TAIV 2006

Dispense del modulo di

MICRO- E MACRONUTRIENTI IN VITICOLTURA. FISIOLOGIA DELLA NUTRIZIONE E CONCIMAZIONE

CIRCOLAZIONE INTERNA

SOMMARIO

PREMESSA ..... ERRORE. IL SEGNALIBRO NON È DEFINITO.
INTRODUZIONE **2**
Nutrizione della vite e qualità 2
Terminologia: nutrizione e concimazione 3
Importanza e necessità della concimazione della vite 3
Le basi fisiologiche della nutrizione minerale della vite 3
Il ciclo dei nutrienti nel sistema vigneto 4
La parte assorbente della vite: la radice 4
GLI ELEMENTI ESSENZIALI PER LA VITE **5**
Azoto (N) 5
Fosforo (P) 6
Potassio (K) 6
Calcio (Ca) 7
Magnesio (Mg) 8
Zolfo (S) 8
MICROELEMENTI **8**
L'effetto dei microelementi sulla qualità 8
Boro (B) 9
Manganese (Mn) 10
Zinco (Zn) 11
Rame (Cu) 11
Molibdeno (Mo) 11
Cobalto (Co) 11
Cloro (Cl) 12
Cromo (Cr) 12
Altri microelementi 12
Squilibri fra gli elementi, carenze multiple: disseccamento del rachide 12
I FATTORI NUTRIZIONALI DELLA VITE **13**
Il clima 13
Il terreno 14
Calcare e Clorosi ferrica 14
LE ESIGENZE NUTRIZIONALI DELLA VITE **15**
La diagnostica fogliare 16
Diagnostica peziolare 17
Analisi dei germogli uviferi completi 17
Diagnostica uvale 18
Diagnosi delle carenze e degli eccessi 18
GLI APPORTI FERTILIZZANTI **19**
La concimazione d'impianto 19
La concimazione annuale di mantenimento per le uve da vino e da tavola 19
MODALITA DI SOMMINISTRAZIONE DEI CONCIMI **20**
Concimazione d'impianto 20
Concimazione di mantenimento annuale 20
Fertirrigazione 21
PERIODO DI SOMMINISTRAZIONE DEI FERTILIZZANTI **21**
LA SCELTA DEI FERTILIZZANTI **22**
Fertilizzanti organici 22
Concimi chimici 23

INTRODUZIONE

Nutrizione della vite e qualità

La viticoltura moderna è finalizzata al miglioCunto qualitativo nel rispetto delle leggi economiche. La produzione è il risultato del potenziale qualitativo e quantitativo, determinato geneticamente e del contesto ambientale (elementi naturali del terreno, clima) nel quale la pianta vive. L'uomo esercita un ruolo di conservazione, di limitazione di coltivazione e di difesa, durante tutto il ciclo produttivo e vitale intervenendo con appropriate tecniche colturali.

La nutrizione minerale influisce sulla qualità dell'uva e del vino in quanto le caratteristiche organolettiche di entrambi sono determinate dai prodotti delle biosintesi della vite (il contenuto di carboidrati, proteine, aminoacidi, aromi, vitamine, acidi) spesso regolati da macro e microelementi. Non esistono terreni fertili che garantiscono la nutrizione completa e bilanciata della vite (per tutta la sua vita) in assenza di interventi fertilizzanti, specie quando le produzioni sono notevoli.

Le tecniche colturali non possono prescindere dal garantire un ottimale livello nutritivo della vite, senza impoverire il terreno e la pianta, e senza inquinare l'ambiente. Ciò implica la conoscenza dei seguenti aspetti.

- La dinamica e la mobilità delle sostanze nutritive, in relazione alla natura del terreno, il contenuto di humus e la capacità di assorbimento e di scambio del suolo.
- Le esigenze di sostanze nutritive dei vitigni in rapporto ai portinnesti, alle forme di allevamento ed

alla produttività, nonché l'adattamento dei fabbisogni durante il periodo vegetativo.
- I procedimenti diagnostici, per l'accertamento dello stato nutrizionale del terreno e della vite, attraverso analisi chimiche o rilievi di sintomi visuali di carenza o di eccesso.
- L'influsso dei fattori biologici e non, sull'assorbimento, il trasporto e l'assimilazione di sostanze nutritive negli organi della vite.

Terminologia: nutrizione e concimazione

Nutrizione e concimazione non sono sinonimi. La nutrizione è assai più completa e complessa (minerale, idrica e carbonica) della pratica della concimazione (che normalmente interessa pochi elementi). La prima può compiersi anche in assenza della concimazione (ad opera degli elementi naturalmente contenuti nel terreno e nell'acqua). La concimazione differisce anche dalla fertilizzazione (anche se nella pratica si confondono spesso questi termini), in quanto la prima tende a influire rapidamente sulla nutrizione della pianta, mentre la seconda agisce anche sul ripristino o il mantenimento della fertilità del terreno (fisica, chimica, microbiologica). I fertilizzanti infatti comprendono anche i prodotti o materiali che, oltre ad apportare certi elementi (come i concimi minerali) agiscono come correttivi e come ammendanti sui tre aspetti della fertilità.

Importanza e necessità della concimazione della vite

La concimazione della vite incide in modo spesso determinante sugli aspetti quali-quantitativi della produzione. In passato, per concimazione si intendeva praticamente la sola somministrazione di sostanza organica (letame ecc..) cioè di concimi ad effetto azotato. Anche la legge italiana per la tutela della denominazione di origine dei vini, vieta l'uso di pratiche di "forzatura" (concimazione, irrigazione, potatura troppo ricca ecc.). Si tratta pertanto di stabilire fino a che punto la concimazione non sia da ritenersi un pratica di "forzatura". La soluzione non può essere, ovviamente, unica e generalizzabile, perché interferiscono tutte le altre pratiche colturali, l'ambiente pedoclimatico, il portinnesto, ed il vitigno. Vi sono al riguardo vitigni di diversa "potenza" cioè con differente capacità di produrre sostanza secca (attraverso la fotosintesi) da utilizzare nella formazione dei grappoli, degli zuccheri, dei tralci delle radici, ecc.. Su questa potenza esercitano un'influenza il clima, il terreno, le tecniche d'impianto, colturali (potatura, forma di allevamento ecc.) ed antiparassitarie.

Una pratica può pertanto diventare una forzatura quando porta ad aumenti quantitativi a discapito della qualità (soprattutto il grado zuccherino e la perfetta maturazione per il nord, ma anche l'acidità, il sapore, il profumo, le vitamine, la resistenza alla *botrytis*, ecc.). La stessa pratica può non essere una forzatura quando, ambiente per ambiente, vitigno per vitigno, viene giustamente inquadrata in una combinazione <<fisiologica>> di tutte le altre pratiche colturali, tale che venga esaltata la <<potenza>> fino al punto massimo di deposito di zuccheri nel grappolo. Con le produzioni basse non sempre si ottiene il massimo di qualità, così pure non è sempre vero che a produzioni abbondanti corrispondano pessime caratteristiche qualitative. È tutto molto più complicato. Dipende da una serie di situazioni, di combinazioni di fattori produttivi e pedoclimatici.

L'elemento che può peggiorare le caratteristiche qualitative, se presente in eccesso, è soprattutto l'N. Da ciò, la conclusione errata cui sono arrivati molti tecnici e viticoltori è quella di eliminare gli apporti di sostanza organica. Tuttavia la concimazione può far male alla vite solo quando è realizzata in modo errato. Il tecnico ed il viticoltore hanno la possibilità di eseguire una concimazione razionale, anche sotto il profilo economico (dato che gli sprechi si pagano due volte, prima in moneta e poi in quantità-qualità).

Le basi fisiologiche della nutrizione minerale della vite

La pianta della consta di due parti: quella assorbente (il sistema radicale, fornito dal portinnesto) e quella assimilante (la chioma fornita dal nesto). Quindi la viticoltura si esercita con individui bimembri, provenienti dall'innesto, nei quali i rapporti di affinità e le influenze reciproche tra i due bionti complicano spesso la fisiologia della nutrizione. Prescindendo tuttavia da queste difficoltà ancora poco conosciute perché derivanti anche dalla barriera dell'innesto, si può attribuire all'apparato radicale il compito prevalente di assorbire gli elementi minerali del terreno ed alla chioma quello preminente di sintetizzare sostanze organiche (glucidi, proteine, lipidi, ormoni, ecc.) utilizzando gli elementi assunti dalle radici, assieme all'acqua, e quelli dell'atmosfera (anidride carbonica, introdotta nella foglia per via stomatica).

Una conferma della sostanziale interdipendenza delle due parti della pianta è il rapporto tra carbonio (C) ed N (N). Il rapporto C/N domina la fisiologia della nutrizione ed in particolare quella della fruttificazione. Regola infatti il fenomeno della differenziazione della gemme a frutto, nel quale interviene anche una induzione di carattere ormonico (ormoni antogeni o florigeni). Il suddetto rapporto varia nel ciclo biologico della vite ed in sintesi si può prospettare il seguente andamento semplificato:

- basso rapporto C/N nella fase di improduttività del vigneto, per scarsità di produzione di idrati di carbonio (fotosintesi), elevato assorbimento di N e pertanto con assenza di differenziazione delle gemme miste;
- rapporto C/N elevato od equilibrato nella fase di produttività costante del vigneto e conseguentemente con differenziazione più o meno grande delle gemme a frutto;
- rapporto C/N elevatissimo nella fase di vecchiaia, con scarsa differenziazione delle gemme per carenza di rinnovo vegetativo, a causa dello scarso assorbimento di N per senescenza delle radici.

Il rapporto C/N varia nello stesso modo anche durante l'anno e raggiunge il giusto equilibrio nel periodo di differenziazione delle gemme (fine maggio-giugno). L'attività assimilante cresce, infatti, con l'aumentare della superficie fogliare fotosintetizzante, mentre l'apparato radicale compie il suo massimo assorbimento di N dalla ripresa vegetativa (inizio del pianto della vite) all'allegagione.

Il rapporto C/N potrebbe essere espresso anche come fra sostanze organiche/sostanze minerali. La chioma infatti elabora anche altre sostanze organiche oltre ai glucidi, così come le radici assorbono tanti altri elementi oltre l'N e sintetizzano, ormoni, aminoacidi, acidi organici. Ovviamente le due attività (assorbente e fotosintetizzante) sono nettamente interdipendenti; alla luce, ad esempio, si ha un maggiore assorbimento di P e

pertanto le viti meglio illuminate dispongono di una frazione più elevata di PO_4^{3-}.

Quindi i fenomeni fisiologici sotto il controllo della nutrizione e che possono essere modificati, rettificati dalla fertilizzazione sono:

- L'assorbimento e l'espansione radicale, il trasporto e l'impiego degli elementi minerali;
- La fotosintesi, la traspirazione e la respirazione delle foglie, nonché la sintesi a livello radicale.
- L'attività di crescita (intensità e durata) dei germogli uviferi ed i ritmi di accumulo o di decremento dei componenti delle bacche, fondamentali agli effetti qualitativi;
- I processi di induzione fiorale, di fecondazione, allegagione ed accrescimento delle bacche e dei grappoli e pertanto della produzione del ceppo;
- La sintesi degli ormoni nei diversi organi vegetativi e riproduttivi, la costituzione del patrimonio enzimatico responsabile della qualità.

Lo scopo di questo modulo didattico è quello di illustrare tutte le predette influenze degli elementi minerali sulla fisiologia (fotosintesi ecc..) e sulla biochimica della vite (composizione degli organi, variazioni nelle diverse fasi fenologiche, ecc.), quindi di comprendere i meccanismi che sottintendono ai cicli dei nutrienti nel sistema suolo-vite.

Il ciclo dei nutrienti nel sistema vigneto

Nella determinazione del rapporto tra la vita della vite e la fertilità del suolo svolge un ruolo importante l'apparato radicale, capace non solo di assorbire e traslocare i nutrienti, ma anche incrementarne la disponibilità esplorando gli strati superficiali del suolo e contribuendo con la secrezione di particolari sostanze ai processi di alterazione chimica dei costituenti minerali.

Il ciclo dei nutrienti nel sistema suolo-vite è controllato da un insieme di fattori. In particolare, dipende dalla natura della matrice litologica, dalla velocità dei processi di alterazione, dalla intensità della lisciviazione. Un'intensa lisciviazione (che si può verificare ad esempio in vigneti in forte pendenza), può determinare una condizione di scarsità di nutrienti. Questi, infatti, sono allontanati dal suolo a velocità maggiore di quella con cui sono assorbiti dalla vite, determinando condizioni di progressiva acidificazione e conseguente carenza di fosfati, eccessiva presenza di Al e Mn solubili, inibizione della fissazione di N e della nitrificazione.

La viticoltura altera il bilancio dei nutrienti nel suolo in misura tanto maggiore quanto più spinte sono l'intensificazione e la specializzazione delle pratiche agronomiche e l'avanzamento delle tecniche colturali. L'utilizzazione della produzione vegetale per la produzione impedisce il realizzarsi del naturale ciclo dei nutrienti nel sistema suolo-vite. Il deficit che si produce viene in parte compensato con la somministrazione di fertilizzanti minerali ed organici.

Allontanano nutrienti dal suolo le asportazioni colturali, la lisciviazione, l'erosione.

Apportano nutrienti al suolo, i processi di alterazione dei costituenti inorganici e di mineralizzazione della sostanza organica, la fertilizzazione, l'Nfissazione, le precipitazioni atmosferiche.

Perdita di nutrienti. Perdita di nutrienti per asportazione colturale. La quantità di nutrienti che una coltura rimuove dal suolo durante la crescita dipende essenzialmente dalla specie e dalla produzione realizzata. Esigenze nutritive e produzione risultano funzione anche delle caratteristiche genetiche del vitigno. Vitigni molto produttivi hanno bisogno di elevata disponibilità di nutrienti.

Perdita di nutrienti per lisciviazione. La quantità di nutrienti allontanata dal suolo per fenomeni di lisciviazione dipende dal clima, dal tipo di suolo e dalla solubilità delle specie chimiche presenti. Suoli permeabili, ben drenati, dalla tessitura sabbiosa si lasciano attraversare facilmente dall'acqua risultando molto suscettibili alla rimozione dei nutrienti per lisciviazione, tanto più intensa quanto maggiore è la piovosità. Tra i macronutrienti il P è il meno lisciviato in quanto presente in forme non solubili o fissato fortemente sulle superfici dei costituenti del suolo. Na^+, Ca^{2+} e Mg^{2+} anche se coinvolti nei fenomeni chimico-fisici di scambio cationico, possono essere facilmente dilavati. Il K^+ risulta difficilmente allontanabile dai suoli caratterizzati dalla presenza di minerali argillosi. L'N viene lisciviato come ione NO_3^-. Conseguentemente le perdite di questo elemento risultano funzione dei processi biologici che convertono l'N organico in N nitrico.

Perdita dei nutrienti per erosione. Ulteriore perdita di nutrienti può derivare dall'asportazione della parte superficiale del suolo operata dalle acque meteoriche. L'entità di tale perdita dipende dall'intensità del fenomeno erosivo su cui hanno influenza preponderante la quantità e la frequenza delle piogge, le caratteristiche topografiche del suolo.

Apporto di nutrienti con le precipitazioni atmosferiche. Con la pioggia e la neve giungono al suolo i nutrienti presenti negli strati più bassi nell'atmosfera. Estremamente variabili risultano la qualità e la quantità di tali apporti in funzione di diversi fattori tra i quali, in primo luogo, la distanza dal mare e la presenza di centri industriali. La quantità di nutrienti pervenuta al suolo con le precipitazioni atmosferiche è insufficiente a soddisfare il fabbisogno nutrizionale del vigneto.

Apporto di nutrienti con la fertilizzazione. Per cause diverse le perdite di nutrienti nel vigneto risultano molto maggiori degli apporti naturali, conseguenti essenzialmente ai processi di alterazione e di mineralizzazione, rispettivamente, dei costituenti inorganici ed organici. Per mantenere adeguato il livello di fertilità risulta indispensabile la somministrazione al suolo di concimi minerali ed organici contenenti i nutrienti necessari alla crescita ed allo sviluppo della vite.

La parte assorbente della vite: la radice

Un carattere della vite al quale s'è attribuito un certo interesse è il cosiddetto, angolo-geotropico, cioè l'angolo che le radici formano con la verticale. Tale angolo può variare sensibilmente a seconda delle specie di viti, ed esso dovrebbe dare qualche, indizio sulla attitudine delle singole specie a resistere più o meno alla siccità del terreno (almeno degli strati superficiali) ed alla possibilità di assorbimento dei nutrienti.

Tale andamento, pur variando da specie a specie e da terreno a terreno, ha però nel suo complesso una direzione prevalentemente orizzontale: cioè le radici s'allungano assai più in senso parallelo alla superficie del terreno che non in profondità. La maggior parte delle radici si trova, in uno strato compreso fra i 25 e i 60 cm, raggiungendo in qualche raro caso una espansione laterale fino a 20 metri.

Accenniamo ora sommariamente alla struttura della radice, in particolare all'apice apicale che svolge la importante funzione assorbente. Troviamo all'esterno l'epidermide, le cui cellule s'allungano nei peli radicali; al disopra della zona pilifera (o quando questa cessa la sua funzione assorbente) si forma un'assise suberosa, impermeabile ai liquidi, però inframmezzata da cellule a pareti sottili che lasciano passare le soluzioni circolanti nel terreno.

Internamente un numero vario di fasci fibrovascolari raggiati, in cui i fasci liberiani (o floemi) s'alternano ai fasci legnosi (o xilemi), quest'ultimi raggiungendo quasi il centro della radice. I vasi liberiani e i vasi legnosi costituiscono i tessuti conduttori che permettono lo spostamento nella pianta dell'acqua, dei sali minerali e degli elaborati: nello xilema passa prevalentemente la linfa grezza assorbita dalle radici, nel libro o floema la linfa elaborata. Accrescendosi, la radice assume ben presto la struttura secondaria caratterizzata dalla attività di due zone generatrici: il fellogeno e il cambio. Il primo, genera del sughero e del parenchima corticale secondario (felloderma), ricco di amido, costituendo il cosiddetto periderma. Gli strati cellulari al di fuori del sughero, che è un tessuto morto, sono destinati a perire, ma l'attività continua del fellogeno genera sempre nuovi strati di sughero e di felloderma.

