



Guida alla concimazione

Anno 2012

Indice	
SEZIONE 1 - PARTE GENERALE	1
Capitolo 1. Il suolo e le sue caratteristiche. Il campionamento	1
1. Il suolo e le sue proprietà	1
2. Le caratteristiche fisiche dei suoli	1
3. Le caratteristiche chimiche dei suoli	4
4. Importanza e funzione dei principali nutrienti	7
5. Identificazione di un appezzamento omogeneo	10
6. Metodica ufficiale “Modalità di prelevamento di campioni di suolo da sottoporre ad analisi”	11
6.1 Definizioni	11
6.2 Attrezzature	12
6.3 Numero e ripartizioni dei campioni elementari	12
6.4 Modalità di campionamento	12
6.5 Profondità di campionamento	14
6.6 Prelievo del campione elementare	14
6.7 Condizionamento dei campioni finali	14
6.8 Verbale di campionamento	14
7. Bibliografia	15
Capitolo 2. Analisi del suolo	16
1. Analisi fisico-chimiche	16
2. Le analisi accessorie	16
3. Le metodiche ufficiali	17
4. Scheletro. Metodica ufficiale	18
4.1 Valutazione agronomica	18
4.2 Approfondimenti	18
5. Tessitura. Metodica ufficiale	19
5.1 Valutazione agronomica	19
5.2 Approfondimenti	19
6. Reazione del suolo (pH). Metodica ufficiale	20
6.1 Valutazione agronomica	20
6.2 Elementi di Buona Pratica Agricola	22
6.3 Approfondimenti	23
7. Conduttività elettrica. Metodica ufficiale	24
7.1 Valutazione agronomica	24
7.2 Elementi di Buona Pratica Agricola	25
7.3 Approfondimenti	25
8. Calcare totale ed attivo. Metodica ufficiale	26
8.1 Valutazione agronomica	26
8.2 Elementi di Buona Pratica Agricola	26
8.3 Approfondimenti	27
9. Carbonio organico. Metodica ufficiale	28
9.1 Valutazione agronomica	28
9.2 Elementi di Buona Pratica Agricola	29
9.3 Approfondimenti	30

10. Azoto totale. Metodica ufficiale	31
10.1 Valutazione agronomica	31
10.2 Elementi di Buona Pratica Agricola	31
10.3 Approfondimenti	32
11. Fosforo assimilabile. Metodica ufficiale	33
11.1 Valutazione agronomica	33
11.2 Approfondimenti	33
12. Capacità di scambio cationico (C.S.C.). Metodica ufficiale	34
12.1 Valutazione agronomica	34
12.2 Elementi di Buona Pratica Agricola	34
12.3 Approfondimenti	35
13. Basi di scambio (Ca, Mg, K, Na). Metodica ufficiale	36
13.1 Valutazione agronomica	36
13.2 Approfondimenti	37
14. Grado di saturazione in basi	38
14.1 Valutazione agronomica	38
14.2 Approfondimenti	38
15. Percentuale di sodio scambiabile (ESP)	39
15.1 Valutazione agronomica	39
15.2 Approfondimenti	39
16. Rapporto C/N	40
16.1 Elementi di Buona Pratica Agricola	40
16.2 Approfondimenti	40
17. Rapporto Mg/K	41
17.1 Valutazione agronomica	41
17.2 Approfondimenti	41
18. Bibliografia	43
Capitolo 3. Analisi delle acque	44
1. Analisi chimiche. Metodica ufficiale	44
2. Bibliografia	45
Capitolo 4. Disponibilità dei nutrienti in un terreno e loro impatto ambientale	46
1. Bibliografia	51
SEZIONE 2 - SCHEDE COLTURALI	52
Piante arboree	54
Concimazione d'impianto degli arboreti	55
<i>Actinidia</i>	56
<i>Agrumi</i>	57
<i>Albicocco</i>	59
<i>Castagno da frutto</i>	60
<i>Ciliegio</i>	61
<i>Fico</i>	62
<i>Kaki</i>	63
<i>Melo</i>	64

<i>Nocciolo</i>	65
<i>Noce</i>	66
<i>Olivo</i>	67
<i>Pero</i>	68
<i>Pesco</i>	69
<i>Susino</i>	70
<i>Vite</i>	71
Piante erbacee da pieno campo	72
<i>La fertilizzazione organica delle specie erbacee da pieno campo</i>	73
<i>Avena</i>	74
<i>Barbabietola</i>	75
<i>Carciofo</i>	76
<i>Cece</i>	77
<i>Colza</i>	78
<i>Erbai</i>	79
<i>Erba medica</i>	80
<i>Fagiolo</i>	82
<i>Favino</i>	83
<i>Frumento duro</i>	84
<i>Frumento tenero</i>	85
<i>Girasole</i>	86
<i>Loiessa</i>	87
<i>Mais</i>	88
<i>Orzo</i>	89
<i>Patata</i>	90
<i>Pisello</i>	91
<i>Pomodoro da industria pieno campo</i>	92
<i>Pomodoro da mensa pieno campo</i>	93
<i>Prati</i>	94
<i>Soia</i>	96
<i>Sorgo</i>	97
<i>Tabacco</i>	98
Orticole	99
<i>La fertilizzazione organica delle specie orticole</i>	100
<i>Aglione</i>	101
<i>Anguria</i>	102
<i>Asparago</i>	103
<i>Bietola</i>	104
<i>Carota</i>	105
<i>Cavolfiore e Cavolo Broccolo</i>	106
<i>Cavolo Cappuccio e Cavolo verza</i>	107
<i>Cetriolo</i>	108
<i>Cipolla</i>	109
<i>Fagiolino</i>	110
<i>Fava</i>	111
<i>Finocchio</i>	112
<i>Fragola</i>	113
<i>Indivia</i>	114
<i>Lattuga</i>	115

<i>Melanzana</i>	116
<i>Melone</i>	117
<i>Peperone</i>	118
<i>Pomodoro da mensa coltura protetta</i>	119
<i>Spinacio</i>	120
<i>Zucca</i>	121
<i>Zucchini</i>	122
SEZIONE 3 - CALCOLO DELLE UNITÀ DI CONCIME	123
Come calcolare le unità di concime	124
1. Concimazione delle colture erbacee annuali e ortive	125
1.1 Concimazione azotata	125
1.2 Concimazione fosfatica	129
1.3 Concimazione potassica	132
2. Concimazione delle colture arboree	135
2.1. Concimazione di allevamento e produzione. Concimazione azotata, fosfatica e potassica	135
3. Caratteristiche dei principali concimi	137
3.1 Concimi azotati	138
3.1.1 Concimi azotati organici	138
3.1.1.1 <i>Deiezioni animali</i>	138
3.1.1.2 <i>Sovescio</i>	140
3.1.1.3 <i>Urea</i>	141
3.1.1.4 <i>Fertilizzanti organici commerciali</i>	141
3.1.2 Concimi azotati minerali	141
3.1.2.1 <i>Calciocianammide</i>	141
3.1.2.2 <i>Solfato Ammonico</i>	141
3.1.2.3 <i>Concimi nitrici</i>	141
3.1.2.4 <i>Concimi nitrato-ammoniacali</i>	141
3.2 Concimi fosfatici	142
3.2.1 Concimi fosfatici solubili	142
3.2.2 Concimi fosfatici iposolubili	142
3.2.3 Concimi fosfatici insolubili	142
3.3 Concimi potassici	142
3.4 Concimi composti e/o complessi	143
3.5 Efficienza dei fertilizzanti	143
3.5.1. Efficienza degli effluenti zootecnici e degli altri fertilizzanti organici	143
3.5.2 Efficienza del letame	145
3.5.3 Efficienza degli ammendanti	146
3.5.4 Efficienza dei concimi di sintesi	146
Allegati	
Allegato 1. Formule di conversione	147
Allegato 2. Tabella riepilogativa delle rese, delle asportazioni colturali e delle profondità radicali	148

Capitolo 1

IL SUOLO E LE SUE CARATTERISTICHE. IL CAMPIONAMENTO

1. Il suolo e le sue proprietà

Il suolo, che ha come sinonimo il terreno, è una risorsa naturale fondamentale e non rinnovabile, costituito dall'insieme dei corpi naturali esistenti sulle superficie terrestri, in luoghi modificati o addirittura creati dall'uomo con materiali terrosi, contenente materia vivente e capace di far vivere piante all'aperto [12].

Il terreno è costituito da:

- una fase solida, definita dalla presenza di componenti inorganici (frammenti di rocce, minerali primari e secondari, materiali amorfi) e organici (residui vegetali ed animali, sostanze umiche, biomassa);
- una fase liquida, rappresentata dall'acqua che circola nel suolo, in cui sono disciolte sostanze inorganiche ed organiche o dispersi in sospensione colloidali di varia natura;
- una fase gassosa, miscela di gas e vapori, di composizione analoga a quella dell'aria, ma con un maggiore contenuto di vapore acqueo ed anidride carbonica ed un minore contenuto di ossigeno [10].

Fondamentalmente le funzioni del terreno sono due:

1. abitabilità, determinata da diverse sue caratteristiche: profondità, porosità e permeabilità (che influenzano la disponibilità di ossigeno), temperatura, presenza/assenza di parassiti e sostanze tossiche, pH;
2. nutrizione, legata alla presenza e disponibilità di nutrienti ed acqua, alla presenza di colloidali ed all'attività microbica.

Formattati: Elenchi puntati e numerati

2. Le caratteristiche fisiche dei suoli

Il terreno è costituito da particelle più o meno minute, originate da detriti rocciosi alterati, che formano spazi vuoti, le cui dimensioni dipendono dalla grossezza delle particelle stesse [5].

La grandezza e la proporzione delle diverse particelle elementari e dei relativi spazi vuoti definiscono la *tessitura*, mentre la loro disposizione ed il loro stato di aggregazione costituiscono la *struttura*.

La **tessitura** è una proprietà statica del terreno [5], che svolge un ruolo fondamentale nel determinare alcune caratteristiche fisico-chimiche del terreno stesso (struttura, parametri idrologici, capacità di scambio cationico, etc.).

Le particelle di terreno vengono in genere classificate in base al diametro secondo scale convenzionali, di cui le più diffuse sono il sistema classificatorio di Atterberg, adottato anche dalla Società Internazionale della Scienza del Suolo (SISS), e il sistema classificatorio proposto dall'USDA (United States Department of Agriculture).

La classificazione USDA è quella maggiormente usata, e prevede la seguente distinzione:

- scheletro: particelle > 2mm;
- sabbia molto grossa: particelle comprese tra 2 e 1 mm;
- sabbia grossa: particelle comprese tra 1 e 0.5 mm;
- sabbia media: particelle comprese tra 0.5 e 0.25 mm;
- sabbia fine: particelle comprese tra 0.25 e 0.10 mm;
- sabbia molto fine: particelle comprese tra 0.10 e 0.05 mm;
- limo grosso: particelle comprese tra 0.05 e 0.02 mm;
- limo fine: particelle comprese tra 0.02 e 0.002 mm;
- argilla: particelle < 0.002 mm.

Tuttavia, per le analisi utili alla redazione dei piani di concimazione, è sufficiente determinare solo le tre principali frazioni granulometriche della cosiddetta **terra fine**:

- sabbia: particelle comprese tra 2 e 0.05 mm;

- limo: particelle comprese tra 0.05 e 0.002 mm;
- argilla: particelle < 0.002 mm.

Lo scheletro, infatti, è un costituente inerte che non partecipa ai fenomeni di adsorbimento e desorbimento degli elementi nutritivi, esso determina una certa incoerenza ed una scarsa capacità di trattenere l'acqua, oltre a comportare, soprattutto per le particelle più grossolane, grosse difficoltà alle lavorazioni.

La diversa proporzione di sabbia, limo e argilla conferisce caratteristiche particolari in funzione del rapporto in cui si presentano nel suolo.

