



14/ Concimazione dei piccoli frutti

Christoph Carlen e André Ançay
Agroscope, 1964 Conthey, Svizzera

Contatto: christoph.carlen@agroscope.admin.ch

Indice

1. Introduzione	14/3
2. Scopi e principi della concimazione razionale	14/3
3. Norme di concimazione	14/3
4. Concimazione della fragola	14/3
4.1 Concimazione azotata	14/3
4.2 Concimazione fosfatica, potassica, magnesiacca e con microelementi	14/4
5. Concimazione di lampone, mora, ribes e piccoli frutti arbustivi alternativi	14/5
5.1 Concimazione azotata	14/5
5.2 Concimazione fosfatica, potassica e magnesiacca	14/6
6. Concimazione del mirtillo	14/6
7. Fertirrigazione	14/6
8. Fragola, lampone e mora su substrato	14/7
8.1 Substrato	14/7
8.2 Soluzione nutritiva	14/7
8.3 Preparazione della soluzione nutritiva utilizzando concimi composti	14/8
8.4 Preparazione della soluzione nutritiva utilizzando concimi semplici	14/8
8.5 Distribuzione della soluzione nutritiva	14/9
8.6 Adattamento della soluzione nutritiva	14/9
8.7 Fertirrigazione a ciclo aperto o a ciclo chiuso	14/10
9. Bibliografia	14/10
10. Indice delle tabelle	14/11
11. Indice delle figure	14/11

In copertina: coltivazione di lamponi su substrato (fotografia: Agroscope).

1. Introduzione

Questo documento contiene le informazioni necessarie per concimare razionalmente i piccoli frutti, assicurando loro una nutrizione minerale equilibrata, nel pieno rispetto dell'ambiente. Le norme di concimazione delle diverse specie di piccoli frutti si basano su prove sperimentali svolte da Agroscope e su dati riportati in documenti, quali: «Guide des petits fruits» (Ançay *et al.* 2012), «Données de base pour la fumure en arboriculture fruitière» (Bertschinger *et al.* 2003), «Données de base pour la fumure des cultures de légumes, de fleurs et de fraises sur substrat» (Pivot *et al.* 2005) e altre pubblicazioni che trattano le colture su substrato (Lieten 1999; Guérineau 2003; Pivot e Gillioz 2000).

2. Scopi e principi della concimazione razionale

L'obiettivo della concimazione razionale è quello di fornire alle piante una nutrizione minerale equilibrata e adatta alle loro esigenze, per assicurarne la crescita ottimale e la qualità della produzione, nel pieno rispetto dell'ambiente. Nel caso delle fragole, le norme di concimazione relative agli elementi nutritivi principali, come fosforo (P), potassio (K) e magnesio (Mg), corrispondono ai nutrienti esportati dalla parcella tramite il raccolto, in zone idonee alla sua coltivazione e su suoli sufficientemente approvvigionati in elementi nutritivi e in acqua. Nel caso di piccoli frutti arbustivi, le norme di concimazione si ottengono sommando i prelievi di nutrienti esportati con il raccolto a quelli immobilizzati nelle parti legnose.

Le norme di concimazione P, K e Mg si possono adattare alle rese stimate, nonché correggere in funzione dello stato nutrizionale del suolo. Lo stato nutrizionale dei suoli troppo ricchi o troppo poveri si riequilibra controllando periodicamente i tenori in P, K e Mg del suolo e applicando le relative correzioni delle norme di concimazione corrispondenti. Queste misure permettono di evitare carenze e squilibri nutrizionali (antagonismi) pregiudizievoli per la coltura.

Per l'azoto (N), invece, la norma di concimazione si definisce tenendo conto anche del suo tasso di mineralizzazione in condizioni pedoclimatiche medie. La norma di concimazione N si può adattare proporzionalmente alla resa stimata, nonché in funzione di diversi parametri legati alla risposta vegetativa e alla gestione della coltura. In caso servano più di 60 kg N/ha, la concimazione va frazionata in più apporti per ridurre le perdite dovute al dilavamento.

3. Norme di concimazione

Le norme di concimazione delle diverse colture di piccoli frutti coprono il fabbisogno in elementi nutritivi necessario per ottenere una buona resa e un raccolto di qualità su un suolo considerato sufficientemente approvvigionato (tabella 1). Per P, K e Mg, le quantità di elementi nutritivi da distribuire si correggono in base ai risultati dell'analisi del suolo.

4. Concimazione della fragola

4.1 Concimazione azotata

Per ridurre i rischi di dilavamento, è necessario frazionare la concimazione N (tabella 2) e localizzarla vicino alle piante. In questo modo, la norma si può ridurre di un terzo (tabella 2 e figura 1).

