



13/ Concimazione in frutticoltura

Thomas Kuster¹, Othmar Eicher², Lucie Leumann³, Urs Müller⁴,
Jeanne Poulet⁵ e Reto Rutishauser³

¹ Agroscope, 8820 Wädenswil, Svizzera

² Landwirtschaftliches Zentrum Liebegg, 5722 Gränichen, Svizzera

³ Ökohum, 8585 Herrenhof, Svizzera

⁴ BBZ Bildungs- und Beratungszentrum Arenenberg, 8268 Salenstein, Svizzera

⁵ Union fruitière lémanique, 1110 Morges, Svizzera

Contatto: thomas.kuster@agroscope.admin.ch

Indice

1. Introduzione	13/3
2. Determinazione delle norme di concimazione	13/3
2.1 Valutazione del potenziale produttivo locale	13/3
2.2 Valutazione degli alberi da frutto	13/3
2.3 Analisi del suolo	13/5
2.4 Calcolo della norma di concimazione corretta (esempio)	13/7
2.5 Diagnostica fogliare	13/7
3. Elementi nutritivi e concimazione in frutticoltura	13/9
3.1 Dinamica annuale del fabbisogno in elementi nutritivi	13/10
3.2 Azoto	13/10
3.3 Fosforo	13/10
3.4 Potassio	13/11
3.5 Calcio	13/11
3.6 Magnesio	13/12
3.7 Zolfo	13/12
3.8 Boro	13/12
3.9 Rame	13/13
3.10 Ferro e manganese	13/13
3.11 Zinco	13/14
4. Tecnica di concimazione	13/14
4.1 Concimazione di superficie o concimazione localizzata	13/14
4.2 Reimpianto e concimazione di giovani frutteti	13/14
4.3 Concimi organici	13/15
4.4 Fertirrigazione e impiego di concimi in soluzione	13/16
4.5 Concimi fogliari	13/16
4.6 Concimi chelati	13/17
4.7 Concimazione di frutteti ad alto fusto	13/17
4.8 Concimazione in frutticoltura biologica	13/18
5. Bibliografia	13/18
6. Indice delle tabelle	13/20
7. Indice delle figure	13/20

In copertina: ciliegi in fiore (fotografia: Cornelia Heusser, Agroscope).

1. Introduzione

Questo documento definisce le linee direttive per la concimazione sostenibile degli alberi da frutto e costituisce un punto di riferimento per le aziende gestite secondo i principi della prova che le esigenze ecologiche sono rispettate (PER). Il fabbisogno in elementi nutritivi (norma di concimazione) in frutticoltura dipende principalmente dalla quantità di nutrienti esportata con il raccolto e, subordinatamente, dalla valutazione degli alberi da frutto e dall'analisi del suolo. L'insieme di questi fattori consente di determinare le norme di concimazione e di allestire un piano di concimazione sostenibile. Da un lato, ciò assicura rese elevate e di ottima qualità, evitando l'insorgere dell'alternanza di produzione e di altre fisiopatie; dall'altro, limita al minimo l'impatto ambientale della concimazione (p.es. perdite di elementi nutritivi causate dal dilavamento). Ne consegue che una tale strategia di concimazione risulta essere sostenibile sia dal punto di vista economico sia da quello ecologico. Le linee direttive per la concimazione sostenibile nella produzione integrata (PI) in frutticoltura, elaborate dal Gruppo di lavoro svizzero per la produzione integrata in frutticoltura (GLPI/SAIO/GPTI) (Richtlinien für den ÖLN und die integrierte Obstproduktion in der Schweiz, SAIO 2016; pubblicate in tedesco e in francese), possono differire da quanto riportato in questo modulo.

Il capitolo 2 riporta le indicazioni necessarie per calcolare le norme di concimazione, in base alla valutazione degli alberi da frutto e all'analisi del suolo, nonché le informazioni concernenti la manifestazione dei sintomi fogliari di carenza di elementi nutritivi e l'analisi fogliare. I capitoli 3 e 4 descrivono il ruolo degli elementi nutritivi e le tecniche di concimazione in frutticoltura, nonché le particolarità tecniche della concimazione (reimpianti e giovani frutteti, concimazione organica, fertirrigazione e concimi liquidi, concimi fogliari, concimi chelati, concimazione di frutteti ad alto fusto e concimazione in frutticoltura biologica). Il modulo 2 riporta i fattori di correzione ottenuti con l'analisi del suolo, debitamente armonizzati e aggiornati. I concimi e le loro peculiarità sono descritti nel modulo 4. La concimazione dei piccoli frutti si affronta, separatamente, nel modulo 14. Rispetto alla precedente versione di questo documento (Bertschinger *et al.* 2003), si segnalano due ulteriori cambiamenti: l'aumento della norma di concimazione del magnesio (Mg) in funzione della resa (tabella 1), per ridurre il rischio di carenza causato dall'eccessivo assorbimento (antagonismo) di potassio (K) e calcio (Ca), nonché, nell'ambito della valutazione degli alberi da frutto, l'eliminazione dei fattori di correzione «volume occupato dai sassi» e «sensibilità alle fisiopatie» (tabelle 3 e 5).

2. Determinazione delle norme di concimazione

2.1 Valutazione del potenziale produttivo locale

Il bilancio degli elementi nutritivi in un frutteto dipende principalmente dalla quantità di nutrienti esportata con il raccolto, ma subisce anche l'influenza delle condizioni pedoclimatiche locali (precipitazioni, temperatura, suolo),

che ne aumenta notevolmente la variabilità. L'allestimento di un bilancio di concimazione razionale richiede la determinazione della norma di concimazione in fosforo (P), K e Mg in funzione della resa (capitolo 2.2.1) e la sua successiva correzione attraverso i risultati scaturiti dalla valutazione delle colture (capitoli 2.2.2 e 2.2.3) e dall'analisi del suolo (modulo 2). L'elevata mobilità che caratterizza le forme assunte dall'azoto (N) nel suolo fa sì che sia difficile determinarne la disponibilità tramite l'analisi del suolo. Perciò, la norma di concimazione N si corregge solo in funzione della resa e della valutazione della coltura.

Se il potenziale produttivo locale è insufficiente (p.es. a causa di pH estremi o dell'eccessiva presenza di Ca) e non si riesce a migliorare la situazione entro pochi anni, né concimando, né con semplici cambiamenti gestionali e nemmeno applicando misure di risanamento, conviene cercare nuove strategie di gestione, più adatte alle caratteristiche locali oppure cambiare, eventualmente, la specie/varietà coltivata.

2.2 Valutazione degli alberi da frutto

2.2.1 Prelievo di elementi nutritivi tramite il raccolto

In un bilancio di concimazione equilibrato, la concimazione compensa, in modo sostenibile, le quantità di elementi nutritivi prelevate con il raccolto. Ne consegue che la norma di concimazione dipende dal livello di resa e aumenta con l'aumentare della produzione di frutti (tabella 1). Siccome il legno di potatura, le foglie e gli altri residui colturali restano generalmente nel frutteto, i loro tenori in elementi nutritivi non si considerano tra i prelievi (tabella 2). L'analisi del suolo consente, tramite i relativi fattori di correzione, di considerare i tenori in elementi nutritivi del suolo (riserve, perdite) (capitolo 2.3.2).

2.2.2 Correzione della norma di concimazione N in funzione della valutazione degli alberi da frutto

L'N è l'elemento nutritivo che influenza maggiormente la crescita e la resa delle piante. La grande variabilità che ne caratterizza la disponibilità nel suolo (N disponibile $[N_{disp}]$) rende difficile stimarne la quantità a disposizione delle colture durante il periodo vegetativo. Per questo motivo, in frutticoltura, la determinazione della norma di concimazione N corretta non si basa sull'analisi del suolo, bensì sulla valutazione degli alberi da frutto durante il periodo vegetativo (vigore della pianta/stato sanitario delle foglie, agostamento, formazione di gemme a fiore, entità della raccolta precedente) e sul vigore del portinnesto, ponderato con la profondità del suolo e il suo tenore in humus (tabella 3). Le correzioni applicate alla norma di concimazione N per drupacee e pomacee sono comprese in un intervallo variabile tra -45 e +45 kg/ha. Per il kiwi la correzione si esegue considerando unicamente il vigore della pianta e il tenore in humus del suolo (tabella 4).

Tabella 1. Norme di concimazione (kg/ha) per drupacee, pomacee e kiwi in funzione della resa (kg/m²).

Coltura	Resa (kg/m ²)	N	P ₂ O ₅	P	K ₂ O	K	Mg
Melo e pero	2,0	40	10	4,4	40	33,2	10
	3,0	50	15	6,5	60	49,8	20
	4,0	60	20	8,7	75	62,3	20
	5,0	70	25	10,9	90	74,7	30
	6,0	80	30	13,1	110	91,3	40
Ciliegio	0,8	40	15	6,5	40	33,2	10
	1,2	60	20	8,7	50	41,5	20
	1,6	80	30	13,1	65	54,0	30
	2,0	100	40	17,4	80	66,4	40
Susino	1,0	40	10	4,4	35	29,1	10
	1,5	60	15	6,5	50	41,5	15
	2,0	80	20	8,7	65	54,0	20
Albicocco	1,5	45	20	8,7	60	49,8	10
	2,0	60	25	10,9	75	62,3	20
	2,5	75	30	13,1	90	74,7	30
Pesco	1,5	45	10	4,4	45	37,4	10
	2,0	60	15	6,5	55	45,7	20
	2,5	75	20	8,7	70	58,1	30
Kiwi	1,5	45	10	4,4	60	49,8	10
	2,0	50	15	6,5	75	62,3	15
	2,5	65	20	8,7	90	74,7	20

Tabella 2. Fabbisogno annuo in elementi nutritivi (kg/ha) di diversi organi del melo (Batjer et al. 1952)¹.

	N	P ₂ O ₅	P	K ₂ O	K	Ca	Mg
Frutti (40 t/ha)	20,0	13,0	5,7	60,0	49,8	3,6	1,8
Foglie	43,0	6,5	2,8	54,5	45,2	70,1	16,3
Rami, tronco, radici	15,5	8,5	3,7	15,0	12,5	37,2	2,1
Organi diversi (gemme, legno di autopotatura)	10,5	3,0	1,3	15,5	12,9	2,9	0,9
Legno di potatura	10,0	4,4	1,9	4,0	3,3	22,9	1,5
Fabbisogno totale	99,0	35,4	15,4	149,0	123,7	136,7	22,6

¹ Le quantità di elementi nutritivi possono variare in funzione del luogo, della varietà e del sistema d'allevamento.

Tabella 3. Correzione della concimazione N per drupacee e pomacee. Le correzioni sono espresse in kg/ha.

Vigore della pianta/stato sanitario delle foglie	eccessivo/buono	-10	normale	0	limitato/povero	+10
Agostamento	tardivo	-5	normale	0	precoce	+5
Entità di fioritura e fruttificazione	limitata	-5	normale	0	elevata	+5
Entità del raccolto precedente	limitata	-5	normale	0	elevata	+5
Portinnesto	Profondità del suolo > 80 cm		Profondità del suolo 40–80 cm		Profondità del suolo < 40 cm	
vigoroso		-10		-5		0
mediamente vigoroso		-5		0		+5
debole		0		+5		+10
Tenore in humus ¹	elevato	-10	sufficiente	0	limitato	+10

¹ Per valutare il tenore in humus (elevato, sufficiente, limitato) ci si riferisce alla tabella 3 del modulo 2.