Una volta determinate le percentuali di sabbia, limo ed argilla, per stabilire l'attribuzione della **classe tessiturale** al suolo è necessario avvalersi del **triangolo tessiturale** (figura 1). Sui lati di un triangolo equilatero sono riportati, rispettivamente, i valori di sabbia, limo ed argilla. All'interno sono definiti una serie di poligoni, ognuno dei quali individua la classe tessiturale, determinabile dall'incrocio dei valori delle tre frazioni granulometriche

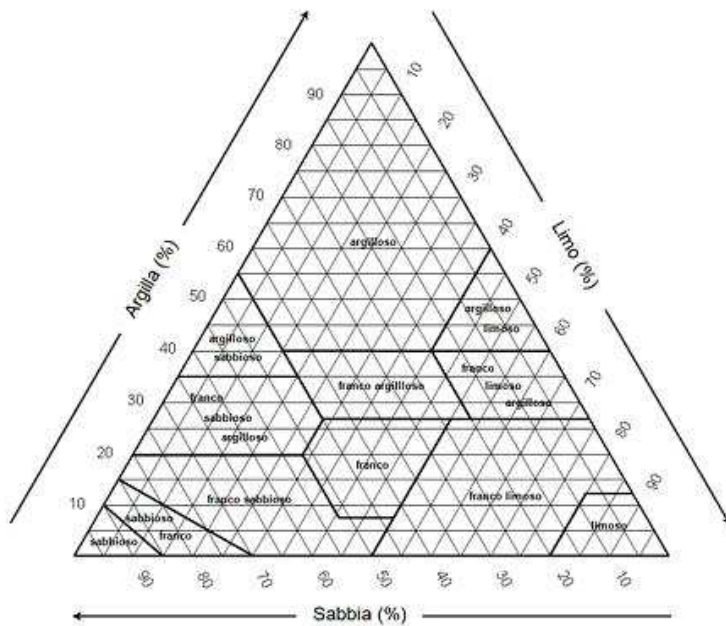


Figura 1 Diagramma tessiturale USDA [10]

La sabbia conferisce scioltezza al terreno, facilita le lavorazioni e l'infiltrazione dell'acqua, ma allo stesso tempo determina una certa povertà chimica, perché trattiene scarsamente gli elementi nutritivi. L'argilla è di certo la parte più attiva per ciò che riguarda la reattività chimica, la nutrizione dei vegetali e la capacità di trattenere l'acqua, ma un'eccessiva presenza comporta ostacolo alla circolazione dell'acqua e dell'aria e maggiore difficoltà nelle lavorazioni, soprattutto con terreno non "in tempera". Il limo, infine, presenta caratteristiche intermedie tra la sabbia fine e l'argilla, non conferisce struttura, anzi intasa e determina una bassa permeabilità dei terreni, che si presentano polverosi allo stato secco e fangosi allo stato umido; inoltre i terreni limosi sono generalmente poveri di elementi nutritivi e risultano produttivi solo con buone concimazioni organiche e chimiche.

Il terreno ottimale per la coltivazione è quello *franco*, caratterizzato da un equilibrio tra le particelle (75-80% di sabbia, 10-15% di limo, 5-10% di argilla) e con un contenuto in sostanza organica compreso tra il 3 e il 5%.

La **struttura** del suolo si riferisce al modo con cui le particelle primarie (sabbia limo e argilla) si aggregano tra loro in particelle composte (aggregati) separate dalle particelle composte adiacenti da superfici di rottura [12].

A differenza della tessitura, la struttura è una proprietà dinamica del terreno, variabile da stagione a stagione, o anche da mese a mese [5], perché le particelle mostrano una differente tendenza ad aggregarsi o a disperdersi, a seconda dello stato in cui si trova il terreno. Infatti gli aggregati si originano sotto l'azione di agenti specifici di formazione e conservano una determinata configurazione grazie alle forze di coesione, che variano in funzione di diversi fattori: tessitura, umidità, etc.

Alla tessitura e alla struttura sono collegate anche altre proprietà del terreno, quali:

- tenacità o coesione, intesa come la resistenza del suolo a penetrazione e schiacciamento e, quindi, all'avanzamento degli organi lavoranti; essa diminuisce all'aumentare dell'umidità ed, a parità del contenuto di umidità, è massima nei suoli argillosi e minima in quelli sabbiosi;
- plasticità, ossia la capacità di cambiare forma in maniera continua sotto l'azione di una forza esterna e di mantenerla anche dopo che la forza ha finito di agire, cioè è indicativa della lavorabilità di un terreno; essa aumenta con il tenore in argilla e con l'umidità fino ad un massimo oltre il quale si ha lo stato fluido, allorquando sparisce l'effetto di una lavorazione che, invece, preferenzialmente dovrebbe essere eseguita con terreno allo stato di "tempera", cioè quando la terra si sgretola senza impastarsi e offre la minima tenacità;
- adesività, cioè la tendenza del terreno ad aderire agli organi lavoranti; essa aumenta con l'umidità ed un'eccessiva adesività è un forte limite all'aratura.

Ancora tra le proprietà fisico-idrologiche di un suolo vanno annoverate:

- porosità, che esprime il rapporto percentuale tra il volume degli spazi vuoti (interstizi tra e nelle particelle) ed il volume totale apparente; essa è costituita da pori con diametro <10 µm (micropori), in cui viene trattenuta acqua con una forza (tensione capillare) superiore alla forza di gravità, e pori con diametro >10 µm (macropori) in cui non c'è acqua ma aria, perché la suddetta forza è inferiore a quella di gravità;
- umidità, che è il contenuto percentuale di acqua presente nel terreno e può essere riferito al suo peso secco oppure al suo volume apparente;
- parametri idrologici, in particolare:
 - ✓ Capacità Idrica Massima (C.I.M.), umidità del terreno quando tutti gli spazi vuoti disponibili di un terreno sono occupati dall'acqua; un terreno in queste condizioni si definisce "saturo", con una percentuale di umidità più o meno eguale (ca. 90%) alla porosità totale.
 - ✓ Capacità Idrica di Campo (C.I.C.), umidità del terreno quando, in seguito alla percolazione, tutta l'acqua contenuta nei macropori (*acqua di percolazione o gravitazionale*) ne esce fino a che nel terreno non resta solo l'acqua (*acqua capillare*) contenuta nei micropori; questa condizione è ideale per la crescita delle piante e l'attività della microflora utile.
 - ✓ Punto di appassimento (P.A.), che si verifica quando ci sono ulteriori perdite di acqua (per evaporazione o traspirazione) che porteranno l'umidità ad un punto oltre il quale le piante non riescono più ad assorbire acqua.

3. Le caratteristiche chimiche dei suoli

La composizione chimica del terreno è estremamente variabile e dipende, oltre che dai componenti mineralogici del substrato pedogenetico, anche dagli altri fattori che hanno contribuito alla sua evoluzione, come il clima, la morfologia, la vegetazione, il tempo, i microrganismi, gli interventi agronomici [4].

Tra le proprietà chimiche e chimico-fisiche di un suolo si annoverano: composizione chimica o contenuto in elementi nutritivi (trattati dettagliatamente in seguito), potere adsorbente, pH, conducibilità elettrica.

La fase liquida del terreno o soluzione circolante, come detto, è costituita da acqua in cui sono disciolti gli elementi nutritivi indispensabili per la sopravvivenza delle piante stesse. Le caratteristiche fondamentali della soluzione circolante sono la composizione e la concentrazione, da cui dipende la capacità delle piante di assorbire i nutrienti.

Numerosi sono i fattori che possono modificare le caratteristiche della soluzione circolante: piogge, irrigazione, temperatura, concimazioni, lavorazioni, attività microbiologica e adsorbimento da parte delle piante.

Pertanto, la fase liquida sarebbe soggetta ad oscillazioni di composizione e concentrazione molto più evidenti di quelle a cui, invece, essa è realmente soggetta, questo perché la fase solida del terreno è dotata di un'importantissima proprietà: la **capacità di scambio ionico**.

Lo scambio ionico è un fenomeno continuo che avviene fra fase solida e fase liquida del terreno, in quanto sia i cationi che gli anioni tendono a ristabilire qualsiasi alterazione dell'equilibrio tra le due fasi, attraverso i processi di *adsorbimento* (passaggio dalla fase liquida alla solida) e *desorbimento* (passaggio dalla fase solida alla liquida) [4].

In particolare, la capacità del terreno di fissare determinati ioni prende il nome di *potere adsorbente*, che è sostanzialmente influenzato dalla presenza nel terreno di colloidali organici (humus) e minerali (complesso delle argille), per i quali si parla, nello specifico, di **capacità di scambio cationico (C.S.C.)**, che si esplica con legami di diversa natura ed è superiore nella frazione organica.

Tabella 1. Capacità di scambio cationica dei principali componenti del suolo

Componenti del suolo	C.S.C (meq/100 g)
Sabbia	3-6
Limo	3-7
Argilla fine	56-63
Argilla grossolana	22-52
Humus	200
Minerali argillosi:	
- Vermiculite	100-150
- Montmorillonite	80-150
- Illite	10-40
- Calonite	3-15

Essa, inoltre, varia nel terreno in funzione di diversi fattori; ad esempio per le argille dipende da: tipo di argilla (nel montmorillonite e nella vermiculite è maggiore che nella caolinite), concentrazione e tipo di catione (il Ca^{2+} è adsorbito più tenacemente del Na^+ e del K^+), pH della soluzione (l'adsorbimento è inferiore a pH bassi).

I legami tra cationi e colloidali sono determinati dalle cariche elettrostatiche; la loro energia dipende da numerosi fattori: valenza, raggio ionico, stato di idratazione, etc. Generalmente la forza del legame segue l'ordine riportato di seguito:

$\text{Li}^+ < \text{Na}^+ < \text{NH}_4^+ < \text{K}^+ < \text{Mg}^{2+} < \text{Ca}^{2+} < \text{Al}^{3+} < \text{Fe}^{3+}$

Lo ione H^+ ha una posizione non generalizzabile.

Allo stesso modo, per il terreno si può parlare anche di capacità di scambio anionica, che è importante soprattutto per ciò che concerne i fosfati, mentre non interessa l'azoto, che nella forma nitrica (NO_3^-) sfugge al potere adsorbente del terreno.

La **reazione** del suolo è espressa dal valore di pH, che è l'espressione dell'attività chimica degli idrogenioni [4] ed influenza entrambe le funzioni di un terreno: abitabilità e nutrizione.

Essa è legata, fondamentalmente, alla natura della matrice litologica e all'andamento dell'evoluzione pedogenetica, quest'ultima strettamente correlata alle condizioni pedoclimatiche che l'hanno accompagnata.

Ma altri fattori, sia interni che esterni, concorrono a determinare variazioni della reazione del suolo: la presenza di particolari sostanze, l'eterogeneità e la microeterogeneità del sistema, le caratteristiche climatiche stagionali, le tecniche colturali (l'aratura profonda può determinare incrementi di pH; la fertilizzazione con concimi minerali costituiti da sali a reazione acida) [4].

In via del tutto teorica il pH di un suolo può oscillare tra 0 e 14, nella realtà i terreni agrari possono essere classificati come di seguito [4]:

- fortemente acidi con $\text{pH} < 5.5$;
- acidi con pH compreso tra 5.5 e 6.0;
- sub-acidi con pH compreso tra 6.0 e 6.8;
- neutri con pH compreso tra 6.8 e 7.3;
- sub-basici con pH compreso tra 7.3 e 8.0;
- basici con pH compreso tra 8.0 e 8.5;
- molto alcalini o alcalini con $\text{pH} > 8.5$.

I terreni acidi si caratterizzano per la modesta attività di microrganismi utili, la carenza di azoto e fosforo dovuta sia a scarsa decomposizione della sostanza organica sia all'insolubilizzazione per il fosforo [4]. Questi terreni si prestano poco ad un'agricoltura redditizia poiché ristretta è la gamma di specie vegetali adatte alla coltivazione in condizioni di pH acido.

I terreni calcarei si definiscono costituzionalmente alcalini (alcalinità indotta da carbonati di calcio o carbonati basici di magnesio) ed hanno valori di pH difficilmente superiori a 8-8.4; essi, inoltre si caratterizzano per la presenza di diversi inconvenienti quali: formazione di crosta, fangosità in presenza di acqua, insolubilizzazione di ferro e fosforo (per esempio con problemi di clorosi ferrica in diverse specie). Questi terreni si prestano alla coltivazione con risultati discreti o anche buoni, se si seguono specifici accorgimenti (opportune lavorazioni, elevate concimazioni minerali e letamiche, interrimento dei residui colturali, etc.) [4].