La concimazione N si può adattare in base ai risultati dell'analisi dell'Nmin (N_{min}) che indica la quantità di N immediatamente disponibile per la pianta nei primi 30 cm di suolo. Si raccomanda di effettuare questa analisi dopo la piantagione, all'inizio del risveglio vegetativo e alla fioritura, per monitorare la dinamica dell'N nel suolo e gestire al meglio la sua distribuzione. Se i risultati dell'analisi N_{min} indicano tenori inferiori a 60 kg N/ha, la concimazione N è senz'altro necessaria. Se il valore N_{min} è superiore o uguale a 60 kg N/ha, invece, non è necessario distribuire N.

L'eccesso di N favorisce lo sviluppo vegetativo a scapito della resa e della qualità dei frutti. L'interpretazione dell'analisi N_{min} deve tener conto anche del vigore della coltura. In una coltura vigorosa con fruttificazione media, non bisogna apportare N dopo la fine della fioritura. L'eccesso di N comporta la diminuzione della qualità dei frutti e l'aumento del rischio di marciumi. In una coltura che fruttifica abbondantemente, invece, è necessario proseguire gli apporti N durante la raccolta per favorire la formazione di nuove foglie.

Le analisi N_{min} mostrano che il tenore in N direttamente disponibile per la coltura è maggiore negli impianti che prevedono la lavorazione e la rincalzatura dei filari (Neuweiler *et al.* 1997). Ne consegue che, in questi casi, spesso non c'è bisogno di distribuire N nell'anno di impianto.

La concimazione N si effettua distribuendo nitrato di calcio [Ca(NO₃)₂] nei suoli con pH prevalentemente acido e solfato d'ammonio [(NH₄)₂SO₄] in quelli con pH piuttosto alcalino.



Figura 1. Fragole ad inizio fioritura: le fragole sono i piccoli frutti più coltivati in Svizzera (fotografia: Agroscope).

Tabella 1. Norme di concimazione per piccoli frutti. Le norme si riferiscono alle rese stimate e riportate in tabella (Bertschinger et al. 2003; Ançay et al. 2012).

Coltura	Resa (kg/m ²)	Norme di concimazione (kg/ha)					
		N	P	P ₂ O ₅	K	K ₂ O	Mg
Fragola	1,5	80	10	23	65	79	15
	2,0	100	15	34	100	121	20
	2,5	120	20	46	130	157	25
Lampone	1,0	30	5	11	35	42	10
	1,5	45	10	23	50	61	15
	2,0	60	15	34	65	79	15
	2,5	75	20	46	80	97	20
Mora	1,5	40	10	23	35	42	15
	2,0	55	15	34	55	67	15
	2,5	70	20	46	70	85	20
Ribes rosso e ribes bianco	1,5	60	15	34	75	91	15
	2,0	85	20	46	100	121	15
	2,5	110	25	57	125	151	20
Ribes nero	1,5	50	15	34	70	85	15
	2,0	70	20	46	100	121	15
	2,5	90	25	57	130	157	20
Uva spina	1,2	40	10	23	50	61	15
	1,7	60	15	34	65	79	15
	2,2	80	20	46	90	109	20
Mirtillo	1,5	50	5	11	55	67	15
	2,0	55	10	23	60	73	20
	2,5	60	15	34	65	79	25
Piccoli frutti arbustivi alternativi: sambuco, mini kiwi, goji, aronia, lonicera	1,0	35	10	23	50	61	10
	1,5	60	15	34	75	91	15
	2,0	85	20	46	100	121	15
	2,5	110	25	57	125	151	20

4.2 Concimazione fosfatica, potassica, magnesiana e con microelementi

I concimi disponibili sul mercato contenenti elementi nutritivi poco dilavabili (P, K, Mg) vanno distribuiti prima della lavorazione del suolo. Le colture di fragola prediligono suoli ricchi in humus. La concimazione organica gioca un doppio ruolo: preserva la fertilità e migliora la struttura del suolo. Per coprire il fabbisogno delle piante, si possono distribuire da 15 a 30 m³/ha di letame ogni tre o quattro anni oppure 25 t SS/ha di compost ogni tre anni. Il letame maturo risponde meglio alle esigenze delle fragole rispetto a quello fresco. Naturalmente, gli elementi nutritivi distribuiti tramite i concimi organici vanno considerati quando si elabora il piano di concimazione.

La fragola è molto sensibile agli eccessi di salinità e sensibile ai concimi contenenti cloro (Cl). Di conseguenza, il K va distribuito sotto forma di solfato (SO₄²⁻).

Tabella 2. Frazionamento della concimazione N per la fragola.