Tabella 4. Correzione della concimazione N per il kiwi. Le correzioni sono espresse in kg/ha.

Vigore	eccessivo	-30	normale	0	limitato	+15
Tenore in humus ¹	elevato	-12	sufficiente	0	limitato	+9

¹ Per valutare il tenore in humus (elevato, sufficiente, limitato) ci si riferisce alla tabella 3 del modulo 2.

Tabella 5. Correzione della concimazione P, K e Mg per drupacee (DRU), pomacee (PO) e kiwi. Le correzioni sono espresse in percentuale.

	DRU & PO	Kiwi						
Portinnesto:	X		profondità del suolo > 80 cm	profondità del suolo 40–80 cm	profondità del suolo < 40 cm			
da medio a vigoroso			-10 %	0 %	+10 %			
debole			0 %	0 %	+20 %			
Tenore in humus ¹	X	X	elevato	-10 %	sufficiente	0 %	limitato	+10 %

¹ Per valutare il tenore in humus (elevato, sufficiente, limitato) ci si riferisce alla tabella 3 del modulo 2.

Tabella 6. Esigenze minime e raccomandazioni per l'analisi del suolo in frutticoltura.

Necessità	Tipo d'analisi	Frequenza
Esigenze minime ¹	P, K, Mg (metodi d'estrazione H ₂ O10 e AAE10)	ogni 5–10 anni ²
	humus (stima colorimetrica)	ogni 5–10 anni ²
	pH(H ₂ O)	ogni 5–10 anni ²
	granulometria/tenore in argilla (prova tattile)	una tantum
Analisi raccomandate ³	microelementi (B, Fe, Mn, Zn)	ogni 5–10 anni ²
	humus (calcinazione umida)	ogni 5–10 anni ²
	granulometria/tenore in argilla (sedimentazione)	una tantum
	capacità di scambio cationico (CSC)	una tantum
	tasso di saturazione in basi (SB)	una tantum

¹ Per le aziende agricole gestite secondo i principi della prova che le esigenze ecologiche sono rispettate (PER) si tratta di rispettare le prescrizioni contenute nell'ordinanza sui pagamenti diretti all'agricoltura (UFAG 2016) e nelle direttive GLPI/ SAIO/GTPI, pubblicate in tedesco e in francese (GLPI/ SAIO/GTPI 2016)

² Con frequenza maggiore in caso di impianti professionali che presentano problemi colturali e/o di qualità dei frutti.

³ Ulteriori tipi d'analisi adatti a valutare lo stato del suolo e raccomandati, soprattutto, in caso di nuovi impianti e/o di situazioni problematiche.

2.2.3 Correzione della norma di concimazione P, K e Mg in funzione della valutazione degli alberi da frutto

La norma di concimazione P, K e Mg, correlata al livello della resa (tabella 1), si corregge sia in funzione della valutazione degli alberi da frutto sia considerando i risultati dell'analisi del suolo (modulo 2). Le correzioni relative alla valutazione visiva di drupacee e pomacee si esprimono in percentuale e si limitano a considerare il vigore del portinnesto, ponderato con la profondità del suolo, nonché il tenore in humus del suolo (tabella 5). Nel caso del kiwi, si considera solo il tenore in humus del suolo (tabella 5). Nei suoli ricchi in K, bisogna sempre distribuire annualmente almeno 20 kg/ha di Mg (capitolo 2.3.2).

2.3 Analisi del suolo

Il modulo 2 spiega dettagliatamente come si esegue il campionamento del suolo e come si calcolano i fattori di correzione basati sui risultati delle analisi del suolo. Nei paragrafi seguenti ci si limiterà, quindi, a riassumere i concetti principali descritti nel modulo 2 e a trattare gli aspetti specifici della frutticoltura.

2.3.1 Campionamento del suolo

La disponibilità in elementi nutritivi (P, K, Mg), il pH e il tenore in humus dello strato superficiale del suolo (2–25 cm) si determinano, di regola, ogni cinque anni e, comunque mai oltre i dieci anni d'intervallo (tabella 6). Le caratteristiche del suolo che non si possono modificare con la ge-

stione colturale (granulometria, capacità di scambio cationico [CSC]) si misurano, invece, una sola volta. Siccome le radici degli alberi da frutto si sviluppano prevalentemente nello strato superficiale del suolo si può, generalmente, tralasciare l'analisi del sottosuolo (25–50 cm). Allo scopo di riconoscere precocemente eventuali carenze o problemi legati alla nutrizione minerale, suolo e sottosuolo andrebbero analizzati entrambi e con una certa frequenza quando si vuole piantare un nuovo frutteto, se le piante manifestano sintomi di carenza nutrizionale, se si riscontrano problemi colturali di diversa natura oppure qualora si vogliano semplicemente migliorare le caratteristiche del suolo.

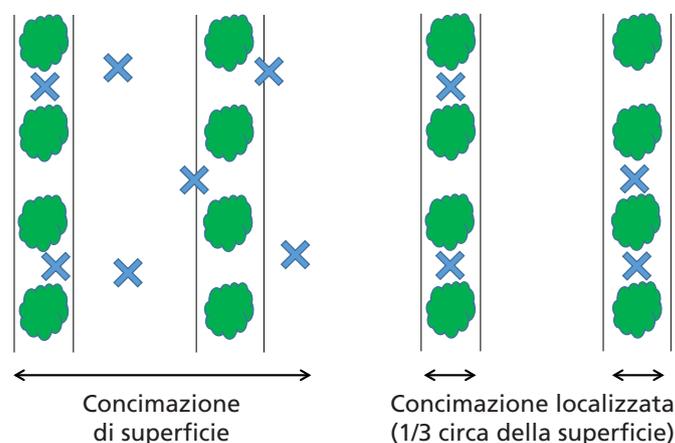


Figura 1. Schema per il prelievo di campioni di suolo (x) in caso si concimi l'intera superficie del frutteto (a sinistra) oppure qualora si localizzi la concimazione lungo il filare o sui terrazzamenti (a destra).



Figura 2. In ogni parcella, si prelevano 12–20 campioni di suolo rappresentativi. I carotaggi si eseguono con una sonda apposita, a profondità di 2–25 cm e 25–50 cm (fotografia: Andreas Naef, Agroscope).

Il campionamento va fatto eseguendo 12–20 carotaggi lungo la diagonale della parcella (figure 1 e 2; Agroscope 1996). I prelievi devono essere rappresentativi della parcella o dell'area che si vuole analizzare (una singola analisi può rappresentare al massimo una superficie di 3 ha). Se si concima tramite fertirrigazione (capitolo 4.4), oppure utilizzando un palo iniettore (capitolo 4.7), 12 prelievi non bastano per garantire la rappresentatività dell'analisi. In questi casi, si raccomanda di eseguirne almeno il doppio. Qualora si localizzi la concimazione lungo i filari (capitolo 4.1), oppure gli stessi si piantino su pendii terrazzati, bisogna prelevare i campioni di suolo solo lungo i filari stessi (figura 1). In frutticoltura, il periodo ideale per campionare il suolo va da agosto a novembre.

2.3.2 Correzione della norma di concimazione fosfatica, potassica e magnesiana in funzione dell'analisi del suolo

Lo stato nutrizionale del suolo per P, K e Mg si valuta con due diversi metodi d'analisi: il metodo d'estrazione all'acqua (H₂O10) e quello all'acetato d'ammonio + EDTA (AAE10). Il metodo all'acqua rileva soprattutto gli elementi minerali solubili e facilmente disponibili per le piante (tabelle 13–15, modulo 2), mentre il metodo AAE10 estrae anche gli elementi nutritivi di riserva, quelli cioè trattenuti dal suolo con maggiore forza (tabelle 16–18, modulo 2). Partendo dalle concentrazioni in elementi nutritivi rilevate da entrambi i metodi e conoscendo i tenori in argilla e humus del suolo, è possibile descrivere lo stato nutrizionale del suolo grazie a fattori di correzione specifici. Il tenore in P, K e Mg del suolo viene suddiviso in cinque classi di fertilità a dipendenza dei fattori di correzione ottenuti. Si va

dalla classe A (povero) alla classe E (molto ricco). Entrambi i metodi concorrono alla determinazione del fattore di correzione ponderato, che si ottiene facendo la media tra il doppio del fattore di correzione risultante dall'analisi all'acetato d'ammonio + EDTA (AAE10) (2x) e quello ottenuto con il metodo H₂O10 (1x).

Il fattore di correzione ponderato, espresso in percentuale, si somma alla correzione basata sulla valutazione visiva degli alberi da frutto (capitolo 2.2.3). Il risultato si moltiplica, quindi, con la norma di concimazione (tabella 1), per determinare il fabbisogno effettivo in P, K e Mg degli alberi da frutto (capitolo 4.5, modulo 2). Nel capitolo 2.4 si può trovare un esempio di calcolo delle quantità di concime necessarie per un frutteto. Se i fattori di correzione ottenuti con i metodi H₂O10 e AAE10 sono divisi da più di due classi di fertilità (A/E), bisogna chiedere il parere di un esperto per interpretare le analisi, perché una delle due analisi è probabilmente sbagliata. Per P e Mg, il metodo d'estrazione AAE10 è affidabile solo nei suoli non calcarei con pH < 6,8 o con AAE10 < 4000 mg/kg di terra fine (Stünzi 2006). Quando il pH si situa tra 6,8 e 7,8, il fattore di correzione per P e Mg si determina unicamente con il metodo d'estrazione H₂O10, mentre con pH al di sopra di 7,8 non esistono scale d'interpretazione per il P. In questi suoli, l'effettiva disponibilità di P può essere maggiore di quella risultante dall'estrazione H₂O10, a causa della ridotta solubilità di P che si riscontra, specialmente in presenza di grandi eccessi di Ca. Il risultato dell'analisi all'acqua di questi ultimi suoli va interpretato con l'aiuto di un esperto in materia ed, eventualmente, verificato con i risultati dell'analisi fogliare.

In frutticoltura, nei suoli caratterizzati da un rapporto K:Mg sfavorevole (tenore in K nelle classi di fertilità D/E e tenore in Mg in quelle A/B/C), sussiste il pericolo che si verifichi antagonismo tra K e Mg (capitolo 3.6). In situazioni simili, ogni anno bisogna distribuire almeno 20 kg/ha di Mg. Nei suoli alcalini (all'incirca con pH > 7,5), l'assimilazione di Mg entra in concorrenza con quella di Ca. L'elevata concentrazione di Ca riduce talmente l'assorbimento di Mg da parte delle radici, che nemmeno la distribuzione di Mg supplementare è risolutiva. In una tale situazione, si raccomanda di distribuire concimi contenenti Mg in forma chelata o di procedere con la concimazione fogliare.

2.3.3 Tenore in humus

Il tenore in humus del suolo è uno dei fattori utilizzati per correggere le norme di concimazione degli alberi da frutto (tabelle 3–5). Esso influenza notevolmente le proprietà fisiche e biologiche del suolo e va, perciò, verificato regolarmente. Indipendentemente dalla quantità di argilla presente, il tenore in humus del suolo non dovrebbe mai scendere al di sotto della classificazione «sufficiente» (tabella 3, modulo 2). In frutticoltura, i suoli con più del 5 % di humus sono rari. Quando il suo tenore diminuisce eccessivamente,

$$\text{Fattore di correzione ponderato} = (2 \times F_{\text{corr AAE10}} + 1 \times F_{\text{corr H}_2\text{O10}}) : 3$$

bisogna valutare se modificare opportunamente la gestione del frutteto per mantenere l'attività biologica del suolo a un livello ottimale (capitolo 4.3). In generale, va considerato che le variazioni del tenore in humus del suolo richiedono molto tempo.