Oltre all'alcalinità costituzionale suddetta, è possibile trovare in natura terreni con valori di pH generalmente compresi tra 7.1 e 8.5, dovuti ad un'eccessiva presenza di sali solubili come: carbonato di sodio o magnesio, cloruro di sodio, solfato di calcio, etc. [4]. Questi terreni prendono il nome di terreni salini (di essi si parlerà più dettagliatamente a proposito della conduttività elettrica).

Ancora ci sono i terreni alcalini non salini caratterizzati da un pH superiore ad 8.5 (talora arriva anche a 10) in cui, però, il problema principale è costituito dall'eccessiva presenza di sodio scambiabile che interferisce negativamente con la produzione agricola [4].

Infine, esistono i terreni alcalino - salini che presentano caratteristiche intermedie ai due precedenti e si caratterizzano per valori di pH solitamente non superiori a 8.5 o, addirittura 8.2 [4].

Per meglio comprendere le caratteristiche di queste ultime tre tipologie di suolo è indispensabile introdurre il concetto di conduttività elettrica.

La **conduttività elettrica** (ECe) consente di determinare indirettamente la salinità di un suolo, sfruttando la capacità delle soluzioni saline (cioè con ioni disciolti in esse) di trasferire elettricità in misura proporzionale alla concentrazione degli ioni stessi.

È possibile distinguere per i suoli di diverse tipologie di salinità:

- *salinità primaria o naturale*, dovuta a processi geologici, idrologici e pedologici;

- *salinità secondaria o antropica*, dovuta all'attività umana (irrigazioni, concimazioni, etc.).

Infatti, tutti i suoli contengono sali la cui quantità dipende dalle condizioni climatiche, morfologiche, pedologiche ed idrologiche del territorio, ma quando la quantità di sali solubili (solfati, cloruri e bicarbonati di sodio, calcio, potassio e magnesio) diviene eccessiva, tanto da inficiare od ostacolare la produzione delle colture agrarie, si parla di terreno salino [11].

Sono definiti sali solubili tutti i composti chimici che hanno una solubilità superiore a quella del solfato di calcio o gesso (CaSO_4), che è usata come standard con un valore di $0,241 \text{ g cm}^{-3}$ di acqua a 0°C [10].

La concentrazione dei sali è fortemente influenzata dal contenuto d'acqua, dal pH, dalla capacità di scambio cationico, dal potenziale redox, dalla quantità di sostanze umiche, dall'attività microbica [4], nonché da fattori esterni quali il clima e fattori antropici come le acque di irrigazione e le concimazioni più o meno recenti.

Oltre che mediante la conducibilità elettrica, un altro parametro fondamentale per la valutazione della salinità di un suolo è la percentuale di saturazione in sodio di uno scambiatore (colloidi argillosi) (**ESP** - Exchangeable Sodium Percentage):

$$\text{ESP} = \frac{\text{Sodio scambiabile (meq/100g)}}{\text{CSC (meq/100g)}} \times 100$$

Dove CSC è la capacità di scambio cationica ed esprime la somma dei cationi scambiabili presenti sulla superficie dello scambiatore (i valori della formula sono riferiti a 100 grammi di terreno). Tale parametro è di fondamentale importanza, dati gli effetti negativi esercitati dal sodio su alcune proprietà fisico-chimiche del terreno; in particolare esso determina la deflocculazione delle argille, rendendo il terreno astrutturato, duro, impermeabile, asfittico e generalmente con $\text{pH} > 8,5$.

L'U.S. Salinity Laboratory Staff ha classificato i suoli proprio in funzione di ECe, ESP e pH, distinguendo:

- suoli salini: valore di conducibilità elettrica pari o superiore a 4 dS m^{-1} , ESP inferiore al 15% e pH inferiore ad 8,5 [8; 9];
- suoli sodici (o come prima definiti alcalini non salini): percentuale di sodio scambiabile (ESP) uguale o superiore al 15%, conducibilità elettrica inferiore a 4 dS m^{-1} e pH superiore a 8,5 [3; 7; 8; 9];
- suoli salino - sodico: valore di ESP superiore a 15%, valore di ECe superiore a 4 dS m^{-1} e valore di pH superiore a 8,5 [3; 10; 8].

In generale, la salinità causa alle piante tre tipologie di stress: di natura osmotica (aumento della pressione osmotica della soluzione circolante con conseguente maggiore difficoltà da parte delle radici delle piante di assumere acqua), nutrizionale e tossica, che a loro volta si manifestano con effetti:

- *morfologici*: crescita stentata (parti epigee ed ipogee), filloptosi, riduzione della superficie fogliare, riduzione del numero di stomi, cascola dei fiori;
- *fisiologici*: riduzione di conducibilità stomatica, traspirazione e fotosintesi, riduzione sintesi proteica, incremento della sintesi di osmoregolatori;
- *sulla produzione*: riduzione della pezzatura, cali di resa, riduzione della conservabilità; *aumento solidi solubili e zuccheri riduttori, miglioramento sapore, pigmentazione dei frutti* [2].

Il carbonato di calcio è un componente normale dei terreni agrari, anche se si trova in essi rappresentato in varia misura in funzione soprattutto dell'origine geologia e dell'ambiente climatico [4]. Il calcare è rappresentato principalmente nella frazione limosa di un suolo ed, in misura minore, nelle altre due (sabbia ed argilla). È un composto praticamente insolubile in acqua, ma in presenza anche di una modesta dotazione carbonica (come quella delle acque di percolazione)

diventa solubile e soggetto a dilavamento. In quantità ridotte il calcare partecipa a numerosi importanti fenomeni:

- fornisce calcio alle piante;
- neutralizza l'acido nitrico derivante dalla trasformazione batterica dell'ammoniaca;
- influenza la struttura del terreno;
- influisce sul pH [4].

In realtà, queste funzioni sono specifiche del **calcare attivo**, ossia il calcare che passa in soluzione e che rappresenta solo una parte, la più reattiva, del **calcare totale**, con un'incidenza variabile in funzione della maggiore finezza delle particelle e della loro porosità.

La conoscenza del contenuto di carbonati totali del suolo, impropriamente definito per convenzione "**calcare totale**", è utile per la corretta interpretazione del pH, per valutare l'incidenza del calcare nel volume del suolo, e quindi la proporzione della frazione più direttamente interessata alla nutrizione vegetale, e per il calcolo dei fabbisogni idrici.

Il contenuto di **carbonio organico** nel suolo è in stretta relazione con quello della sostanza organica, anche se la composizione di quest'ultima presenta un elevato grado di variabilità [4].

La sostanza organica include residui di piante, di animali e di microrganismi, ai vari stadi di decomposizione, e sostanze sintetizzate dalla popolazione vivente del terreno. La frazione organica è quindi costituita [11]:

- dalle biomasse vegetali, animali e microbiche;
- dalle necromasse integre o in fase di demolizione delle strutture cellulari;
- da molecole semplici che si liberano dalle biomasse o dalle necromasse;
- da molecole umiche che si originano dalle unità organiche più semplici per effetto di una serie di reazioni biochimiche.

Quando la sostanza organica è molto ben decomposta costituisce l'**humus**, un materiale di colore bruno scuro, poroso, di consistenza spugnosa.

Escludendo i cosiddetti terreni organici, generalmente il contenuto di sostanza organica nei suoli oscilla tra l'1 e il 2%

La sostanza organica esplica una serie di azioni chimico e fisiche positive che influenzano numerose proprietà nel suolo.

Tutte le proprietà fisiche del terreno sono in stretta relazione con la quantità e la qualità della sostanza organica: variazioni anche piccole del suo contenuto, provocano mutamenti consistenti delle caratteristiche fisiche del suolo. Non esiste alcun dubbio sul ruolo che essa svolge nella formazione e conservazione della struttura del suolo rendendo ottimali i rapporti tra fasi solida, liquida e gassosa. [11]

La sostanza organica svolge un ruolo importante nella nutrizione delle piante: gli elementi nutritivi presenti in essa (azoto, fosforo, zolfo, microelementi), costituiscono una riserva potenzialmente assimilabile, la cui quantità nel suolo è tale da soddisfare le esigenze delle colture per numerosi anni. Ad esempio l'azoto nel suolo è presente in gran parte in composti organici (95-99% del totale) [11].

Altrettanto largamente provato è il contributo positivo:

- alla capacità di scambio cationico del suolo;
- alla presenza e disponibilità degli elementi minerali nutritivi per le piante (azoto, fosforo, potassio, zolfo e tracce di metalli);
- sulla capacità di ritenzione dell'acqua.

Si definiscono, inoltre, umiferi, i terreni con più del 10% di humus ed organici quelli che superano il 20%.

4. Importanza e funzione dei principali nutrienti

Gli elementi nutritivi sono presenti nel terreno sotto forma di sali disciolti nella soluzione circolante e vengono assorbiti dalle piante attraverso i loro peli radicali.

In funzione delle quantità assorbite dalle piante, è possibile distinguere gli elementi in:

- ✓ **macro-elementi o elementi principali**, maggiormente assorbiti (nell'ordine di kg ha⁻¹), ad essi si ascrivono azoto (N), fosforo (P) e potassio (K);
- ✓ **meso-elementi o elementi secondari**, assorbiti in quantità leggermente inferiore ai primi (nell'ordine di kg ha⁻¹), ma spesso sufficientemente presenti nei suoli italiani, ad essi appartengono: calcio (Ca), magnesio (Mg), zolfo (S) e sodio (Na);
- ✓ **micro-elementi**, assorbiti in limitate quantità (nell'ordine di g ha⁻¹), essi sono: boro (B), manganese (Mn), zinco (Zn), rame (Cu), molibdeno (Mo), cobalto (Co), ferro (Fe).

La disponibilità degli elementi principali è il fattore di nutrizione che maggiormente limita la produzione vegetale, e poiché solitamente nel terreno l'azoto, il fosforo ed il potassio sono presenti in quantità non sufficiente a garantire produzioni ottimali, la concimazione diventa il mezzo essenziale per sopperire a tali carenze.

L'azoto è l'elemento plastico per eccellenza, esso è presente per il 5-6% nei tessuti giovani e per l'1-3% in quelli maturi. È un costituente delle proteine (infatti convenzionalmente il contenuto in proteina si ottiene moltiplicando il valore di N tot per 6.25), ma è presente anche nella clorofilla, negli acidi nucleici, nei glucosidi e negli alcaloidi.

L'azoto è l'elemento nutritivo che maggiormente condiziona il livello produttivo, esso esercita una forte azione di stimolo sulla crescita delle piante, che mostrano una notevole espansione dell'apparato fogliare e la produzione di un ampio apparato radicale. Inoltre, una buona disponibilità di azoto si manifesta con un colore verde intenso delle foglie caratterizzate da un elevato contenuto in clorofilla; non a caso il sintomo visibile della carenza di azoto è costituito proprio dalla perdita progressiva del colore verde che vira al giallo. D'altra parte un'eccessiva disponibilità di azoto può determinare numerosi svantaggi:

- aumento delle durata della fase vegetativa con conseguente ritardo nelle date di fioritura, fruttificazione e maturazione con conseguenze notevoli soprattutto per alcune specie: 1) cereali, che rischiano di incorrere nella cosiddetta "stretta" da caldo, determinata da condizioni di alta temperatura e scarsità di pioggia; 2) specie saccarifere, quale la barbabietola, in cui si può verificare un eccessivo accumulo di azoto (% purezza del saccarosio);
- minor resistenza alle avversità climatiche e parassitarie, che si può manifestare con una scarsa resistenza meccanica (aumento del rischio di allettamento), un'elevata sensibilità al freddo (a causa della maggiore acquosità) ed una maggiore suscettibilità alle fitopatie;
- aumento dei consumi idrici, in seguito al maggiore sviluppo della superficie traspirante;
- accumulo di nitrati nella pianta (con notevoli limiti, anche commerciali, soprattutto per gli ortaggi da foglia - es. lattuga, spinaci, etc.), a causa di un eccesso rispetto alla capacità della nitrato-reduttasi, con conseguenti potenziali danni agli utilizzatori (metaemoglobinemia).