	Concimazione di superficie (kg N/ha)	Concimazione localizzata sulla fila (kg N/ha)
Da due a tre settimane dopo la piantagione estiva	0–40	0–30
Al risveglio vegetativo della coltura	30–40	20–30
In fioritura; al più tardi prima della pacciamatura con paglia	30–40	20–30

Nei suoli con pH da neutro a alcalino, si devono impiegare concimi acidificanti per migliorare la disponibilità di microelementi come ferro (Fe) e manganese (Mn). Quando il pH del suolo è superiore a 7,5 è consigliabile distribuire i mi-

croelementi problematici (Fe, Mn) attraverso la concimazione fogliare.

5. Concimazione di lampone, mora, ribes e piccoli frutti arbustivi alternativi

5.1 Concimazione azotata

Nel caso di colture pluriennali, la norma di concimazione N si adatta tramite indici di correzione (tabelle 3 e 4) in funzione della resa stimata. La somma di questi indici permette di determinare la concimazione N annuale. Se si localizza l'N vicino alle piante, la norma di concimazione si può ridurre di un terzo.

Nel caso di varietà rifiorenti, si raccomanda di moderare gli apporti N. Se la concimazione N è eccessiva, la formazione di fiori è posticipata a vantaggio dello sviluppo vegetativo e, quindi, anche la raccolta dei frutti subisce ritardi.

Per ridurre il rischio di dilavamento e ottimizzare l'efficacia dell'N, è consigliabile frazionare la concimazione:

- 1° apporto al risveglio vegetativo: 20–60 kg N/ha;
- 2° apporto alla fioritura: 20–60 kg N/ha.

La concimazione N si può gestire in base ai risultati dell'analisi N_{\min} effettuata al risveglio vegetativo e al momento della fioritura. Se l'analisi N_{\min} indica un tenore inferiore a 60 kg N/ha, è necessario distribuire una concimazione complementare pari a 30–40 kg N/ha.

Nel caso di apporti regolari di compost o di letame, i concimi minerali N vanno limitati. Anche i lamponi e i piccoli frutti arbustivi sono sensibili agli eccessi di elementi nutritivi, che si manifestano con riduzioni di resa dovute all'allungamento degli internodi, scarsa produttività basale e maggiore incidenza del marciume grigio (botrite).

L'esigenza in N dipende anche dalla varietà. Le varietà molto vigorose richiedono apporti moderati, mentre quelle poco vigorose necessitano di maggiori quantità di N per sviluppare fusti sufficientemente lunghi.

Per il lampone, le norme di concimazione sono le stesse sia nel caso di colture annuali sia nel caso di colture perenni (tabella 1). Ciò che cambia è l'epoca di distribuzione dell'N. Le colture annuali hanno bisogno di un'abbondante concimazione N in estate, dopo la piantagione, quando i fusti crescono rigogliosi. Se al momento dell'analisi N_{\min} si ottiene un risultato inferiore a 60 kg N/ha, è necessario integrare l'N con la concimazione (30 – 40 kg N/ha). Il fabbisogno in N è invece minore dopo la fioritura, quando i giovani fusti vengono eliminati:

- 1° apporto alla piantagione in primavera/estate (20–40 kg N/ha);
- 2° apporto alla ripresa vegetativa dopo l'inverno (20–40 kg N/ha);
- 3° apporto alla fioritura (0–20 kg N/ha).

Tabella 3. Correzione della concimazione N per lampone e mora. Ogni unità di correzione corrisponde a 1 kg di N/ha da sottrarre (–) o da aggiungere (+) alla norma (Bertschinger et al. 2003; Ançay et al. 2012).

Parametri da valutare per ridurre (–) o aumentare (+) la concimazione N	kg/ha		
Vigore (lunghezza dei fusti)	– 11 (eccessivo)	0 (normale)	+ 11 (limitato)
Agostamento	– 3 (tardivo; gelo invernale)	0 (normale)	+ 2 (precoce)
Malattie e parassiti (botrite, didimella, afidi, ...)	– 2 (frequenti)		0 (rari)
Produzione di polloni	– 3 (elevata)	0 (media)	+ 1 (limitata)
Volume occupato dai sassi (scheletro)	– 3 (limitato, < 10 %)	0 (10–30 %)	+ 3 (elevato, > 30 %)
Tenore in sostanza organica del suolo	– 5 (molto elevato)	0 (moderato)	+ 5 (limitato)
Gestione del suolo	– 3 (suolo lavorato)		+ 10 (suolo inerbito)

Tabella 4. Correzione della concimazione N per ribes, uva spina, mirtillo e piccoli frutti arbustivi alternativi. Ogni unità di correzione corrisponde a 1 kg di N/ha da sottrarre (–) o da aggiungere (+) alla norma (Bertschinger et al. 2003; Ançay et al. 2012).