2.3.4 pH

Il pH del suolo influenza l'attività biologica e il grado di assimilazione della maggior parte degli elementi nutritivi (Scheffer *et al.* 2010). Per questa ragione, è necessario evitare variazioni repentine di pH, in particolare quelle causate da calcitazioni eccessive. Il pH ideale in frutticoltura si situa tra 6,0 e 7,5. Il pH si può aumentare senza grossi problemi con la calcitazione (capitolo 2.3.5, modulo 2), ma diminuirlo, per esempio distribuendo concimi acidificanti, è difficile, in ragione dell'elevato potere tampone del carbonato di Ca (CaCO₃).

2.3.5 Distribuzione di concimi contenenti Ca e calcitazione

Un'eventuale calcitazione va decisa in funzione del pH e del tenore in argilla del suolo, basandosi sulla tabella 22 del modulo 2. In frutticoltura, si considera ideale un pH compreso tra 6,0 e 7,5. La calcitazione va presa in considerazione soprattutto nei suoli il cui pH è inferiore a 5,9. Nelle situazioni caratterizzate da pH tra 5,9 e 6,5 e da

carenza di Ca, è preferibile limitarsi a distribuire concimi contenenti Ca. Dato che la concentrazione eccessiva di Ca nel suolo favorisce il suo assorbimento da parte delle piante a scapito di quello di altri elementi nutritivi (antagonismo), prima di eseguire una calcitazione, calcolata in equivalenti di ossido di Ca (CaO), o di distribuire concimi contenenti Ca, bisogna valutarne attentamente l'effettiva necessità. In nessun caso bisogna distribuire più Ca del necessario.

Le calcitazioni esigono grandi quantità di ammendanti calcarei, che vanno calcolate in funzione del tasso di saturazione in basi (SB) e della CSC del suolo (tabella 24, modulo 2). Questi calcoli vanno eseguiti da una persona esperta.

2.4 Calcolo della norma di concimazione corretta (esempio)

L'esempio riportato nella tabella 7 si riferisce a un meleto che produce 4 kg/m² di mele. Il suo scopo è facilitare il calcolo della norma di concimazione corretta, tenendo conto della valutazione di suolo e alberi da frutto.

2.5 Diagnostica fogliare

Le analisi fogliari e le osservazioni di sintomi di carenza sulle foglie permettono di stabilire lo stato nutrizionale di un frutteto durante il periodo vegetativo (p.es. casi di ca-

Tabella 7. Esempio di calcolo della norma di concimazione corretta (kg/ha) per un ipotetico meleto in piena produzione.

		Tabella	N	P ₂ O ₅	P	K ₂ O	K	Mg
Suolo	Fattore di correzione (H ₂ O10) ¹	13–15 ³		1,4	1,4	0,6	0,6	1,4
	Fattore di correzione (AAE10) ²	16–18 ³		1,0	1,0	0,4	0,4	1,4
	Fattore di correzione ponderato ⁴			1,1	1,1	0,5	0,5	1,4
Valutazione degli alberi da frutto	Vigore della pianta /stato sanitario delle foglie: normale	3	+ 0					
	Agostamento: precoce	3	+ 5					
	Entità di fioritura e fruttificazione: limitata	3	- 5					
	Entità del raccolto precedente: normale	3	+ 0					
	Portinnesto/profondità del suolo: debole / < 40 cm	3 & 5	+ 10	+ 20 %	+ 20 %	+ 20 %	+ 20 %	+ 20 %
	Tenore in humus (4,1 % con il 22 % d'argilla): elevato	3 & 5	- 10	- 10 %	- 10 %	- 10 %	- 10 %	- 10 %
	Somma delle correzioni relative alla valutazione della coltura		+ 0	+ 10 %	+ 10 %	+ 10 %	+ 10 %	+ 10 %
Norma di concimazione	Norma di concimazione per una resa in mele pari a: 4 kg/m ²	1	60,0	20,0	8,7	75,0	62,3	20,0
	Correzioni suolo			110 %	110 %	50 %	50 %	140 %
	Correzioni valutazione coltura		+ 0	+ 10 %	+ 10 %	+ 10 %	+ 10 %	+ 10 %
	Correzioni suolo + coltura		+ 0	120 %	120 %	60 %	60 %	150 %
	Norma di concimazione corretta⁵		60,0	24,0	10,4	45,0	37,4	30,0

¹ Elementi nutritivi determinati con il metodo H₂O10: 3 mg P/kg, 55 mg K/kg, 7 mg Mg/kg; tenore in argilla: 22 %.

² Elementi nutritivi determinati con il metodo AAE10: 46 mg P/kg, 330 mg K/kg, 40 mg Mg/kg; tenore in argilla: 22 %.

³ Modulo 2.

⁴ Ponderazione: (2 x F_{corr} AAE10 + 1 x F_{corr} H₂O10) : 3; il risultato va arrotondato a una cifra dopo la virgola.

⁵ Se si localizza la concimazione sulla fila si raccomanda di ridurre di un terzo la norma di concimazione N calcolata per un ettaro; il che corrisponde comunque a raddoppiare localmente la norma. Nel caso degli altri elementi nutritivi, è possibile localizzare sulla fila l'intera dose calcolata per un ettaro; ciò che corrisponde a triplicare la norma per la superficie effettivamente concimata (capitolo 4.1).

renze latenti dopo periodi di umidità eccessiva o di siccità oppure dovute ad antagonismo tra elementi nutritivi). Le analisi fogliari possono completare i risultati delle analisi del suolo, ma non si possono utilizzare per il calcolo delle norme di concimazione.

2.5.1 Analisi fogliare

Per ogni analisi fogliare vanno prelevate cento foglie con picciolo dalla parte centrale di un germoglio dell'anno (figura 3). Ogni foglia deve essere rappresentativa dell'albero e del frutteto da cui proviene per quanto riguarda la dimensione, il colore e l'inclinazione (circa 30 gradi). Vanno prelevate al massimo due foglie per albero, avendo cura di non mischiare foglie provenienti da varietà diverse. I prelievi non vanno fatti dopo abbondanti precipitazioni, dopo irrigazioni per asperione intensive oppure dopo concimazioni fogliari. I campioni di foglie vanno conservati in sacchetti perforati adatti alla congelazione e inviati al più presto al laboratorio d'analisi (al massimo entro tre

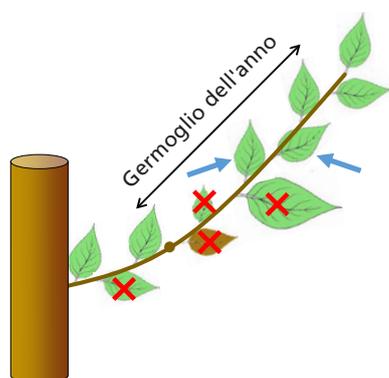


Figura 3. L'analisi fogliare si esegue su un campione formato da al massimo due foglie per albero, prelevate nella zona centrale di un germoglio dell'anno (→). Le foglie che per dimensioni, colore e inclinazione non sono rappresentative della pianta e/o del frutteto non vanno considerate (X).

giorni dal prelievo). I campioni non devono essere congelati. Per evitare ritardi di inoltro e di analisi dei campioni, si raccomanda di avvisare in anticipo il laboratorio dell'invio dei campioni fogliari.

La concentrazione degli elementi nutritivi nelle foglie è una misura istantanea che dipende molto da diversi fattori: lo stadio di sviluppo (età) della foglia, le condizioni meteorologiche, il grado di crescita del germoglio, il carico di frutti, l'età dell'albero, lo stato del suolo, i trattamenti fitosanitari, la varietà. Questi influssi complicano non poco l'interpretazione dei risultati (Baab 2004). In primavera, cioè al germogliamento, la maggior parte degli elementi nutritivi delle foglie proviene dalla mobilizzazione delle riserve della pianta. Questi elementi nutritivi di riserva, nel corso dello sviluppo della vegetazione, sono progressivamente rimpiazzati da quelli prelevati dal suolo. Per questa ragione, le concentrazioni dei nutrienti nelle foglie variano fortemente all'inizio del periodo vegetativo. Ne consegue che, in questo periodo, è difficile fare una valutazione rappresentativa dello stato nutrizionale della pianta sulla base dell'analisi fogliare (tabella 8). A partire da fine luglio–inizio agosto, le concentrazioni di elementi nutritivi nelle foglie sono relativamente costanti e possono dare un'indicazione affidabile in merito (tabella 9). Tuttavia, i problemi nutrizionali rilevati in questo periodo così avanzato non possono essere corretti, se non in vista delle misure da prendere nel corso della stagione vegetativa successiva (concimazione del suolo, iniezione di elementi nutritivi nel tronco). Per questo motivo, nonostante le incertezze e le variazioni nella concentrazione degli elementi nutritivi nelle foglie giovani, nella pratica si osserva una tendenza all'analisi fogliare precoce.

I valori di riferimento delle analisi fogliari (tabelle 8 e 9) comprendono valori di riferimento per un frutteto medio con caratteristiche ottimali. Dato che questi valori ottimali possono variare a seconda della varietà coltivata, l'interpretazione non si può fare secondo uno schema rigido.

Tabella 8. Valori di riferimento per l'analisi fogliare in frutticoltura a metà giugno. I valori sono espressi in percentuale e in mg/kg di sostanza secca (SS).

	N (%)	P (%)	K (%)	Ca (%)	Mg (%)	B (mg/kg)	Cu (mg/kg)	Fe (mg/kg)	Mn (mg/kg)	Zn (mg/kg)
Melo	2,60–3,20	0,20–0,40	1,10–1,50	0,80–2,00	0,23–0,50	30–100	8–25	50–150	50–150	30–100
Pero	2,70–3,50	0,20–0,50	1,50–2,50	0,90–2,00	0,25–0,50	30–100	8–25	50–150	50–200	25–100

Fonte: Pcfuit (Obstbauversuchsstation Gorseim), Baab (2004).

Tabella 9. Valori di riferimento per l'analisi fogliare in frutticoltura in luglio/agosto (75–105 giorni dopo la piena fioritura). I valori sono espressi in percentuale e in mg/kg di sostanza secca (SS).

	N (%) ¹	P (%) ¹	K (%) ¹	Ca (%) ¹	Mg (%) ¹	B (mg/kg) ²	Cu (mg/kg) ²	Fe (mg/kg) ²	Mn (mg/kg) ²	Zn (mg/kg) ²
Melo	2,13–2,51	0,19–0,22	1,57–1,89	1,25–1,59	0,23–0,28	25–50	5–15	40–200	60–300	25–70
Pero	1,87–2,71	0,15–0,23	1,06–1,81	1,43–2,09	0,29–0,41	25–80	5–15	50–200	60–300	22–60
Susino	2,26–2,74	0,15–0,24	2,03–2,57	1,96–2,54	0,31–0,39	Nessun apporto				
Ciliegio	2,17–2,63	0,17–0,22	2,03–2,57	1,65–2,15	0,26–0,34	Nessun apporto				
Albicocco	2,40–2,80	0,16–0,21	2,58–3,14	1,90–2,46	0,35–0,49	Nessun apporto				
Pesco	3,18–3,86	0,19–0,24	2,46–3,12	2,08–2,70	0,41–0,53	Nessun apporto				

Fonte: ¹ Bertschinger et al. (2003), ² Pcfuit, (Obstbauversuchsstation Gorseim), Baab (2004).