La conoscenza della dinamica di asportazione dell'azoto da parte della pianta è di fondamentale importanza per una corretta gestione della concimazione; in particolare, l'asportazione non è lineare ma segue approssimativamente un andamento sigmoidale: nelle fasi iniziali abbiamo poca fitomassa e, quindi, poco assorbimento (es. cereali); tra la levata e la fioritura l'assorbimento aumenta ed un elevato assorbimento si riscontra anche tra la fioritura e l'allegagione (nei fruttiferi). Pertanto, riuscire a sincronizzare le fasi di massimo assorbimento con la disponibilità dell'N sarebbe la soluzione ideale per una gestione ottimale della concimazione azotata.

Il **fosforo** è generalmente presente nella fitomassa secca solo in modeste percentuali, tuttavia esso ha una duplice funzione nelle piante: fisiologica ed agronomica.

Per quanto riguarda il ruolo fisiologico del fosforo, bisogna considerare che esso è un costituente delle proteine fosforate, quali: nucleoproteine, fosfoproteine, lecitine e fitine; inoltre, partecipa attivamente alle reazioni biochimiche del metabolismo dei glucidi e nel trasporto di energia nelle cellule.

Relativamente al ruolo agronomico, invece, il fosforo, insieme all'azoto, partecipa alla crescita generale della pianta, in particolare interviene sullo sviluppo iniziale dell'apparato radicale, favorisce la fioritura, la fruttificazione, la granigione e la migrazione negli organi di riserva ed

agisce positivamente sulla qualità del prodotto nella nutrizione (umana e animale), ma al contrario dell'azoto aumenta la precocità della coltura.

Il maggior fabbisogno di fosforo si ha nelle piante giovanissime, per poi diminuire in seguito; una carenza di fosforo si manifesta con sintomi simili a quelli della carenza di azoto, ma con: foglie caratterizzate da bordi rossastri, riduzione dello sviluppo dell'apparato radicale, fenomeni di nanismo, ritardo nella fioritura e maturazione e produzione di frutti e semi piccoli.

Gli eccessi di fosforo (in seguito ad eccessive concimazioni fosfatice) possono determinare ugualmente diversi problemi alle piante: cali di produzione; anticipo della maturazione; carenze di microelementi come ferro e zinco.

Il **potassio**, nella composizione chimica dei tessuti vegetali, viene subito dopo l'azoto e prima del fosforo: circa l'1% del peso secco dei vegetali è costituito da potassio disciolto nei succhi cellulari.

Esso, pur non entrando nella costituzione di composti biologicamente importanti, svolge comunque il fondamentale ruolo di regolatore fisiologico, infatti interviene in numerosi processi, regolando la permeabilità cellulare, l'equilibrio acido-basico (neutralizzando gli acidi organici), i sistemi enzimatici della sintesi dei glucidi, delle proteine e dei grassi, la resistenza alle avversità, in particolare al freddo e ad alcune crittogame, aumentandola, la turgescenza cellulare e la fotosintesi. Inoltre, esalta la produzione delle piante soprattutto dal punto di vista qualitativo e riduce gli effetti dell'eccesso di azoto; la carenza di potassio si manifesta con sintomi molto diversi nelle diverse specie, spesso anche per l'antagonismo con il Mg, tuttavia in generale essa determina: ritardo nell'accrescimento; ridotta espansione del fogliame; fruttificazione scarsa; scarsa colorazione dei frutti; frutti piccoli e deformi.

Il **magnesio** è un elemento dinamico, essenziale per la formazione della clorofilla e, quindi, per la fotosintesi. È un costituente di alcuni enzimi ed ha un ruolo simile a quello del calcio e del potassio nel metabolismo vegetale, almeno per ciò che riguarda le funzioni chimico-colloidali. Interviene, in particolare, nel metabolismo dei grassi e nell'assorbimento e traslocazione del fosforo nei tessuti vegetali (si è visto che i semi ricchi di fosfati, come quelli oleaginosi, hanno un maggiore contenuto in magnesio piuttosto che in calcio).

Solitamente le carenze di magnesio si manifestano con l'insorgenza di aree clorosate nelle foglie più vecchie, anche se essa è diversamente tollerata a seconda delle colture.

Il **calcio** interviene nella regolazione dello stato colloidale del protoplasma cellulare in antagonismo al potassio. È un costituente della lamella mediana delle cellule vegetali ed è in grado di neutralizzare gli acidi prodotti dal biochimismo della pianta (ossalico, ecc.). Solitamente si accumula nei tessuti più vecchi, pertanto frutti, semi e giovani foglie ne risultano carenti.

Una carenza (terreni acidi) o un eccesso di calcio (terreni calcarei o alcalini) si manifesta dapprima a livello del terreno stesso, con un'alterazione del suo grado di reazione ed effetti notevoli sull'attività ed il biochimismo della microflora e della rizosfera, in secondo luogo a livello delle piante, in cui un eccessivo assorbimento di calcio si traduce in un minore assorbimento di altri cationi nutritivi (K^+ , NH_4^+ , Mg^{2+}), in seguito ad antagonismi ionici, e di microelementi, in particolare ferro e boro, a causa di interazioni negative dovute ad insolubilizzazione di Fe e di B in seno al terreno, in conseguenza o di un'eccessiva alcalinità a seguito di calcitazioni (nel caso del Fe) o della formazione di composti insolubili (nel caso del B).

Le carenze di calcio, invece, si manifestano con sintomi di clorosi, curvature ed appassimenti dei lembi fogliari, in particolare nelle zone apicali delle foglie più giovani, e macchie e marciumi sui frutti che ne determinano un deprezzamento qualitativo, talvolta anche notevole.

Lo **zolfo** è un elemento plastico che entra nella costituzione di amminoacidi essenziali (cisteina, metionina, ecc.) e, quindi, delle proteine, nonché della vitamina B, del citocromo C e del glutatone ed, infine, nella composizione di oli essenziali nel caso specifico di alcune essenze vegetali (aglio, cipolla, senape). Esso, inoltre, è indispensabile per la conversione dell'azoto atmosferico fissato dai batteri simbiotici in azoto proteico.

La carenza di zolfo si manifesta similmente a quella di azoto, con ingiallimenti uniformi delle foglie e riduzione dello sviluppo vegetativo, in particolare nelle piante più esigenti, quali le crucifere.

Il **ferro** ha una funzione catalitica, infatti entra nella composizione di vari enzimi che regolano i processi di ossidoriduzione (respirazione, fotosintesi, riduzione dei nitrati e dei solfati).

Esso è maggiormente presente nelle foglie, accumulandosi nei cloroplasti ed una sua carenza si manifesta con la mancata formazione di clorofilla, oltre che con clorosi delle foglie, soprattutto quelle più giovani, sintomi che regrediscono in seguito alla somministrazione per via radicale e/o fogliare di fertilizzanti contenenti ferro solubile (chelati).

Il **boro** è indispensabile nei processi di germinazione del polline, per la formazione dei fiori, dei frutti e delle radici, per il trasporto dei carboidrati e per l'assorbimento dei cationi, in particolare del calcio. Di solito si accumula nelle foglie.

La carenza di questo elemento si manifesta con necrosi degli apici vegetativi, arresto dello sviluppo delle gemme a fiore, disfacimento ed annerimento dei tessuti molli. Spesso situazioni di carenza sono imputabili ad un'eccessiva presenza di calcio, o anche alla formazione nel terreno di composti borici meno solubili.

Il **manganese** è anche esso un elemento catalitico ed entra nella costituzione di molti complessi fra enzimi e metallo-proteine agendo come ione attivante; interviene in molti processi di ossidoriduzione, nel biochimismo della respirazione e della fotosintesi, nella formazione della clorofilla e della vitamina C; anche questo elemento tende ad accumularsi nelle foglie, ma il suo contenuto nei vegetali oscilla in un range piuttosto ampio che va da poche p.p.m. a qualche migliaio di p.p.m.

Poiché l'assorbimento del manganese, contrariamente a quello degli altri microelementi, non è limitato, esso può essere accumulato nei tessuti vegetali anche in quantità eccedenti il reale fabbisogno, svolgendo in questo caso un'azione tossica.

Al contrario gravi carenze di manganese si manifestano con un ridotto sviluppo dell'intera pianta coltivata.

Il **rame** nel metabolismo vegetale ha un'attività catalitica, spesso complementare a quella del ferro; prende parte attiva ai fenomeni di ossidoriduzione ma è anche un costituente di importanti enzimi, in particolare esso è ritenuto necessario per la sintesi della clorofilla.

Le carenze di rame, nel caso delle colture erbacee, si rivelano con sintomi spesso aspecifici, quali ingiallimenti e macchie sui lembi delle foglie; mentre per alcuni fruttifere, in particolare Pomacee, i segni della carenza sono evidenziati da caratteristiche atrofie dei giovani germogli. Spesso i sintomi di Cu-carenza compaiono nei terreni ricchi di sostanza organica, oppure in quelli a reazione alcalina.

Lo **zinco** è costituente di diversi sistemi enzimatici che partecipano al metabolismo delle sostanze proteiche, ma pare che svolga anche numerose altre funzioni non ancora precisamente chiarite. Di solito si accumula nelle zone di maggiore attività fisiologica e in particolare nei semi, la cui formazione e sviluppo sono ostacolati proprio dalle carenze di zinco.

Le carenze si rendono particolarmente evidenti in alcuni fruttiferi: formazione di rosette di giovani foglie nel pesco e formazioni di aree clorosate nelle foglie degli agrumi.

Infine, il **molibdeno** risulta essenziale nella sintesi delle proteine e nel metabolismo dell'azoto. I sintomi di carenza iniziano a manifestarsi con clorosi e necrosi lungo la nervatura principale delle foglie vecchie, mentre quelle più giovani appaiono deformate, una sintomatologia questa particolarmente diffusa nelle leguminose e nel cavolfiore.

5. Identificazione di un appezzamento omogeneo

La determinazione delle caratteristiche fisico-chimiche di un suolo, mediante le relative analisi, viene eseguita su campioni di terreno rappresentativi del sito o, più specificamente, di porzioni omogenee di questo.

A tal fine è indispensabile dare una definizione di appezzamento omogeneo, che è “quella parte della superficie aziendale che presenta elementi ambientali comuni e per la quale si ritiene che i terreni abbiano caratteristiche chimico-fisiche pressoché uguali”.

Indiscussa è l'estrema variabilità spaziale (verticalmente ed orizzontalmente) delle caratteristiche fondamentali di un suolo, pertanto l'identificazione di appezzamenti omogenei risulta spesso difficoltosa.

Tuttavia, in un'azienda l'individuazione di appezzamenti omogenei può essere fatta sia sulla base di osservazioni visive di immediato riscontro, quali: *colore* e *aspetto fisico*, sia sulla base di informazioni relative a: *ordinamento colturale*, *fertilizzazioni ricevute in passato* e *vegetazione coltivata e spontanea*.

Poiché un'azienda può presentare uno o più appezzamenti omogenei, per una completezza di informazioni sarà opportuno eseguire le analisi fisico-chimiche per ciascun appezzamento omogeneo individuato.

In particolare, nel caso si disponga di una carta dei suoli, la zona di campionamento deve comunque ricadere all'interno di una sola unità pedologica, così come nel caso di frammentazione aziendale, sarà necessario effettuare un'analisi del terreno per ogni corpo che ricade in zone di campionamento che si presentano non omogenee.

6. Modalità di prelevamento di campioni di suolo da sottoporre ad analisi [6] [1]

6.1 Definizioni

Analisi di caratterizzazione: insieme di determinazioni che contribuiscono a definire le proprietà fisiche e/o chimiche di un campione di suolo [1].

Zona di campionamento: area di terreno sottoposta a campionamento e suddivisa in più unità di campionamento [1].

Unità di campionamento: estensione definita di suolo, dotata di limiti fisici o ipotetici [1].

Campione elementare: quantità di suolo prelevata in una sola volta in una unità di campionamento [1].

Campione globale: insieme di campioni elementari prelevati in un'unica unità di campionamento [1].

Campione finale: parte rappresentativa del campione globale, ottenuta mediante eventuale riduzione della quantità di quest'ultimo [1].