A seconda delle specie di viti variano le dimensioni di taluni elementi anatomici (vasi legnosi, raggi midollari, granuli d'amido), nonché la frequenza nella fornazione del periderma, e quindi nell'eliminazione dei tessuti corticali.

Le radici ospitano frequentemente particolari funghi con cui la vite ha rapporti di simbiosi micorrizica, cioè di associazione mutualistica. Il fungo infatti insinua le sue ife nella corteccia, penetra in alcune cellule prendendo un aspetto arborescente (si parla proprio di arbuscoli), mentre in altre forma vescicole tondeggianti: si parla quindi di micorrizze vescicolo-arbuscolari.`Il fungo ha ife anche nel terreno (micelio esterno) che assorbono acqua ed elementi nutritivi che vengono in parte ceduti alla vite da cui invece l'ospite dipende per i carboidrati, che non in grado di elaborare.

Il vantaggio per la vite, tanto maggiore quanto più povero è il terreno, dipende dalla maggiore disponibilità di elementi minerali a causa del fatto che le ife fungine aumentano di molto la superficie assorbente, altrimenti costituita soltanto dai peli radicali. Lo scambio di sostanze fra fungo e pianta (e viceversa) avviene attraverso il plasmalemma, principalmente a livello di arbuscoli, mentre le vescicole han funzioni di riserva. Le specie di fungo trovate micorizzanti la vite appartengano, ai generi *Glomus*, (*G. fasciculatum, G. occultum, G. monosporum*, ecc.), *Gigaspora* (*G. gigantea*, ecc.), *Acaulospora* (*A. laevis*) appartenenti tutti alla famiglia delle Endogonacee, ma le ricerche in merito sono tuttora in corso.

GLI ELEMENTI ESSENZIALI PER LA VITE

Un elemento viene considerato essenziale per il metabolismo della vite ed alla sua crescita o al suo sviluppo se l'elemento è implicato in funzioni metaboliche e la vite non può completare il suo ciclo in assenza dell'elemento. Di solito la pianta evidenzia dei sintomi che indicano la carenza di un elemento specifico che normalmente può essere corretta o prevenuta fornendolo in forma assimilabile. I seguenti termini verranno utilizzati per descrivere i livelli degli elementi nella vite. Carenza: quando la concentrazione dell'elemento essenziale è così bassa da limitare la produzione di biomassa e sono osservabili dei chiari sintomi. Range critico: la concentrazione nella vite alla quale si ha un incremento della resa inferiore all'atteso. È un intervallo di livelli tra la carenza e la sufficienza dell'elemento. Sufficiente: è la concentrazione che non determina un aumento della resa. Eccessivo o tossico: è quando l'elemento è a concentrazioni tali da determinare una riduzione della crescita.

Almeno 16 elementi sono considerati essenziali alla crescita della pianta. Carbonio (C), idrogeno (H) ed ossigeno (O) sono gli elementi più abbondanti nella pianta. Il processo fotosintetico nelle foglie verdi converte la CO2 in H2O in semplici carboidrati dai quali vengono formati aminoacidi, zuccheri, proteine, acidi nucleici ed altri composti organici. C, H ed O non vengono consderati nutrienti minerali. I rimanenti 13 elementi sono detti micro- o macroelementi.

- *I macroelementi* vengono assorbiti in quantità rilevanti, generalmente superiori ai 5 kg/ettaro/anno nella vite, e rappresentano il 99,5% degli elementi della sostanza secca; Sono: N (N), P (P), K (K), S (S), Ca e Mg.
- *I microelementi* od oligoelementi vengono assorbiti in piccolissimi quantitativi, in genere da pochi milligrammi a due kg/ha/anno, e costituiscono solamente lo 0,5% circa degli elementi della sostanza secca. Sono: Fe (Fe), Zn (Zn), Mn (Mn), Cu (Cu), B (B), Cl (Cl), e Mo (Mo).

Passiamo ora ad illustrare le funzioni biochimiche, nella vite, dei vari elementi nutritivi, i livelli critici nelle foglie e negli altri organi, la sintomatologia da carenza o da eccesso (tossicità), i rapporti fra gli elementi. In seguito si affonteranno le relazioni fra elementi e terreno.

Azoto (N)

Assorbimento. Viene assorbito sotto forma nitrica NO_3^- ed ammoniacale NH_4^+

Funzione biologica. Entra nella costituzione della Clorofilla, delle proteine, degli acidi nucleici, delle lecitine, vitamine, alcaloidi, ecc.

Carenza - sintomi. Clorosi con ingiallimento della pagina internervale, con inizio nelle foglie basali del germoglio (l'N viene fortemente attratto all'apice vegetativo), nanismo delle foglie, scarso sviluppo vegetativo e radicale, raccorciamento degli internodi, germogli contorti ed arrossati, bassa percentuale di allegagione e del numero dei vinaccioli per acino, produzione ridotta (acini più piccoli), maturazione imperfetta e non simultanea degli acini, diminuzione della resistenza degli acini al distacco del pedicello ed allo schiacciamento, riduzione dello zucchero e dell'acidità totale; il vino risulta perciò poco aromatico e profumato (manca di bouquet, per scarsità di aminoacidi che si legano con le aldeidi, ecc.).

Eccesso. Lussureggiamento vegetativo (germogli più lunghi) con emissione di femminelle e sottofemminelle, foglie ampie e scure, con incremento della respirazione (da cui deriva consumo e diminuzione di zuccheri), della traspirazione, dell'ombreggiamento reciproco delle foglie e pertanto con riduzione del coefficiente di utilizzazione della luce solare e diminuzione della fotosintesi, maggiori attacchi parassitari da peronospora e *Botrytis*, riduzione della differenziazione delle gemme, aumento delle esigenze di K, Mg, ecc.. Colatura dei fiori, ritardo e disomogeneità della colorazione, disseccamento del rachide, maturazione ritardata ed imperfetta degli acini (stato erbaceo prolungato sino alla vendemmia), titolo zuccherino ridotto ed elevata acidità.

Con eccesso di N il vino presenta un rapporto squilibrato fra alcool ed acidità, la sua frazione proteica aumenta e quindi la stabilità e la conservabilità sono compromesse. All'inizio della maturazione fisiologica delle bacche, l'N proteico presente nelle foglie e nelle femminelle migra, infatti, nei grappoli e quindi passa nel mosto. L'N è pertanto un elemento di uso «delicato», perché in difetto od in eccesso si verificano turbe vegetative con conseguenti riflessi negativi sulla quantità e sulla qualità.

Relazione qualità vigoria. L'N, essenziale anche per la vite in giuste dosi, favorisce la <<vigoria>> e di conseguenza la produzione. La vigoria elevata influisce negativamente sulla qualità in quanto incrementa la respirazione e quindi l'ossidazione (distruzione) dei glucidi, a scapito del deposito nei grappoli. Un vigore elevato allunga, inoltre, il periodo di accrescimento dei germogli e delle femminelle, raccorciando conseguentemente il periodo dedicato al compimento della maturazione (con accumulo degli zuccheri) e prolungando il periodo erbaceo della bacca, durante il quale si accumula l'acido malico (base dell'asprezza del vino e sintomo di qualità scadente). Infine, la notevole vigoria induce ombreggiamento reciproco delle foglie e dei grappoli, con riduzione della fotosintesi, incremento della sensibilità alle malattie (Botrytis in particolare) ecc… I grappoli di piante eccessivamente vigorose e produttive sono molto ricchi di composti azotati, i quali, in eccesso, sono nocivi alle caratteristiche qualitative, alla stabilità del vino, ecc.. Le bacche sono anche povere di zuccheri, di aromi, di antociani e tannini e più ricche di acidi, di pectine, di polifenoli ed altri composti poco nobili.

La vigoria della vite non è regolata solo dall'N, ma anche dal portainnesto, dal vitigno (e clone), dalla forma di allevamento, dalla potatura di produzione (corta o lunga, ricca o povera), dalla densità d'impianto (distanze tra le piante) e ovviamente dalla natura del terreno. La vigoria ottimale (intermedia e non ridotta) si deve pertanto ottenere attraverso il razionale impiego dell'N, ma anche di tutti gli altri fattori citati, perché spesso si assegnano alla concimazione effetti negativi che sono il risultato di interazioni multiple.

La concimazione azotata diviene, quindi, nociva, per le caratteristiche organolettiche di pregio, quando non assicura il vigore ottimale (per difetto od eccesso) e soprattutto punta alle produzioni elevate. Ciò vale, evidentemente, in modo particolare per le uve da vino, dato che per le uve da tavola e da essiccare, i limiti sono più elevati, essendo il grado di influenza qualitativa di maggiore elasticità.

Fosforo (P)

Assorbimento. Come PO_4^{--}(dall'H_3PO^4),

Funzione biologica. Entra nella composizione delle vitamine, acidi nucleici, ADP ed ATP (adenosindifosfato e adenosintrifosfato), trasportatori di energia, e dei coenzimi NAD (nicotinamide-adenina dinucleotide) e NADP (nicotinamide-adenina dinucleotide fosfato), che presiedono al metabolismo degli zuccheri. Favorisce l'accrescimento degli apici delle radici e dei tralci per accelerazione dei processi mitotici. Aumenta le radici ed i tralci sono più vigorosi con buona alimentazione fosfatica, con la quale si ottengono foglie più ampie. Il P migliora il profumo, l'aroma e la finezza del vino (nei vini fini si trova in quantità superiori a quelli normali). Si ritrova in alte concentrazioni nei vinaccioli.

Carenza- sintomi. Rare in campo (< 0,2 % nelle foglie, sostanza secca). Si ha riduzione dell'apparato radicale, scarsità e ritardo nell'accrescimento, scarsa lignificazione e quindi sensibilità ai geli (si formano tessuti più molli), scarsa differenziazione delle gemme, minore allegagione (per colatura dei fiori) e produzione, riduzione del peso e ritardo della maturazione dei tralci e degli acini, con conseguente prolungamento del periodo vegetativo e di fruttifcazione, riduzione del titolo zuccherino e grappoli più piccoli. Le foglie, specialmente giovani, si presentano di colore rosso-violetto e quelle adulte con disseccamento (necrosi) a macchie circolari nel lembo, semilunari e discontinue al margine. Nei casi più gravi si ha la defogliazione basale dei germogli.

Eccesso. Raro, causa una maggiore acidità del succo cellulare ed una minore succosità della polpa; per azione antagonista l'eccesso di P può provocare, invece, carenze di altri elementi, quali il Fe, lo Zn, ecc..

Potassio (K)

Assorbimento. Come K^+

Funzione biologica. Stimola la fotosintesi. Attiva gli enzimi che presiedono al trasferimento di energia, con l'ATP, nei processi sintetici (ad es. la formazione del glucosio in esoso monofosfato [esochinasi]) e che catalizzano la polimerizzazione degli zuccheri (riserve di amido), aumenta l'attività della citoCrssidasi (e quindi assorbimento radiazione Clplasti). Neutralizza gli ioni H^+, prodotti durante la fotosintesi (se non fossero sostituiti da ioni potassici, abbasserebbero il pH del citoplasma con conseguente arresto della funzionalità enzimatica). Regola l'attività della membrane cellulari e sulla sintesi dell'ATP. Condiziona la sintesi delle sostanze azotate (in quanto l'elemento fa parte della carbossilasi), mantiene il turgore delle cellule. Certe malattie (es. peronospora, Botrytis) diminuiscono con la somministrazione di K, in quanto l'elemento incrementa la resistenza meccanica nella penetrazione del fungo.

A livello radicale il K (assieme al P) incrementa la resistenza alle malattie (es. marciumi, ecc.) in quanto è favorevole alla respirazione e riduce l'accumulo radicale di zuccheri e di proteine, composti necessari ai parassiti; la resistenza aumenta anche per l'incremento delle lignine, sempre stimolate dal K.

L'apertura degli stomi è legata (oltre che all'ABA) alla concentrazione di K nelle cellule guardia. È stato dimostrato che all'aumentare del K nelle foglie diminuisce la traspirazione.

Influisce sulla differenziazione delle gemme, sulla germinabilità del polline e sull'allegagione. Il K favorisce, ancora, la colorazione antocianica e la turgescenza degli acini (dei quali accelera la maturazione), consolidando le pectine, aumentando l'idratazione e la permeabilità cellulare.

Influisce sulle caratteristiche qualitative (eleva l'aroma ed il profumo, migliora il sapore, aumenta il titolo zuccherino, le Vit. C e B1 [tiamina] ma diminuisce l'acidità) . Il K stimola anche la sintesi degli aminoacidi, che tanta importanza hanno nella formazione del bouquet. Agisce positivamente sulla produttività e favorisce la perfetta maturazione dei grappoli.

Livelli normali. Nelle foglie il contenuto medio annuale ottimale di K è dell'1,3% della sostanza secca (la soglia minima di accettabile all'inizio della fioritura è di 0,75% e quella della maturazione di 0,50%)

Carenza. I sintomi di carenza compaiono generalmente prima sulle foglie apicali, generalmente sotto all'1% di K o meglio quando il rapporto K/Mg è

inferiore a 2. La carenza di K turba la sintesi proteica e provoca, in tal modo, la formazione di una maggiore quantità di aminoacidi liberi (che si ritrovano nel mosto), il rallentamento della maturazione, la produzione di acini piccoli, duri, verdi, acidi. Il K è il principale neutralizzatore degli acidi organici, anche per la sua elevata mobilità nella vite; si trova in notevoli quantità nella linfa elaborata perché favorisce il trasporto dei prodotti organici di sintesi nel floema.

All'inizio si presenta un leggero ingiallimento ai bordi del lembo che può estendersi poi a parte del tessuto internervale. Successivamente i tessuti ingialliti divengono necrotici e coriacei (facendo assumere un aspetto a doccia alla foglia) cui può seguire anche la caduta delle foglie. Durante l'estate la carenza di K può manifestarsi anche con un completo ingiallimento della foglia (flavescenza) nei vitigni bianchi o con un completo arrossamento in quelli rossi oppure con l'ibrunimento (brunissure).

L'arrossamento minerale è una pigmentazione flavonoica, fenolica o antocianica, che appare prima dell'arresto dell'accrescimento del germoglio. L'imbrunimento si verifica durante la maturazione delle bacche. L'arrossamento interessa aree limitate, mentre l'imbrunimento riguarda spesso vigneti interi, specie su ceppi sovraccarichi di produzione. Il meccanismo: l'arrossamento sembra legato alla carenza di K nella salificazione dell'acido tartarico, con turbe che conducono alla sintesi dei pigmenti coloranti. L'imbrunimento è dovuto alla diminuzione della fotosintesi, a proteolisi e quindi alla mancanza di prodotti per la respirazione.

L'imbrunimento (ed altrettanto l'arrossamento) delle foglie dei vitigni rossi può essere causato dalla carenza di K, anche quando le differenze di contenuti del terreno non sembrerebbero giustificare la comparsa della sintomatologia. Tutto ciò avviene per l'elevazione del fabbisogno di K in viti molto produttive, con la conseguente sottrazione dell'elemento dalle foglie. La carenza di K introduce, inoltre, variazioni sensibili, e non sempre favorevoli, anche negli altri macro e microelementi correlati alla qualità (N, P, Mg, Fe, B, Mn, Zn, Cu).

La carenza di K influisce negativamente sulle caratteristiche organolettiche e sui componenti essenziali della qualità di un vino rosso. In effetti si ritiene che la carenza potassica sia notevolmente più dannosa ai vitigni rossi che a quelli bianchi, per lo stimolo del K nella sintesi degli antociani, zuccheri.

La carenza tardiva di K (settembre) che si manifesta dopo le piogge alla fine di una estate molto secca ha uno schema conosciuto. Il profilo del contenuto del K nel terreno mostra il primo orizzonte (primi 20-50 cm) arricchito in questo elemento a causa degli apporti di fertilizzanti. Al di sotto il tenore di K è molto ridotto, poiché non interviene alcun arricchimento artificiale. In primavera, fino al mese di giugno, il sistema radicale assorbe a livello della zona prossima alla superficie, che è anche sufficientemente ricca in acqua ed aria per permettere un metabolismo radicale attivo. All'inizio dell'estate interviene il disseccamento degli strati superficiali del suolo. Le radici che si sono stabilite in questi strati cessano di essere funzionali e vengono sostituite da quelle degli strati più profondi, che dispongono, a quell'epoca, di acqua ed aria, indispensabili alle radici, ma sono insufficientemente provvisti di K. Questo spostamento è tanto più rapido quanto più le piogge di fine inverno e primaverili sono ridotte.

Eccesso. provoca il disseccamento del rachide, diminuisce l'acidità dell'uva, per l'accelerazione che subisce l'ossidazione e la salificazione dell'acido malico; di conseguenza i vini bianchi e quelli meridionali in genere, diventano «piatti»; la conservazione si riduce, dato che diminuisce l'acidità totale, neutralizzandosi gli anioni (in questa funzione il K viene rinforzato anche dal Ca, Mg, Na, Fe).

L'eccesso di K si verifica quando nella foglia il rapporto fra i contenuti del K e del Mg supera il valore di 10 e si manifesta con l'anticipo del riposo invernale, il ritardo della ripresa vegetativa, l'abbassamento della acidità e, soprattutto, con i classici sintomi della Mg-carenza. Da ciò deriva l'importanza dell'equilibrio ionico fra questi due elementi, in quanto somministrazioni elevate di K possono provocare carenza di Mg.