Inoltre, va anche considerato che il frutteto ottimale è stato definito in modo diverso dai centri sperimentali e dai laboratori in Svizzera e all'estero, anche in ragione di differenti metodi di determinazione e di pratiche di gestione colturale. Considerando tutte queste difficoltà, per l'interpretazione dei risultati dell'analisi fogliare è opportuno rivolgersi a specialisti del ramo (consulenti degli uffici cantonali, laboratori). In ogni caso, si raccomanda di seguire l'evoluzione dei tenori in elementi nutritivi delle foglie per più anni, in modo da poter capire l'effetto della concimazione e compensare le variazioni annuali. Per tale motivo, è estremamente importante prelevare i campioni fogliari sempre allo stesso momento e allo stesso stadio di sviluppo vegetativo. Si possono trovare valori di riferimento per altri periodi (maggio: analisi delle foglie delle rosette, settembre: dati sul prelievo di elementi nutritivi) in Baab (2004) e ulteriori informazioni sulle analisi fogliari in Bergmann (1993).

2.5.2 Sintomi fogliari di carenza di elementi nutritivi

La carenza acuta di elementi nutritivi si manifesta con variazioni della colorazione fogliare. Questi sintomi possono anche dare una prima indicazione su quali elementi nutritivi siano insufficientemente assimilabili o non siano stati assimilati a sufficienza. Tuttavia, l'interpretazione dei sin-

tomi di carenza che si manifestano sulle foglie richiede esperienza ed è, quindi, consigliabile rivolgersi a una persona esperta in grado di dare un giudizio affidabile. I sintomi di carenza dei principali elementi nutritivi sono descritti nel capitolo 3.

Nel momento in cui sulle foglie si constatano sintomi evidenti di carenza in elementi nutritivi non è possibile intervenire con misure correttive nel corso della stessa stagione vegetativa. Per contro, ci si possono attendere buoni risultati produttivi nell'anno successivo, se si interviene apportando concimi al suolo o iniettando elementi nutritivi nel tronco.

3. Elementi nutritivi e concimazione in frutticoltura

Per ottenere rese elevate e frutti di qualità ineccepibile, gli alberi da frutto devono disporre di tutti gli elementi nutritivi necessari: in quantità sufficiente, al momento opportuno e nel giusto rapporto. Carenze, eccessi o squilibri nutrizionali possono condurre a sintomi di carenza e a fisiopatie (maturazione dei frutti perturbata, alternanza, crescita vegetativa piuttosto che generativa, diminuzione della qualità del raccolto).

Tabella 10. Campionamento, concimazione al suolo e concimazione fogliare di drupacee (DRU) e pomacee (PO)¹ nel corso dell'anno.

	gen	feb	mar	apr	mag	giu	lug	ago	set	ott	nov	dic
	Riposo vegetativo	Germogliamento	Fioritura	Fruttificazione / raccolta drupacee			Raccolta pomacee		Riposo vegetativo			
Campionamento												
Concimazione al suolo												
Concimi organici												
N			apporti ripetuti									
P												
K												
Ca/calcitazione												
Mg		chelato ²										
B			chelato ²									
Fe			chelato ²									
Mn			chelato ²									
Concimi fogliari ³												
N							DRU		PO			
Ca												
Mg												
B												
Fe												
Mn												
Zn							DRU		PO			

¹ Caselle grigio scuro: epoca di distribuzione ottimale; caselle grigio chiaro: epoca di distribuzione possibile in presenza di situazioni problematiche e/o di difficoltà nel gestire la coltura. La pianificazione della concimazione va adattata in funzione delle condizioni pedoclimatiche locali, dell'andamento meteorologico e della gestione del frutteto (specie, varietà). Concimazione e calcitazione non sono sempre opportune.

² Metà della concimazione va distribuita in primavera, mentre la restante metà va suddivisa in più apporti sull'arco di 6–12 settimane. I concimi chelati si possono distribuire in combinazione con il diserbo localizzato lungo il filare. Quando si miscelano erbicidi e concimi chelati si raccomanda di seguire le indicazioni della ditta produttrice.

³ Unicamente in situazioni dove la disponibilità di elementi nutritivi e la gestione del frutteto sono difficoltose.

La concimazione non è l'unica possibilità per ristabilire l'equilibrio fisiologico degli alberi da frutto quando sussistono problemi d'approvvigionamento in elementi nutritivi. Infatti: potatura, diradamento, tecnica d'irrigazione e gestione del suolo possono, anch'essi, influenzare positivamente la crescita delle piante e, di conseguenza, anche il loro fabbisogno in elementi nutritivi. Va anche considerata la possibilità che l'abbinamento varietà/portinnesto non sia adatto alle condizioni pedoclimatiche locali. In questi casi, bisogna prendere in considerazione il cambio di coltura a lungo termine.

3.1 Dinamica annuale del fabbisogno in elementi nutritivi

In un frutteto, il fabbisogno in elementi nutritivi varia con l'alternarsi delle stagioni. Per sincronizzare la concimazione con le esigenze puntuali degli alberi da frutto, bisogna conoscerne i processi di crescita e la dinamica del fabbisogno in elementi nutritivi. In primavera, gli alberi da frutto hanno bisogno di importanti quantità di nutrienti per assicurare la crescita di radici, foglie e fiori. In questo periodo, a causa dell'assenza o dello scarso sviluppo fogliare e della limitata disponibilità in elementi nutritivi nei suoli ancora freddi, le piante coprono il loro fabbisogno mobilizzando le riserve accumulate nel legno di rami, tronco e radici durante la stagione precedente. La concimazione del suolo si esegue generalmente in primavera (tabella 10), quando la disponibilità in elementi nutritivi è limitata e il fabbisogno delle piante elevato.

L'epoca ideale per effettuare la concimazione N dipende dal tenore in argilla del suolo (mobilità di N nel suolo). Nei suoli argillosi, la si esegue a partire da inizio marzo, mentre quando il suolo è povero d'argilla si attendono i giorni precedenti la fioritura (fine marzo/inizio aprile, tabella 10). In ogni caso, la concimazione N va frazionata in due o tre apporti, sia prima (marzo/aprile) sia dopo (maggio/inizio luglio) la fioritura, con apporti massimi di 40 kg di N/ha per evitarne il dilavamento, a cui è particolarmente soggetto il nitrato (NO_3^-) (modulo 7). Gli elementi nutritivi contenuti nei concimi organici richiedono più tempo per trasformarsi in una forma assimilabile dalle piante. Ciò aumenta la loro efficacia nel tempo, perché vengono dilavati più lentamente (capitolo 4.3). Distribuire N troppo in là nella stagione (a partire da luglio) ritarda l'agostamento e, di conseguenza, riduce la resistenza al gelo della pianta. Ecco perché nei frutteti ad alto fusto non bisogna liquamare oltre l'inizio di luglio.

P, K e Mg sono meno mobili di N nel suolo. Ne consegue che questi elementi nutritivi si possono distribuire in una sola volta già durante il riposo vegetativo (a partire da febbraio/marzo; le restrizioni esistenti si trovano nel modulo 7). Se il fabbisogno in P e K è limitato, è possibile semplificare la concimazione distribuendone una dose doppia ad anni alterni. Tuttavia, in presenza di suoli argillosi, calcarei o caratterizzati da elevate concentrazioni di ossidi di ferro (Fe) e alluminio (Al), un apporto di P troppo precoce blocca tale elemento nel suolo, riducendo notevolmente il periodo in cui resta disponibile per le piante.

L'aumento delle temperature, che accompagna l'avanzamento della primavera, induce la mobilitazione crescente degli elementi nutritivi, N *in primis*, contenuti nella sostanza organica (SO) del suolo. A partire da maggio/giugno, ciò riduce l'importanza delle riserve di nutrienti presenti nel legno e della concimazione al suolo. Nelle situazioni problematiche e se l'assorbimento radicale è insufficiente (capitolo 4.5), si può favorire la formazione dei frutti eseguendo una concimazione fogliare dopo la fioritura, tenendo ben presente che, di regola, le foglie assorbono solo quantità limitate di elementi nutritivi. In autunno, gli alberi da frutto recuperano gli elementi nutritivi presenti nelle foglie e li accumulano nelle loro parti legnose per ricostituire le loro riserve.

3.2 Azoto

In frutticoltura, l'N è l'elemento nutritivo più importante, in quanto componente centrale di molecole organiche essenziali, quali: aminoacidi, acidi nucleici, proteine e clorofilla. La carenza o l'eccesso di N perturbano l'equilibrio fisiologico degli alberi da frutto, favoriscono l'instaurarsi di un rapporto sfavorevole tra crescita vegetativa e crescita generativa e causano la comparsa di difetti qualitativi sui frutti. La carenza di N (causata principalmente da errori di concimazione o dalla sua mancata mobilitazione nel suolo) riduce la resa della fotosintesi, aumenta la sensibilità alla siccità, limita la crescita vegetativa, ritarda l'agostamento e inibisce la formazione delle gemme a fiore. I frutti carenti di N restano piccoli e la pianta può entrare in alternanza di produzione. Sulle foglie, la carenza di N si manifesta inizialmente con la decolorazione del lembo fogliare, che assume tonalità da verde pallido a giallo. In seguito, l'apice fogliare prende colorazioni che vanno dall'arancione al rosso-violetto. Infine, le foglie assumono anticipatamente il tipico aspetto autunnale.

L'eccesso di N aumenta il vigore dei germogli e ne ritarda l'agostamento, riducendo la resistenza al gelo della pianta. I frutti maturano più lentamente e si colorano meno intensamente. La loro qualità diminuisce, così come la loro conservabilità, e diventano più sensibili alle fisiopatie (suberificazione, marciume del cuore, vitrescenza, imbrunimento della polpa).

L'N si distribuisce principalmente nel periodo che va da marzo a maggio (tabella 10), cioè quando il suo fabbisogno è massimo e l'attività dei microrganismi tellurici ancora limitata. A causa della sua grande mobilità nel suolo e del pericolo di dilavamento a cui è sottoposto, la concimazione N va frazionata in due-tre apporti da eseguire entro l'inizio di luglio. Si possono trovare informazioni supplementari su Baab (2009h).

3.3 Fosforo

Il P è un elemento chiave di fotosintesi e respirazione, nonché un componente basilare del DNA. Esso è anche coinvolto in tutti i processi metabolici legati sia all'attività vegetativa sia a quella generativa della pianta. Inoltre, svolge un ruolo centrale nel mantenimento della struttura cellulare, nella sintesi di proteine e carboidrati, nei processi di divisione cellulare e nei processi di trasporto degli assimilati. Ne consegue che la sua carenza



Figura 4. La carenza di P si manifesta attraverso la produzione di fogliame rado, formato da foglie di piccola taglia, di colore verde chiaro, con nervature rossicce e con necrosi marginali a forma di mezzaluna sulle foglie più vecchie. A partire dalla seconda metà del periodo vegetativo, le foglie diventano coriacee e fragili, assumendo tonalità verde opaco, bronzee oppure rosso-violetto. Nelle drupacee, le foglie sono punteggiate da macchie di colore bronzo-porpora e assumono forma lanceolata, rigida e con apice deformato (fotografia: Tom Deckers, Pcfruit, St. Truiden).

può perturbare la crescita, la fioritura e la fruttificazione degli alberi da frutto. La carenza di P (figura 4) si manifesta soprattutto in suoli freddi, asciutti, compattati, superficiali e poveri in SO, nei quali i microrganismi tellurici sono poco attivi. pH inferiori a 5,5 oppure superiori a 7,0 rappresentano un'ulteriore condizione favorevole all'instaurarsi della carenza di P. Per queste ragioni, gli interventi volti a favorire l'attività dei microrganismi tellurici e/o a migliorare la struttura del suolo, per favorire la radicazione della coltura, sono altrettanto importanti della distribuzione annua di P. La rapidità con cui il suolo blocca il P impone che la concimazione si esegua regolarmente in primavera anziché in autunno (tabella 10). L'eccesso di P può portare, anche se raramente, a fenomeni di carenza di altri elementi nutritivi. Si possono trovare informazioni supplementari su Baab (2009b).