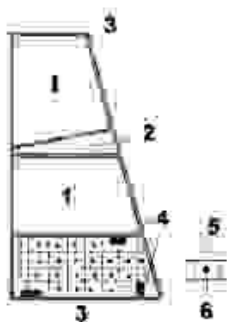


Figura 2

1 - zona di campionamento

2 - area da non campionare (troppo ridotta)

3 - bordi da non campionare

4 - aree da non campionare (bassure, affioramenti, ecc.)

5 - unità di campionamento

6.2 Attrezzature

Gli strumenti devono essere costruiti con materiali e modalità che non devono influenzare le caratteristiche del suolo che si vogliono determinare.

Sono necessari:

- sonda o trivella;
- vanga;
- secchio con volume non inferiore a 10 litri;
- telone asciutto e pulito di circa 2 m²;
- sacchi di capacità di almeno un litro, con adeguato sistema di chiusura;
- etichette.

6.3 Numero e ripartizioni dei campioni elementari

Qualunque sia la superficie della zona da campionare, effettuare almeno 15 campioni elementari, prelevando non meno di 6 campioni per ettaro ed utilizzando uno degli schemi proposti.

6.4 Modalità di campionamento

La fase immediatamente successiva all'individuazione di appezzamenti omogenei consiste nel prelievo vero e proprio dei campioni di terreno.

Prima di tutto è fondamentale stabilire il momento del campionamento. In linea generale, il campionamento deve essere effettuato almeno 3 mesi dopo l'ultimo apporto di concimi o 6 mesi dopo l'ultimo apporto di ammendanti o correttivi.

Altrettanto fondamentale è stabilire i punti dell'appezzamento in cui effettuare il prelievo del campione di terreno.

Per la scelta dei luoghi di prelievo si può fare riferimento a tre schemi:

- 1) **Campionamento sistematico:** Suddividere idealmente la zona di campionamento (figura 3A) nel numero prescelto di unità di campionamento (figura 3B), utilizzando un reticolo di dimensioni opportune: le unità devono avere approssimativamente la medesima dimensione. All'interno di ogni unità di campionamento (figura 3C) prelevare casualmente un campione (figura 3D).
- 2) **Campionamento non sistematico a X o W** (figura 4): individuare i punti di ciascun prelievo lungo un ipotetico percorso ad X o, meglio ancora, a W all'interno dell'appezzamento omogeneo, seguendo ugualmente i criteri di esclusione precedentemente indicati. Anche questa procedura, però, può portare ad una copertura non completa della superficie da investigare e si limita quindi a fornire dati orientativi.
- 3) **Campionamento randomizzato:** prelievo di ogni singolo sub-campione in maniera completamente casuale.

Formattati: Elenchi puntati e numerati

In ogni caso, è buona norma evitare di prelevare campioni in prossimità dei bordi dell'appezzamento, dove può esserci una minore omogeneità delle caratteristiche da analizzare per l'influenza di fattori esterni all'appezzamento stesso ("effetto bordo"), ed evitare, per quanto possibile, di prelevare campioni in zone che possono presentare delle anomalie: aree a quota inferiore o superiore alla media; aree dove sono stati accumulati fertilizzanti o prodotti o sottoprodotti dell'attività agricola; aree dove hanno stazionato animali; aree da affioramento del sottosuolo; aree aventi differenze di irrigazione e/o di drenaggio; aree dove ristagna l'acqua.

Se vi sono residui colturali in campo, prima di procedere al prelievo è bene ripulire la zona interessata, per facilitare le operazioni.

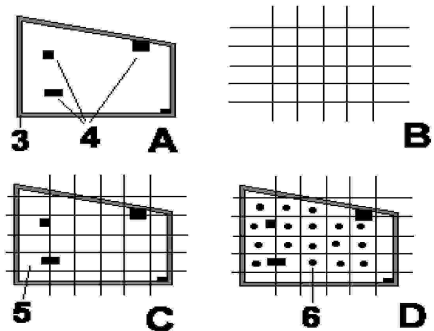


Figura 3

3-bordi da non campionare

4-aree da non campionare (bassure, affioramenti, ecc.)

5-unità di campionamento

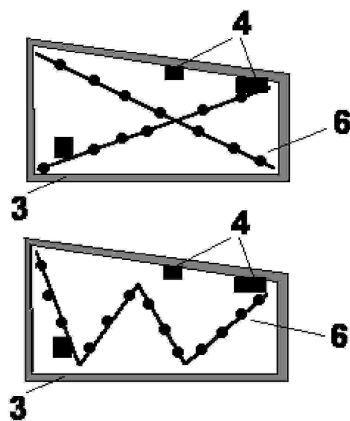
6-campione elementare

Figura 4

3-bordi da non campionare

4-aree da non campionare (bassure, affioramenti, ecc.)

6-campione elementare



6.5 Profondità di campionamento

Nel caso di prima caratterizzazione di un suolo mediante determinazione delle sue caratteristiche fisico-chimiche, è consigliato effettuare prelievi di terreno a profondità diverse, che potranno essere scelte in funzione della tipologia di coltura da impiantare:

- ✓ erbacee e/o ortive: può essere conveniente effettuare 3 prelievi alle profondità 0-20, 20-40 e 40-60 cm;
- ✓ arboree: è necessario approfondire ulteriormente i campionamenti, tenuto conto del fatto che le radici di queste specie possono arrivare al metro ed oltre di profondità, per cui si potranno effettuare 4 prelievi ma a 0-30, 30-60, 60-90 e 90-120 cm.

Negli anni successivi all'impianto è sufficiente effettuare campionamenti a profondità in cui si ha generalmente il massimo sviluppo dell'apparato radicale (0-40 cm per ortive e parte delle erbacee; 0-60 cm per le arboree e la rimanente parte delle erbacee).

La determinazione delle caratteristiche fisico-chimiche potrà essere fatta, più appropriatamente su ogni singolo sub-campione, mediando solo successivamente per ciascuna profondità di riferimento i valori ottenuti dalle analisi, oppure più semplicisticamente si possono inizialmente mescolare i sub-campioni, tenendoli sempre separati per profondità, ed eseguire poi sull'unico campione finale le analisi necessarie; in quest'ultimo caso si procederà come di seguito riportato:

a) **Prelievo del campione elementare;**

b) **Formazione del campione globale:** inserire i diversi campioni elementari, man mano che vengono prelevati, nel secchio; rovesciare il secchio su una superficie solida, piana, asciutta e pulita, coperta con il telone; mescolare il terreno ed omogeneizzarlo accuratamente.

c) **Formazione del campione finale:** se non è necessaria una riduzione ogni campione globale costituirà un campione finale; se il campione deve essere ridotto, stendere il terreno omogeneizzato e prelevare casualmente una decina di campioni di 50 g ognuno, distribuiti su tutta la superficie e che interessino tutto lo spessore del campione globale; unire questi prelievi per costituire uno o più campioni finali del peso di circa 500 g ognuno.

6.6 Prelievo del campione elementare

Una volta individuato il sito di campionamento eliminare, se necessario, la vegetazione che ricopre il suolo.

Introdurre verticalmente la sonda o la trivella fino alla profondità voluta ed estrarre il campione elementare di suolo.

Nel caso di terreni sabbiosi la sonda può essere introdotta diagonalmente, ponendo attenzione a rispettare la profondità scelta.

Nel caso di terreni molto compatti o con elevata presenza di scheletro, che non permettono l'uso della sonda, scavare con la vanga una piccola buca a pareti verticali fino alla profondità prescelta. Prelevare quindi una fetta verticale che interessi tutto lo strato, mantenendo costante la frazione di terreno proveniente dalle diverse profondità.

6.7 Condizionamento dei campioni finali

Inserire ciascun campione finale in un contenitore asciutto, pulito, che non interagisca con il terreno e sia impermeabile all'acqua e alla polvere.

Chiudere l'imballaggio e predisporre due etichette uguali nelle quali sia chiaramente identificato il campione.

Collegare un'etichetta al sistema di chiusura ed attaccare l'altra alla superficie esterna del contenitore.

Non inserire mai etichette, all'interno a contatto con il suolo.

Nel caso sia necessario sigillare il campione effettuare l'operazione in maniera tale che non sia possibile aprire il contenitore senza violare il sigillo, al quale deve essere incorporata una delle etichette.

Sulle etichette porre dei riferimenti biunivoci al verbale di campionamento.

6.8 Verbale di campionamento

Andrà compilato il verbale in ogni sua parte, senza omettere nulla.

7. Bibliografia

- [1] AA VV 2000. Metodi di analisi chimica del suolo. Franco Angeli Editore.
- [2] Flagella, Z., Cantore, V., Boari, F., Volpe, D., De Caro, A., 2006. Tolleranza allo stress salino delle specie coltivate in relazione agli aspetti fisiologici, produttivi e qualitativi. www.inea.it-otris
- [3] Follet, Roy H., Murphy, Larry S., Doname, Roy L., 1981. Reclamation and management of saline and sodic soils. In: *Fertilizer and Soil Amendments*. New York, U.S.A., pp 424- 457.
- [4] Giardini, 1986. Agronomia Generale. Patron Editore.
- [5] Landi, 1999. Agronomia e ambiente. Edagricole
- [6] Ministero per le Politiche Agricole (1999). Metodi ufficiali di analisi chimica del suolo. D.M. del 13/09/99, Gazzetta Ufficiale n. 248 del 21.10.99
- [7] Munns, R., 1999. The impact of salinity stress. The Foundation for Sustainable Agriculture – Coping with Plant Environment Stress.
- [8] Seeling, B. D., 2000. Salinity and sodicity in North Dakota Soils. NDSU Extension Service and North Dakota State University.
- [9] Singh, K. N., Chatrath, R., 2001. Salinity tolerance. In *Application of Physiology in Wheat Breeding*. Reynalds, M. P., Ortiz-Monasterio, I., McNab, A.,(eds), Mexico D. F., CIMMYT, chapter 8, pp.101-110.
- [10] Violante, 1996. Chimica del suolo e nutrizione delle piante. Edagricole
- [11] Regione Campania, 2002. Fogli divulgativi di pedologia. <http://www.sito.regione.campania.it/agricoltura/pedologia/fogliodivulgativo.htm>
- [12] Giordano A., 1999. Il suolo. UTET.

Capitolo 2

ANALISI DEL SUOLO

1 Analisi fisico-chimiche

L'analisi chimica del terreno è un supporto indispensabile alla elaborazione di un corretto piano di concimazione.

Le analisi del terreno permettono di [10]: orientare meglio le lavorazioni, l'irrigazione, la scelta delle varietà colturali e dei portainnesti; individuare gli elementi nutritivi eventualmente carenti e quindi in grado di limitare le produzioni agricole; rilevare se vi sono elementi presenti in dosi elevate, tali da permettere di contenere le concimazioni; concorrere ad una corretta diagnosi di eventuali alterazioni o affezioni delle colture, attraverso l'individuazione di carenze, squilibri od eccessi di elementi.

Le determinazioni e l'espressione dei risultati dovranno essere conformi a quanto stabilito dai "Metodi ufficiali di analisi chimica del suolo", approvati con Decreto Ministeriale del 13.09.99 pubblicato sulla G.U. n. 284 del 21.10.99 e dai "Metodi ufficiali di analisi fisica del suolo" (MUAFS) D.M. del 01/08/97, riportati in Gazzetta Ufficiale n. 204 del 2 settembre 1997.

In particolare, le determinazioni analitiche indispensabili alla caratterizzazione di un suolo sono quelle riportate nella tabella seguente.

Tabella 2 Determinazioni analitiche di base per la caratterizzazione dei suoli

Determinazione analitica	Unità di misura
Scheletro	g kg ⁻¹
Tessitura (sabbia, limo e argilla)	g kg ⁻¹
Reazione del suolo (pH in acqua)	
Conduttività elettrica	dS m ⁻¹
Calcare totale	g kg ⁻¹
Calcare attivo	g kg ⁻¹
Carbonio organico	g kg ⁻¹
Azoto totale	g kg ⁻¹
Fosforo assimilabile	mg kg ⁻¹
Capacità di scambio cationico	meq 100 g ⁻¹
Basi di scambio (Potassio, Calcio, Magnesio, Sodio)	meq 100 g ⁻¹

In realtà, poiché una parte di queste caratteristiche sono proprietà statiche di un suolo (per esempio la tessitura) o, comunque soggette a lenti mutamenti nel tempo (per esempio il pH) in condizioni ordinarie, un'analisi completa (come in tabella), detta anche "**analisi di base**" sarà necessaria solo al momento dell'impianto per le colture arboree o, eventualmente, a coltivazione in atto se non è stata eseguita in precedenza, similmente per le colture erbacee sarà sufficiente eseguire un'unica volta una determinazione completa.