Parametri da valutare per ridurre (–) o aumentare (+) la concimazione N	kg/ha		
Vigore (lunghezza dei fusti)	– 15 (eccessivo)	0 (normale)	+ 15 (limitato)
Caduta delle foglie	– 4 (tardiva; gelo invernale)	0 (normale)	+ 3 (precoce)
Volume occupato dai sassi (scheletro)	– 3 (limitato, < 10 %)	0 (10–30 %)	+ 3 (elevato, > 30 %)
Tenore in sostanza organica del suolo	– 5 (molto elevato)	0 (moderato)	+ 5 (limitato)
Gestione del suolo	– 3 (suolo nudo)		+ 3 (suolo inerbito)
Produzione su segatura, cippato o altro substrato organico			+ 30

5.2 Concimazione fosfatica, potassica e magnesiacca

I concimi disponibili sul mercato contenenti elementi nutritivi poco dilavabili (P, K, Mg) vanno distribuiti in primavera, a partire dal risveglio vegetativo. Nel caso del lampone, sensibile ai concimi contenenti Cl, il K va somministrato sotto forma di SO_4^{2-} . Nei suoli con pH da neutro ad alcalino, è necessario usare concimi acidificanti per migliorare la disponibilità dei microelementi come Fe e Mn. Quando il pH è superiore a 7,0, bisogna eseguire concimazioni fogliari complementari con chelato di Fe e chelato di Mn.

6. Concimazione del mirtillo

La concimazione N del mirtillo si può adattare secondo le indicazioni della tabella 4. Se il mirtillo si pianta su un substrato organico diverso dalla torba, può essere necessario maggiorare la norma di concimazione N di 20–30 unità, per garantirne la crescita ottimale.

Quando i mirtilli sono coltivati su materiale organico non compostato (trucioli, fibre di legno, segatura), è necessario un apporto specifico di 100 kg N/ha nell'anno di distribuzione del substrato, per compensare l'immobilizzazione dell'N da parte dei microrganismi che lo decompongono.

Nel caso di impianti di mirtillo su substrato organico, la concimazione riguarda l'intera superficie. Nei sistemi di coltivazione messi a punto dal FiBL a Frick, la concimazione N si localizza vicino alle piante e si raccomanda di frazionarla (ogni tre o quattro settimane) dall'inizio del risveglio vegetativo fino alla metà di agosto.

Nel caso di mirtilli coltivati in vaso, o quando si pratica l'irrigazione goccia a goccia, gli elementi nutritivi si possono distribuire in forma liquida, ricorrendo alla fertirrigazione (figura 2).

Il mirtillo è una pianta acidofila, sensibile all'eccesso di calcare (CaCO_3), alla carenza di K e agli squilibri in microelementi, come zinco (Zn) e boro (B). Esso va concimato con

concimi ad azione acidificante, come il $[(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4]$, il solfato di potassio (K_2SO_4), il solfato di magnesio (MgSO_4) e alcuni concimi fosfatici.

7. Fertirrigazione

La fertirrigazione (irrigazione fertilizzante) consente di fornire acqua ed elementi nutritivi alle colture tramite l'impianto d'irrigazione goccia a goccia.

La fertirrigazione può contribuire ad accrescere la resa e a migliorare la qualità della produzione dei piccoli frutti coltivati. Essa è indispensabile quando si eseguono impianti su suolo lavorato e rinalzato, quindi ricoperto con pacciamatura plastica nera.

La fertirrigazione richiede lo stoccaggio di una soluzione fertilizzante concentrata (soluzione madre) in un serbatoio. Tale soluzione è costituita da concimi solubili in acqua per evitare la formazione di precipitati, che otturerebbero le componenti dell'impianto d'irrigazione. I concimi contenenti calcio (Ca) vanno evitati proprio perché precipitano facilmente. La soluzione madre si distribuisce con una pompa di dosaggio. Una volta che la dose giornaliera o settimanale è passata nel circuito, si deve continuare a irrigare solo con acqua per risciacquare le tubature.

Con la fertirrigazione, solo una piccola parte del volume complessivo del suolo riceve acqua e concime. Siccome le radici delle piante coltivate si concentrano proprio in questa zona, è importante fornire a questo piccolo volume di suolo tutti gli elementi nutritivi necessari. La fertirrigazione, se comprensiva di tutti gli elementi nutritivi, è dunque positiva per la coltura, dato che ne favorisce la crescita e la resa. Quando il pH del suolo è elevato ($\text{pH} > 7,5$), è consigliabile apportare Fe e Mn sotto forma di chelati tramite concimazione fogliare.