3.4 Potassio



Figura 5. La carenza di K si manifesta soprattutto sotto forma di necrosi apicali sulle foglie basali, in progressiva estensione lungo i margini fogliari. Nel ciliegio, le foglie assumono colorazioni verde bluastrò e la pagina fogliare si incurva parallelamente alla nervatura principale. Nel susino, il margine fogliare presenta necrosi di colore marrone (fotografia: Tom Deckers, Pcfruit, St. Truiden).

Il K è attivo nella regolazione del bilancio idrico della pianta, nella regolazione degli enzimi, nella fotosintesi, nonché nella sintesi e nel trasporto di prodotti metabolici e sostanze di riserva. La carenza di K (figura 5) riduce la crescita della pianta, la resa e la qualità dei frutti (frutti di piccola taglia, poco colorati e privi d'aroma) e, a volte, la loro conservabilità. Gli alberi da frutto ben approvvigionati in K resistono meglio a stress, quali: siccità, gelo e malattie. L'eccesso di K influenza negativamente i rapporti K:Ca e K:Mg nelle piante, facendo aumentare il rischio di fisiopatie, con conseguente calo qualitativo dei frutti. L'eccesso di K può anche ritardare la maturazione dei frutti.

Generalmente, la concimazione K si esegue in primavera con concimi contenenti solfato di K (K_2SO_4) (tabella 10). Laddove ci sono problemi di disponibilità di K, si può prendere in considerazione la concimazione organica. La distribuzione di K tramite fertirrigazione (capitolo 4.4), da metà giugno a metà agosto, può migliorare la qualità dei frutti. L'eccesso di N può indurre la carenza di K, anche se solo raramente. Si possono trovare informazioni supplementari su Baab (2009a).

3.5 Calcio

Da un lato, il Ca è una componente importante per la stabilità delle pareti cellulari, dall'altro è coinvolto nel processo di maturazione dei frutti. La carenza di Ca (figura 6) causa fisiopatie (suberificazione, imbrunimento della polpa, maturazione precoce), che riducono la conservabilità dei frutti. Un



Figura 6. Ad inizio estate, la carenza di Ca si manifesta con la decolorazione degli apici fogliari, mentre più tardi appaiono vere e proprie aree clorotiche, parzialmente sotto forma di punteggiature diffuse, che possono trasformarsi in necrosi apicali (fotografie: Albert Widmer, Agroscope [in alto]; Jeanne Poulet, Union fruitière lémanique [in basso]).

altro problema provocato dalla scarsità di Ca è l'inibizione della crescita radicale, che influenza negativamente l'assorbimento d'acqua e nutrienti. L'eccessiva presenza di Ca si manifesta attraverso la carenza di altri elementi nutritivi per antagonismo (concorrenza durante l'assorbimento da parte della pianta).

Se necessario, è possibile ottimizzare la quota di Ca assimilabile del suolo distribuendo Ca, per esempio sotto forma di solfato (CaSO_4). Nei suoli con pH inferiore a 5,9, si può prendere in considerazione una calcitazione (capitolo 2.3.5). Solitamente, questa scelta influenza anche l'assimilabilità di altri elementi nutritivi. Laddove l'assimilazione del Ca è problematica, si può completare la concimazione distribuendo concimi fogliari contenenti Ca a partire da giugno (tabella 10, capitolo 4.5). Il ruolo svolto dalla gestione colturale (resa regolare, crescita moderata dei germogli e agostamento precoce, raccolta tempestiva) è altrettanto importante di quello assunto dalla concimazione. Si possono trovare informazioni supplementari su Baab (2009f).

3.6 Magnesio



Figura 7. A partire da agosto/settembre, la carenza di Mg su melo si manifesta sotto forma di clorosi internervali, soprattutto sulle foglie più vecchie. Le aree clorotiche sono di forma irregolarmente ovale e assumono tonalità che vanno da verde chiaro a giallo, mentre le nervature e le loro adiacenze rimangono verdi. Contrariamente a quanto capita con la carenza di Mn, le macchie clorotiche indotte dalla mancanza di Mg sono molto ben delimitate. Con il passare del tempo, le macchie imbruniscono e necrotizzano. Le nervature laterali assumono spesso un aspetto che ricorda una liscia di pesce. Su pero, i sintomi appaiono solo a tarda estate e sulle foglie più vecchie, sotto forma di macchie necrotiche ovali e di colore variabile tra marrone e nero. Le aree necrotiche si localizzano lungo la nervatura principale, tra le nervature laterali ancora verdi. Su ciliegio e susino, le aree sintomatiche sono sempre internervali, ma assumono colorazione da giallo-aranciata a marrone (fotografie: Agroscope).

In quanto componente di centrale importanza per la clorofilla, il Mg è essenziale per il processo fotosintetico. Esso attiva anche numerosi enzimi, partecipando così alla sintesi di carboidrati, proteine, grassi e vitamine. Non bisogna poi dimenticare il ruolo predominante che svolge nella stabilità delle pareti cellulari e nella regolazione del bilancio idrico degli alberi da frutto. La carenza di Mg (figura 7) causa la caduta prematura delle foglie. La riduzione degli assimilati che ne deriva si manifesta attraverso la diminuzione del calibro delle parti legnose, della fioritura e della resistenza al gelo. I frutti restano piccoli, insipidi, poveri in zuccheri e poco colorati. L'eccesso di Mg può influenzare negativamente l'assorbimento di altri elementi nutritivi quali, per esempio, K e manganese (Mn).

Il Mg è un elemento nutritivo problematico in numerosi frutteti, soprattutto a causa dell'antagonismo che lo oppone ad altri elementi nutritivi, quali K (principalmente), ammonio (NH_4^+), Ca e Mn. Quando il rapporto K:Mg nel suolo è sfavorevole, bisogna migliorare la disponibilità di Mg per evitarne la carenza. La concimazione Mg non va eseguita prima di febbraio/marzo, perché sussiste pericolo di dilavamento (tabella 10). Nei frutteti dove l'assimilazione di Mg è problematica, lo si può anche distribuire, tramite concimazione fogliare, a partire da fine fioritura e fino a giugno, per stimolare la produzione di clorofilla e, di conseguenza, l'attività fotosintetica. Si possono trovare informazioni supplementari su Heller e Ryser (1997b) e su Baab (2009e).

3.7 Zolfo

Lo zolfo (S) è un componente di aminoacidi, proteine, pigmenti e prodotti metabolici intermedi. Generalmente, l'apporto di S attraverso prodotti fitosanitari e concimi contenenti S come nutriente secondario è sufficiente per soddisfare il fabbisogno dei fruttiferi. Di conseguenza, la carenza di S appare raramente in frutticoltura. Comunque, i suoi sintomi si manifestano con la produzione di foglie di piccola taglia aventi colore verde opaco e nervature clorotiche.

3.8 Boro

Il boro (B) svolge un ruolo centrale soprattutto nei processi legati alla crescita della pianta (meristemi, divisioni cellulari) e degli organi fiorali (tubetto pollinico), inibisce la formazione di rugginosità sui frutti e partecipa al metabolismo dei carboidrati, alla differenziazione degli organi della pianta, nonché alla sintesi delle pareti cellulari. È anche in grado di attivare e disattivare le sostanze di crescita e gli ormoni vegetali. La carenza e l'eccesso di B determinano la deformazione dei frutti, la presenza di zone suberificate nella loro polpa e di rugginosità sulla loro buccia, la morte del tessuto meristemico e degli apici dei germogli nonché, nel ciliegio, la formazione di fiori striminziti.

La carenza di B (figura 8) si manifesta soprattutto su suoli molto calcarei o con pH elevato ($> 7,2$), durante periodi siccitosi o freddi, caratterizzati da ristagno idrico e in suoli ricchi in N oppure sabbiosi e permeabili. La carenza di B si



Figura 8. La carenza di B determina la deformazione dei frutti e la presenza di zone suberificate all'interno della loro polpa (fotografie: Karl Bachinger, Landwirtschaftskammer Niederösterreich [in alto]; Agroscope [in basso]).

risolve distribuendo B sul suolo. Ciononostante, qualche difficoltà può intervenire a causa della brevità del periodo ideale di concimazione. Per evitare la sovraconcimazione B, bisogna spesso distribuirne dosi minime. Nei frutteti problematici, si può fare ricorso, con successo, alla concimazione fogliare, eventualmente in miscela con dei prodotti fitosanitari (la miscibilità va sempre verificata in anticipo). Concimare con B precocemente ha sempre un'efficacia maggiore rispetto ad apporti più tardivi. Se necessario, la concimazione B va ripetuta da due a tre volte. Si possono trovare informazioni supplementari su Baab (2012).

3.9 Rame

Il rame (Cu) contribuisce al buon funzionamento del metabolismo degli alberi da frutto (carboidrati, proteine). Lo si trova anche come componente di alcuni enzimi coinvolti nei processi metabolici legati alla lignina (lignificazione delle pareti cellulari). La carenza di Cu, identificabile grazie a zone clorotiche sulle foglie apicali dei giovani germogli, si manifesta soprattutto su suoli torbosi e sabbiosi. Essa provoca la caduta delle foglie, la formazione di germogli con apici striminziti e la perturbazione della formazione dei frutti. A causa dei trattamenti fitosanitari, nei frutteti capita più frequentemente di dover far fronte all'eccesso di Cu piuttosto che alla sua carenza. Concentrazioni eccessive di Cu nel suolo possono influenzare negativamente la crescita radicale (> 200 mg Cu/kg; Österreicher e Aichner 1998), la vita degli organismi tellurici (lombrico) e l'assorbimento di K, Fe, Mn e zinco (Zn) da parte degli alberi da frutto.

3.10 Ferro e manganese

In qualità di componente di diversi enzimi, il Fe è presente nella clorofilla e, di conseguenza, anche nei cloroplasti. Esso svolge un ruolo centrale nei processi di trasporto dell'energia legati a fotosintesi e respirazione. Il Mn attiva



Figura 9. La carenza di Mn si manifesta soprattutto su foglie di età intermedia completamente sviluppate, attraverso aree clorotiche (prima verde pallido, poi giallo opaco) internervali, di forma diffusa e con contorni sfumati. Le nervature e una buona fetta delle loro adiacenze rimangono prevalentemente verdi. Le necrosi sopraggiungono tardi o non compaiono del tutto. Su pero, l'ingiallimento interessa tutta la foglia, similmente a quanto capita in carenza di N. Su ciliegio, compaiono spesso imbrunimenti lungo i margini fogliari (fotografie: Othmar Eicher, Landwirtschaftliches Zentrum Liebegg [in alto]; Jeanne Poulet, Union fruitière lémanique [in basso]).