Calcio (Ca)

Assorbimento. Ca^{2+}

Funzione biologica. Partecipa, con il Mg, alla attivazione degli enzimi del metabolismo glucidico e proteico (fosfatasi, peptidasi). Entra nella costituzione delle membrane cellulari (pectati di Ca), favorisce la permeabilità cellulare, neutralizza gli acidi ossalici (tossici per la pianta) e gli acidi organici delle bacche; è indispensabile, sotto il profilo fisico, per la contrazione ed il rigonfiamento del plasma. Il Ca è fondamentale per l'accrescimento dei tessuti delle foglie e delle radici; facilita il trasporto e l'accumulo dei glucidi e l'idrolisi dell'amido, ecc.; è particolarmente necessario al rachide del grappolo. Il Ca viene asportato dalla vite in notevolissime quantità (normalmente superiori al K e pertanto rispetto anche a tutti gli altri elementi). Il calcare del terreno ha effetto sull'equilibrio acido-basico della vite; nei terreni calcarei si riscontra un incremento del contenuto di Ca ed acido malico nelle foglie e nei germogli, mentre in quelli poveri di Ca era più elevato il tenore in acido tartarico, di Mg e K.

L'influenza del contenuto in $CaCO_3$ (carbonato di Ca) del terreno sull'aspetto quanti-qualitativo può essere stimata in un incremento del 2-3% nel titolo zuccherino in un terreno con il 6,5% di $CaCO_3$ rispetto ad un terreno con contenuto più basso in calcare. L'innalzamento del $CaCO_3$ porta ad un aumento della produzione e delle sostanze aromatiche nel vino, senza alcuna variazione nell'acidità totale. Si conferma ciò che era conosciuto da tempo: i terreni ricchi di Ca producono vini pregiati. L'influenza del Ca sulla qualità può essere anche indiretta, per il miglioCunto ch'esso apporta alle caratteristiche del terreno ed alla nutrizione della vite.

Carenza. Si manifesta con una Clorosi internervale e marginale delle foglie giovani e la successiva necrosi dei margini; con necrosi puntiformi, bollosità, arrotolamenti, assunzione del colore plumbeo e giallo delle foglie adulte, con la morte degli apici vegetativi e dei viticci, accrescimento radicale scarso e ritardato, marciumi radicali, filloptosi e morte delle piante in completa assenza di Ca, disseccamento del rachide, vini poco serbevoli. La carenza di Ca provoca inoltre tutti i sintomi dell'acidità.

Eccesso. (più frequente nei terreni italiani) provoca la «Clorosi ferrica» e la comparsa (più rara) dei sintomi di carenza di K, Mg, B, ecc. (per antagonismo a livello dell'assorbimento radicale), e la riduzione dell'accrescimento delle radici, dei germogli e delle foglie.

Magnesio (Mg)

Assorbimento. Mg^{2+}

Funzione biologica. Per le rilevanti asportazioni della vite dal terreno, in viticoltura è macroelemento. Il ruolo biologico del Mg è del resto ampiamente conosciuto, trovandosi proprio al centro del nucleo pirrolico della Clorofilla. Necessario alla formazione di altri pigmenti (caroteni, in particolare). Il Mg partecipa, con il Ca all'attivazione di importanti enzimi del metabolismo glucidico e proteico, influenza i processi di ossido-riduzione; diminuisce l'acido ascorbico; favorisce l'assorbimento del Fe e regola il pH del terreno.

Carenza. Con contenuto medio annuale delle foglie < 0,2% e rapporto K/Mg > 10. Le carenze sono più frequenti nei terreni sabbiosi, acidi, ricchi di K e dopo piogge abbondanti od irrigazioni.

Carenza – sintomi. Inizia dalle foglie basali (derivante dal richiamo all'apice del poco Mg disponibile) e comprende: necrosi puntiformi sulle foglie giovani; Clorosi a strisce coniche ben delimitate tra le nervature (che rimangono verdi) ed alla periferia della lamina della foglia adulta (con successive necrosi nei casi più gravi), che può cadere prematuCunte; colorazione rossa precoce delle foglie dei vitigni rossi; disseccamento dei graspi; scarsa produzione di zucchero; agostamento incompleto; ecc. In carenza il Mg passa dalle foglie (che si arricchiscono di acqua e diventano fragili) ai vinaccioli.

Eccesso. L'eccesso di Mg comporta la comparsa dei sintomi della carenza di K.

Zolfo (S)

Assorbimento. come SO_4^-.

Funzione biologica. È importante per il mantenimento della struttura cellulare, in quanto fa parte della composizione di alcuni aminoacidi solforati (cisteina, metionina, ecc.), vitamine (tiamina, biotina), coenzimi, e riveste un ruolo importante nei processi di accumulo e di trasferimento dell'energia.

Carenza. Il metabolismo proteico viene raCunte turbato da carenze di S, perché nei concimi e nel terreno la vite ne trova quasi sempre in quantità sufficiente Le carenze si manifestano con foglie più chiare all'apice, più piccole ed a portamento rigido.

Eccesso. generalmente non dannoso. Casi di eccesso da accumulo (acidificazione del suolo), per trattamenti prolungati con S in polvere, in zone di antica tradizione viticola.

MICROELEMENTI

L'effetto dei microelementi sulla qualità

L'importanza dei microelementi in viticoltura è conseguenza delle funzioni vitali che essi hanno come catalizzatori, coordinatori di complesse molecole enzimatiche e vitaminiche. Dato che la qualità dipende dal patrimonio enzimatico della vite ne consegue facilmente quanto sia importante assicurare un adeguato apporto di microelementi alla vite. I microelementi presiedono anche molti altri fenomeni a livello cellulare e la loro presenza è fondamentale per la resistenza alla siccità ed al freddo

Non è facile scindere e quantificare il contributo offerto dai soli microelementi nella produzione, rispetto ad altri fattori che vi partecipano, benché sia stata accertata la loro indispensabilità nei processi vegeto-produttivi. Dato il loro significato biochimico catalitico, contrariamente ai macroelementi non vi è proporzionalità tra dosi somministrate (o livello di elemento presente nel substrato) ed effetti sulla produzione e sullo sviluppo della pianta. In viti non carenti, la somministrazione di microelementi generalmente non modifica l'entità della produzione, né il contenuto delle foglie.

Anche se è nota l'influenza dei microelementi sulla qualità del vino, la dimostrazione scientifica di questa relazione è compito arduo:

1) per il gran numero di fattori di disturbo (ambientali, biologici);

2) per i bassi livelli necessari alla vite;

3) per la definizione spesso aleatoria di qualità.

Ferro (Fe)

Assorbimento. come Fe^{2+} ed Fe^{3+} (forma poco solubile). Normalmente il Fe viene introdotto nelle radici dopo essere stato chelato da escreti radicali (acido citrico in particolare, che deriva dai glucidi).

Funzione biologica. Costituente della molecola proteica dei citocromi; partecipa alla formazione degli enzimi emoproteici necessari al metabolismo cellulare, (catalasi, riduttasi e perossidasi) che intervengono nei processi di ossido-riduzione fotosintetici e respiratori, nel metabolismo dei carboidrati, nella riduzione dei nitrati a nitriti. Il suo ruolo più conosciuto è però quello di principale catalizzatore del processo di formazione della Clorofilla e di sviluppo dei Clplasti. Ha anche un ruolo nel metabolismo proteico, sia pure indiretto, e nella respirazione.

Livelli normali. Il contenuto di Fe è maggiore nelle foglie basali rispetto a quelle apicali, così come è più basso nei piccioli rispetto ai lembi, in quanto è scarsamente mobile nella pianta. Infatti, se ad esempio nei lembi il Fe è contenuto fra 200 e 300 ppm, nei piccioli esso si aggira sui 60 ppm, con un rapporto lembi/piccioli di 3,5-5,0. Nei grappoli interi il contenuto in Fe varia dai 40 a 60 ppm, mentre nelle sole bacche oscilla da 60 a 80 ppm. Nei germogli sono stati riscontrati contenuti di Fe di 60-70 ppm, mentre nei tralci i livelli sono più elevati (110-160 ppm). Anche gli apici vegetativi mostrano di possedere dei contenuti di Fe maggiori (103-122 ppm) rispetto al resto del germoglio. Le radici appaiono abbastanza ricche di Fe (200 ppm) contrariamente ai vinaccioli che sono gli organi più poveri di questo elemento, con 40 ppm. Nella linfa i livelli di Fe sono di 2-5 ppm.

Carenza. Per livelli di Fe nelle foglie inferiore a 100 ppm e Fe/Mn < di 1.

La carenza di Fe si rivela con la Clorosi (ingiallimento) internervale del lembo (inizialmente le nervature rimangono verdi) ad iniziare dalle foglie giovani apicali del germoglio (perché il Fe ha una scarsa mobilità e viene captato prima dalle foglie basali), successiva necrosi del margine del lembo e caduta delle foglie. La Clorosi si accompagna alla decomposizione delle etero-auxine, colatura, acinellatura, germogliamento tardivo, indebolimento e morte delle piante. Esistono casi di Clorosi benigne (che scompaiono) e gravi, come quelle del periodo di intensa attività vegetativa (che richiede Fe) e della fioritura. Alcune volte la Clorosi compare solo in primavera e solo nei primi anni d'impianto.

Una carenza molto frequente nei vigneti italiani è dovuta alla insolubilizzazione del Fe nel terreno ad opera di carbonati o ad inattivazione dello stesso nella pianta. Alcune volte l'insolubilizzazione nel suolo è causata da metalli pesanti o dal pH alcalino.

L'ingiallimento internervale è dovuto alla disorganizzazione dei Clplasti ed alla diminuzione della Clorofilla. Anche i rami giovani e le femminelle perdono

la Clorofilla fino ad arrestare l'attività dei meristemi apicali e quindi il loro sviluppo, dando alla pianta un aspetto «rachitico» e cespuglioso. Nelle foglie e nella linfa della pianta Cltica si ha accumulo di Ca, P, K. Il Fe presente a livelli spesso sufficienti, viene bloccato nelle nervature fogliari in forme insolubili (fosfati, ecc.). Si modifica anche il metabolismo proteico, che si riduce, ma incrementano certi aminoacidi liberi (es. acido aspartico, acido glutammico, prolina), mentre molti altri decrescono; l'idrolisi delle proteine si accentua. Gli acidi citrico e malico tendono ad incrementare, anche se l'acidità nel complesso regredisce a causa della salificazione degli acidi ossalico e tartarico da parte del Ca, K, ecc.. L'attività enzimatica si riduce, in particolare quella degli enzimi catalasi e perossidasi, che contengono un atomo di Fe. La respirazione rallenta, per diminuzione dell'attività dell'ossidasi del citoCr. L'assorbimento radicale diviene squilibrato e tende ad introdurre più cationi e meno anioni. La fotosintesi si riduce in proporzione al contenuto di Clorofilla, così come l'accumulo di zuccheri nei grappoli, la lignificazione dei tralci, il deposito di riserve nelle radici - le quali cambiano il loro profilo nel terreno - l'accrescimento complessivo della parte aerea e quello del fusto e la produzione, molto spesso nulla.

Lo sconvolgimento fisiologico della vite è legato al fatto che il Fe, oltre ad essere il principale catalizzatore del nucleo pirrolico Clfillico, è un trasportatore di ossigeno nella respirazione, un regolatore catalitico nei sistemi di ossidoriduzione e di certe decarbossilazioni ed è necessario per il ciclo di Krebs. Va inoltre segnalata la sua scarsa mobilità nella pianta, che avviene sotto forma di chelati con composti organici protettivi (ac. citrico in particolare). Nei terreni alcalini, calcarei, il Fe si ossida e precipita come idrossido insolubile; inoltre il Ca sposta il Fe nei chelati che si formano con gli escreti radicali, precipitandolo come idrato di Fe insolubile. Analogo effetto può avere il Na (delle acque irrigue). La liberazione di Ca avviene dopo che l'acqua (di pioggia, irrigua) ha reagito con la CO_2 (radicale, della sostanza organica, microbica) dando H_2CO_3 (acido carbonico); questo reagisce così: $CaCO_3 + H_2CO_3 \rightarrow Ca^{++} + 2HCO_3$. Oltre che l'incremento dell'assorbimento del Ca, anche la CO_2 come tale può essere assorbita dalle radici e provocare turbe enzimatiche nel metabolismo proteico, glucidico e degli acidi organici; si riduce la pressione osmotica (partendo dalle foglie apicali più giovani), vengono distrutti i «grani» dei Clplasti, anche a seguito di un progressivo processo di alcalinizzazione del liquido protoplasmatico e della linfa (per incremento di Ca) che fa precipitare il Fe^{3+} insolubile, diminuendo quello Fe^{2+} solubile, utile ai processi fotosintetici, respiratori, enzimatici, ecc.

Tutto ciò che diminuisce le riserve incrementa le Clorosi (forti produzioni, defogliazioni precoci da avversità climatiche o parassitarie, scuotimenti della vendemmia meccanica, ecc.). L'assorbimento del Fe è legato anche allo stato sanitario del terreno (asfissia) e delle radici (marciumi radicali, nematodi, rotture da lavorazioni, ecc., diminuiscono l'assorbimento); la traslocazione del Fe è invece condizionata dall'affinità d'innesto (le cattive saldature sono negative).

Interazioni. Fe e Mn hanno un comportamento antagonista. Il rapporto ottimale per le viti coltivate in soluzioni idroponiche è di 1 alla fioritura e 0,6 all'invaiatura. Un rapporto > 5 indica carenza di Mn. Per i vigneti italiani, il valore normale Fe/Mn delle foglie è 2,4.

Variazioni stagionali. I livelli più elevati si riscontrano all'invaiatura e nei piccioli delle foglie basali. Nelle bacche si ha un andamento crescente, fino all'invaiatura e quindi una diminuzione progressiva verso la maturazione. Analogo andamento si osserva se i contenuti di Fe vengono espressi in mg/1000 bacche, seguendo cioè la curva di accrescimento a doppia sigmoide. L' assorbimento di questo elemento raggiunge un massimo nelle foglie e nei germogli nella fase di post-invaiatura, mentre nei grappoli è continuo fino alla vendemmia.

Eccesso. Non si conoscono casi, ma dosi elevate di Fe Feso possono essere tossici, sia a livello radicale, sia per via fogliare; non è raro riscontrare la caduta completa delle foglie dopo un trattamento terapeutico troppo violento.

Boro (B)

Assorbimento. Come BO_3^{--}.

Funzione biologica. Presiede la divisione cellulare favorendo la sintesi degli acidi nucleici e conseguentemente l'accrescimento vegetativo. Nella biologia fiorale favorisce la fecondazione, attraverso l'incremento della germinabilità del polline, della velocità di migrazione del budello pollinico e la riduzione della colatura; nella biochimica della fruttificazione, collabora all'idrolisi amido-glucosio, nel metabolismo e nella traslocazione dei carboidrati (con i quali forma dei complessi). Interviene nel metabolismo azotato, favorendo la sintesi degli aminoacidi e delle proteine, nonché la loro idrolisi, entra nel meccanismo d'azione delle gibberelline e nella sintesi dell'acido β indolacetico (auxina), oltre che nel loro trasporto. Influisce sull'assorbimento e sulla mobilità del Ca nella pianta. Le piante ricche di flavonoidi sono quelle che hanno maggiori esigenze di B. Promuove la sintesi della lignina, perché implicato nel metabolismo dei fenoli e in quello della fenilalanina.

Livelli normali. Per i vigneti italiani, contenuti di B nelle foglie varianti dai 25 ai 40 ppm sono considerati ottimali. I livelli di B nei germogli varia dai 30 ai 40 ppm, dai 40 ai 60 nei tralci e da 50 a 70 nelle radici. Particolarmente elevato è il contenuto di questo elemento nei vinaccioli.

Anche la determinazione del contenuto di B nel mosto è un ottimo metodo diagnostico per la nutrizione borica della vite (anche se tardiva). Esso deve aggirarsi sui 2-5 ppm in casi di normalità e se scende sotto l'1-1,5 ppm si è in presenza di B-carenza.

L'importanza del B nella riproduzione è confermata dai livelli elevati di questo microelemento negli organi fiorali. Negli stigmi si riscontrano 50-60 ppm di B, mentre il liquido stigmatico nelle prime ore del mattino si ritrovano 2-5 ppm (equivalenti a 40-140 ppm della sostanza secca). Se il livello di B dello stigma cala a 8-20 ppm si ha una notevole riduzione della fecondazione. Nella linfa della vite si riscontrano da 0,03-0,8 ppm di B a seconda del vitigno.

Le fluttuazioni stagionali di B nei piccioli delle foglie lungo il germoglio e durante il periodo vegetativo sono abbastanza limitate. L'assorbimento da parte dei germogli e delle foglie si presenta crescente fino all'invaiatura, per poi calare. Nei grappoli è invece analogo al Fe. Nelle bacche i contenuti dell'elemento hanno un massimo alla invaiatura.

Carenza. La carenza di B si riscontra quando il contenuto nelle foglie è inferiore a 15-20 ppm. La carenza di B si manifesta particolarmente nei tessuti

meristematici. La B-carenza provoca una riduzione nella sintesi del RNA e DNA comportando effetti negativi considerevoli nei fenomeni della differenziazione dei tessuti e nella riproduzione. Anche l'accrescimento radicale viene ridotto. Si nota infatti un notevole accumulo di fenoli, che non sono stati trasformati in lignina. Esiste una diversa sensibilità varietale alle carenze di B

In carenza di B nel mosto si verifica uno squilibrio fra sostanze carboidrate ed azotate (proteiche), dal quale trae origine una instabilità nel periodo d'invecchiamento od affinamento del vino.