La quantità di elementi nutritivi distribuita a ogni apporto dipende da numerosi fattori: periodo di concimazione, fertilità del suolo e numero di apporti previsto per la coltura (tabelle 5 e 6).



Figura 2. Mirtilli in vaso: prova varietale allestita presso Agroscope a Conthey (fotografia: Agroscope).

Tabella 5. Fertirrigazione goccia a goccia per colture annuali di piccoli frutti, come fragola e lampone, coltivati in campo aperto: periodo di concimazione, numero di apporti (n.) e quantità di elementi nutritivi per singolo apporto.

Periodo di concimazione	Anno d'impianto:	da due settimane dopo la piantagione fino a metà settembre
	Anno di raccolta:	dalla comparsa delle nuove foglie primaverili a metà della raccolta
Numero di apporti	Con frequenza da giornaliera a settimanale	
Quantità di elementi nutritivi per singolo apporto	Fragola:	
	Anno d'impianto:	30 % Norma _{corr} / n. di apporti previsto
	Anno di raccolta:	70 % Norma _{corr} / n. di apporti previsto
	Lampone unifero:	
	Anno d'impianto:	40 % Norma _{corr} / n. di apporti previsto
	Anno di raccolta:	60 % Norma _{corr} / n. di apporti previsto
Lampone rifiorente:		
Impianto e raccolta nello stesso anno:		100 % Norma _{corr} / n. di apporti previsto

Norma_{corr} = norma di concimazione corretta in funzione dei risultati dell'analisi del suolo.

Tabella 6. Fertirrigazione goccia a goccia per colture pluriennali di piccoli frutti, come lampone, mora, ribes, uva spina, mirtillo e piccoli frutti arbustivi alternativi, coltivati in campo aperto: periodo di concimazione, numero di apporti (n.) e quantità di elementi nutritivi per singolo apporto

Periodo di concimazione	Dalla comparsa delle nuove foglie primaverili alla fine della raccolta
Numero di apporti	Con frequenza da giornaliera a settimanale
Quantità di elementi nutritivi per singolo apporto	Norma _{corr} / n. di apporti previsto

Norma_{corr} = norma di concimazione corrette in funzione dei risultati dell'analisi del suolo.

8. Fragola, lampone e mora su substrato

8.1 Substrato

Nel caso di colture coltivate su substrato, il volume ridotto a disposizione delle radici, con conseguente effetto tampone esiguo, e l'assenza di elementi nutritivi nel substrato richiedono l'apporto regolare di una soluzione nutritiva equilibrata e adatta all'evoluzione del fabbisogno della coltura durante le sue fasi di sviluppo. La gestione degli apporti di soluzione nutritiva e la sua composizione in nutrienti sono d'importanza capitale per il successo nella coltivazione di piccoli frutti su substrato (figure 3 e 4).

8.2 Soluzione nutritiva

La soluzione nutritiva deve contenere sia macroelementi (N, P, K, Mg, S, Ca) sia microelementi (Fe, Mn, Zn, B, Cu, Mo). Va preparata tenendo conto del valore nutritivo dell'acqua della rete idrica, dal momento che i suoi tenori in elementi minerali possono essere considerevoli e coprire i fabbisogni in SO_4^{2-} , Ca e Mg.

Il tenore in nutrienti dell'acqua della rete dipende dalla sua origine (sorgente, falda freatica, lago) e può variare sensibilmente, anche nel corso del periodo vegetativo. Nel caso ideale, la conducibilità elettrica (EC) dell'acqua, indice della sua



Figura 3. Le fragole coltivate su substrato rendono di più e si raccolgono più facilmente (fotografia: Agroscope).



Figura 4. Negli ultimi anni, si sono diffusi i lamponi coltivati su substrato (fotografia: Agroscope).

salinità, della rete idrica non dovrebbe superare 0,5 mS/cm. Se supera 1 mS/cm, si rischia di riscontrare problemi di accumulo di certi elementi, con conseguenti squilibri nutrizionali, in particolare in impianti di fertirrigazione a ciclo chiuso. Per preparare le soluzioni nutritive si possono usare sia concimi composti sia concimi semplici. Il ricorso ai primi è adatto soprattutto alle piccole realtà produttive. Nel caso di grandi superfici colturali, invece, si giustifica l'impiego di concimi semplici, perché più economici. La composizione ottimale in elementi nutritivi della soluzione per fragola, lampone e mora è riportata nella tabella 7.