Figura 10. I sintomi di carenza di Fe interessano le foglie più giovani che, inizialmente, assumono tonalità giallo lucente e poi tendono ad imbrunire. Le nervature sono le sole parti della foglia a rimanere verdi (fotografia: Agroscope).

numerosi enzimi vegetali e partecipa così a numerosi processi metabolici. La disponibilità di Mn e Fe dipende dal pH del suolo. I suoli alcalini li bloccano entrambi tenacemente, riducendone la disponibilità per le piante ai minimi termini. La carenza di Mn (figura 9) e Fe (figura 10) può essere indotta anche dal compattamento del suolo, da calcitazioni inappropriate oppure da un'eccessiva distribuzione di Mg e NH_4^+ .

A causa della dipendenza dal pH del suolo, la disponibilità di Fe e Mn non si può migliorare con una semplice concimazione al suolo. La via da seguire sono piuttosto la concimazione fogliare e l'impiego di concimi contenenti questi elementi nutritivi in forma chelata, che si dimostrino stabili rispetto al pH (capitoli 4.5 e 4.6). Di solito, il fabbisogno in Fe e Mn è maggiore dopo la fioritura (tabella 10). Nei frutteti problematici, per ciò che concerne l'assimilabilità di Mn e/o di Fe, si può eventualmente già concimare prima della fioritura. Concimazioni complementari possono rivelarsi utili in estate o dopo la raccolta (drupacee). Si possono trovare informazioni supplementari su Heller e Ryser (1997a e 1997c) e su Baab (2009d e 2009g).

3.11 Zinco

Lo Zn attiva alcuni enzimi legati ai processi di divisione ed allungamento cellulare e ad altri processi metabolici. La sua carenza si manifesta soprattutto in suoli pesanti, ricchi in SO, compattati (ristagno idrico) oppure alcalini ($\text{pH} > 7,2$). La carenza di Zn causa problemi di crescita di radici e germogli, nonché la caduta di fiori e foglie. Occasionalmente, si possono anche verificare ritardi nella maturazione dei frutti, che restano piccoli. La carenza di Zn si manifesta inizialmente sulle foglie più vecchie ed esposte al sole, che formano rosette di foglie erette e di piccola taglia, lanceolate e caratterizzate da un mosaico di zone clorotiche. Le loro nervature sono chiaramente contornate da una bordura verde. I margini fogliari appaiono solitamente ondulati e, a volte, nettamente dentati. Le clorosi si notano soprattutto sulle foglie più giovani.

L'eccesso di Zn rappresenta un problema soprattutto nei suoli acidi, dove può sfociare nella distruzione della clorofilla, associata a una depressione della crescita degli alberi da frutto. Generalmente, lo Zn si distribuisce attraverso la concimazione fogliare. Si possono trovare informazioni supplementari su Baab (2009c).

4. Tecnica di concimazione

4.1 Concimazione di superficie o concimazione localizzata

In un frutteto, i concimi si possono distribuire su tutta la superficie, per mezzo di uno spandiconcime oppure lungo i filari, tramite installazioni specifiche o manualmente (figura 11). La concimazione localizzata lungo la fila è interessante soprattutto per gli alberi da frutto innestati su portinnesti deboli, le cui radici non si sviluppano molto oltre la larghezza della chioma. In questi casi, concimare occasional-

mente tutta la superficie del frutteto può risultare interessante, nel senso che favorisce lo sviluppo della cotica erbosa installata nell'interfila. Nel caso si localizzi la concimazione lungo i filari, il campionamento per l'analisi del suolo va eseguito solo sulla fila stessa (capitolo 2.3.1).

Il calcolo della quantità di concime da distribuire si riferisce all'intera superficie del frutteto. Se si localizza la concimazione lungo i filari, il dosaggio reale di P, K e Mg è triplicato in rapporto alla superficie realmente concimata, poiché la superficie occupata dai filari rappresenta circa un terzo della superficie totale del frutteto (figura 1). Nel caso dell'N, si raccomanda di ridurre di un terzo il dosaggio per ettaro, ciò che corrisponde a un apporto localizzato pari al doppio del fabbisogno calcolato. Apporti maggiori di N sono sconsigliati, per evitare danni alle piante, diminuzione della qualità dei frutti e perdite per dilavamento.



Figura 11. Spandiconcime centrifugo in azione durante una concimazione di superficie (fotografia: Thomas Kuster, Agroscope).

4.2 Reimpianto e concimazione di giovani frutteti

A differenza di altre colture, i frutteti hanno durata pluriennale. Il cambiamento di destinazione agricola dei suoli su cui sono impiantati è possibile solo dopo molti anni, se non addirittura dopo decenni. Nel caso si voglia reimpiantare un frutteto, la disposizione dei nuovi filari è resa particolarmente complicata dalla struttura eterogenea del frutteto, dalla presenza di impianti fissi per la protezione dalle intemperie e dalle installazioni per irrigare e distribuire i prodotti fitosanitari. Se si ripianta un frutteto sulla stessa superficie, disponendo oltre tutto le piante lungo le stesse file, esiste il rischio che si verifichino problemi di crescita ridotta delle piante e di scarsa resa (stanchezza del suolo, si veda anche il progetto «Steinobststerben»: Bosshard et al. (2004)). La stanchezza del suolo può avere cause legate al suo stato fisico e/o chimico oppure all'attività di funghi e/o di animali dannosi. Se si teme che si manifestino gli effetti della stanchezza, bisogna prendere in considerazione il cambiamento di specie o di varietà coltivata, una pausa nello sfruttamento, installando un sovescio, oppure lo spostamento delle file rispetto alla disposi-



Figura 12. Compost, ottenuto da substrato per la coltivazione di funghi prataioli, distribuito in qualità di ammendante su susini appena reimpiantati (fotografia: Thomas Schwizer, Agroscope).

zione precedente. In caso di problemi legati al reimpianto, poi, si raccomanda l'apporto di compost come ammendante (capitolo 4.3, figura 12). La preparazione del suolo per il reimpianto dovrebbe prevedere, già sulla coltura precedente, un apporto di letame, di digestato o di concime organico liquido.

La concimazione degli alberi da frutto giovani si deve adattare per rispondere alle esigenze delle piante nel corso della loro fase di crescita. Essi necessitano di grandi quantità di elementi nutritivi per costruire la loro struttura (radici, tronco, rami). Per questa ragione, pur non essendoci esportazione di elementi nutritivi tramite il raccolto, un frutteto giovane deve ricevere una quantità sufficiente di elementi nutritivi, che va calcolata e distribuita nel tempo, in base alle esigenze specifiche di ogni specie. Tuttavia, gli alberi giovani e poco vigorosi non sono in grado di assorbire grandi quantità di elementi nutritivi, perché il loro apparato radicale è ancora poco sviluppato. Per questo motivo, si ricorre alla concimazione localizzata sulla fila. Il calcolo del fabbisogno di concime (correzioni comprese) va fatto in base alla previsione di resa del frutteto pienamente sviluppato. Inizialmente, la concimazione si calcola in base ad una resa pari alla metà di quella massima prevista. In seguito, la quantità di elementi nutritivi distribuita va aumentata progressivamente fino a raggiungere il valore della norma di concimazione corrispondente alla resa prevista nella fase adulta del frutteto. La durata di questa concimazione progressiva si estende al massimo su cinque anni e dipende dalle condizioni pedoclimatiche locali, dalla strategia colturale, dalla crescita e dallo stato delle piante.

4.3 Concimi organici

La concimazione primaverile con concimi organici (compost, letame ben decomposto, liquami, ecc.), in alternativa alla concimazione minerale, presenta numerosi vantaggi, a

patto di eseguirla su suolo asciutto e portante. La sostanza organica deve essere degradata dai microrganismi tellurici, il che non soltanto stimola le proprietà biologiche del suolo e la formazione di micorrize, ma permette anche (tranne per i concimi organici liquidi, come per esempio i liquami) la liberazione continua e duratura di elementi nutritivi nella soluzione circolante del suolo. La liberazione graduale di N consente di risparmiare uno o più passaggi con lo spandiconcime in primavera, riducendo il rischio di compattamento, soprattutto in condizioni di umidità. L'apporto di materiale organico e il conseguente aumento dell'attività biologica del suolo preservano e, addirittura, migliorano il tenore in SO e la struttura glomerulare del suolo, influenzando positivamente la circolazione dell'acqua e dell'aria nei pori. Durante il primo anno del frutteto, la pacciamatura del filare con compost inibisce lo sviluppo delle avventizie. Più in generale, esso limita anche l'evaporazione, contribuisce a mantenere l'umidità del suolo, soprattutto in condizioni di siccità, e aiuta a limitare i danni da gelo. A seconda della composizione e del grado di decomposizione, il compost può anche inibire lo sviluppo di funghi dannosi presenti nel suolo. Questa proprietà può essere interessante in caso di problemi legati al reimpianto (capitolo 4.2). L'apporto di materiale organico, in particolare di compost, è una misura importante per il miglioramento di un suolo, soprattutto nel caso di colture di lunga durata come i frutteti.

Apporti eccessivi di compost possono avere effetti negativi sul frutteto. Nei suoli costantemente umidi, l'evaporazione può essere ridotta dalla copertura con materiale organico e favorire così il rischio di compattamento, perché il suolo asciuga più lentamente e rimane impraticabile per molto tempo. Possono aumentare anche i danni causati dai campagnoli. Inoltre, il compost è spesso ricco di K e N (capitolo 3, modulo 4) con conseguente concorrenza per l'assorbimento tra elementi nutritivi o problemi fisiologici, nel caso se ne distribuiscano grandi quantità. In generale, il tenore in elementi nutritivi della SO dovrebbe essere il più basso possibile, poiché la norma di concimazione fissa la quantità massima di elementi nutritivi da apportare soprattutto per il P. In ogni caso, bisogna esigere dal fornitore un'analisi del concime organico che permetta di conoscere il tenore in elementi nutritivi.

Un'attenzione particolare va riservata alla qualità del compost, che deve rispondere ai requisiti previsti dal settore (Abächerli et al. (2010)). Il tenore in metalli pesanti e sostanze estranee (plastiche, vetro, metallo ecc.) deve essere inferiore ai valori limite (ORRPChim) e il compost non deve contenere alcun organismo indesiderabile (semi, neofite, patogeni) (OCon). Il compost deve essere il più omogeneo possibile e il suo grado di decomposizione deve essere ottimale per la coltura. Informazioni supplementari si possono trovare presso Biomasse Suisse (www.biomassesuisse.ch) o l'ISCM (Ispettorato svizzero di compostaggio e metanizzazione, www.cvis.ch).

Per evitare gli effetti dannosi dovuti ad apporti eccessivi di compost, la quantità massima che è possibile distribuire come concime è fissata a 25 t di sostanza secca (SS) per

ettaro sull'arco di tre anni, corrispondenti a poco più di 50 t/ha di sostanza fresca (SF) oppure a 100 m³ di compost. Se lo si usa in qualità di ammendante, invece, se ne possono distribuire 100 t di SS per ettaro sull'arco di dieci anni, corrispondenti a 200 t/ha di SF oppure 400 m³ di compost (ORR-PChim, UFAM & UFAG 2012). Se l'impiego di un ammendante organico comporta il superamento della norma di concimazione, è necessaria un'autorizzazione speciale dell'ufficio cantonale competente (Linee direttive per le PER in frutticoltura e colture di piccoli frutti in Svizzera). Si possono trovare informazioni supplementari nel modulo 4.