Bcarenze si riscontrano facilmente nei terreni acidi e/o sabbiosi ed in condizioni siccitose. Sintomatologia:

- sui viticci, necrosi e disseccamento;
- sui germogli, necrosi sulla corteccia, morte dell'apice vegetativo, raccorciamento degli internodi, emissione di femminelle;
- sulle foglie, ingiallimenti (vitigni bianchi) od arrossamenti (vitigni rossi) caratteristici, a macchie, lembo corrugato, a volte color plumbeo, foglie distali piccole;
- colatura sui grappoli in fioritura, disseccamenti parziali o totali del grappolo, allegagione scarsa, acinellatura elevata, macchie sugli acini che divengono poi necrotiche, polpa imbrunita all'interno della bacca, aborto dei vinaccioli, ridotto numero dei vinaccioli, accrescimento deforme degli acini, ecc.

La conferma della B-carenza può essere ottenuta con determinazioni più oggettive, quali la diagnostica fogliare, l'analisi del mosto, ecc. Ciò consente di distinguere anche eventuali cause diverse, che possono dare gli stessi sintomi della Bcarenza (ad es. virosi, peronospora, oidio, carenze di Fe, Zn, N, ecc.).

Gli effetti negativi della B-carenza sulla vite sono spesso ragguardevoli: le bacche sono di peso medio molto ridotto (la produzione per ceppo, di conseguenza diminuisce ed a volte arriva solo ad un quarto di quella normale). La pianta manifesta gravi disordini, come il generalizzato e ridotto accrescimento, che si ripercuote anche sulle produzioni delle annate successive. Purtroppo non sempre le carenze di B si manifestano in modo netto, tanto che le cosiddette criptocarenze sono più diffuse di quelle visibili. La dimostrazione si può avere somministrando B per via fogliare nei vigneti che sembrano normali; si ottiene, quasi sempre, incremento di allegagione e di peso e spesso incremento anche del grado zuccherino. In particolare effetti positivi e rapidi si ottengono con concimazioni fogliari in prefioritura (a dosi normali) e durante la fioritura (a dosi ridottissime).

Eccesso. Provocato generalmente da eccessive somministrazioni di concimi borati. Già livelli di B superiori a 60 ppm nelle foglie sono da considerarsi tossici. Un eccesso di B può provocare il rim-picciolimento, la deformazione e la necrosi a punti raggruppati delle foglie, seni molto profondi, contorno molto irregolare del lembo, che si piega leggermente verso la pagina inferiore.

Sulle foglie intossicate da eccessi di B compaiono delle necrosi continue al bordo del lembo causate da escrezioni di B; questa banda periferica del lembo dissecca mentre al centro della foglia il tessuto si rigonfia a cupola, perché nell'accrescimento non trova possibilità di distensione. Questi danni si possono confondere anche con quelli provocati da intossicazioni da erbicidi.

L'eccesso di B provoca anche intossicazione del polline e colatura dei fiori, l'accrescimento della vite ridotto ed in forma cespugliosa, la riduzione della pezzatura degli acini, ecc. Inoltre l'eccesso di B può portare ad uno squilibrio ionico nel vino (specie a carico del Ca e del K), ad un eccessivo arricchimento di pectine, nonché ad un incremento di alcool metilico per idrolisi delle stesse pectine.

Diagnosi fogliare. Nelle foglie prelevate dopo l'invaiatura si possono verificare le situazioni seguenti:

- contenuto di B di 10 ppm: livello molto basso con sintomi di carenza evidentissimi;
- contenuto di B da 10 a 15 ppm: livello nettamente insufficiente con sintomi visibili;
- contenuto di B da 15 a 20 ppm: livello scarso, con rischio di evoluzione verso la carenza;
- contenuto di B da 20 a 25 ppm: livello accettabile;
- contenuto di B da 25 a 40 ppm: livello normale;
- contenuto di B da 40 a 60 ppm: livello elevato;
- contenuto di B da 60 a 100 ppm: livello elevatissimo con sintomi di tossicità.

Manganese (Mn)

Assorbimento. Viene assorbito allo stato ridotto come Mn^{++}.

Funzione biologica. Ha compiti simili a quelli del Fe nei riguardi della sintesi della Clorofilla, entra nella composizione dei coenzimi dell'arginasi e della prolinasi, collabora con la peptidasi nel metabolismo delle proteine; attiva la perossidasi, la lipasi e, nella fermentazione, il coenzima della fosfatasi e di altri enzimi del ciclo di Krebs. È indispensabile per la sintesi dei glucidi, di alcune vitamine (Vit. C in particolare) e per la riduzione dei nitrati ad NH_3.

Il Mn interviene positivamente nella regolazione del pH e dell'attività enzimatica in genere della vite. In particolare il Mn catalizza la fosforilazione, la decarbossilazione e partecipa alla respirazione, alla fotosintesi (fotolisi dell'acqua). Unitamente ad altri microelementi regola il metabolismo auxinico. Contribuisce all'aumento delle produzioni (favorendo la fertilità delle gemme e l'allegagione), della densità del mosto (soprattutto incrementa il fruttosio), della resistenza al freddo, perché favorisce la maturazione dei tralci, all'anticipo della maturazione ed alla riduzione dell'acidità; negli acini incrementa anche il Ca, il K ed altri sali di acidi organici. Nel vino favorisce la trasformazione degli alcooli in aldeidi ed in sostanze eteree, e pertanto migliora il bouquet, ma ne incrementa l'ossidabilità ($Mn^{+} \rightarrow Mn^{+++}$).

Livelli normali. Si accumula in grandi quantità nelle varietà ricche di tannini od anche negli organi ricchi di sostanze tannoidi. Il contenuto di Mn nelle foglie varia, in media, attorno a 180-200 ppm. Le bacche hanno livelli di Mn attorno ai 5-6 ppm, gli apici vegetativi sui 20 ± 4 ppm, i vinaccioli sui 10-12 ppm, i tralci e le radici sui 30 ± 3 ppm. Vi è una concentrazione selettiva nelle varie parti della bacca, nel rapporto: vinacciolo 30 - buccia 10 - polpa 1. Studiando le fluttuazioni stagionali di Mn si è osservato che aumenta nei piccioli delle foglie man mano che si procede verso la maturazione. Si nota un aumento costantemente crescente (in foglie, germogli, grappoli) fino alla maturazione. Il livello massimo di Mn nelle bacche è raggiunto all'invaiatura.

Carenza. Lo stato carenziale di Mn si riscontra a livelli < 30 ppm delle foglie, ma la comparsa della sintomatologia è molto legata al contenuto del Fe. La

carenza di Mn blocca la trasformazione delle protoporfirine ferriche in magnesiache e quindi non si forma clorofilla.

Carenza sintomi. I sintomi della carenza manganica consistono in una Clorosi marginale ed internervale con strisce non ben delimitate su foglie adulte prima dell'invaiatura. È noto anche che i raspi, specie delle uve bianche, ne contengono frazioni notevoli e pertanto la carenza di Mn potrebbe essere legata a fenomeni di disseccamento non parassitario del rachide. In particolare si segnala che gli ibridi di *Lambrusca* sono molto sensibili alla carenza manganica, la quale nei vitigni rossi si manifesta con foglie pigmentate in rosso.

Eccesso. Quando in eccesso (da 500 a 5.000 ppm nelle foglie) il Mn può portare a fenomeni di tossicità per la vite ed a rotture ossidasiche del vino, in quanto il Mn è un catalizzatore delle reazioni di ossido-riduzione. Sulla vite la tossicità da Mn si presenta con necrosi delle foglie, disseccamento e defogliazione. Sui germogli, piccioli e nervature compaiono tacche nerastre. La tossicità da Mn è tipica dei terreni acidi.

Zinco (Zn)

Assorbimento. Viene assorbito come Zn^{++} e si accumula notevolmente negli apici vegetativi, nelle gemme, nelle foglie e nel legno vecchio; Lo Zn ha una scarsa mobilità nella vite, ma può essere traslocato sia in senso basipeto che acropeto.

Funzione biologica. Contribuisce alla formazione dei Clplasti, alla sintesi della Clorofilla, di certi aminoacidi, della Vit. C, alla costituzione dell'anidrasi carbonica, all'attivazione della catalasi, della peptidasi, delle deidrasi alcoolica, glutaminica e dell'acido lattico. Lo Zn e importante per la permeabilità cellulare, interviene nella respirazione, nel metabolismo degli zuccheri (fosforilazione) e delle proteine (riduzione dei nitrati), stimola la sintesi dell'auxina attraverso la produzione di triptofano. Avendo, inoltre, una funzione depressiva sulla polifenolossidasi, riduce la decomposizione ossidativa dell'acido indolacetico. È pertanto legato ai fenomeni di accrescimento e di fruttificazione perché favorisce prima la differenziazione delle gemme miste e poi l'allegagione. Lo Zn è infatti capace di elevare la produzione, lo zucchero, l'accrescimento vegetativo, migliorare ed accelerare la lignificazione dei tralci, anticipare la maturazione ed incrementare la resistenza al freddo ed alla siccità.

Livelli normali. Si ritiene normali i piccioli con contenuti di 30 ppm. Il maggior contenuto di Zn si riscontra in tessuti meristematici; gli organi più ricchi sono le foglie (circa il 30-40% dello Zn in tutta la pianta). Il legno dei tralci è invece l'organo più povero di Zn. Il mosto ne contiene circa 3-5 ppm.

Carenza. Il quadro carenziale: foglie piccole (*little-leaf*), macchie gialle a mosaico, asimmetria delle foglie, denti più acuti, allargamento o chiusura del seno peziolare, foglie molto lobate, grappoli acinellati e meno compatti (spargoli), riduzione dell'allungamento degli internodi, ceppi cespugliosi.

In California, le carenze si riscontrano nei suoli sabbiosi, in quelli ricchi di P (con il quale lo Zn si combina dando sali insolubili). I portinnesti resistenti ai nematodi hanno manifestato una scarsa selettività nei confronti dello Zn e pertanto i vitigni su di essi innestati soffrono comunemente di Zn-carenza. Fra i vitigni si sono rivelati particolarmente sensibili il «Moscato di Alessandria», il «Moscato di Canelli» e l'«Italia». Sui grappoli il sintomo più comune è l'acinellatura verde (per questo differente da quella del B), con vinaccioli molto ridotti; sulle foglie la tipica Clorosi, la presenza di lembi piccoli, asimmetrici e con seno peziolare completamente chiuso od aperto; sui germogli con un accrescimento ridotto. La carenza in Europa compare solo in caso di concimazioni fosfatiche molto elevate, in terreni poveri di sostanza organica, con meno di 3 ppm di Zn nel terreno. I livelli di 2-15 ppm nelle foglie si ritengono insufficienti.

Eccesso. L'eccesso di Zn può provocare la riduzione della rizogenesi nei vivai.

Rame (Cu)

Assorbimento. Viene assorbito come Cu^{++}

Funzione biologica. Fa parte di alcuni enzimi ossidativi, come ascorbico-ossidasi, polifenolossidasi, citoCrssidasi, che concorrono alla trasformazione di sostanze polifenoliche. Agendo sull'attività di questi enzimi, catalizza anche la sintesi degli antociani. Importante è il suo contributo nel metabolismo delle proteine e dell'acido indolacetico. Attenua la tossicità del Mo, favorisce la vegetazione, è indispensabile per la sintesi della Clorofilla, delle proteine e delle vitamine A e C.

Livelli normali. Si ritiene che i livelli normali nelle foglie oscillino da 4-8 ppm a 40-50 ppm. Gli organi lignificati e le bacche sono le parti della vite più povere di Cu. I germogli, i grappoli, ed i tralci contengono 20 ± 5 ppm di Cu. Il contenuto di Cu nel mosto è di 0,2-4 mg/l. Se proviene però da viti trattate con prodotti cuprici: da 6 a 25 mg/l.

Carenza. In carenza (assai rara) si verificano necrosi puntiformi ai bordi del lembo, caduta precoce delle foglie apicali, seccume degli apici, ecc.

Eccesso. Frequente è la intossicazione da accumulo nel terreno e l'organo più sensibile è la radice. Danni: Clorosi delle foglie e dei tralci giovani (per bloccaggio del Fe), riduzione dello sviluppo dell'apparato aereo e radicale, scarsa germinabilità del polline con conseguente acinellatura delle bacche.

Diagnosi fogliare. L'analisi delle radici è un valido strumento diagnostico.

Molibdeno (Mo)

Funzione biologica. È un componente della xantino-ossidasi e della nitrato-riduttasi; è indispensabile per il metabolismo azotato, nel terreno presiede l'attività dei batteri N-fissatori, favorisce l'accrescimento vegetativo e l'incremento di produzione.

Livelli normali. Il polline sembra essere l'organo più ricco di questo elemento (circa 1 ppm) mentre quello delle foglie si aggira mediamente sui 0,2 ppm. Il legno, con 0,1 ppm, è invece la parte più povera. Il mosto contiene da 0,005 a 0,2 mg/l, mentre nel vino varia da 0,001 a 0,1 mg/l.

Carenza. Poco frequente (solo nei terreni stanchi) e si manifesta sulle foglie con Clorosi, bollosità, nervature bianche, deformazioni e necrosi marginali, per eccesso locale di NO_3^-. La carenza di Mo provoca un arricchimento nelle foglie di Mn e Ca ed un impoverimento di K.

Eccesso. Si possono comunque verificare anche fenomeni di tossicità da eccesso di Mo, il quale però è antagonista del Mn, Cu ed Al, per cui riduce gli effetti della loro fitotossicità.

Cobalto (Co)

Funzione biologica. È un microelemento che entra nel coenzima della Vit. B_{12}, che aumenta il potenziale

enzimatico di ossidoriduzione ed è indispensabile per la sintesi della Clorofilla e come trasportatore di H^+ in diverse reazioni enzimatiche. Possibili effetti del Co sull'incremento della produzione e del titolo zuccherino, sulla riduzione dell'acidità e sull'anticipo della maturazione.

Carenza. non sono stati segnalati.

Eccesso. Fitotossicità a livello fogliare con tacche necrotiche contenenti precipitati di composti di Co.

Cloro (Cl)

Il Cl, contenuto e consumato in quantitativi elevati nei vigneti, è ritenuto indispensabile per la vite. Svolge funzioni di equilibrio fra anioni e cationi; nell'assorbimento radicale favorisce l'ingresso di certi elementi. Come tutti gli oligoelementi può provocare eccessi, spesso anche per apporti del vento.

Cromo (Cr)

Gli effetti positivi di questo oligoelemento si manifestano sul peso del grappolo e sulla qualità della produzione, sul titolo zuccherino (in particolare con incremento del fruttosio), sulla differenziazione delle gemme e sulla fecondazione. Il Cr migliora il potenziale e l'indice di riduzione, il pH, incrementa l'attività della catalasi, dell'ossidasi-ascorbica, della polifenolossidasi, della perossidasi; aumenta gli acidi organici nelle foglie e negli acini. Non sono note sintomatologie da carenza e da eccesso.

Altri microelementi

Alcune considerazioni sui micronutrienti.

1) Molti altri microelementi sono importanti nella fisiologia della vite, probabilmente molto più di quanto le ricerche fino ad ora siano riuscite a dimostrare scientificamente.
2) Inoltre, l'attenzione che viene riposta su questi elementi è in relazione alla proprietà chimiche di molti di essi che possono influenzare anche le caratteristiche organolettiche del vino, prendono parte a molti processi enologici.

Per esempio, i livelli del tungsteno (come quelli di Cr e Mo) influenzano i livelli di zuccheri, tannino, esteri ed aldeidi. E' noto che alcuni metalli presenti nei vini contribuiscono a determinarne il colore, la stabilità, l'aroma ed il sapore. Elementi come il Fe, Cu e Mn svolgono funzioni importanti anche durante processi di invecchiamento del vino come catalizzatori dei processi di ossidazione. Alti livelli di K possono determinare un innalzamento del pH del mosto dovuto alla salificazione degli acidi tartarico e malico. Livelli inadeguati di K determinano un abbassamento del contenuto in zuccheri, polifenoli e aminoacidi delle uve e la vite diviene più sensibile a freddo e siccità.

Vanadio (V), Bromo (Br), Nichel (Ni), Stronzio (Sr), Cesio (Cs), Alluminio (Al), Scandio (Sc), ecc. sono microelementi generalmente utili alla vite in «piccole» quantità ed a volte presenti in dosi sensibili nei mosti e nei vini, come il piombo (Pb; ove esistono limiti legali); non si conoscono tuttavia le loro funzioni biologiche specifiche anche se generalmente intervengono a modificare il potenziale di ossidoriduzione e le attività enzimatiche, come lo Sc. L'Al in terreni acidi (pH<4,8) provoca fitotossicità, che si manifesta con riduzione dell'accrescimento aereo e radicale, morte dei peli radicali, arrotolamento ed ispessimento delle radici. Il mercurio può dare fitotossicità con l'uso del compost.

Lo iodio (I) è un alogeno che libera ossigeno nascente e pertanto favorisce la vita microbica del suolo e le reazioni ossidative in genere, incrementando lo sfruttamento delle riserve minerali del terreno. Il sodio (Na), il silicio (Si) sono contenuti nella sostanza secca, spesso in quantità abbastanza rilevanti, ed alcuni Autori li considerano indispensabili, mentre Atri li pongono tra gli elementi inerti

Squilibri fra gli elementi, carenze multiple: disseccamento del rachide

I sintomi ed i fenomeni relativi alle carenze spesso non sono dovute a singoli elementi. Sono più frequenti i casi di carenze multiple, più o meno occulte, dovute a carenze nel terreno (carenze primarie) oppure a squilibri nel terreno (antagonismi) o fra gli elementi nella pianta (carenze condizionate o indotte).

Le carenze (semplici e multiple) possono essere causate anche semplicemente dalla scarsa mobilità degli elementi nella pianta, da veri e propri fenomeni competitivi fra i vari organi, oppure da situazioni temporanee del clima e del terreno. In queste situazioni gli elementi possono essere presenti in quantità sufficienti nella pianta oppure solo in alcuni organi e non in altri. E appunto il caso del complesso fenomeno che va sotto il nome di disseccamento del rachide (e del graspo) del grappolo, che viene sinteticamente illustrato di seguito.