In entrambi i casi (specie erbacee ed arboree), è buona norma eseguire ogni due anni un'**analisi semplificata**, per la sola determinazione di carbonio organico, azoto totale, fosforo assimilabile e basi di scambio.

2. Le analisi accessorie

Situazioni pedologiche anomale, correzioni del terreno, esigenze nutritive particolari della coltura, fitopatie, stima dei più corretti volumi di adacquamento in funzione della fertilizzazione, possono richiedere la valutazione analitica di alcuni parametri chimici e fisici del suolo ad essi correlati.

Ciò può essere attuato mediante le **analisi accessorie**, ovvero un insieme di determinazioni analitiche standardizzate che forniscono al tecnico utili indicazioni, o la soluzione di alcuni

problemi agronomici che più frequentemente si riscontrano nella redazione del piano di concimazione aziendale.

Tali parametri possono essere così sintetizzati:

- *Microelementi assimilabili (ferro, manganese, zinco, rame)*
- *Acidità*
- *Boro solubile*
- *Zolfo*
- *Fabbisogno in calce*
- *Fabbisogno in gesso*
- *Analisi fisiche*
- *Massa volumica apparente*
- *Massa volumica reale*
- *Ritenzione idrica a 33 kPa*
- *Ritenzione idrica a 1500 kPa*

In relazione alle diverse esigenze, potranno essere richieste una o più di tali determinazioni.

3. Le metodiche ufficiali

Le analisi chimiche [8]

Le analisi chimiche dovranno essere eseguite secondo quanto previsto dai “Metodi ufficiali di analisi chimica del suolo” (MUACS) D.M. del 13/09/99 - riportati in Gazzetta Ufficiale n. 185 del 21 ottobre 1999.

Modifiche alle metodiche analitiche pubblicate nella succitata Gazzetta sono riportate in [1].

Le analisi fisiche [7]

Le analisi fisiche dovranno essere eseguite secondo quanto previsto dai “Metodi ufficiali di analisi fisica del suolo” (MUAFS) D.M. del 01/08/97 riportati in Gazzetta Ufficiale n. 204 del 2 settembre 1997.

4. Scheletro

Metodica ufficiale: “Preparazione del campione e determinazione dello scheletro” [1] [8]

Il metodo è applicabile a tutti i tipi di suolo.

Il dato deve essere espresso in g/kg, senza cifre decimali.

4.1 Valutazione agronomica

Lo scheletro è un materiale grossolano che non apporta fertilità al terreno, poiché non partecipa ai fenomeni di adsorbimento e desorbimento degli elementi nutritivi.

Solitamente esso è un costituente secondario, ma qualora la sua presenza fosse notevole (Tab. 3), i terreni si caratterizzeranno per: elevata areazione e scarsa capacità di ritenzione idrica, accentuati processi ossidativi, probabile modesta presenza di humus, inoltre, essi mostreranno anche una scarsa attitudine alla meccanizzazione e la necessità di frequenti e considerevoli interventi irrigui e fertilizzanti. Ovviamente, le caratteristiche di questi suoli varieranno anche in funzione del tipo di scheletro presente, classificato in base alle sue dimensioni (Tab. 4).

In un terreno ricco di scheletro sono accentuati i processi ossidativi ed il tenore di humus risulta probabilmente inferiore a quello normalmente riscontrabile in suoli aventi analoga composizione granulometrica della terra fine.

Tabella 3 Valutazione agronomica di un suolo in funzione della presenza (g/kg) di scheletro

Scheletro [g/kg]	Valutazione agronomica
< 10	assente
10-50	scarso
50-150	comune
150-350	frequente
350-600	abbondante
> 600	molto abbondante

Tabella 4 Valutazione agronomica dello scheletro in funzione delle sue dimensioni (cm)

Dimensioni [cm]	Valutazione agronomica
< 7.5	ghiaia
7.5-25	ciottoli
25-60	pietre
> 60	blocchi

4.2 Approfondimenti

Per approfondimenti vedi i seguenti paragrafi:

- **questo capitolo - par. “tessitura”.**

5. Tessitura

Metodica ufficiale: “Determinazione della granulometria per setacciatura ad umido e sedimentazione (metodo della pipetta)” [1] [8]

Rispetto agli altri metodi proposti nei “Metodi ufficiali”, questo risulta il più preciso.

Il metodo è applicabile a tutti i terreni non organici e non torbosi, ovvero che contengono meno di 120 g/kg di carbonio organico.

Il principale problema nella determinazione riguarda la rimozione dei cementi (sostanza organica, ossidi di ferro e carbonati) che tendono a “legare” tra loro le particelle.

I dati devono essere espressi in g/kg, senza cifre decimali, della terra fine. Deve essere indicato il sistema di classificazione delle particelle (per es. USDA, ISSS).

5.1 Valutazione agronomica

L’analisi granulometrica, per poter costituire un’utile informazione, dovrebbe essere accompagnata dall’acidità e dalla dotazione di ioni flocculanti (calcio e magnesio) del terreno e completata, soprattutto, dall’esame del profilo.

Per una valutazione più esauriente occorrerebbe tenere conto della dotazione di calcare e sostanza organica.

Per terreni che contengono tra il 10 ed il 20% di calcare è opportuno aggiungere il termine “calcareo” (es. argilloso-calcareo), per quelli con più del 20% di calcare il suddetto termine va anteposto al nome (es. calcareo-limoso); per i terreni, poi, con un tenore in sostanza organica tra il 5 ed il 10% si deve aggiungere il termine “umifero”, se il contenuto di S.O. è superiore al 10% si premette il termine “humo” (es. humo-argilloso) [3].

In assenza di un’analisi granulometrica di laboratorio, è possibile avere un’indicazione approssimativa della tessitura sulla base di sensazioni tattili percepite nel manipolare il terreno.

5.2 Approfondimenti

Per approfondimenti vedi i seguenti paragrafi:

- **questo capitolo - par. “Scheletro”**

6. Reazione del suolo (pH)

Metodica ufficiale: “Determinazione del grado di reazione (pH)” (determinazione del pH in acqua) [1] [8]

Il metodo è applicabile a tutti i tipi di suolo. Tuttavia i valori ottenuti non rispecchiano fedelmente il valore del pH in campo, ma sono indicativi del grado di reazione del sistema. Usando sospensioni di sali neutri (KCl e, soprattutto, CaCl_2), i valori di pH sono maggiormente correlati al grado di saturazione e alla natura del complesso di scambio [8].

Il dato è espresso come unità di pH con una sola cifra decimale, precisando la soluzione utilizzata.

6.1 Valutazione agronomica

La reazione del terreno condiziona fortemente le funzioni di abitabilità e nutrizione.

Le piante hanno una diversa intrinseca attitudine a vivere in ambiente con reazione acida (piante ossofile) od alcalina (piante anossofile); pertanto, un’analisi della vegetazione spontanea può dare un’indicazione attendibile sul pH del terreno: ad esempio, la ginestra odorosa è indicativa di alcalinità, mentre le felci indicano una reazione acida.

Le più comuni piante agrarie, invece, preferiscono un pH prossimo alla neutralità, anche se ciascuna specie mostra degli specifici range di adattamento al pH.

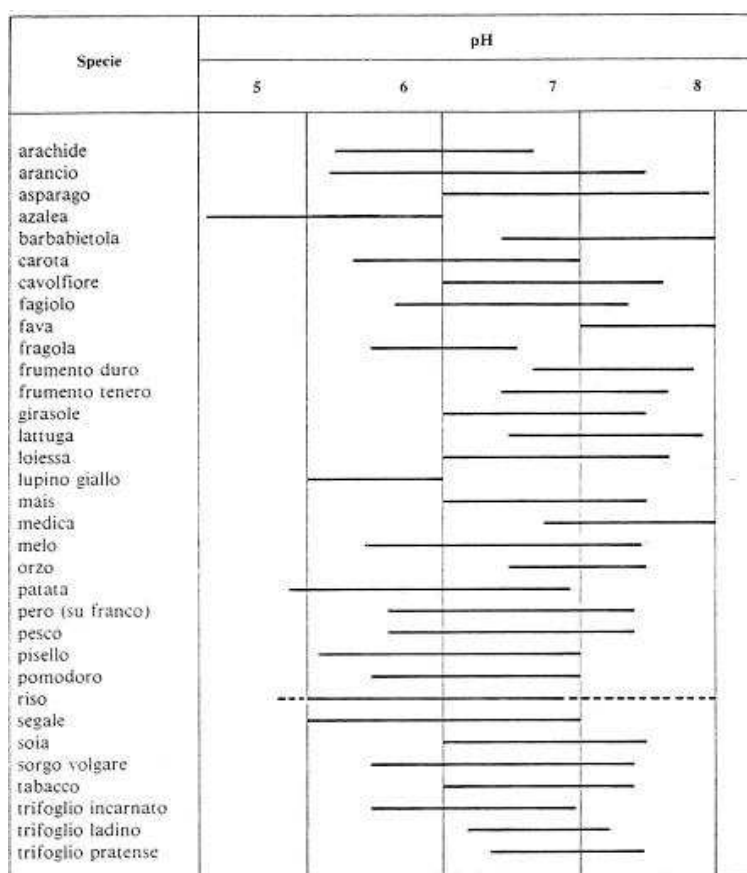


Figura 5 Intervalli di pH preferiti da alcune specie coltivate [3]

La reazione del terreno ha un'influenza diretta sulla sua fertilità chimica: N, P, K e S sono maggiormente disponibili ad un pH prossimo alla neutralità, mentre il loro assorbimento è compromesso al di sotto di un pH di 5.5. La situazione è analoga per Ca, Mg e Mo, anche se questi mostrano una maggiore assimilabilità con una reazione sub-alcalina. In particolare, i composti del fosforo vengono convertiti in forme poco solubili tanto nei suoli acidi che in quelli ad alcalinità fisiologica (insolubilizzazione del fosforo) [1].

Infine, Fe, Mn, B, Cu e Zn vengono assorbiti facilmente a condizioni di pH acido o sub-acido, pertanto, una loro minore disponibilità per le piante può determinare sintomi, più o meno gravi, di carenze nutrizionali, quali: clorosi ferrica, carenza di manganese, ecc.

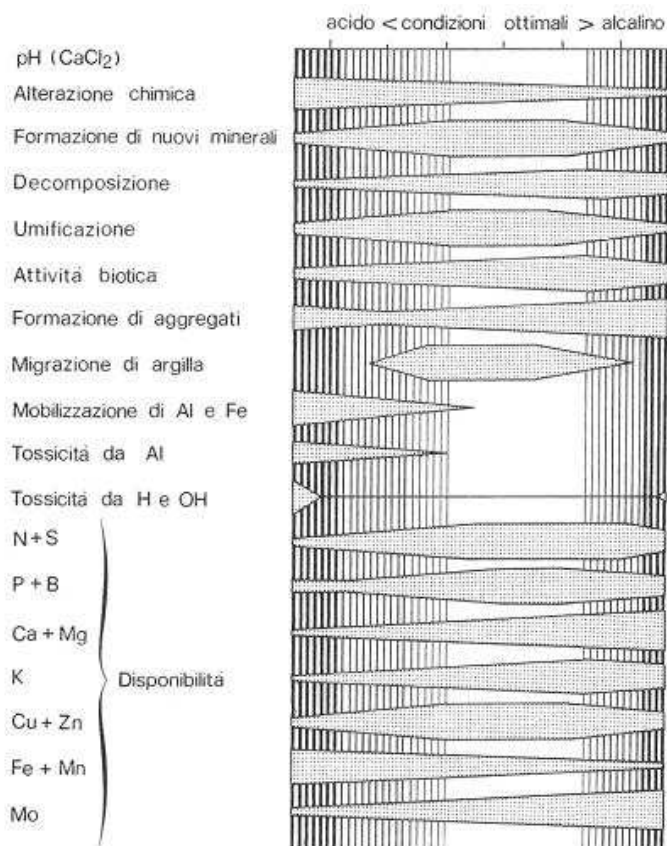


Figura 6. Effetti del pH sui processi di pedogenesi, sulle caratteristiche del suolo e sulla disponibilità dei nutrienti [12]

In ultima analisi, la reazione del terreno influenza anche la sua attività microbica; infatti, solitamente, a pH acido è favorito lo sviluppo dei funghi piuttosto che dei batteri, a scapito, quindi, dei principali processi che avvengono ad opera dei batteri quali: nitrificazione, ammonificazione, fissazione dell'azoto atmosferico, che trovano condizioni più favorevoli a reazione sub-alcalina o alcalina [3].