4.4 Fertirrigazione e impiego di concimi in soluzione

La microirrigazione a goccia o per microaspersione (Monney e Bravin 2011) consente di veicolare e localizzare il concime attraverso i tubi del sistema d'irrigazione (fertirrigazione, figura 13). Questa soluzione è interessante soprattutto nei frutteti intensivi, caratterizzati dalla presenza di portinnesti deboli con sviluppo radicale limitato, e nei ciliegeti in coltura protetta (i filari sono riparati dalla pioggia grazie a teli trasparenti in plastica). La distribuzione di elementi nutritivi facilmente dilavabili si può frazionare e sincronizzare con le esigenze della coltura, con evidenti vantaggi in particolare per l'N e, talvolta, anche per il Mg. In primavera, quando si distribuisce la maggior parte dei concimi, il suolo è spesso abbastanza umido da non richiedere di essere irrigato. In questi casi, la concimazione si distribuisce spesso tramite una soluzione nutritiva concentrata, impiegando meno acqua possibile. Dopo ogni fertirrigazione bisogna sempre sciacquare i tubi con acqua pulita per evitare che i resti di concime cristallizzino, ostruendo il sistema.

Oltre che con la fertirrigazione, i concimi in soluzione si possono distribuire tramite installazioni mobili (barra per il diserbo localizzato, lancia a pressione). La barra per il diserbo localizzato si presta bene per distribuire N durante o



Figura 13. La fertirrigazione consente di localizzare la concimazione lungo il filare, a tutto beneficio delle radici (fotografia: Thomas Schwizer, Agroscope).

dopo la fioritura, per esempio sotto forma di nitrato di calcio (Ca[NO₃]₂) o di potassio (KNO₃) in soluzione. Dal punto di vista della resa e della qualità dei frutti, la fertirrigazione e l'impiego di concimi in soluzione non offrono vantaggi particolari rispetto alla classica distribuzione di concime granulato, anche se l'N può raggiungere con grande precisione il volume occupato dalle radici e tutti gli elementi nutritivi sono assimilabili più rapidamente, perché raggiungono il suolo già disciolti in acqua. Si può ipotizzare che la quantità d'acqua supplementare, utilizzata per ripartire al meglio gli elementi nutritivi nel suolo, rappresenti un aspetto positivo di queste tecniche di concimazione, specialmente nelle annate siccitose. La concentrazione salina della soluzione nutritiva va sempre tenuta sotto osservazione, perché valori troppo bassi possono causare carenze di elementi nutritivi, mentre valori eccessivi possono occasionare stress idrici localizzati. Il livello di salinità di una soluzione si esprime attraverso la sua conducibilità elettrica (electric conductivity [EC], mS/cm). La salinità ideale della soluzione nutritiva dipende dalla specie di fruttifero, dalle condizioni meteorologiche e dal livello di salinità del suolo. Ne consegue che non è possibile fare una raccomandazione univoca. Gli elementi nutritivi distribuiti tramite fertirrigazione o in soluzione vanno contabilizzati sia nel piano di concimazione sia nel bilancio aziendale di concimazione.

4.5 Concimi fogliari

Gli alberi da frutto assorbono gli elementi nutritivi principalmente per via radicale. Qualora la concimazione al suolo non dia gli effetti sperati, è possibile completare l'apporto in elementi nutritivi ricorrendo alla concimazione fogliare. Per esempio, nei suoli ricchi in Ca o in K la concimazione classica non consente di aumentare l'assimilabilità di Mg, B, Fe e Mn, perché il pH elevato ne favorisce la fissazione nel suolo e i fenomeni d'antagonismo ostacolano la loro assimilazione da parte delle piante. Queste limitazioni non valgono per gli elementi nutritivi distribuiti in forma chelata (capitolo 4.6). La concimazione fogliare può rivelarsi utile anche per rispondere all'elevata domanda in elementi nutritivi che si verifica durante l'allegagione successiva a una fioritura abbondante. Non bisogna, però, sopravvalutare l'effetto della concimazione fogliare. Essa va eseguita solo in caso di gestione problematica del frutteto. La concimazione fogliare post-raccolta ha senso solo se le foglie sono sane e c'è sufficiente tempo affinché l'albero possa immagazzinare gli elementi nutritivi nelle sue sostanze di riserva. Ricerche hanno evidenziato che, in presenza di sufficienti quantità di elementi nutritivi assimilabili nel suolo, la concimazione fogliare non aumenta né le rese né la qualità dei frutti e nemmeno influenza l'alternanza di produzione (Widmer *et al.* 2005, Widmer *et al.* 2006, Kuster e Schweizer 2015), perché gli alberi da frutto possono assimilare solo una piccola quota del loro fabbisogno in elementi nutritivi per via fogliare. Ne consegue che, in caso di frutteti sani e omogenei, i concimi fogliari non si giustificano né dal punto di vista economico né da quello ecologico.

Di regola, la concimazione fogliare si fraziona per limitare le perdite. I concimi fogliari vanno distribuiti rispettando

le dosi e i volumi d'acqua prescritti (di solito 1'000 l/ha d'acqua), senza variare la loro concentrazione in funzione del litraggio della poltiglia, come capita per i prodotti fitosanitari. Di conseguenza, si raccomanda di distribuirli separatamente. Se si miscelano più concimi fogliari o, malgrado tutto, li si miscela con dei prodotti fitosanitari, è molto importante rispettare le prescrizioni di utilizzazione, per evitare fenomeni di fitotossicità e/o cali d'efficacia. L'attrezzatura utilizzata per l'irrorazione dei concimi fogliari va sciacquata con cura prima e dopo l'uso.

Le piante assorbono i concimi fogliari passivamente attraverso cuticola ed epidermide fogliari. Ciò significa che non sono in grado di influenzare attivamente l'assorbimento degli elementi nutritivi per via fogliare come capita, invece, per l'assorbimento radicale. L'effetto dei concimi fogliari dipende dalle condizioni meteorologiche (dall'umidità in particolare), dal tipo di concime (igroscopia, dosaggio, umettazione) e dallo stadio di sviluppo di fiori, foglie e frutti (Baab 2009f). La velocità d'assorbimento degli elementi nutritivi per via fogliare aumenta con l'aumentare dell'umidità dell'aria, che favorisce la turgidità dell'epidermide. Quando l'umidità dell'aria è bassa, la soluzione nutritiva asciuga rapidamente e i concimi fogliari cristallizzano sulla superficie delle foglie prima che esse possano assorbirli. Se, invece, la soluzione nutritiva asciuga troppo lentamente, aumenta il rischio di bruciature fogliari. In generale, bisogna ridurre il dosaggio al di sopra dei 20 °C e rinunciare alla concimazione fogliare quando la temperatura supera i 25 °C.

Dosaggi e concentrazioni eccessivi possono danneggiare fiori o foglie, perciò si raccomanda di frazionare la distribuzione in più apporti quantitativamente moderati. In ogni caso, bisogna seguire scrupolosamente le prescrizioni d'utilizzazione di ogni prodotto.

I concimi fogliari si trovano in commercio in forma salina o già disciolti in soluzione. Nel secondo caso, i concimi sono miscelati a sostanze bagnanti, adesivanti, assorbenti e penetranti, che migliorano l'assorbimento degli elementi nutritivi attraverso cuticola ed epidermide fogliari. La scelta della formulazione (chelato, nitrato, sospensione, solfato, ecc.) dipende dal tipo di elemento nutritivo e dalle condizioni di distribuzione.

4.6 Concimi chelati

I concimi chelati sono un'alternativa ai concimi fogliari nelle situazioni problematiche, in cui la classica concimazione sul suolo non è risolutiva e va, in qualche modo, integrata. I concimi chelati sono stabili in un largo spettro di pH e gli elementi nutritivi che veicolano rimangono a disposizione delle piante per molto tempo. Grazie al loro contributo, è possibile assicurare al frutteto, per via radicale, il necessario apporto di Ca in un suolo acido oppure quello di Mg, B, Fe e Mn in uno calcareo. La loro distribuzione va effettuata, nel limite del possibile, attraverso la fertirrigazione (capitolo 4.4) o l'iniezione meccanica nel suolo per mezzo di un palo iniettore o simili (Baab 2009g). In alternativa, li si può anche distribuire tramite atomizzatore o barra per il diserbo localizzato. A causa della loro ri-

dotta stabilità nei confronti dei raggi UV, la distribuzione di chelati in superficie si deve fare la sera o prima che piova o si irrighi. A seconda del tipo di prodotto e dell'epoca di distribuzione, è possibile miscelarli con gli erbicidi.

Tra i concimi chelati da distribuire al suolo esistono grandi differenze in merito alla stabilità in un determinato spettro di pH. Si raccomanda di fare attenzione soprattutto alla loro stabilità in suoli con pH alcalino. Per esempio, i concimi chelati contenenti Fe legato con modalità orto-orto (o-o) sono più stabili di quelli in cui il Fe è legato con modalità orto-para (o-p) che, di conseguenza sono meno indicati per suoli caratterizzati da pH elevati. La forma di legame para-para (p-p) è quella meno stabile delle tre. Da qui l'importanza di verificare la forma di legame in sede d'acquisto. I chelati si possono distribuire anche per via fogliare, salvo quelli contenenti EDTA.

4.7 Concimazione di frutteti ad alto fusto

Il fabbisogno in elementi nutritivi degli alberi da frutto ad alto fusto si calcola sulla base del fabbisogno medio annuo di una singola pianta (0,45 kg N, 0,15 kg P₂O₅, 0,56 kg K₂O e 0,08 kg Mg) oppure secondo la resa annua espressa per tonnellata di frutti raccolti (1,5 kg N, 0,5 kg P₂O₅, 1,8 kg K₂O e 0,25 kg Mg). Tuttavia, i prelievi in nutrienti della cortica erbosa sono, di regola, nettamente superiori a quelli degli alberi stessi (figura 14). Ne consegue che il fabbisogno in elementi nutritivi del frutteto ad alto fusto dipende principalmente dall'intensità di gestione della superficie prativa che lo ospita, la cui concimazione si calcola secondo quanto riportato nel modulo 9. Per tenere conto delle incertezze legate ai valori di riferimento si raccomanda di verificare lo stato di fertilità del suolo ogni cinque anni per mezzo di un'analisi. Mediamente, la norma di concima-



Figura 14. In un frutteto ad alto fusto, il prelievo della cortica erbosa in elementi nutritivi supera, generalmente, quello degli alberi da frutto (fotografia: Richard Hollenstein, Landwirtschaftliches Zentrum SG).

zione annua degli alberi da frutto ad alto fusto (fabbisogno della superficie foraggera compreso) ammonta a 150 kg N, 100 kg P₂O₅, 300 kg K₂O e 50 kg Mg per ettaro.

Contrariamente a quanto capita nella frutticoltura intensiva, gli alberi da frutto ad alto fusto si concimano solitamente utilizzando concimi aziendali. In questo ambito, si raccomanda di distribuire in primavera (febbraio-marzo) moderate quantità (20 t/ha) di letame (tabella 10). A dipendenza delle condizioni climatiche, della crescita dei germogli e dell'intensità di gestione della cotica erbosa, bisognerà completare la letamazione appena descritta con una, eventualmente due, liquamazioni di 20 m³ ciascuna. Il liquame non va distribuito oltre l'inizio di luglio, per evitare che l'agostamento ritardi, aumentando il rischio che le piante subiscano danni da gelo durante l'inverno. Gli alberi da frutto ad alto fusto presenti su superfici gestite secondo i principi della prova che le esigenze ecologiche sono rispettate (PER) si possono concimare solo con un palo iniettore. Questo modo di procedere consente di localizzare la concimazione nel volume di suolo esplorato dalle radici dell'albero. Per ogni centimetro di diametro del tronco si utilizza un litro di soluzione acquosa al 6-8% di concime completo. La distribuzione avviene per mezzo di due iniezioni per m² di superficie e litro di soluzione.