Sintomatologia del disseccamento del rachide. L'appassimento delle bacche dovuto al disseccamento del graspo, è una fisiopatia nota da molto tempo in quasi tutti i paesi del mondo; solo nel dopoguerra ha provocato danni ingenti, soprattutto nelle zone viticole settentrionali, ma anche in quelle meridionali irrigue. Sulla punta e sulle ali gli acini appassiscono nel periodo della maturazione. Se si guarda sotto gli acini si vedranno delle tacche necrotiche sul rachide, sui racimoli e sui pedicelli, che compaiono all'invaiatura; con il progredire dell'alterazione, vaste zone del rachide si presentano necrotiche, soprattutto in punta e sulle ali. Molto spesso i sintomi si confondono con quelli della peronospora e della *Botrytis*. Quest'ultima si instaura più facilmente sui rachidi necrotici nel periodo pre-vendemmia, aggravando i danni quantitativi e qualitativi del disseccamento, che possono raggiungere anche l'80%. La causa dell'alterazione non è generalmente dovuta a funghi.

La fisiopatia è legata alla viticoltura impostata sulla vigoria. In effetti la diffusione dell'alterazione è coincisa con l'adozione di portinnesti vigorosi e sensibili alle carenze (di Ca e Mg in particolare), alle forti ed eccessive concimazioni azotate e, soprattutto, potassiche, alle lavorazioni meccaniche del terreno, alle forme di allevamento espanse con forti cariche di grappoli, ecc. Anche l'andamento climatico può favorire la fisiopatia; in particolare le piogge, nel periodo che precede l'invaiatura, provocano disseccamenti diffusi. Le irrigazioni hanno lo stesso effetto.

I meccanismi che provocano il dissolvimento delle membrane cellulari del rachide (idrolisi dei pectati di Ca, di Mg) e quindi la morte delle cellule possono essere così riassunti:

- squilibri nutrizionali: nel rachide si altera il rapporto fra K (in eccesso) e Ca e Mg (questi ultimi in difetto); in modo particolare la carenza locale (nel rachide) di Ca è riconosciuto importante nel determinismo del disseccamento del rachide. Anche il Mg, però, come il Ca, è

utilizzato dalle bacche (che lo sottraggono al rachide) per salificare gli acidi (tartarico, ecc.) nel corso della maturazione. Infatti i grappoli privati delle bacche non manifestano il disseccamento del rachide; i rachidi privati delle bacche hanno rapporti K/Mg e K/Ca+Mg notevolmente più bassi rispetto ai rachidi regolarmente portanti le bacche.

- squilibri ormonici: la situazione normale è quella di una maggiore sintesi di ormoni nel grappolo (vinaccioli) e minore nei germogli; quando questi sono vigorosi capovolgono la situazione, la quale favorisce la degradazione delle cellule del rachide. Inoltre il rachide dispone di una minore quantità di auxine e di gibberelline (in particolare) che promuovono lo sviluppo dei vasi atti al trasporto del Ca e del Mg, consentendo una buona lignificazione dei tessuti del rachide. In effetti il rachide dei grappoli che appassiscono, diviene più rapidamente senile, tanto che in esso compare una maggior quantità di ormone della vecchiaia (l'acido abscissico);
- squilibri idrici: le bacche dopo l'invaiatura si coprono di pruina, divengono osmoticamente più attive; ciò comporta una minore traspirazione ed una più ridotta perdita di acqua rispetto ai rachidi, quando il terreno è asfittico (piogge abbondanti, irrigazioni) e non può dare acqua, mentre i germogli traspirano molto (fine luglio-prima metà di agosto, cioè nel periodo pre-invaiatura) perché la temperatura è alta. Contemporaneamente la forte traspirazione dei germogli trasporta il Ca (in particolare) verso gli apici e non consente il trasporto laterale verso i rachidi, i quali si vengono così a trovare fra due poli invincibili di attrazione e cioè le bacche ed i germogli.
- Sensibilità varietale. Esiste una gamma di vitigni che va da quelli molto sensibili (Cabernet Sauvignon, Lambrusco, Nebbiolo, Regina, Riesling, Traminer, Trebbiani, ecc.) a quelli poco sensibili o resistenti (Barbera, Cabernet franc, Merlot, ecc.). Di norma i vitigni più esigenti o consumatori di K sono soggetti al disseccamento del rachide. Ovviamente le condizioni di coltura ed ambientali possono incrementare o deprimere la naturale sensibilità dei vitigni.
- Sensibilità dei portinnesti. I portinnesti vigorosi, quelli che assorbono molto K e poco Mg, sono quelli che procurano i danni maggiori da disseccamento. Una classifica è la seguente: sensibili = 125 AA, 44-53, S04, 5BB, 5 C; mediamente sensibili = 3309, 110 R., 99 R.; resistenti = Rupestris du Lot, 1103 P., 196-17, 26 G.

I FATTORI NUTRIZIONALI DELLA VITE

Un quadro organico degli effetti cumulativi degli elementi nutritivi, a livello di assorbimento radicale e nella pianta non esiste e le conoscenze scientifiche sono in questo campo incerte e confuse. Sono noti comunque alcuni fenomeni e situazioni che interferiscono nella nutrizione della vite.

Dal punto di vista qualitativo, la viticoltura può realizzare numerosi obiettivi, quali vini di differenti caratteristiche (da distillare, da spumanti, da tavola normali e superiori, da dessert, ecc.), uve da tavola di diversa epoca di maturazione, uve da essiccare e per conserve industriali. Come è già stato ampiamente spiegato in altre lezioni del corso (si veda il contributo seminariale del Dr. STORCHI), il conseguimento di ciascun obiettivo può essere ottenuto in un determinato ecosistema viticolo (vitigno/portinnesto, clima, terreno) e con un'adatta tecnica colturale. I risultati qualitativi dipendono in maggior misura dalla scelta dell'ecosistema naturale di base, anche se le tecniche colturali possono in alcuni casi giungere ad una grande influenza sulla qualità. È difficile attribuire le influenze ad un fattore o ad un gruppo di fattori, anche in considerazione delle interazioni esistenti nell'ecosistema viticolo.

Per quanto concerne la dimostrazione dell'influenza sulla qualità del suolo e dell'acqua, come fattori naturali, esistono due ordini di difficoltà e precisamente la prima riflette la maggiore importanza e dominanza che hanno il vitigno ed il clima in seno all'ecosistema viticolo; la seconda riguarda l'interferenza della concimazione e dell'irrigazione operate dall'uomo. Tuttavia non si può negare che esista un'influenza primordiale naturale del suolo e dell'acqua. Basti pensare ai legami che esistono fra questi due fattori nella nutrizione minerale e nell'alimentazione idrica della vite.

Il clima

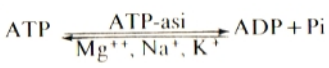
L'assorbimento degli elementi nutritivi varia con le precipitazioni, la temperatura, la radiazione solare ecc., che diversificano tutti gli anni e durante l'anno. Ad esempio, nei periodi di siccità possono verificarsi carenze di parecchi elementi, quali il K e il B. Nelle annate calde e solatie sono più comuni le carenze di Zn. I fattori del clima incidono sull'accumulo o la distruzione di sostanza organica, sul ritmo e sull'entità di assunzione degli elementi nutritivi, dato che esercitano la loro influenza sulle fasi fenologiche, sulla respirazione, sulla traspirazione, sulla lisciviazione del suolo, sulla velocità di nitrificazione e di mineralizzazione della sostanza organica, sui processi di dissoluzione ed insolubilizzazione, ecc. Indirettamente agiscono attraverso modificazioni di struttura e delle condizioni in genere del terreno. Per esempio, l'N viene più facilmente dilavato nei climi con forti precipitazioni e soprattutto nei terreni sciolti (sabbiosi, ciottolosi). Un eccesso di acqua piovana (o di irrigazione) e la siccità possono provocare uno scarso assorbimento di taluni elementi, con conseguenti squilibri metabolici (squilibrio fra traspirazione ed assunzione, disseccamento del rachide, e così via). La nutrizione, il peso della produzione e dei tralci sono in relazione alla piovosità.

Il clima può agire anche sull'equilibrio degli elementi, rendendo squilibrata o equilibrata una concimazione.

Nei terreni ad elevata capacità idrica (umiferi, argillosi) le riserve invernali di acqua vengono mantenute più a lungo, così che gli elementi entrano continuamente nella soluzione circolante e pertanto anche durante l'estate non manca il veicolo per l'assorbimento.

Il fotoperiodo, caratteristico di ciascun ambiente, influisce sulla vite (differenziazione, fertilità e germogliamento delle gemme, produttività, ecc.) e sui fenomeni del suolo (nitrificazione, ecc.), per cui può modificare le esigenze nutritive del vigneto.

Alcuni macroelementi sono importanti nella resistenza al freddo, attraverso la regolazione dell'idrolisi:



Il terreno

Molteplici caratteristiche del terreno possono influenzare la nutrizione minerale della vite. Qui si richiamano brevemente alcuni concetti fondamentali e si segnalano alcuni fenomeni tipici dei rapporti fra terreno e vite limitatamente agli apporti di macro- e microelementi. Per una corretta comprensione dell'argomento, si dovrà integrare le nozioni qui presentate con quelle del corso in CHIMICA E PEDOLOGIA DEL VIGNETO (Prof. Costantini).

Origine del terreno. I terreni più sciolti (ciottolosi) sono poveri, poco profondi, rispecchiano la composizione geologica della matrice e sono pertanto quasi sempre squilibrati. In questi terreni le perdite degli elementi per lisciviazione sono notevolmente più elevate rispetto a quelle dei terreni che hanno origine per trasporto (es. alluvionali), perché più profondi e fertili, salvo eccezioni (terreni sabbiosi). Dall'origine dipende sostanzialmente la fertilità naturale del terreno.

Composizione fisica. Lo scheletro, il contenuto di argilla, limo e sabbia condizionano l'alimentazione della vite, in quanto il potere assorbente è appunto legato ai rapporti fra questi costituenti del terreno e della sostanza organica (humus). Nei terreni ciottolosi e sabbiosi le perdite per dilavamento dell'N, del K, del Ca, del Mg, del B, ecc., sono molto sensibili, mentre in quelli argillosi, in particolare, quantità rilevanti di K, P e di oligoelementi vengono fortemente trattenute dai colloidi, rendendo difficile lo scambio ionico con i peli radicali. Questi concetti sono alla base delle scelte dei quantitativi di elementi da somministrare al vigneto e sono utili per comprendere anche la lentezza o l'inefficacia di talune concimazioni (terreni non reattivi).

Humus. Deriva dalla sostanza organica e forma il tessuto connettivo della fertilità fisica, chimica e microbiologica. Assieme all'argilla costituisce il «complesso adsorbente», che regola la struttura, la capacità di scambio ed idrica, nonché il potere tampone. Ha una composizione complessa.

L'humus favorisce lo sviluppo dell'apparato radicale, condizione indispensabile per realizzare la qualità, assieme alla giusta quantità.

Calcare e Clorosi ferrica

Il calcare è di estremo interesse in viticoltura. L'aspetto più saliente rimane la disponibilità del Fe nei terreni calcarei, nei quali il Fe reagisce con il $CaCO_3$ dando carbonato ferroso, che si ossida in carbonato ferrico; questo con l'H_2O passa ad idrato ferrico, il quale diviene insolubile passando ad ossido di Fe. Il calcare può essere formato da diversi tipi di carbonati, alcuni dei quali hanno capacità clorosante minima, altri elevata.

In difetto od in eccesso di calcare nel terreno si verifica la carenza di Mg rispettivamente per dilavamenti (per mancanza di Ca) ed antagonismo (per eccesso di Ca); a causa di insolubilizzazioni si verificano anche la carenza borica e manganica nei terreni molto calcarei alcalini. La clorosi ferrica è comunque un fenomeno molto complesso e pertanto la semplicistica attribuzione della causa al calcare del terreno non risponde sempre alla realtà.

Il calcare attivo ed il pH inibiscono l'assimilabilità del Fe, ma che anche altri fattori agiscono contemporaneamente limitando l'assorbimento o favorendolo. Nel complesso sembrerebbero contrari all'assorbimento del Fe gli elevati contenuti di argilla, di P, di B e di Cu, mentre la sostanza organica, il K ed il Mn agiscono favorevolmente sul livello di Fe nelle foglie. L'argilla, se limitata ed in condizioni idriche normali del terreno, è favorevole all'assimilabilità del Fe, mentre agisce negativamente in condizioni di eccesso idrico, specie se supera il 10% circa. Va tuttavia rilevato che nei terreni sabbiosi e ciottolosi le clorosi ferriche sono molto frequenti, specie se irrigui, per ridotto potere tampone sul pH e per una più rapida solubilizzazione dei carbonati.

La molteplicità di questi rapporti, fra Fe ed altri componenti del suolo, suggerisce la impossibilità di attribuire ad un'unica causa la clorosi ferrica e spiega i motivi frequenti di insuccesso della scelta del portinnesto e della terapia della stessa clorosi ferrica, anche in considerazione della complessità dei fenomeni biochimici di traslocazione ed utilizzazione del Fe nella pianta.

Più in particolare i diversi fattori agirebbero nel modo seguente:

- pH: quando il pH è superiore ad 8, il Fe viene ossidato e precipita sotto forme insolubili, quali ossidi di Fe, idrossidi di Fe, fosfati di Fe e forme organiche complesse; solo certi composti organici (umati, chelati) sono solubili a pH superiore a 7; la Clorosi ferrica è anche dovuta allo scarto elevato fra pH della pianta (acido) e quello del terreno (alcalino); ciò spiega perché alcune piante ingialliscono (precipitano il Fe) ed altre no;
- CO_2: favorisce la dissoluzione del calcare ($CaCO_3$) e quindi la formazione dello ione bicarbonico (HCO^{3-}) responsabile dell'insolubilizzazione del Fe. La CO_2 può provenire dalle radici e, soprattutto, dall'attività batterica, per cui in primavera è meglio evitare l'apporto di letame fresco o del sovescio;
- H_2O: favorisce l'asfissia e la formazione di ioni HCO^{3-} che impediscono l'assorbimento del Fe e pertanto l'irrigazione nei terreni calcarei va evitata; sono indicati semmai dei sistemi a goccia con solfato Feso o chelati di Fe. Anche le piogge, soprattutto primaverili, provocano gli stessi danni dell'irrigazione;
- temperatura: le basse temperature non consentono l'assorbimento del Fe può anche accadere che, in primavera, il terreno sia freddo mentre la vegetazione richieda già Fe per l'accrescimento sostenuto;
- elementi minerali: oltre all'azione antagonista del Ca, le concimazioni fosfatiche possono elevare il contenuto di P disponibile e quindi causare delle Clorosi ferriche, per innalzamento del rapporto P/Fe e precipitazione del Fe come fosfato nel suolo o nella pianta; l'N ammoniacale (non quello nitrico) e K favoriscono invece la formazione di Clorofilla, se non sono in eccesso; i microelementi Cu, Mn, Al, Zn, Ni, Co possono provocare Clorosi (in terreni acidi) quando sono in eccesso, per fitotossicità, per insolubilizzazione del Fe o per ossidazione del Fe (es. Mn); il rapporto normale nelle foglie fra Fe/Mn dovrebbe essere di 1,5-2,5;

- compattezza del terreno: nei suoli compatti, argillosi, l'H_2S microbico non riesce a fuoriuscire dal terreno e ad una certa concentrazione diviene tossico per le radici, che non assorbono il Fe;
- lavorazioni al terreno: facilitano l'ossidazione del Fe^{++} a Fe^{+++}, riportano in superficie calcare che diviene attivo e solubile. I lavori - specie se profondi - rompono le radici e nei suoli umidi facilitano la Clorosi. La non coltura e l'inerbimento diminuiscono la clorosi, anche se in modo non determinante;
- attività radicale: il Fe viene assorbito dalle radici dopo essere stato complessato con escreti radicali, in particolare dall'acido citrico, ma anche da altri acidi organici, aminoacidi, composti fenolici, molecole organiche complesse. Anche il trasporto ed il mantenimento allo stato disponibile nella pianta dipende dalle sostanze «chelanti» naturali, la mancanza delle quali può essere causa di Clorosi. Così la diminuzione delle riserve glucidiche riduce la sintesi radicale di acido citrico e quindi provoca un insufficiente assorbimento del Fe. I portinnesti resistenti alla Clorosi ferrica hanno radici con scarsa capacità di saturazione con il Ca e respirazione più ridotta. Le radici di 3309 respirano quasi il doppio rispetto al K - 5BB; in carenza di O_2 nel terreno il primo portinnesto va più soggetto alla Clorosi ferrica. Anche gli attacchi parassitari alle radici (nematodi, fillossera, marciumi, ecc.), possono diminuire l'assorbimento del Fe;
- affinità d'innesto: il callo d'innesto, in particolare nelle combinazioni poco affini, rappresenta un ostacolo per il trasporto acropeto del Fe e per il trasporto basipeto dei glucidi, dai quali vengono sintetizzate le sostanze chelanti nelle radici;
- resistenza specifica al calcare: come è noto la clorosi ferrica non destava grandi preoccupazioni quando la *Vitis vinifera* era franca di piede, in quanto questa specie ha un'elevata resistenza al calcare, sia pure variabile con i vitigni. Questa diversa resistenza si sfruttava un tempo, ed ancora attualmente nelle zone con viti franche di piede, innestando varietà europee sensibili su vitigni resistenti. In America del Nord si innestano gli ibridi sull'europea (V. vinifera). Il fenomeno della clorosi ferrica si è acuito con l'introduzione delle specie americane come portinnesti. Infatti la resistenza al calcare attivo di dette specie viene così classificata:

- V. Rotundifolia, V. Rubra	0%
- V. Cordifolia, V. Aestivalis, V. Labrusca	2%
- V.Candicans	5%
- V. Riparia	6%
- V. Rupestris du Lot	14%
- V. Berlandieri	38%
- V. Monticola	40%

Poiché la Monticola è poco resistente alla fillossera e radica male, si comprende perché gli ibridi portinnesti coltivati più resistenti alla clorosi ferrica sono quelli fra Berlandieri x Rupestris o V. vinifera x Berlandieri. FERCAL il portinnesto più resistente alla Clorosi, ottenuto ibridando due portinnesti già molto resistenti BC, (Berlandieri x Colombard,) x 333 E.M. (Cabernet x Berlandieri); questo portinnesto, è più resistente alla Clorosi del 140 Ru, del 41 B e del 333 E.M.;

- Fabbisogno in Fe delle varietà: vi sono vitigni che sono più esigenti in Fe di altri, a causa di una traspirazione più elevata, accrescimento vegetativo più intenso, ecc.. Di seguito si riporta una classificazione delle varietà, in base alla loro frequenza alla Clorosi, non senza far rilevare che si tratta di una classificazione che può variare con il comportamento della combinazione d'innesto, cioè con portinnesti diversi:
  - clorosanti: Dolcetto, Canaiolo, ecc.;
  - mediamente clorosanti: Sylvaner, Cabernet Sauvignon, Pinots, ecc.;
  - poco clorosanti: Syrah, Sangiovese, Regina, Merlot, Gamay, Colombard, Chardonnay, ecc. .

