vendemmia. Ciò può tornare utile per programmare una eventuale concimazione fogliare ad inizio maturazione degli acini, volta a correggere il contenuto di azoto assimilabile nel mosto al momento della vendemmia. All'invaiaura, gli acini sono già ricchi di azoto, principalmente presente sotto forma di NH_4^+ . La concentrazione di azoto assimilabile diminuisce generalmente durante la maturazione dell'uva a causa della diminuzione di NH_4^+ , mentre la concentrazione di aminoacidi rimane relativamente stabile⁵. Agroscope ha creato un'importante banca dati, in occasione di un monitoraggio della maturazione condotto per 24 anni (1997-2020) in tre vigneti di riferimento situati in Svizzera (Nyon, Pully e Leytron): i risultati confermano la correlazione tra le concentrazioni di azoto negli acini all'invaiaura e alla vendemmia per i vitigni Chasselas, Gamay e Pinot nero (Figura 1). Le condizioni pedoclimatiche (clima e suolo) hanno

avuto un impatto dominante; è stato osservato anche un forte effetto legato alla scelta del vitigno. In media, su 24 anni, i mosti di Pinot nero e Gamay hanno mostrato concentrazioni di azoto tra invaiaura e vendemmia generalmente comparabili ($p = 0,142$ il primo e $0,894$ il secondo); la concentrazione di azoto è addirittura aumentata per il Pinot nero nel vigneto di Pully ($p < 0,001$) (Tabella 2). I mosti di Chasselas, dal canto loro, più di nove volte su dieci, hanno mostrato una concentrazione di azoto inferiore alla vendemmia; in 13 casi, principalmente nel vigneto di Nyon, è stata rilevata una forte carenza di azoto assimilabile (< 140 mg/l di N) fin dall'invaiaura, carenza confermata alla vendemmia in oltre il 90 % dei casi. Tenendo conto del vitigno, la determinazione precoce della concentrazione di azoto nel mosto di acini raccolti all'invaiaura è, quindi, un buon indicatore della futura concentrazione azotata al momento della vendemmia.

Verso una gestione razionale della nutrizione azotata in viticoltura

Le osservazioni e le misure descritte in precedenza, ciascuna con i propri vantaggi e svantaggi, sono complementari e, insieme, consentono di capire meglio le dinamiche dell'azoto nella vite. Detto questo, quando si riscontra una carenza di azoto, la concimazione non è necessariamente l'unica soluzione. Il livello di nutrizione azotata della vite è ampiamente influenzato sia dalle condizioni ambientali che caratterizzano il vigneto sia dalle pratiche colturali messe in atto dal viticoltore⁶. Prima di prendere in considerazione la concimazione, è, quindi, necessario assicurarsi della coerenza delle seguenti scelte tecniche:

- varietà e portinnesto,
- gestione del suolo,
- equilibrio tra foglie e frutti,
- disponibilità idrica.

La nutrizione azotata della vite va pianificata sul lungo periodo. Occorre tenere conto sia degli effetti residui dell'anno precedente sia delle anticipazioni per l'anno successivo. Per esempio, l'introduzione dell'inerbimento può, a seconda delle condizioni ambientali, generare una forte competizione idrico-azotata nei confronti della vite. Una carenza azotata può quindi manifestarsi in un periodo compreso entro due e cinque anni dal cambiamento, con ripercussioni sulla resa e sulla qualità dei vini. Il ripristino di un'alimentazione equilibrata della vite può, a sua volta, richiedere alcuni anni. ■

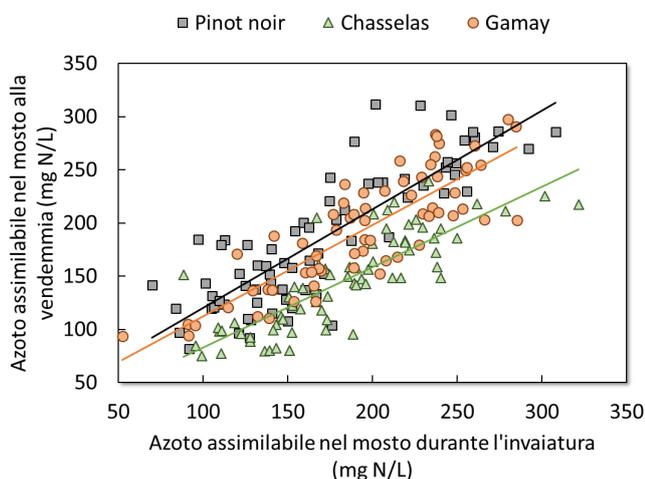


FIGURA 1. Correlazione tra le concentrazioni di azoto assimilabile degli acini di tre vitigni prelevati all'invaiaura e in vendemmia (1997-2020). Chasselas ($n = 72$; $r = 0,82$; $p < 0,0001$), Gamay ($n = 66$; $r = 0,84$; $p < 0,0001$) e Pinot noir ($n = 72$; $r = 0,84$; $p < 0,0001$).

TABELLA 2. Tenore di azoto assimilabile nei mosti di Chasselas, Pinot e Gamay all'invaiaura e in vendemmia. Media di 24 anni di prove (1997-2020). *** p -value $< 0,001$; ns, non significativo.

| Vigneto | Vitigno | Azoto assimilabile (mg/l) | | Variazione tra le due date | p-value |
|-----------------------|------------|---------------------------|-----------|----------------------------|---------|
| | | Invaiaura | Vendemmia | | |
| 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 % | ns |
| Media dei tre vigneti | Chasselas | 181 | 144 | -20 % | *** |
| | Pinot noir | 171 | 186 | 9 % | ns |
| | Gamay | 195 | 194 | -1 % | ns |

Fonte: articolo scientifico "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>