Tabella 7. Composizione ottimale in elementi nutritivi, EC e pH della soluzione nutritiva per fragola, lampone e mora (Lieten 1999; Guerineau 2003; Ançay et al. 2012).

Periodo vegetativo	Crescita vegetativa	Fioritura e raccolta
EC (mS/cm)	1,2 (0,8–1,6)	1,4 (0,8–1,8)
pH	5,8 (5,2–6,4)	5,8 (5,2–6,4)
Macroelementi (mmol/l)		
NH ₄ ⁺	1,0	0,0
K ⁺	3,5	5,5
Ca ²⁺	4,5	3,5
Mg ²⁺	1,5	1,5
NO ₃ ⁻	10,5	11,0
SO ₄ ²⁻	1,5	1,5
H ₂ PO ₄ ⁻	1,5	1,5
Microelementi (μmol/l)		
Fe	15–20	15–20
Mn	15–20	15–20
Zn	7,5–10	7,5–10
B	8–12	8–12
Cu	0,7–1,0	0,7–1,0
Mo	0,3–0,5	0,3–0,5

EC = conducibilità elettrica

8.3 Preparazione della soluzione nutritiva utilizzando concimi composti

Se necessario, è possibile completare la soluzione con concimi semplici. La concentrazione della soluzione madre è generalmente 100 volte maggiore di quella della soluzione nutritiva.

Così facendo, quest'ultima si può dosare semplicemente usando una pompa di dosaggio tipo «Dosatron».

In funzione della qualità dell'acqua della rete idrica e del tipo di concime utilizzato, è necessario lavorare con una seconda pompa di dosaggio per regolare il pH.

8.4 Preparazione della soluzione nutritiva utilizzando concimi semplici

Un'altra possibilità è la preparazione della soluzione nutritiva a partire da concimi semplici (tabella 8). Per ottenere una soluzione madre equilibrata, si deve calcolare la quantità necessaria di ciascun concime semplice. La concentrazione della soluzione madre è, generalmente, da 100 a 200 volte maggiore di quella della soluzione nutritiva finale ed è limitata dalla solubilità degli elementi che la compongono. Vale la regola secondo cui non si deve miscelare il Ca con concimi contenenti solfati o fosfati per evitare la formazione di precipitati. Per ovviare a questo problema, si preparano le componenti incompatibili della soluzione madre in due vasche separate. Gli acidi possono essere diluiti in una terza vasca per facilitare la gestione del pH. L'aggiunta di microelementi va fatta nella vasca contenente fosfati e solfati, quella di Fe nella vasca del Ca.

Con questo tipo d'impianto, la soluzione nutritiva si dosa usando tre pompe di dosaggio tipo «Dosatron» oppure tramite un'installazione automatizzata che miscela e gestisce il tutto (figura 5). In entrambi i casi, le pompe di dosaggio possono iniettare il concime sia direttamente nella rete di fertirrigazione sia in una vasca di miscelazione, in cui vengono convogliate anche le acque di riciclaggio, nel caso si tratti di un impianto di fertirrigazione a ciclo chiuso.

Tabella 8. Preparazione della soluzione per fertirrigazione a ciclo aperto partendo da concimi semplici.

Concime per 100 litri di soluzione madre	Crescita vegetativa			Fioritura e raccolta		
	Vasca A	Vasca B	Vasca C	Vasca A	Vasca B	Vasca C
Regolazione della pompa di dosaggio	0,8–1,2 %	0,8–1,2 %	0,5–1,5 % (qualità dell'acqua)	0,8–1,2 %	0,8–1,2 %	0,5–1,5 % (qualità dell'acqua)
Diidrogenofosfato di potassio KH ₂ PO ₄	2,0 kg			2,0 kg		
Solfato di magnesio MgSO ₄ · 7H ₂ O	3,7 kg			3,7 kg		
Miscela di microelementi per la coltivazione su substrato	0,15 kg			0,15 kg		
Nitrato di potassio KNO ₃		2 kg			4,0 kg	
Nitrato di calcio 5(Ca(NO ₃) ₂ · 2H ₂ O)NH ₄ NO ₃		7,6 kg			5,4 kg	
Acido nitrico HNO ₃ – 60 % (d = 1,37)			2 litri			2 litri



Figura 5. Installazione automatizzata per la preparazione della soluzione nutritiva destinata a piccoli frutti coltivati su substrato (fotografia: Agroscope).

8.5 Distribuzione della soluzione nutritiva

La durata e la frequenza degli apporti di soluzione nutritiva si devono adattare in funzione dei seguenti parametri:

- volume e ritenzione d'acqua del substrato;
- stadio di sviluppo delle piante coltivate;
- condizioni climatiche (intensità luminosa).