  La Clorosi si manifesta poiché il vitigno esige un certo spettro di elementi minerali (in particolare Fe), mentre il portinnesto ne offre uno diverso. Si può comunque parlare di combinazioni più o meno Clorosanti. Importante è scegliere bene il portinnesto, in quanto, la terapia della Clorosi ferrica è ancora incerta e comunque costosa;
- forma di allevamento: i sistemi di potatura alti, espansi, vigorosi, molto produttivi, a bassa densità di piantagione, vanno più soggetti alla Clorosi, per difficoltà di trasporto e per incremento dei fabbisogni di Fe.

La correzione dei terreni risulta difficile (per le grandi riserve di carbonati) e costosa; più comunemente si usa del solfato Feso, il quale agendo con l'acqua nel terreno libera acido solforico, che svolge l'azione acidificante. Le dosi di solfato Feso consigliate sono le seguenti:

- 1,5-2 q/ha in terreni poco calcare, con pH non molto alto;
- 20-30 q/ha in terreni molto calcare, con pH elevato;
- 30-70 q/ha in casi molto gravi per elevatissimi contenuti di calcare attivo e pH molto alcalino.

Si può usare anche S (20-40 q/ha), anidride solforosa liquida, gesso (20-50 q/ha), ecc., ma l'operazione non è priva di rischi, salvo l'impiego di concimi fisiologicamente acidi, che però sono molto poco efficaci.

Dinamica degli elementi nel terreno

L'assorbimento degli elementi - fra l'altro - è legato a due relazioni: tra portinnesto e terreno, nonché fra terreno ed elementi. Il ponte viene attuato dalla soluzione circolante. Fra le caratteristiche del terreno, il pH è senza dubbio quella che domina la dinamica degli elementi. Il pH è una proprietà chimica del terreno legata soprattutto al calcare, alla sostanza organica ed ai colloidi minerali (in particolare alla quantità e tipo delle argille). In effetti il pH condiziona l'assorbimento di tutti gli elementi, i quali divengono solubili o insolubili a vari pH.

Le esigenze nutrizionali della vite

Le scelte relative alla concimazione del vigneto vanno effettuate su base scientifica. La definizione

pratica delle dosi degli elementi da somministrare viene quasi sempre attuata facendo riferimento a 1) l'analisi del terreno (per avere indicazioni sulla composizione; 2) la diagnostica fogliare (per stabilire lo stato nutritivo della vite) 3) l'analisi dei prodotti asportati (per conoscere il consumo di elementi) 4) la diagnosi delle carenze (per indagini visive sui sintomi) e 5) la sperimentazione di formule di concimazione (per stabilire le dosi da impiegare in uno specifico vigneto). La traduzione delle enunciazioni esposte nella realtà della viticoltura non è semplice. Nessuno dei metodi disponibili è privo di difetti, tuttavia l'uso combinato ed appropriato di alcuni di essi consente di raggiungere una probabilità di errore accettabile, soprattutto se collegato alle conoscenze ambientali e varietali.

I metodi disponibili possono essere così classificati:

- chimici: analisi del terreno e di organi della vite (foglie, piccioli, nervature fogliari, germogli, apici vegetativi, tralci, gemme, organi fiorali, rachidi, grappoli, linfa, corteccia, vinaccioli, radici)
- fisiologici, somatici ecc.: sintomi visivi di carenza ed eccesso, confronti sperimentali di formule in campo, colture artificiali di vite, curve di accrescimento organi, curve degli scambi gassosi, diagnosi enzimatica ecc.
- economico-viticoli: redditività delle diverse dosi di elementi.

La diagnostica fogliare

L'analisi delle foglie è stata messa a punto per la prima volta nel 1923, proprio sulla vite. I contenuti degli elementi -- realmente assorbiti - e l'intensità nutritiva (somma dei contenuti) delle foglie, rispecchia in particolare la fertilità reale del terreno con i suoi fenomeni fisici, chimici e microbiologici, l'andamento climatico, le variazioni in vivo degli elementi, la capacità di assorbimento radicale, e normalmente la produttività ed il vigore della vite. La foglia è, infatti, il laboratorio chimico dell'organismo vegetale, nella quale ha luogo la fotosintesi delle sostanze organiche a partire dagli elementi costitutivi tratti dall'aria e dal terreno. Il principio della diagnostica fogliare consiste, pertanto, nel dedurre dall'analisi del lembo + picciolo il livello effettivo di assorbimento, di ciascun vitigno, dei differenti elementi e nello stimare gli apporti concimanti (sulla base anche di altri dati sulle caratteristiche del terreno - che fissa molti elementi -, del vitigno/portinnesto, dell'età, produzione, ecc.) capaci di migliorare la quantità e soprattutto la qualità dell'uva. L'interpretazione dei dati analitici deve, ovviamente, fare riferimento a quelli riscontrati su vigneti produttivi e bene alimentati, oppure al confronto fra contenuti di foglie sane e di foglie con sintomi classici di carenza, tra viti con accrescimento normale e viti a debole sviluppo.

Tecnica di campionamento - Il prelevamento del campione di foglie riveste particolare importanza, in quanto i risultati delle analisi possono variare con il vitigno/portinnesto, il terreno, il clima, l'età, le malattie, la potatura, l'epoca o la fase fenologica, la produzione, il vigore e la posizione del germoglio, la foglia sul germoglio (quelle apicali sono infatti più nutrite delle mediane e queste più delle basali, ma ciò non vale per tutti gli elementi, ad esempio per il Fe).

Le foglie dei germogli uviferi hanno una composizione molto differente da quelli sterili, per effetto della presenza del grappolo. In generale l'intensità nutritiva diminuisce - specie per N, P, K e S - con l'avanzare dell'età delle foglie, sebbene per alcuni elementi quali il Mg, il B, il Fe, il Ca vi sia un aumento od una stazionarietà anziché un decremento del contenuto. Le foglie aventi la medesima posizione fillotassica, hanno, tuttavia, processi fisiologici molto simili. Se si preleva il lembo ed il picciolo bisogna considerare che il picciolo influisce in modo determinante sul K.

Procedura:

Epoche*: i* campioni di foglie devono essere prelevati alle due fasi fenologiche seguenti:

- *allegagione* (fine fioritura);
- *invaiatura* (viraggio del colore degli acini, all'inizio del processo di maturazione).

Scelta dei ceppi. *Si* scelgono da 15 a 30 ceppi (nel primo caso si prelevano due foglie per ceppo, nel secondo una sola) rappresentativi del vigore medio del vigneto da sottoporre alla diagnostica fogliare e ripartiti su tutta la superficie dell'appezzamento. Si deve solo evitare di prelevare le foglie su ceppi molto vigorosi o troppo deboli e su quelli ai bordi. È inutile contrassegnare i ceppi, dato che nel secondo prelievo non si troverebbe più la foglia che interessa e perché i differenti prelievi possono essere eseguiti anche su ceppi diversi, purché dello stesso vigore medio.

Posizione della foglia sul germoglio. La foglia più rappresentativa dello stato nutritivo è quella situata in posizione opposta al grappolo basale del germoglio uvifero. La foglia che si distacca deve essere sana, cioè priva di malattie (peronospora, ecc.). L'asportazione si effettua tagliando la lamina (lembo) all'inserzione sul picciolo; questo rimarrà così attaccato al germoglio. In totale, in ciascuna delle due fasi fenologiche indicate, si dovranno prelevare almeno trenta foglie su altrettanti germogli. In Italia si analizza solo il lembo e non la foglia intera come in Francia.

Inserzione del germoglio uvifero sul tralcio a frutto. La scelta del germoglio da cui staccare la foglia dovrà essere operata secondo vari criteri in relazione alla forma di allevamento.

Trattamento delle foglie prelevate. Solo se la vite è stata trattata di recente con concimi fogliari, le foglie devono essere lavate per qualche istante in acqua corrente, al fine di asportare i residui suscettibili di falsare le analisi; in nessun caso le foglie dovranno essere lasciate a macerare. Le foglie debbono essere subito distese, al coperto ed al riparo dal vento, su carta pulita, per farle essiccare all'aria per qualche giorno ed evitare fermentazioni od ammuffimenti. Quando sono ben secche, vanno introdotte in un sacchetto di plastica pulito. Se vi sono più sacchetti da spedire simultaneamente, si raccomanda di tenere chiusi e distinti i sacchetti, che devono portare sull'etichetta il numero corrispondente al questionario tecnico ed il nome del viticoltore. Ciascun campione deve contenere foglie prelevate da ceppi del medesimo vitigno (varietà), portinnesto e forma d'allevamento, posti su terreno della stessa natura. Se compaiono colorazioni anormali sulle foglie nel corso dell'annata, è consigliabile segnalare il fenomeno osservato ed inviare rapidamente alcune foglie fresche poste tra fogli di carta assorbente e quindi in un sacchetto di plastica. La mancanza di relazione, che a volte si riscontra, tra dati dell'analisi fogliare e produzione, non deve sorprendere, dato che quest'ultima dipende da una serie di fattori e pertanto non solo dall'alimentazione minerale. Ciò significa che una vite ben nutrita possiede solo potenzialmente la capacità di produrre: la condizione è di norma

necessaria ma non sufficiente, per cui una vite improduttiva potrebbe essere (facilmente) perfettamente od eccessivamente nutrita.

Impieghi della diagnostica fogliare. L'analisi delle foglie viene applicata in due settori della viticoltura: quello scientifico e quello pratico. Sul piano sperimentale viene utilizzata per studiare le carenze e gli eccessi degli elementi macro e micronutritivi e per seguire i fenomeni della nutrizione nelle ricerche sulle prove di concimazione.

Per l'applicazione della diagnostica fogliare è tuttavia necessario interpretare i risultati con prudenza, competenza ed esperienza: considerando la variabilità della composizione chimica degli organi della vite sotto l'influenza di fattori esterni ed interni, l'analisi fogliare non può essere vista come un mezzo di diagnosi valida per lungo tempo e pertanto va ripetuta ad intervalli possibilmente brevi, al fine di studiare con maggiore precisione la nutrizione della vite e conseguentemente praticare una concimazione il più possibile aderente alla fisiologia ed all'evoluzione dei fabbisogni concreti di ciascun vigneto.

Influenza del clima sulla composizione delle foglie. Dal momento che il clima esercita un controllo fondamentale sullo sviluppo dell'apparato aereo, ma anche di quello radicale, indubbiamente provoca variazioni nella composizione delle foglie della vite. I tenori di elementi sono più bassi nelle zone caldo aride dell'Italia meridionale ed insulare, anche se vi sono zone settentrionali che possono uguagliare detti valori così bassi. Al Sud contenuti ritenuti carenti, possono non dare sintomi visibili sulle foglie, purché gli equilibri (rapporti) fra gli elementi siano corretti. Nell'ambito, comunque, di una medesima il contenuto di elementi nelle foglie, variavano da un anno all'altro in relazione alla piovosità.

È noto che le primavere piovose favoriscono le carenze di Fe (in terreni argilloso-calcarei) e di Zn (in suoli sabbiosi), ma è anche noto che piogge abbondanti accoppiate ad abbassamenti termici determinano cadute del tasso di N, P, Ca. S, Fe, Mn,ecc. nelle foglie. Con l'aumentare dell'altitudine diminuisce la nutrizione globale del vigneto.

Il clima influisce sulla composizione fogliare indirettamente anche attraverso il livello della produzione. Esiste spesso correlazione fra N-produzione, K-produzione e grado zuccherino, fra di macroelementi e produzione.

Sul piano applicativo la diagnostica fogliare viene adottata per indirizzare le concimazioni di produzione della vite, in combinazione con l'analisi del terreno, relativa alle determinazioni dei componenti fisici, del calcare attivo e del pH nonché con riferimento alle caratteristiche generali del vigneto (clima, vitigno, vigore, produzione, tecnica colturale, ecc.)

Relazione tra composizione del terreno e diagnostica fogliare.

Sono state riscontrate le seguenti correlazioni:

positive:

- pH del terreno e P delle foglie;
- P totale terreno, CSC ed N fogliare;
- K del terreno e K delle foglie;
- Mg del terreno, P totale e Mg delle foglie;

negative:

- CSC del terreno e K delle foglie;
- Mg del terreno e K delle foglie.

Diagnostica peziolare

L'analisi del picciolo è stata adottata per la prima volta negli Stati Uniti, di fatto la diagnostica peziolare viene ancora oggi impiegata soprattutto negli USA dove l'analisi dei tessuti viene considerata molto più significativa dell'analisi del terreno, tanto che viene impiegata anche per molte altre colture arboree ed erbacee. Partendo dal presupposto che il picciolo dovesse avere una composizione intermedia fra il lembo fogliare ed il germoglio, molti ricercatori conclusero che si trattava di un organo sensibile, rappresentativo e pertanto diagnostico. Si tratta di una diagnostica fogliare diversa da quella francese (che utilizza lembo + piccioli) e da quella italiana (che analizza solo il lembo), perché il campione è rappresentato solo dai piccioli fogliari. Ciò viene giustificato dal fatto che durante l'estate il lembo spesso non è normale (siccità in particolare, necrosi varie). Altre differenze riguardano le modalità di prelievo e le epoche. La diagnostica peziolare viene, infatti, realizzata prelevando da 75 a 100 piccioli delle foglie opposte ai due grappoli basali del germoglio uvifero, all'epoca della piena fioritura (prelievo normale) o a metà estate, cioè circa un mese dopo la fioritura; per il K si ritiene interessante anche il periodo che precede la vendemmia.

I livelli di elementi variano pertanto in base al tipo di picciolo e di germoglio prescelti, all'epoca considerata (il massimo di N, P e K si ha alla piena fioritura e dopo 3-4 settimane avviene la stabilizzazione), al vitigno ed alla zona di prelievo. Il picciolo è un organo molto sensibile alle variazioni del K; quando questo elemento è alto nella vite il contenuto nel picciolo si rivela doppio rispetto a quello del lembo, mentre con disponibilità ridotte i contenuti sono pari nei due organi. I livelli di K sono correlati con la produzione unitaria.

Per quanto concerne l'applicabilità della diagnostica peziolare si ritiene che essa sia particolarmente indicativa e valida per il K, verso il quale il picciolo manifesta una sensibilità superiore a quella del lembo. Non altrettanto si può invece affermare per l'N, che nel picciolo varia anche durante le ore della stessa giornata.

L'impiego della diagnostica peziolare nel controllo delle prove di concimazione potassica è molto interessante. Il 2-2,5% nei piccioli è la soglia di K corretta per la nutrizione, corrispondente al 3-4% di saturazione di K nel terreno.

Il legame fra K nei piccioli e dosi di K utilizzate nella concimazione è risultato il seguente:

K% picciolo	Dose media kg/Ha/K_20
< 1 %	45
1 a 2%	94
2a3%	109
3%	139

Analisi dei germogli uviferi completi

La «Triple Analyse» è stata proposta per evitare i difetti della diagnostica di un solo organo e consiste nell'effettuare analisi separate di germogli, di foglie e di grappoli, al fine di ottenere indicazioni più complete. In genere, le foglie assorbono più N rispetto agli altri organi (seguono i grappoli e poi i germogli), mentre i grappoli si differenziano per il loro elevato contenuto in K (seguono

a notevole distanza le foglie ed i germogli con contenuto quasi eguale). L'andamento della diminuzione degli elementi nei grappoli, nel corso del ciclo vegetativo, è tuttavia simile a quello delle foglie e dei tralci.

La differente vigoria dei germogli così influenza la nutrizione:

- negli apici vegetativi, i contenuti di P e K sono proporzionali alla vigoria dei germogli; viceversa la vigoria maggiore fa decrescere i quantitativi degli altri elementi;
- nelle foglie, i contenuti di K, Ca e la nutrizione globale sono più elevati nei germogli di media vigoria: nei germogli più vigorosi invece decrescono l'N ed i microelementi;
- nelle bacche, con contenuti leggermente più elevati di K, Ca, Mn e nutrizione globale, sui germogli più deboli;
- nei vinaccioli, con contenuti di K e Ca maggiori sui germogli più vigorosi.

La nutrizione degli organi della vite è diversa ed è influenzata differentemente dalla vigoria dei germogli per cui la diagnostica fogliare tende a mettere in risalto contenuti di elementi che non corrispondono a quelli delle bacche e dei vinaccioli; in effetti sembrerebbe sussistere una specie di competizione fra gli organi presenti sui germogli di differente vigoria. Da ciò risulta la necessità di estendere le indagini sullo stato nutritivo, anche alle bacche, oltre che alle foglie.