Tuttavia, non meno importanti sono gli effetti del pH sulle caratteristiche chimico-fisiche del suolo: la dispersione dei costituenti la frazione argillosa, la distruzione degli aggregati del suolo, la riduzione della permeabilità all'acqua, la contrazione del volume per essiccamento risultano influenzati dal grado di reazione. In tal senso le condizioni ottimali si accertano nei suoli debolmente acidi o neutri [1].

Nei terreni neutri ed alcalini, il valore del pH è correlato al contenuto in calcare, al tenore in basi scambiabili e, nel caso di suoli a pH superiori a 8,4÷8,5, alla percentuale di sodio e/o magnesio nel complesso di scambio. Pertanto, i terreni calcarei non manifestano mai pH superiori a 8,5.

6.2 Elementi di Buona Pratica Agricola

Come detto, ciascuna specie agraria si caratterizza per un proprio range di adattabilità al pH del suolo, tuttavia, poche sono le specie che non vedono compromessa la loro produttività se coltivate in terreni a reazione acida (arachide, lupini, fragola, etc.).

La bassa produttività dei terreni molto acidi è spesso collegata ad azioni tossiche per la messa in libertà di cationi metallici (in particolare alluminio) che le piante assorbono in quantità tale da superare la soglia di tossicità.

Accingendosi alla coltivazione e/o correzione di terreni acidi, è necessario tener conto che ci sono diverse possibilità operative [3]:

- ✓ coltivazione di specie adatte;
- ✓ impiego di concimi fisiologicamente o costituzionalmente alcalini (per gli azotati da preferire l'urea e il nitrato ammonico al solfato ammonico; tra i fosfatici, le scorie di defosforazione ed i fosfati basici; tra i potassici il salino potassico);
- ✓ irrigazione con acque dure (anche se ci sono rischi concreti di ostruzione degli impianti irrigui);
- ✓ calcitazione.

La distribuzione di sostanze correttive è senza dubbio il mezzo tecnico più usato per innalzare il pH di un suolo. Queste sostanze sono: calce viva (ossido di calcio), calce spenta (idrato di calcio), calcare, marne calcaree (carbonato di calcio misto ad argilla e sabbia), dolomite (carbonato di calcio e magnesio).

Il valore neutralizzante di queste sostanze dipende dal composto chimico che contengono, dal grado di purezza e dalla finezza del materiale stesso [3].

La determinazione del fabbisogno in calce, cioè della quantità di correttivo da apportare per portare il pH del terreno a valori agronomicamente accettabili, può risultare talvolta non precisa, sia perché l'impiego di correttivi solidi implica un'efficienza minore di quello delle soluzioni utilizzate in laboratorio sia perché in pieno campo si può avere una distribuzione non omogenea del correttivo stesso.

Inoltre, tale fabbisogno varia in funzione anche della tessitura del terreno, infatti in terreni argillosi sono necessari quantitativi di correttivo superiori a quelli necessari ad innalzare di un punto il pH di terreni sabbiosi. Questo implica costi ingenti, soprattutto se si considera che questi interventi non sono definitivi, ma vanno ripetuti a distanza, talvolta, di soli pochi anni in funzione anche della piovosità dell'ambiente e delle colture praticate (in termini di asportazioni di calcio, irrigazioni, etc.).

I terreni alcalini possono essere migliorati ricorrendo, come per quelli acidi, a sostanze chimiche correttive, quali: solfato di calcio, cloruro di calcio, acido solforico, zolfo, polisolfuro di calcio, solfato di ferro e solfato di alluminio. In particolare, il correttivo più utilizzato è il solfato di calcio che si può trovare facilmente come gesso; anche in questo caso, come detto a proposito della correzione dei terreni acidi, il fabbisogno in gesso determinato in laboratorio dovrebbe essere aumentato di circa un 20-30%.

Se l'alcalinità del terreno è specificatamente attribuibile a ioni Na^+ adsorbiti dai colloidi, allora il calcio contenuto nel gesso li sostituisce e contemporaneamente si forma solfato di sodio che può essere lisciviato; se, invece, l'alcalinità è dovuta ad un eccesso di carbonato di sodio, allora il gesso porta al contempo alla formazione di carbonato di calcio che precipita ed ugualmente solfato di sodio.

Il gesso, quindi, permette di ripristinare i giusti rapporti tra calcio, magnesio, potassio e sodio scambiabili, di migliorare le proprietà fisiche, di rendere i metalli maggiormente disponibili all'assorbimento radicale.

6.3 Approfondimenti

Per approfondimenti vedi i seguenti paragrafi:

- **questo capitolo - par. “Calcare totale ed attivo”**
- **questo capitolo - par. “Basi di scambio”**
- **questo capitolo - par. “Grado di saturazione basica”**
- **“Schede colturali”**

7. Conduttività elettrica

Metodica ufficiale: “Determinazione della conduttività elettrica” [1] [8]

Il metodo è applicabile a tutti i tipi di suolo.

Il dato si esprime in dS/m a 25°C, con due cifre decimali, specificando con quale rapporto acqua/soilo si è operato.

Sono possibili nel metodo estratti ottenuti con differenti rapporti acqua/soilo:

- a saturazione (*pasta satura*);
- a rapporto acqua/soilo 5:1 (*estratto acquoso 5:1*);
- a rapporto acqua/soilo 2:1 (*estratto acquoso 2:1*).

I valori analitici ottenuti sull'estratto a pasta satura danno indicazioni più valide sullo stato di salinità del suolo perché risultano collegabili, con formule empiriche, alla pressione osmotica della fase liquida e alla risposta delle piante coltivate [8]:

Sali solubili (mg/L) nell'estratto a pasta satura = 640 * conduttività elettrica.

La preparazione dell'*estratto 5:1* è di facile esecuzione, richiede una quantità di campione poco elevata, risulta conveniente quando si devono studiare variazioni di salinità nello stesso suolo.

7.1 Valutazione agronomica

La determinazione della conduttività sugli estratti acquosi del terreno consente di avere una pronta indicazione sui potenziali danni e riduzioni di resa delle colture, tenendo conto della loro più o meno elevata sensibilità alla salinità.

La tolleranza alla salinità delle colture varia ampiamente in relazione a diversi fattori: specie e varietà; stadio biologico in cui si trova la pianta quando si verifica lo stress salino; tipo e livelli dei sali; condizioni ambientali, climatiche e pedologiche; esercizio e metodo irriguo [5].

I danni che i sali possono determinare alle colture sono svariati: quelli più evidenti sono senza dubbio quelli di tipo morfologico, che ovviamente hanno un maggiore riscontro visivo, (crescita stentata delle piante fino anche alla morte, riduzione della superficie fogliare, alterazione del colore, aumento dello spessore fogliare, riduzione del numero e delle dimensioni degli stomi, necrosi dei margini fogliari, filloptosi precoce, etc.), ma ad essi si aggiungono quelli di natura fisiologica-biochimica (aumento resistenza stomatica e del mesofillo, riduzione della traspirazione, riduzione del tasso fotosintetico, riduzione della sintesi proteica, alterazione dell'attività enzimatica, riduzione della clorofilla, sintesi di osmoregolatori, etc.).

Tra gli altri effetti, elevate concentrazioni saline nella soluzione del suolo (>4 dS/m), riducono significativamente la produzione di biomassa, la resa economica e la complessiva sopravvivenza della pianta [6].

La variabilità dei valori di conduttività per i diversi tipi di suolo è notevole e non sono disponibili, al momento, indicazioni sufficienti a stabilire per i terreni italiani una taratura agronomica.

Tuttavia, la determinazione della conduttività è indispensabile per la classificazione dei terreni salini ed alcalini (Tab. 6) che si basa anche sulla misura del pH e della percentuale di sodio scambiabile (ESP):

Tabella 6. Classificazione dei suoli in funzione della conduttività elettrica, della percentuale di sodio scambiabile e del pH

Tipo di suolo	Conduttività [dS m ⁻¹]	ESP	pH
Salino	> 4	< 15	< 8,5
Sodico	< 4	> 15	> 8,5
Salino-sodico	> 4	> 15	< 8,5

7.2 Elementi di Buona Pratica Agricola

Un campo di valori di $0,2 \div 2,0 \text{ dS m}^{-1}$ risulta quello più facilmente riscontrabile in terreni non salini, indicando buone potenzialità di produzione e rischi di perdite di produzione praticamente assenti. Valori più alti fino a $4,0 \text{ dS m}^{-1}$ obbligano alla scelta di varietà colturali resistenti ed inducono ad indagini più approfondite al fine di classificare il terreno per l'esecuzione delle necessarie bonifiche.

7.3 Approfondimenti

Per approfondimenti vedi i seguenti paragrafi:

- **questo capitolo - par. “reazione del suolo (pH)”**
- **questo capitolo - par. “basi di scambio”**
- **questo capitolo - par. “Percentuale di sodio scambiabile (ESP)”**
- **“Schede colturali”**

8. Calcare totale ed attivo

Metodica ufficiale: “Determinazione del calcare totale” [1] [8]

Il metodo è applicabile a tutti i tipi di suolo e permette di determinare la totalità dei carbonati (CaCO_3 , MgCO_3 , Na_2CO_3 , ecc.) presenti in un suolo.

Il dato si esprime in g/kg di CaCO_3 , senza cifre decimali.

Metodica ufficiale: “Determinazione del calcio carbonato attivo” [1] [8]

Il dato si esprime in g/kg di CaCO_3 , senza cifre decimali.

Il metodo ufficiale V.1 è semplice e fornisce risultati probanti a meno che il calcare sia presente in quantità troppo basse.

8.1 Valutazione agronomica

Il calcare interferisce sulla solubilità dei fosfati, favorendo la formazione di fosfati di calcio più basici e quindi meno solubili ed assimilabili. La sua presenza inoltre riduce l'assimilabilità dei microelementi fino a portare, in alcuni casi a carenze nutrizionali. Non trascurabile è l'azione che il calcare esplica nei confronti della struttura in quanto costituisce una riserva di calcio, che saturando i colloidi argillosi ed umici, condiziona lo stato di aggregazione del terreno.

La valutazione agronomica può essere fatta in base alla seguente tabella:

Tabella 7. Valutazione agronomica della dotazione (g/kg) in calcare totale di un suolo

Calcare totale [g/kg]	Valutazione
< 25	poveri
25-100	mediamente dotati
100-150	ben dotati
150-250	ricchi
> 250	eccessivamente dotati

Per quanto riguarda il “calcare attivo”, la valutazione agronomica può essere fatta in base alla seguente tabella:

Tabella 8. Valutazione agronomica della dotazione (g/kg) in calcare attivo di un suolo

Calcare attivo [g/kg]	Valutazione
< 50	Basso
50-150	medio
> 150	elevato

I suoli calcarei vengono definiti suoli alcalini costituzionali e sono caratterizzati da un pH massimo di 8.0-8.4. Questi valori non vengono superati nemmeno quando il contenuto in calcare è molto elevato; essi corrispondono infatti al pH del sistema tampone $[\text{CaCO}_3 + \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{Ca}(\text{HCO}_3)_2]$.

Al contrario pH più elevati stanno ad indicare la presenza di ioni di sodio in eccesso.

8.2 Elementi di Buona Pratica Agricola

Ampiamente riportata in letteratura è la sensibilità nei confronti del calcare attivo dei portainnesti usati in viticoltura e frutticoltura, in quanto in grado di determinare clorosi ferrica; la scelta del

portainnesto, fondamentale per l'adattabilità di una coltura arborea ad un particolare terreno, va effettuata anche in funzione della percentuale di calcare attivo.