In generale, va prevista una fertirrigazione fissa ad inizio giornata e irrigazioni successive regolate da un solarimetro. L'ultima irrigazione va fatta entro le 18.00, per permettere al substrato di asciugare prima che scenda la notte. Utilizzando irrigatori autocompensanti, di solito è sufficiente irrigare da due a tre minuti, a seconda del volume di substrato da bagnare. Nel caso di substrati che hanno capacità di ritenzione idrica inferiore alla torba, come quelli a base di fibre di cocco, vanno previsti tempi d'irrigazione più brevi abbinati a frequenze d'intervento maggiori.

Il drenaggio giornaliero si deve situare tra il 10 e il 15% della soluzione distribuita per impianti a ciclo aperto, mentre può superare il 25% nel caso di impianti a ciclo chiuso. È necessario controllare regolarmente (come minimo due o tre volte alla settimana) sia le quantità d'acqua distribuite sia il volume di drenaggio, per assicurarsi che la pianificazione della fertirrigazione sia rispettata e che l'impianto funzioni correttamente. Durante queste verifiche, vanno controllati anche EC e pH (figura 6).

8.6 Adattamento della soluzione nutritiva

Le quantità d'acqua e di elementi nutritivi assorbite dalle colture variano in funzione della varietà, dello stadio di sviluppo e dell'intensità luminosa. Per questo motivo, l'EC della soluzione nutritiva va adattata durante la stagione a seconda della varietà e dello sviluppo della pianta considerata (tabella 9). L'EC si può aumentare di 0,2 unità qualora il cielo sia nuvoloso e ridurre dello stesso fattore se il tempo è soleggiato.

Per correggere e adattare l'equilibrio della soluzione nutritiva al fabbisogno della coltura, è indispensabile analizzare regolarmente la composizione della soluzione nutritiva e di quella di drenaggio. Solitamente, le analisi si effettuano ogni cinque o sei settimane negli impianti a ciclo aperto e ogni tre o quattro settimane in quelli a ciclo chiuso.



Figura 6. Verifica dei valori di pH e di EC di una soluzione nutritiva (fotografia: Agroscope).

La misura dell'EC della soluzione drenata rispecchia l'intensità relativa dell'assorbimento dell'acqua e degli elementi nutritivi da parte della coltura. Essa indica la concentrazione totale in elementi nutritivi, ma non dà informazioni sul tenore di ciascuno di essi. Nei periodi molto caldi, la pianta consuma più acqua che elementi nutritivi, mentre quando la luce scarseggia assorbe relativamente più nutrienti. Per favorire un buono sviluppo vegetativo e la produzione di frutti di qualità, nonché per evitare aborti fiorali o bruciate sulle radici, l'EC della soluzione di drenaggio va controllata regolarmente; essa non deve superare 2 mS/cm. In caso si superi questo valore, si deve irrigare per uno o due giorni solo con acqua.

Tutte le differenze di valori superiori al 20% tra EC della soluzione drenata e EC della soluzione nutritiva necessitano un aggiustamento del valore della soluzione madre.

Il pH della soluzione di drenaggio può variare da 5 a 7 senza conseguenze sul comportamento delle piante.

Tabella 9. Variazioni di EC e di pH delle soluzioni nutritive per le colture di piccoli frutti in funzione del loro stadio di sviluppo (Lieten 1999; Guérineau 2003; Ançay et al. 2012).

Stadio di sviluppo	Varietà unifere (EC)	Varietà rifioranti (EC)	Tutte le varietà (pH)
Inizio vegetazione	1,2	0,8-1,0	5,8
Fioritura	1,6	1,2-1,4	5,8
Fruttificazione	1,2	1,0-1,2	5,8

EC = conducibilità elettrica

8.7 Fertirrigazione a ciclo aperto o a ciclo chiuso

Gli impianti a ciclo aperto consentono di distribuire una soluzione nutritiva «fresca» ogni volta che si irriga. Le acque di drenaggio (effluenti) devono essere recuperate e riutilizzate per altre colture. Tale riutilizzo presuppone la conoscenza del tenore in elementi nutritivi della soluzione drenata, poiché i dati vanno inseriti in «Suisse-Bilanz».

Gli impianti a ciclo chiuso assicurano il riciclaggio dinamico degli effluenti sulla coltura fertirrigata. Il riciclaggio completo riutilizza la soluzione di drenaggio, la cui composizione varia in funzione dell'assorbimento degli elementi nutritivi da parte della pianta. Possono verificarsi accumuli di certi elementi e squilibri tra nutrienti, da cui la necessità di effettuare regolarmente (ogni tre o quattro settimane) analisi complete degli effluenti, per riequilibrare la soluzione nutritiva di partenza. Nel complesso, il riciclaggio consente di risparmiare quantità notevoli di acqua e concime. Attualmente, le tecniche di riciclaggio della soluzione nutritiva consistono essenzialmente nell'adattare l'EC della soluzione, ottenuta miscelando la soluzione di drenaggio con acqua, ai parametri previsti per la fertirrigazione.