4.8 Concimazione in frutticoltura biologica

La concimazione in frutticoltura biologica persegue gli stessi obiettivi di quella che si pratica nell'agricoltura convenzionale: fornire agli alberi da frutto elementi nutritivi in quantità sufficiente, al momento opportuno e nel giusto rapporto, per ottenere rese elevate e frutti di qualità ineccepibile. Tuttavia, le restrizioni esistenti in agricoltura biologica in materia di concimi e prodotti fitosanitari impongono che si dedichi molta attenzione a instaurare e/o a mantenere una fertilità del suolo elevata, all'equilibrio tra crescita vegetativa e generativa, nonché alla sanità degli alberi da frutto. Per riuscire in questo intento, bisogna integrare e armonizzare la concimazione con tutti gli altri interventi colturali legati alla gestione del frutteto. Informazioni supplementari in merito si trovano nel modulo 6, sulla lista dei mezzi di produzione autorizzati in agricoltura biologica pubblicata, in tedesco e francese, dall'Istituto di ricerche dell'agricoltura biologica (FiBL) (<https://www.fibl.org/de/shop/artikel/c/bml.html>) e nelle direttive edite da BioSuisse (<http://www.bio-suisse.ch/it/direttive-prescrizioni4.php>).

5. Bibliografia

- Abächerli F., Baier U., Berner F., Bosshard C., Fuchs J., Galli U., Gfeller H., Leuenberger R., Mayer J., Pfaffen P., Schleiss K., Trachsel D. & Wellinger A., 2010. Schweizerische Qualitätsrichtlinie 2010 der Branche für Kompost und Gärgut. Inspektoratskommission der Kompostier- und Vergärbranche der Schweiz (Hrsg.), Biogas Forum, Kompostforum Schweiz, Interessengemeinschaft Anlagen des Kompostforums Schweiz, Verband Kompost- und Vergärwerke Schweiz VKS. Link: http://www.biomassesuisse.ch/files/biomasse_temp/data/Das_bieten_wir/Q-Richtlinie_2010_def_weiss_web.pdf [16.11.2016].
- Agroscope, 1996. Referenzmethoden der Forschungsanstalten Agroscope, Band 1: Bodenuntersuchungen zur Düngeberatung, Ausgabe 2015. Agroscope Zürich-Reckenholz e Wädenswil.
- Baab G., 2004. Die Blattanalyse – ein wichtiger Beitrag zum Leistungszustand der Blätter. *Kernobst* 29 (8), 417–421.
- Baab G., 2009a. Damit sie keinen Mangel leiden – Die wichtigsten Nährstoffe im Obstbau, Teil 1: Kalium. *Besseres Obst* 54 (1), 16–19.
- Baab G., 2009b. Damit sie keinen Mangel leiden – Die wichtigsten Nährstoffe im Obstbau, Teil 2: Phosphor. *Besseres Obst* 54 (3), 20–23.
- Baab G., 2009c. Damit sie keinen Mangel leiden – Die wichtigsten Nährstoffe im Obstbau, Teil 3: Zink. *Besseres Obst* 54 (4), 20–24.
- Baab G., 2009d. Damit sie keinen Mangel leiden – Die wichtigsten Nährstoffe im Obstbau, Teil 4: Mangan. *Besseres Obst* 54 (5), 13–16.
- Baab G., 2009e. Damit sie keinen Mangel leiden – Die wichtigsten Nährstoffe im Obstbau, Teil 5: Magnesium. *Besseres Obst* 54 (6), 12–16.
- Baab G., 2009f. Damit sie keinen Mangel leiden – Die wichtigsten Nährstoffe im Obstbau, Teil 6: Calcium. *Besseres Obst* 54 (7), 18–21.
- Baab G., 2009g. Damit sie keinen Mangel leiden – Die wichtigsten Nährstoffe im Obstbau, Teil 7: Eisen. *Besseres Obst* 54 (8), 15–18.
- Baab G., 2009h. Damit sie keinen Mangel leiden – Die wichtigsten Nährstoffe im Obstbau, Teil 8: Stickstoff. *Besseres Obst* 54 (10–11), 22–26.
- Baab G., 2012. Das Spurennährelement Bor. *European Fruit Magazine* 2012 (3), 28–32.
- Batjer L., Rogers B. & Thompson A., 1952. Fertilizer applications as related to nitrogen, phosphorus, potassium, calcium, and magnesium utilization by apple trees. *Proceedings of the American Society for Horticultural Science* 60, 1–6.
- Bergmann W., 1993. Ernährungsstörungen bei Kulturpflanzen: Entstehung, visuelle und analytische Diagnose. Spektrum Akademischer Verlag, Jena.
- Bertschinger L., Gysi C., Häseli A., Neuweiler R., Pfammatter W., Ryser J.-P., Schmid A. & Weibel F., 2003. Grundlagen für die Düngung der Obstkulturen. Eidgenössische Forschungsanstalt für Obst-, Wein- und Gartenbau, Wädenswil, Nyon. 48 pp.
- Bosshard E., Rüegg J. & Heller W., 2004. Bodenmüdigkeit, Nachbauprobleme und Wurzelkrankheiten. *Schweizerische Zeitschrift für Obst- und Weinbau* 140 (10), 6–9.
- Heller W. & Ryser J.-P., 1997a. Eisenmangelchlorose im Obstbau. Forschungsanstalt Agroscope Changins-Wädenswil ACW, Wädenswil.
- Heller W. & Ryser J.-P., 1997b. Magnesiummangel bei Obstbäumen. Forschungsanstalt Agroscope Changins-Wädenswil ACW, Wädenswil.
- Heller W. & Ryser J.-P., 1997c. Manganmangel bei Obstbäumen. Forschungsanstalt Agroscope Changins-Wädenswil ACW, Wädenswil.
- Kuster T. & Schweizer S., 2015. Nachernteblanddünger mit Harnstoff im Kirschenanbau: Aufwandmenge dem Fruchtansatz anpassen. *Früchte & Gemüse* 2015 (6), 11–12.
- Monney P. & Bravin E., 2011. Bewässerung von Obstbäumen. Forschungsanstalt Agroscope Changins-Wädenswil ACW, Wädenswil. 27 pp.

- OCon, 2001. Ordinanza sulla messa in commercio di concimi. Il consiglio federale svizzero, Berna. Link: <https://www.admin.ch/opc/de/classified-compilation/20002050/index.html> [14. 11. 2016].
- ORRPChim, 2005. Ordinanza concernente la riduzione dei rischi nell'utilizzazione di determinate sostanze, preparati e oggetti particolarmente pericolosi. Il consiglio federale svizzero, Berna. Link: <https://www.admin.ch/opc/de/classified-compilation/20021520/index.html> [4. 11. 2016].
- Österreicher J. & Aichner M., 1998. Kupfergehalt beeinflusst Baumwachstum. *Obstbau Weinbau* 35 (1), 18–20.
- Scheffer F., Schachtschabel P., Blume H.-P. & Thiele-Bruhn S., 2010. *Lehrbuch der Bodenkunde*. Spektrum Akademischer Verlag, Heidelberg. 569 pp.
- Stünzi H., 2006. Zur Phosphor-Bodenextraktion mit Ammoniumacetat-EDTA (AAE10). *Agrarforschung* 13 (11–12), 488–493.
- SAIO, 2017. *Richtlinien für den ökologischen Leistungsnachweis (ÖLN) im Obst- und Beerenbau in der Schweiz*. Schweiz. Arbeitsgruppe für Integrierte Obstproduktion (SAIO), Schweizer Obstverband, Zug. Link: <http://members.swissfruit.ch/system/files/2017-01/SAIO-Richtlinien-2017.pdf> [20. 3. 2016].
- UFAG, 2013. Ordinanza sui pagamenti diretti 2016. Ufficio federale dell'agricoltura UFAG, Berna. Link: <https://www.blw.admin.ch/blw/de/home/instrumente/direktzahlungen.html> [4. 11. 2016].
- UFAM & UFAG, 2012. *Nährstoffe und Verwendung von Düngern in der Landwirtschaft. Ein Modul der Vollzugshilfe Umweltschutz in der Landwirtschaft*. Ufficio federale dell'ambiente UFAM, Berna. 62 pp.
- Widmer A., Bünter M. & Stadler A., 2006. Blattdüngung: Ergebnisse aus der Praxis. *Schweizerische Zeitschrift für Obst- und Weinbau* 2006 (20), 9–12.
- Widmer A., Stadler A. & Krebs C., 2005. Regelmässige Erträge dank Blattdüngung. *Schweizerische Zeitschrift für Obst- und Weinbau* 2005 (13), 6–9.

6. Indice delle tabelle

Tabella 1. Norme di concimazione (kg/ha) per drupacee, pomacee e kiwi in funzione della resa (kg/m ²).	13/4
Tabella 2. Fabbisogno annuo in elementi nutritivi (kg/ha) di diversi organi del melo.	13/4
Tabella 3. Correzione della concimazione N per drupacee e pomacee.	13/4
Tabella 4. Correzione della concimazione N per il kiwi.	13/4
Tabella 5. Correzione della concimazione P, K e Mg per drupacee (DRU), pomacee (PO) e kiwi.	13/5
Tabella 6. Esigenze minime e raccomandazioni per l'analisi del suolo in frutticoltura.	13/5
Tabella 7. Esempio di calcolo della norma di concimazione corretta (kg/ha) per un ipotetico meleto in piena produzione.	13/7
Tabella 8. Valori di riferimento per l'analisi fogliare in frutticoltura a metà giugno.	13/8
Tabella 9. Valori di riferimento per l'analisi fogliare in frutticoltura in luglio/agosto (75–105 giorni dopo la piena fioritura).	13/8
Tabella 10. Campionamento, concimazione al suolo e concimazione fogliare di drupacee e pomacee nel corso dell'anno.	13/9

7. Indice delle figure

Figura 1. Schema per il prelievo di campioni di suolo in caso si concimi l'intera superficie del frutteto oppure qualora si localizzi la concimazione lungo il filare o sui terrazzamenti.	13/5
Figura 2. In ogni parcella, si prelevano 12–20 campioni di suolo rappresentativi. I carotaggi si eseguono con una sonda apposita, a profondità di 2–25 cm e 25–50 cm.	13/6
Figura 3. L'analisi fogliare si esegue su un campione formato da al massimo due foglie per albero, prelevate nella zona centrale di un germoglio dell'anno. Le foglie che per dimensioni, colore e inclinazione non sono rappresentative della pianta e/o del frutteto non vanno considerate.	13/8
Figura 4. Carenza di P.	13/11
Figura 5. Carenza di K.	13/11
Figura 6. Carenza di Ca.	13/11
Figura 7. Carenza di Mg.	13/12
Figura 8. Carenza di B.	13/13
Figura 9. Carenza di Mn.	13/13
Figura 10. Carenza di Fe.	13/13
Figura 11. Spandiconcime centrifugo in azione durante una concimazione di superficie.	13/14
Figura 12. Compost, ottenuto da substrato per la coltivazione di funghi prataioli, distribuito in qualità di ammendante su susini appena reimpiantati.	13/15
Figura 13. La fertirrigazione consente di localizzare la concimazione lungo il filare, a tutto beneficio delle radici.	13/16
Figura 14. In un frutteto ad alto fusto, il prelievo della cotica erbosa in elementi nutritivi supera, generalmente, quello degli alberi da frutto.	13/17