Per quanto attiene la composizione in oligoelementi dell'uva, delle foglie alla caduta e dei tralci:

- le foglie sono gli organi più ricchi di Fe e Mn;
- le bacche sono gli organi più ricchi di B;
- i tralci d'inverno hanno una composizione intermedia per tutti gli oligoelementi.

In molte zone viticole, l'evoluzione dei consumi di elementi in relazione alla produzione ad ettaro, hanno rilevato che:

- l'uva consuma più N, P e K (in particolare); seguono poi le foglie e quindi i tralci;
- le foglie consumano più Ca e Mg: seguono poi i tralci e quindi i grappoli.

Per i microelementi si sono configurate le seguenti esigenze:

- per il B non vi sono grandi differenze fra i tre organi:
- per il Fe ed il Mn le esigenze diminuiscono da foglie< tralci< uva.

Diagnostica uvale

Si tratta di un'analisi che dovrebbe essere maggiormente impiegata come metodo diagnostico in quanto le bacche sono gli organi che formano l'oggetto della viticoltura.

Durante la maturazione delle bacche le ceneri diminuiscono dal 5 al 2.5`%. Il K rappresenta circa il 50 % degli elementi minerali delle ceneri, cui seguono Ca, Mg, Fe, ecc. Gli elementi sono presenti come sali, in particolare, degli acidi organici, fra i quali primeggia l'acido tartarico, che si lega facilmente con il K dando bitartrato potassico. Le viti vigorose, quelle giovani, irrigue o con piogge nelle fasi precedenti alla vendemmia, hanno contenuti più elevati di elementi minerali nelle bacche.

L'evoluzione degli elementi minerali nelle bacche può essere così sintetizzata:

- si verifica un decremento percentuale dei macroelementi con il progredire della maturazione; in particolare diminuisce il Ca più del K; ciò può essere collegato alle difficoltà di traslocazione del Ca dalle foglie (dove è presente e si accumula con il progredire della loro età) alle bacche ed ai grappoli in genere (da qui nasce anche il disseccamento del rachide): è anche importante rilevare che, fra bacche e foglie opposte al grappolo basale tende a rivelarsi un'antitesi:
- i microelementi si comportano in modo diverso, in quanto i massimi contenuti nelle bacche si riscontrano a cavallo dell'invaiatura o subito dopo.

Per quanto attiene i consumi, le bacche si differenziano dagli altri organi (foglie, tralci) per l'elevato consumo di P e, soprattutto, di K, mentre i livelli dei consumi di N, Ca e Mg sono molto simili a quelli dei tralci.

L'influenza del numero dei vinaccioli sulla composizione delle bacche si è rivelata con livelli generalmente più elevati di tutti i macro e microelementi nelle bacche aventi il maggior numero medio di vinaccioli. Si deve tuttavia fare presente che i vinaccioli influenzano positivamente e proporzionalmente lo sviluppo volumetrico delle bacche, e pertanto anche i consumi globali di elementi, che risultano più elevati nelle bacche più grandi.

Per quanto attiene la tecnica di prelievo dei grappoli per la diagnostica uvale si può segnalare che in sostituzione del prelievo casuale di 200 bacche nel vigneto (metodo più diffuso), si può ricorrere al prelievo del grappolo basale, del germoglio uvifero posto al centro del tralcio a frutto. Quest'ultimo andrà scelto a metà cordone permanente oppure ai due lati del ceppo se esistono forme doppie. Ovviamente si dovranno prelevare almeno una ventina di grappoli.

Diagnosi delle carenze e degli eccessi

Le carenze in viticoltura sono dovute ad insufficienza di uno o più elementi nel suolo (carenze primarie), al bloccaggio nel terreno o nella pianta per l'eccesso di qualche elemento e ad antagonismi ionici a livello di assorbimento radicale (carenze indotte); tuttavia il meccanismo per il quale si manifesta l'insufficienza di assorbimento di alcuni oligoelementi resta talvolta ancora oscuro.

La diagnosi e lo studio delle carenze può essere effettuata con osservazioni visive in campo (od in laboratorio sul materiale fresco) con colture idroponiche, con somministrazioni di elementi alla pianta (per via radicale e fogliare) e con analisi chimiche.

Benché esista a volte una correlazione significativa tra contenuti di B e Mn assimilabili nel terreno e quelli delle foglie, l'analisi del terreno è poco usata per apprezzare l'entità dei microelementi disponibili per la vite, mentre può essere utile per al determinazione delle soglie della fitotossicità nei terreni acidi, che si ritiene si attestino sopra i seguenti livelli Al 50 ppm, Mn 100 ppm, Cu 25-100 ppm.

Nella valutazione più comune, dei contenuti ottimali, tossici e carenti nella pianta è indispensabile tener conto sia degli organi da analizzare che dell'epoca di prelevamento. Infatti, vi sono delle parti di vite che si prestano meglio di altre ad essere indicatrici di uno stato di normalità o di sofferenza. Il contenuto di un microelemento subisce fluttuazioni anche considerevoli

nell'anno, per cui è importante definire un periodo ottimale dell'organo da analizzare, preferibilmente in coincidenza di una precisa fase fenologica. Per quanto riguarda le modalità di analisi, esse possono riguardare metodi chimici e biochimici. La tecnica della diagnostica fogliare (lembi o piccioli) offre dei risultati abbastanza attendibili per quanto riguarda la valutazione dei livelli ottimali.

Infatti confrontando i contenuti di B, Fe e Mn nelle foglie (lembi) alla allegagione ed invaiatura, le medie dei due prelievi e quella di tutto l'anno (6-10 prelievi) si osserva che non vi sono grandi differenze tra le varie epoche; differenze maggiori sono talvolta rilevabili tra vitigno e vitigno ed in particolare tra il livello dei microelementi dei piccioli e dei lembi.

Per quanto riguarda il B il lembo si presta meglio del picciolo nella diagnosi dei contenuti, ma il mosto si rileva il mezzo migliore per valutarne la carenza. Per evidenziare la tossicità da Cu e Al l'indicazione più precisa si può avere analizzando le radici, poiché gli organi aerei non consentono una altrettanto valida attendibilità.

La diagnosi visiva attraverso le sintomatologie morfologiche anomale è di indubbia validità nella guida delle concimazioni, dato che in pratica può consentire l'aumento o la diminuzione di alcuni elementi nella concimazione, sulla base delle alterazioni osservate sulla vegetazione (foglie e germogli) e sui grappoli (colatura, disseccamento ecc.). Sintomi analoghi a quelli delle carenze fisiologiche da squilibri nutrizionali, possono essere provocati anche da attacchi parassitari, da tossicità varie, da virus, da decolorazioni autunnali e da cause genetiche.

La diagnosi delle carenze attraverso sintomi richiede pertanto una certa esperienza perché spesso è complicata da policarenze o carenze multiple e da criptocarenze o carenze occulte.

In caso di dubbio si può ricorrere ad un metodo chimico come il test di Roach, che consiste nel collegare con un filo di cotone od una fettuccia di carta da filtro, l'interno della lamina ad una fialetta contenente la soluzione dell'elemento che interessa; in questo modo la soluzione viene trasportata e rapidamente assorbita, per cui i tessuti attorno al mezzo conduttore riprendono le loro caratteristiche normali (salvo per le necrosi) se la carenza era determinata dall'elemento in soluzione. Altre varianti al metodo prevedono l'iniezione peziolare, l'immersione nella soluzione della base di un picciolo di una foglia completa oppure di un giovane germoglio, nonché l'aspersione, per nebulizzazione, della soluzione, sulle foglie carenti.

Anche la diagnosi degli eccessi può essere effettuata con il metodo visivo, tenendo però presente che i sintomi da tossicità degli elementi sono meno conosciuti rispetto a quelli da carenza, probabilmente perché l'eccesso di concimazione è molto più raro. L'eccesso di uno o più elementi altera le leggio biologiche naturali e può portare ad intossicazioni mortali per la vite o semplicemente a malattie da turbe metaboliche. Gli oligoelementi, in particolare, divengono rapidamente tossici se la loro concentrazione nel terreno o nella pianta supera certi limiti, variabili con l'elemento, il terreno, il clima, il portinnesto, il vitigno e così via. L'analisi chimica degli organi della vite (lembo e le radici in particolare) è considerata il mezzo più idoneo per scoprire danni occulti da eccesso degli elementi nutritivi.

GLI APPORTI FERTILIZZANTI

Stabilire i quantitativi degli elementi da somministrare alla vite è il problema più difficile per la concimazione della vite, data la ampia variabilità delle situazioni ambientali, dei vitigni e della tecnica colturale.

Secondo la tradizione e la pratica, è necessario distinguere due tipi di concimazione: quella d'impianto e quella di produzione annuale. Queste, a loro volta, assumono sfumature leggermente differenti nei vigneti destinati alla produzione di uve da vino rispetto a quelli per le uve da tavola.

Per la concimazione d'impianto e di mantenimento è necessario richiamare che la curva della produzione, in relazione alla dotazione in elementi nutritivi del terreno, può essere suddivisa in quattro fasi:

1) di carenza assoluta, che deve essere corretta con la concimazione di impianto; 2) di carenza relativa, che deve essere corretta con la concimazione di produzione annuale; 3) di produzione massima, che deve essere mantenuta con la concimazione di produzione annuale; 4) di produzione decrescente, per depressione causata da eccessi della fertilizzazione in genere.

La concimazione d'impianto

La pratica consente di preparare scorte o dotazioni di fondo o di riserva per il vigneto, soprattutto per gli elementi a scarsa mobilità (P, K, ecc.), in quanto successivamente la presenza di apparati radicali superficiali non consentirà di effettuare lavorazioni profonde. Va però considerato che un vigneto che produce 100 hl di vino/ha/anno, può asportare, in 40 anni, ben 1.600 kg di P e 6.000 kg di K e pertanto non è pensabile, per ovvie ragioni chimiche, agronomiche ed economiche, di somministrare detti quantitativi solo all'impianto. La concimazione d'impianto, specie organica, prepara quella fertilità fisico-chimica indispensabile per il veloce accrescimento delle viti e la rapida messa a frutto. Le dosi di elementi minerali debbono essere proporzionate anche alla natura del terreno ed al clima in quanto nei terreni argillosi quote elevate di elementi vengono insolubilizzate, mentre nei terreni sciolti le forti concentrazioni possono provocare fenomeni di plasmolisi con conseguente scarso accrescimento o mortalità delle barbatelle. Ovviamente ciò è in relazione anche al grado di disperdimento dei concimi, nella massa del terreno.

La concimazione annuale di mantenimento per le uve da vino e da tavola

In questi casi le differenze nelle esigenze nutritive potrebbero essere notevoli, sia perché può variare l'età del vigneto, sia per la variabilità della produzione, dato che in alcune zone le uve da tavola raggiungono produzioni unitarie ragguardevoli che vengono a volte ottenute con l'impiego dell'irrigazione, ad effetto dilavante verso gli elementi del terreno, specie se sciolto (sabbioso, ciottoloso). La concimazione, oltre che all'obiettivo, dovrà essere adeguata all'età, alla produzione (quantità /qualità) ed alle tecniche colturali.

Vigneto giovane. Le viti giovani hanno bisogno di N per lo sviluppo vegetativo, mentre i consumi di P (utile, in particolare, per lo sviluppo delle radici) e di K sono più ridotti. Un rapporto di 2: 1 : 1 : 1 dovrebbe, nella maggioranza degli ambienti, dare risultati positivi, con l'avvertenza di aumentare le dosi dal primo al quinto-settimo anno circa (piena produzione) e di variare i rapporti in favore del K con l'incremento della produzione. A titolo esemplificativo si può iniziare con

circa 40-60 kg di N, 20-40 kg di P_2O_5, 20-40 kg di K_2O e 20-40 kg di MgO (ad ettaro) localizzati.

Nella viticoltura moderna, quando si desidera ottenere forti accrescimenti vegetativi nei primissimi anni, al fine di formare velocemente la pianta ed entrare al più presto in piena produzione, le dosi di N (in particolare) e di K, sono notevolmente più elevate e somministrate durante il periodo primaverile-estivo.

Vigneto da vino in produzione. Il vigneto può trovarsi in tre situazioni nutritive: di carenza, di normale nutrizione e di eccesso nutritivo. Le carenze alimentari sono provocate da situazioni diverse (origine e composizione del terreno, concimazioni errate, tecniche colturali non appropriate, incremento dei fabbisogni per aumento della produzione, ecc.). Quando il vigneto è in carenza, la concimazione realizza incrementi di produzione e, contemporaneamente, anche incrementi di gradazione zuccherina (cioè di qualità). Se il vigneto si trova in condizioni di normale nutrizione, la concimazione deve essere molto accurata, perché dosi eccessive di elementi (specie di N) possono condurre ad incrementi (sia pure più limitati) di produzione ed a decrementi dello zucchero, con innalzamento della acidità. Quando il vigneto è in condizione di eccesso nutritivo (per cause naturali o per interventi fertilizzanti errati, come gli eccessi di P, K, ecc. che provocano antagonismi: P/Fe, P/Zn, K/Mg), la concimazione provoca danni alla pianta, alla produzione ed alla qualità, per cui va sospesa per quegli elementi che sono in eccesso, oppure vanno somministrati antagonisti capaci di inibire l'assorbimento degli elementi in eccesso, causa di fitotossicità, o di squilibri fisiologici.

Si deve pertanto determinare in quale dei tre stati nutrizionali si colloca il vigneto. La definizione delle dosi deve tenere conto di una serie di fattori e di fenomeni e per questa ragione le formule di concimazione variano moltissimo e le restituzioni devono, infatti, essere adattate al terreno, al clima, alla tecnica colturale, al portinnesto, al vitigno, all'età dell'impianto, alla produzione, allo stato vegetativo ed all'utilizzazione dell'uva (vini: da invecchiamento, per bianchi fruttati, da spumantizzare, da distillazione, da dessert, da taglio, ecc.). Così per certe uve da vino del meridione è meno importante il grado zuccherino e pertanto si potrà, relativamente, abbondare con l'N e ridurre il K al fine di incrementare la produzione e l'acidità, nel modo opposto si dovrà agire nel settentrione.

MODALITA DI SOMMINISTRAZIONE DEI CONCIMI

Il metodo di spargimento può spesso influire sull'assorbimento od utilizzazione degli elementi. Nella scelta delle modalità è pertanto indispensabile fare specifico riferimento alla natura del terreno ed alla tecnica colturale che si applica al suolo. La concimazione fogliare non verrà trattata poiché è stata oggetto di precedenti lezioni tenute dal prof. BOSELLI. Della fertigazione si forniranno solo brevi cenni poiché si tratta di un argomento troppo specialistico.

Concimazione d'impianto

I concimi (letame, P, K, Mg, B, ecc.) devono essere sotterrati con lo scasso ad una profondità di 15-70 cm, al fine di costituire una buona dotazione nello strato che di norma, successivamente, verrà esplorato dagli apparati radicali delle viti adulte. La profondità di inserimento dovrà comunque variare con la natura del terreno, in quanto nei terreni asfittici (argillosi, ecc.) l'apparato radicale rimane più superficiale e le somministrazioni di letame e di concimi azotati a profondità notevoli troverebbero un ostacolo nelle fermentazioni e decomposizioni anaerobiche.

Per le viti giovani si avrà tuttavia l'avvertenza di effettuare - prima o durante la messa a dimora delle barbatelle - una piccola concimazione localizzata nella buca (senza che i concimi tocchino le radici e mescolandoli al terreno, per evitare la plasmolisi) sia con fertilizzanti organici che chimici (complesso ad alto titolo di N). Nei terreni sciolti (ciottolosi, sabbiosi) si consiglia di effettuare solo la concimazione localizzata nella buca, al fine di evitare perdite per dilavamento prima che le radici riescano a sfruttare i concimi mescolati con lo scasso nella grande massa del terreno.

Effettivamente nella concimazione d'impianto si devono tenere presenti molti aspetti e cioè la necessità di influire sulla struttura generale del terreno, di portare in profondità alcuni elementi e di favorire un rapido accrescimento delle viti. La scelta della distribuzione su tutta la superficie (più una piccola concimazione localizzata alla buca), della sola concimazione localizzata o della sola concimazione in superficie, deve essere fatta caso per caso, con specifico riferimento alla natura del terreno, alla piovosità e alla tecnica colturale. Ovviamente, la possibilità di scelta non esiste se si è costretti ad applicare lo scasso a buche od a trincea.

Nei primi periodi di vita della barbatella e sino alla metà di luglio, sono molto utili le somministrazioni frazionate in copertura (non vicine al fusto. per evitare causticazioni) di concimi azotati (ad esempio nitrato ammonico od urea) o di complessi a titolo elevato in N (specie nei casi in cui la concimazione d'impianto è stata fatta in modo irrazionale o senza concimazione localizzata).

Concimazione di mantenimento annuale

Per quanto attiene la concimazione di mantenimento o di produzione annuale, quando il terreno viene continuamente lavorato con i mezzi meccanici (per eliminare le erbe infestanti, per aumentare l'aerazione del terreno. per diminuire l'evaporazione capillare, per facilitare lo sgrondo delle acque piovane invernali, ecc.), i concimi possono convenientemente essere interrati con le comuni lavorazioni autunno-vernine (arature) o primaverili (per le dosi successive). Bisogna tuttavia segnalare che la presenza di un apparato radicale superficiale non consente arature, zappature o fresature profonde (al massimo 15-20 cm). Peraltro è necessario che gli elementi scendano in profondità (specie per i portinnesti con angolo geotropico stretto ed apparato radicale profondo come la «Rupestris du Lot» ed il «41 B») perché lo stesso apparato radicale si estende da 15-20 cm a 70 cm (secondo la natura del terreno).

Inoltre alcuni elementi, come P, K, Mg. ecc. vengono fortemente trattenuti dal potere assorbente (o retrogradati) e pertanto finiscono, quasi sempre, per arricchire il primo strato di terreno lavorato senza poter alimentare le radici. Per ottenere un maggiore assorbimento è più prudente la somministrazione dei concimi sui due lati del filare, al fine di interessare una maggiore quantità di radici.