In entrambi i casi, bisogna prevedere un volume di stoccaggio delle soluzioni drenate proporzionato alla superficie irrigata. Si può stimare un volume quotidiano di effluenti pari a circa 0,2–0,5 l/m².

9. Bibliografia

- Ançay A., Carlen C. & Sigg P., 2012. Düngungsgrundlagen. In: Handbuch Beeren, Anonymus, Schweizer Obstverband (éd.), Zug, 149 pp.
- Bertschinger L., Gysi C., Häseli A., Neuweiler R., Pfammatter W., Ryser J.-P., Schmid A. & Weibel F., 2003. Données de base pour la fumure en arboriculture fruitière. FAW fascicule 15, Wädenswil, 48 pp.
- Guerineau C., 2003. La culture du fraisier sur substrat. Réalisation Ctifl et Cifref. Editions Ctifl, Paris, 165 pp.
- Lieten P., 1999. Guidelines for nutrient solutions, peat substrate and leaf values of Elsanta strawberries. Communication COST ACTION 836, Integrated Research in Berries, 2^d meeting WG4, Nutrition and soilless culture, Versailles.
- Neuweiler R., Bertschinger L., Stamp P. & Feil B., 2003. The impact of ground cover management on soil nitrogen levels parameters of vegetative crop development, yield and fruits quality of strawberries. *European Journal of Horticultural Science* 86 (4), 189–191.
- Pivot D. & Gillioz J., 2000. Fraisier hors sol: alimentation minérale en solution recyclée. *Revue suisse de Vitic. Arboric. Hortic.* 32, (4), 207–210.
- Pivot D., Gilli C. & Carlen C., 2005. Données de base pour la fumure des cultures de légumes, de fleurs et de fraises sur substrat. *Revue suisse de Vitic., Arboric. Hortic.* 34 (4), 3–8.

10. Indice delle tabelle

Tabella 1. Norme di concimazione per piccoli frutti. Le norme si riferiscono alle rese stimate riportate in tabella.....	14/4
Tabella 2. Frazionamento della concimazione N per la fragola.	14/4
Tabella 3. Correzione della concimazione N per lampone e mora. Ogni unità di correzione corrisponde a 1 kg di N/ha da sottrarre (-) o da aggiungere (+) alla norma.	14/5
Tabella 4. Correzione della concimazione N per ribes, uva spina, mirtillo e piccoli frutti arbustivi alternativi. Ogni unità di correzione corrisponde a 1 kg di N/ha da sottrarre (-) o da aggiungere (+) alla norma.	14/5
Tabella 5. Fertirrigazione goccia a goccia per colture annuali di piccoli frutti, come fragola e lampone, coltivati in campo aperto: periodo di concimazione, numero di apporti (n°) e quantità di elementi nutritivi per singolo apporto.	14/7
Tabella 6. Fertirrigazione goccia a goccia per colture pluriennali di piccoli frutti, come lampone, mora, ribes, uva spina, mirtillo e piccoli frutti alternativi, coltivati in campo aperto: periodo di concimazione, numero di apporti (n°) e quantità di elementi nutritivi per singolo apporto.	14/7
Tabella 7. Composizione ottimale in elementi nutritivi, EC e pH della soluzione nutritiva per fragola, lampone e mora.	14/8
Tabella 8. Preparazione della soluzione per fertirrigazione a ciclo aperto partendo da concimi semplici.	14/8
Tabella 9. Variazioni di EC e di pH delle soluzioni nutritive per le colture di piccoli frutti in funzione del loro stadio di sviluppo.	14/9

11. Indice delle figure

Figure 1. Fragole ad inizio fioritura: le fragole sono i piccoli frutti più coltivati in Svizzera.	14/3
Figure 2. Mirtilli in vaso: prova varietale allestita presso Agroscope a Conthey.	14/6
Figure 3. Le fragole coltivate su substrato rendono di più e si raccolgono più facilmente.	14/7
Figure 4. Negli ultimi anni, si sono diffusi i lamponi coltivati su substrato.	14/7
Figure 5. Installazione automatizzata per la preparazione della soluzione nutritiva destinata a piccoli frutti coltivati su substrato.	14/9
Figure 6. Verifica dei valori di pH e di EC della soluzione nutritiva.	14/9