Per evitare l'azione del potere assorbente e le insolubilizzazioni superficiali sono stati adottati alcuni sistemi: l'immissione dei concimi nell'interno di un solco profondo 40-50 cm (che ovviamente rovina le radici e pertanto, tale procedimento, dovrà essere adottato periodicamente in alternanza con le normali lavorazioni

superficiali) tracciato nel mezzo dell'interfilare e subito richiuso, oppure in buchi effettuati con dei pali o con apposite macchine che introducono nei fori sacchetti deperibili contenenti i concimi (applicazioni USA). In Spagna, Francia ed ora anche in Italia, la distribuzione si effettua localizzando i concimi in profondità con adatto ripuntatore assolcatore che viene posto posteriormente ai normali spandiconcimi. Con questi strumenti si possono effettuare due solchi laterali al filare, alla distanza desiderata, ed in tal caso è necessaria una macchina spandiconcime scavallante oppure capace di lavorare spostata all'esterno (vicino al filare) dall'asse di marcia della trattrice; molto spesso si esegue un solo solco (che viene richiuso da un rullo ed erpice posteriore) al centro del filare.

Questo metodo di localizzare i concimi è molto adatto per le zone aride (dove gli elementi hanno scarsa mobilità) e per i terreni argillosi (a causa del loro potere adsorbente elevato). Si è constatato che le radici si sviluppano e si dirigono verso la zona del solco concimato, incrementando notevolmente il capillizio assorbente e, di conseguenza, il rendimento dell'assorbimento degli elementi, nonché la riduzione delle perdite.

Anche l'uso dei pali iniettori ha dato quasi sempre buoni risultati sebbene una parte di elementi percoli in profondità rimanendo inutilizzata; il palo iniettore risolve in parte il problema dell'adsorbimento superficiale, perché la soluzione viene iniettata nello strato di suolo con la maggiore quantità di radici e quindi sfugge maggiormente al potere adsorbente del terreno od all'assorbimento del prato o delle infestanti. È pertanto un mezzo molto utile in condizioni di siccità o quando si richiede rapidità di intervento. Tuttavia, questi ultimi mezzi richiedono spesso troppa manodopera (per es. con il palo iniettore, in base al vigore del ceppo, sono necessarie da 10 a 30 iniezioni per vite) e pertanto in certe condizioni non rimane che interrare i concimi nell'interfilare, cercando di saturare il primo strato di terreno e quindi sfruttare la legge d'azione di massa, secondo la quale le successive aggiunte di elemento, dopo il punto di saturazione del potere adsorbente, provocano migrazioni in profondità per spostamento forzato o per mancato adsorbimento da parte dei colloidi. La sostanza organica, come si è già riferito, favorisce la migrazione in profondità del P, K, ecc.

Quando il terreno non viene lavorato i concimi (specialmente quelli nitrici) si distribuiscono normalmente in superficie. *Ciò* avviene quasi sempre quando il vigneto è sottoposto ad inerbimento che, come si è già riferito, favorisce l'assorbimento degli elementi, sia perché consente la risalita delle radici nel primo strato concimato e sia perché ne facilita l'emissione di alcuni (es. P), sotto forma di escreti radicali, o la solubilizzazione con acidi, a maggiore profondità. Va inoltre rilevato che, lo stesso inerbimento riduce l'erosione, migliora la struttura, la porosità, la permeabilità, la penetrazione degli elementi ed il contenuto in sostanza organica (specie se si esegue il grass-mtilch, cioè lo sfalcio ripetuto lasciando l'erba in posto), ma tuttavia entra in competizione alimentare (soprattutto azotata) ed idrica con la vite. Per queste ragioni in molte zone viticole si pratica il *diserbo chimico* (specialmente nei terreni in pendio e negli impianti fitti nei quali è difficile meccanizzare le lavorazioni del suolo), che implica sempre la distribuzione dei concimi in superficie. Così dicasi anche per il mülch (pacciamatura) che favorisce la risalita del capillizio assorbente radicale, ma in certe situazioni ostacola la somministrazione e la penetrazione dei concimi, favorisce i danni alle radici da gelate, da topi campagnoli, da insetti, ecc. e pertanto diminuisce l'assorbimento.

Nei vigneti in produzione e con qualsiasi tecnica colturale applicata al terreno, i concimi dovranno essere distribuiti ad una certa distanza dal ceppo, variabile con l'intervallo tra i filari. In ogni caso si dovrà evitare il contatto con il fusto, specie per i concimi chimici e con barbatelle giovani, sia per evitare - come si è già accennato - causticazioni e sia perché alla base del fusto vi sono molte radici grosse che non assorbono. Il capillizio assorbente è invece distribuito nelle parti più lontane, ma ovviamente la loro distanza è in relazione allo sviluppo delle viti. In linea generale si può consigliare di distribuire i concimi uniformemente nell'interfilare quando le distanze tra le file sono ridotte, e di mantenere una distanza di sicurezza, rispetto al fusto, variabile da 50 a 100 cm nei casi di impianti con sesti molto larghi. Così, ad esempio, nei vigneti di piano, aventi distanze tra i filari variabili da 8 a 9 m, la distribuzione dei concimi si dovrebbe effettuare su una striscia di terreno distante dal filare da l a 3 m circa; in tal modo non verrebbero praticamente concimate solo le due superfici attigue al filare ed eventualmente una striscia al centro dell'interfilare, normalmente inerbita, per consentire il transito dei macchinari.

Fertirrigazione

Fra le modalità di somministrazione va ancora segnalata la fertirrigazione, cioè la dissoluzione dei concimi (minerali, colaticcio) nell'acqua d'irrigazione. In Italia è poco usata, ma potrebbe avere una prospettiva per i vivai e negli ambienti nei quali si effettua l'irrigazione, per aspersione od a pioggia. dei vigneti con impianti ad impiego polivalente (antibrina e per la lotta antiparassitaria, come nell'Alto Adige). La pratica rientra tuttavia maggiormente nella concimazione fogliare (anche se una parte di elementi cade sul terreno), dato che le concentrazioni non possono superare i livelli critici di resistenza alle causticazioni delle foglie, salvo il caso in cui l'aspersione venga fatta nel periodo di riposo.

In Israele, California, Francia, Italia, Germania. Venezuela, ecc., si pratica anche l'irrigazione a goccia, con la quale si effettua di norma anche la fertirrigazione. Generalmente si somministrano soluzioni inferiori al 2 ‰ a base di urea oppure di tutti gli elementi. Con questo sistema anche i microelementi hanno un'efficacia maggiore rispetto al concime solido. Indubbiamente l'effetto solubilizzante dell'acqua sugli elementi del suolo copre l'effetto degli elementi presenti nella soluzione e pertanto questo tipo di alimentazione minerale non sostituisce la concimazione tradizionale al terreno. La fertirrigazione si basa sui concimi solidi molto solubili (idrosolubili), le sospensioni, ed i concimi liquidi.

PERIODO DI SOMMINISTRAZIONE DEI FERTILIZZANTI

La scelta del periodo di somministrazione dei fertilizzanti è legata a diversi fattori. In primo luogo al *potere assorbente del terreno,* che consente la somministrazione autunnale della sostanza organica, dei concimi fosfatici, potassici, ecc., con esclusione di quelli azotati nitrici, che vengono facilmente dilavati. L'N dovrà, pertanto, essere somministrato a fine inverno, anche se sotto forma ammoniacale (l'NH_4 viene infatti trattenuto dal potere assorbente), al fine di evitare perdite per dilavamento (minori nelle zone meridionali) dell'N

nitrificato dai batteri. Le perdite per dilavamento sono, ovviamente, più forti nei climi piovosi settentrionali e nei terreni sciolti o permeabili, come quelli sabbiosi e ciottolosi, nei quali anche il K può andare soggetto a lisciviazione. Per queste ed altre ragioni agronomiche si dovrà pertanto evitare di somministrare i concimi nei terreni bagnati, così come in quelli gelati o coperti di neve.

Le somministrazioni in tre epoche:

1) prima del germogliamento (autunno-fine inverno): la concimazione di base più massiva con NPK;

2) immediatamente dopo la fioritura: concimazione azotata in copertura;

3) dopo 4-5 settimane dalla fioritura: seconda concimazione azotata in copertura (con N sotto forma nitrica).

Il criterio di questi frazionamenti riflette l'importanza delle perdite per dilavamento cui possono andare soggetti gli elementi nei differenti terreni, i quali rivelano un potere adsorbente variabile in funzione dell'elemento e della ricchezza in colloidi.

La forma degli elementi e la prontezza d'azione dei concimi dovrà essere tenuta presente, in quanto, ad esempio. l'N organico, ureico, ammoniacale e nitrico hanno un effetto nutritivo a velocità crescente nell'ordine di elencazione.

Nella scelta dell'epoca di somministrazione si dovrà tenere conto anche della mobilità degli elementi nel terreno*;* sono infatti considerati dinamici, e pertanto penetranti nel suolo, NO3, B, Cl, mentre sono più o meno «statici» gli altri elementi; la loro mobilità può però variare ed aumentare con la natura dei terreni (es. sabbiosi, ciottolosi, acidi, ecc.). Il problema ha anche aspetti ecologici.

Anche il tipo di concime condiziona la scelta dell'epoca; così l'uso dei complessi ternari tende ad unificare le somministrazioni a fine inverno, generalmente ancora favorevole all'approfondimento del P e K e meno rischioso per le perdite da dilavamento dell'N.

Il ritmo di assorbimento delle radici ed i momenti critici di fabbisogno possono condizionare la scelta dell'epoca; l'assorbimento elevato che si verifica prima del germogliamento è correlato all'accrescimento delle radici, le quali aumentano respirazione ed assorbimento quando il terreno raggiunge la temperatura di circa 12°C

Le somministrazioni potassiche, specie per via fogliare, risultano particolarmente utili nel periodo critico che precede e segue l'invaiatura degli acini.

I frazionamenti dei concimi, spesso utili dal punto di vista fisiologico ed agronomico, urtano frequentemente contro le leggi economiche, in quanto elevano i costi di produzione. Infatti per la carenza di manodopera e per la contemporanea interferenza di altre pratiche colturali (potatura) portano ad effettuare un unico spandimento alla fine dell'inverno.

L'epoca di spargimento dei concimi è spesso condizionata dallo stato del terreno e conseguentemente dall'andamento stagionale delle piogge, della neve, ecc.. Nei terreni argillosi ed in climi piovosi si consiglia la somministrazione del P e del K nell'autunno, subito dopo la vendemmia, quando il terreno consente ancora il transito dei macchinari. In questo modo si facilita anche l'approfondimento dei due elementi P e K, che risulta molto più rapido per l'N, il quale può pertanto essere distribuito a fine inverno, quando il suolo è più asciutto. Nei vigneti irrigui gli interventi concimanti si effettuano anche nel periodo estivo (sino all'inizio dell'invasatura) in corrispondenza degli adacquamenti.

LA SCELTA DEI FERTILIZZANTI

Fertilizzanti organici

La sostanza organica è importante per la fertilità ed è essenziale anche per i terreni (specie di collina e per quelli ciottolosi o sabbiosi) a vigneto, sia pure non al pari di altre colture arboree ed erbacee.

Ovviamente il fabbisogno di sostanza organica varia con il clima, la natura del terreno, l'esposizione, l'altitudine, ecc.., dato che varia l'intensità dell'ossidazione dell'humus; in particolare la sostanza organica è necessaria negli ambienti meridionali; il fabbisogno varia inoltre con l'entità e la qualità della produzione che si desidera ottenere.

La sostanza organica si può valutare oltre che come tenore, anche come capacità evolutiva. Più precisamente le sostanze organiche ricche in N, a basso rapporto C/N (letame maturo, sovesci di leguminose) si mineralizzano facilmente, liberano rapidamente N e lasciano poco humus stabile nel terreno. Le sostanze organiche con elevato rapporto C/N (paglie, letame fresco, eco.) indicano una mineralizzazione più ridotta e la formazione di humus più stabile e duraturo. In linea generale si ritiene che il rapporto ottimale C/N si debba aggirare attorno a 15-20.

L'humus, che deriva dalla sostanza organica, è la fonte naturale degli alimenti per i batteri, degli acidi umici (ad azione solubilizzante), dell'N, della CO_2, degli ormoni e delle vitamine per le piante; non è però un colloide resistente, dato che si distrugge (per ossidazione) in ragione dell'1-2% per ogni anno, specie nei terreni sabbiosi e ciottolosi.

È necessario il ripristino della sostanza organica, sia all'impianto e sia durante la vita del vigneto, al fine di evitare il calo della fertilità e tutti quei fenomeni di «stanchezza», cui vanno soggetti anche i terreni a vigneto, ed in parte attribuibili a squilibri nella fertilità, ed esaurimenti di macro e microelementi. La sostanza organica dovrebbe favorire, inoltre, la produzione di uve più ricche di vitamine e, nel complesso, di qualità elevata. L'abbinamento della concimazione organica con quella minerale porta più facilmente a miglioramenti quali-quantitativi.

Letame - Fra i concimi organici il migliore, per i suoi effetti benefici sui fenomeni fisici, chimici e microbiologici del terreno, è ancora il letame e sul suo uso abbondante nella concimazione d'impianto sono generalmente tutti concordi. Generalmente risultano utili le letamazioni annuali a dosi ridotte (100-150 q.li/ha) ed integrate da concimazioni chimiche, dato che queste ultime diventano più efficaci a seguito delle positive influenze del letame sulla fertilità in genere. Gli elementi minerali del letame divengono disponibili lentamente: grosso modo si può ritenere che circa 2/3 o poco più vengano assorbiti nel primo anno e circa 1/3 nel secondo anno o negli anni seguenti. Il letame da solo non è sufficiente per ottenere una concimazione equilibrata e quindi le massime produzioni (anche dal punto di vista qualitativo) per la vite: deve pertanto essere integrato con concimi minerali. Più che gli effetti nutritivi del letame devono essere considerati quelli sulla struttura (glomerulare), sui fenomeni microbiologici, sul chimismo (potere tampone) e sulla capacità idrica del terreno (incrementa la resistenza alla siccità).

Concimi organo-minerali (o misti-organici). Sono stati messi in commercio di recente, a causa della

rarefazione del letame. Essi derivano da residui vegetali ed animali. Più comunemente sono preparati con letame, residui del cuoio torrefatto e parzialmente solubilizzato, sangue, carnicci, ritagli di pelli, intestini oppure con stallatico (bovino, equino, ecc.) concentrato, vinacce, fecce, lignite. ecc...

Il valore di questi concimi è molto variabile e dipende, oltre che dalla materia prima di base, anche dal contenuto di sostanza organica, dal coefficiente isoumico di questa (cioè dalla capacità di dare humus stabile, perché in generale quello di origine animale è molto labile), dal contenuto di macro C microelementi. Si tiene conto anche dell'apporto notevole di microflora ma si deve porre sul piatto della bilancia anche il fatto che è molto scarso l'effetto sulla struttura, per la mancanza della massa della sostanza organica che, invece, esiste nel letame, sovescio, ecc. Va inoltre tenuto presente il costo. Sono concimi concettualmente e tecnicamente più vicini ai concimi chimici che a quelli organici. tanto che vengono spesso contraddistinti come i ternari (titolo di N, P_2O_5, K_2O, MgO) con l'aggiunta della percentuale di sostanza organica.

Rispetto a quelli chimici hanno il vantaggio di elevare i coefficienti di utilizzazione degli elementi minerali associati alla sostanza organica e di mobilitare le riserve con l'attività della flora batterica.

Concimi chimici

I criteri di scelta dei concimi chimici, orinai numerosissimi, per il vigneto, devono riferirsi ad alcuni aspetti essenziali. Anzitutto si dovrà tenere presente la *reazione o* pH del terreno ed usare, se necessario, prima correttivi (calce viva per i terreni acidi. S, gesso. ecc.. per i terreni alcalini) e poi concimi fisiologicamente acidi (es. solfato ammonico, perfosfato minerale cloruro e solfato potassico..) nei terreni acalini e, viceversa. quelli fisiologicamente alcalini (es. Ca-cianamide. scorie Thomas, ecc.) nei terreni acidi.

I rapporti che si usano nei diversi Paesi viticoli variano moltissimo. Per l'Italia si consiglia di utilizzare il rapporto 1 : 1 :3 : 1 (N : P_2O_5: K2O: MgO) nei terreni ricchi e nei vigneti vigorosi, il rapporto 2: 1 :3: 1 nei terreni poveri e vigneti deboli.

Per raggiungere le dosi delle unità nutritive da spandere nel vigneto si potrà fare capo sia a concimi «semplici» che ai «complessi» o ad entrambi contemporaneamente per creare i giusti rapporti. La scelta degli uni (semplici) e degli altri (complessi) dipende, comunque. da ragioni chimico-agrarie ed economiche. Nei complessi, infatti. l'associazione degli elementi nel granulo facilita i sinergismi e diminuisce le insolubilizzazioni anche da parte del potere adsorbente. Dal punto di vista chimico-agrario ed economico i complessi granulari presentano ancora i seguenti vantaggi: uniformità di composizione, gradualità di assimilazione nel tempo, maggiore facilità per l'approfondimento del P e del K, specie in presenza di NH_4, una più grande attività energetica potenziale sulle preziose popolazioni microbiche del terreno, più bassi costi di conservazione, trasporto e spandimento.

L'uso dei complessi ternari (N, P, K) è molto indicato nella concimazione di produzione ma non è, per esempio, indicato nella concimazione d'impianto, nella quale si dovrebbero utilizzare solo quelli semplici oppure i binari fosfopotassici (P, K), al fine di evitare perdite di N per dilavamento e percolazione in profondità, specie se il complesso contiene una frazione azotata sotto forma nitrica.