La correzione dei terreni basici per eccesso di calcare è solitamente piuttosto difficoltosa. Infatti, con il dilavamento dei suoli (mediante irrigazioni abbondanti) è in grado di asportare solo quella porzione di calcare disciolto nella soluzione circolante che, però, più o meno prontamente, viene sostituito da nuovo bicarbonato rilasciato dalla frazione solida del suolo. In alternativa si potrebbe prevedere il ricorso alla correzione chimica mediante l'impiego di correttivi acidi quali lo zolfo e l'acido solforico; tuttavia, dato il costo notevole di queste sostanze e considerato che i danni dovuti a questa anomalia non impediscono totalmente la possibilità di coltivazione di un suolo, spesso è semplicemente opportuno fare ricorso ad accorgimenti di carattere agronomico.

8.3 Approfondimenti

Per approfondimenti vedi i seguenti paragrafi:

- **questo capitolo - par. “reazione del suolo (pH)”**

9. Carbonio organico

Metodica ufficiale: “Determinazione del carbonio organico (metodo Walkley-Black)” [1] [8]

Il metodo è applicabile a tutti i tipi di suolo.

I dati devono essere espressi in g/kg, senza cifre decimali.

Comunemente il contenuto di sostanza organica viene stimato indirettamente moltiplicando la concentrazione di carbonio organico per un coefficiente di conversione (1,724 , fattore di Van Bemmelen): tuttavia ciò rappresenta solo un'approssimazione, in quanto il fattore può variare non solo da suolo a suolo, ma anche tra orizzonti dello stesso suolo. Ecco perché è più appropriato esprimere il dato in carbonio organico piuttosto che come sostanza organica [9].

In ogni caso, nel caso quest'ultimo fosse richiesto, è opportuno riportare anche il valore del fattore di conversione impiegato per calcolarlo [1].

9.1 Valutazione agronomica

La conoscenza del solo dato di carbonio organico e/o sostanza organica può talvolta non essere esplicativo delle reali caratteristiche di un suolo; più appropriatamente la dotazione in sostanza organica di un suolo può essere valutata sia in funzione del contenuto di argilla (per suoli privi di calcare), sia in funzione del contenuto di argilla e calcare.

In tabella (Tab. 9.) si forniscono alcune soglie orientative di correlazione fra tessitura del suolo e contenuto di carbonio organico totale [1].

Tabella 9. Dotazione indicativa (g/kg) in carbonio organico di un suolo in funzione della sua tessitura

Dotazione	Classi tessiturali USDA					
	Sabbiosa sabbiosa-franca franco-sabbiosa		Franco franco-sabb.-argilloso franco-limoso argilloso-sabbioso limoso		argilloso franco-argilloso argilloso-limoso franco-arg.-limoso	
	carbonio organico (g/kg)	sostanza organica (g/kg)	carbonio organico (g/kg)	sostanza organica (g/kg)	carbonio organico (g/kg)	sostanza organica (g/kg)
scarsa	< 7	< 12	< 8	< 14	< 10	< 17
normale	7-9	12-16	8-12	14-21	10-15	17-26
buona	9-12	16-21	12-17	21-29	15-22	26-38
molto buona	> 12	> 21	> 17	> 29	> 22	> 38

Tuttavia, non bisogna dimenticare che numerosi sono i fattori che influenzano il contenuto di S.O. di un suolo, che in condizioni “normali” tende naturalmente ad evolversi verso la mineralizzazione.

In particolare questi fattori sono:

- Clima: piovosità e temperatura, in particolare, dapprima influenzano il tipo e la quantità di S.O. prodotta annualmente e, poi, la sua evoluzione nel terreno; ad esempio, nei climi eccessivamente caldo-aridi si ha una rapida ossidazione delle S.O., processo noto come “eremacausi”.
- Tipo di terreno: grande importanza rivestono la tessitura, la ricchezza in basi ed il rapporto aria/acqua; ad esempio, una eccessiva aerazione favorisce l'eremacausi, mentre la presenza, entro certi limiti, di ioni calcio favorisce l'umificazione.
- Tipo di sostanza organica: la composizione della sostanza secca (che varia in funzione della diversa origine della sostanza organica) influenzano il tipo di microbi e la loro attività; inoltre, la composizione influenza anche l'attitudine della S.O. ad essere umificata

o mineralizzata, grande importanza riveste a tal proposito il rapporto C/N (per esempio un C/N = 25 è favorevole alla sintesi di acidi umici stabili, mentre un C/N = 10 agevola la mineralizzazione. Infine, c'è da considerare che alcuni costituenti della S.O. si decompongono facilmente (es. amido o cellulosa), mentre altri, quali la lignina producono maggiormente humus.

- Intervento antropico: tutte le pratiche colturali influenzano l'evoluzione della S.O. nel suolo: lavorazioni, concimazioni, irrigazioni, rotazioni, etc.

9.2 Elementi di Buona Pratica Agricola

È ormai nota l'importanza della S.O. e le molteplici funzioni che essa svolge, con effetti diretti non solo sulle proprietà chimiche dei suoli ma anche, e forse principalmente su quelle fisiche e biologiche.

Nei terreni sottoposti ad agricoltura continua, l'effetto sulle proprietà fisiche assume un ruolo importante: carenze nutrizionali, tossicità ed altro possono essere facilmente risolte se le proprietà fisiche del terreno sono favorevoli. In altre parole gli apporti di fertilizzanti o ammendanti risultano più efficaci in presenza di condizioni fisico-strutturali favorevoli.

Pertanto, diventa fondamentale prevedere, in un'ottica di corretta gestione del suolo agricolo, degli apporti di sostanza organica e questo avviene mediante la fertilizzazione organica.

Ai fertilizzanti organici si conferisce una complessità di azioni di natura fisica, chimica e microbiologica che si manifestano, però, in campo con un'intensità variabile in funzione anche del tipo di prodotto impiegato. In particolare, possiamo distinguere diversi tipi di fertilizzanti organici:

o di origine animale: deiezioni solide e liquide, sangue, ossa, cornungia, residui di cuoio, etc.;

o di origine vegetale: residui colturali, piante verdi (sovescio) vinacce, foglie secche, etc;

o di origine mista: letame, compost, residui solidi urbani, etc.

In tabella (Tab. 10) sono riportate le quantità di sostanza organica secca apportata da differenti residui colturali ed i rispettivi rapporti C/N.

Nelle condizioni pedoclimatiche tipiche dell'Italia meridionale che, come noto, sono favorevoli alla degradazione della S.O., risulta necessario anche adottare tutte le tecniche disponibili per ridurre la degradazione (semina su sodo, lavorazioni minime, pacciamatura, inerbimento dei frutteti, ecc.).

Tra le azioni positive di cui è responsabile la sostanza organica si ricordano i processi di assorbimento e/o inattivazione di sostanze di origine antropica (metalli pesanti, erbicidi, ecc.); ciò contribuisce non solo ad annullare o ad ammortizzare gli effetti acuti della contaminazione, ma anche ad annullare o a ridurre le possibilità di migrazione dell'inquinante negli acquiferi sottostanti [5].

Tabella 10. Apporti di sostanza secca e rapporti C/N di differenti residui colturali.

Coltura	Apporti di s.s. (q/ha)	Rapporto C/N
mais (stocchi)	50-100	60-80
frumento o orzo (cespi)	1-2	100-110
paglie di cereali	30-80	100-110
favino	20-60	20-30
trifogli	1-5	20-30
erba medica di 2 anni (cespi)	4-6	20-30
prato naturale di 2 anni (cespi)	3-10	30-40
patate	20-50	20-30
pomodoro	30-40	30-40
tabacco	30-40	40-50

9.3 Approfondimenti

Per approfondimenti vedi i seguenti paragrafi:

- **questo capitolo - par. “azoto”**
- **questo capitolo - par. “fosforo”**
- **questo capitolo - par. “capacità di scambio cationico”**
- **questo capitolo - par. “rapporto C/N”**

10. Azoto totale

Metodica ufficiale: “Determinazione dell’azoto totale per distillazione secondo Kjeldahl” [1]
[8]

Il metodo è applicabile a tutti i tipi di suolo. Non sempre permette la determinazione dell’azoto ammoniacale fissato nei reticoli argillosi. Le forme ossidate dell’elemento ($N-NO_3$, $N-NO_2$, ecc.) non vengono determinate.

Il metodo dovrebbe determinare tutte le forme azotate del suolo, sia organiche che inorganiche, e questo rende l’analisi, di per sé semplice dal punto di vista tecnico, ma poco attendibile se non si segue strettamente la metodologia indicata.

Il dato deve essere espresso in g/kg, con una sola cifra decimale.

10.1 Valutazione agronomica

Il contenuto di azoto di un suolo ovviamente dipende dalla sua stessa tessitura e questo in virtù anche dell’elevata mobilità di questo elemento; tuttavia esso, almeno in linea generale, è in relazione anche con il contenuto di sostanza organica, pertanto la valutazione agronomica prende in considerazione i livelli di entrambi (Tab. 11) [11].

Tabella 11. Valutazione agronomica della dotazione (mg/kg) in azoto totale di un suolo in funzione del contenuto (g/kg) in sostanza organica

Sostanza organica [g/kg]	Azoto totale [g/kg]	Valutazione
< 10	< 0.5	molto basso
10-20	0.5-1.0	basso
20-30	1.0-1.5	mediamente fornito
> 30	> 1.5	ben fornito

Ogni suolo possiede una sua capacità di fissazione dell’ammonio, che può variare da alcuni chilogrammi ad alcune migliaia di chilogrammi per ettaro, in funzione di diversi fattori tra cui il più importante è il tipo di argille fillosilicate.

Come detto precedentemente, una parte dell’azoto fissato è in equilibrio con quello scambiabile ed è quindi disponibile per la vegetazione [9].

10.2 Elementi di Buona Pratica Agricola

L’azoto presente in un terreno, oltre che dalla decomposizione di materiale organico di diversa origine, può provenire anche da altri processi/fenomeni, quali: le precipitazioni atmosferiche e l’attività di batteri azotofissatori che vivono in simbiosi con le leguminose.

Apporti di azoto al terreno possono essere assicurati anche attraverso l’azoto-fissazione operata dalle leguminose mediante la pratica del **sovescio**. In tabella (Tab. 12.) sono riportate le quantità di azoto fissate da alcune leguminose [11], tenendo conto però che le quantità indicate sono solo orientative, in quanto variabili in funzione delle condizioni pedoclimatiche e colturali (es. sviluppo di infestanti non leguminose nelle colture da sovescio) che possono modificare lo sviluppo della leguminosa.

Tabella 12. Quantitativi di azoto (kg/ha anno⁻¹) fissato da differenti leguminose.

Coltura	Fissazione di N (kg/ha anno ⁻¹)
Erba medica, soia	300-400
Favino, lupino, veccia	200-300
trifogli	150-250

Alle quantità riportate in tabella, andrebbe anche aggiunto l'azoto accumulato negli apparati radicali che può andare dal 25 al 100% dell'N contenuto nella parte aerea, ma nei bilanci dell'azoto, normalmente tali quantità non vengono prese in considerazione data la difficoltà di quantificarle correttamente [2].

I **terreni a riposo** da molto tempo, nel primo anno di coltura generalmente non necessitano di applicazioni di fertilizzante in quanto la presenza di sostanza organica e la decomposizione dei residui vegetali assicura un'adeguata quantità di azoto. Con la messa a coltura il terreno perde progressivamente la sua fertilità naturale e le carenze nutrizionali, in speciale modo quelle azotate, possono divenire più evidenti.

10.3 Approfondimenti

Per approfondimenti vedi i seguenti paragrafi:

- **questo capitolo - par. “carbonio organico”**
- **questo capitolo - par. “Il rapporto C/N”**
- **“Il calcolo delle unità di concime”**

11. Fosforo assimilabile

Metodica ufficiale: “Determinazione del fosforo assimilabile (metodo Olsen)” [1] [8]

Il metodo è applicabile sia ai suoli acidi che a quelli caratterizzati dalla presenza di carbonato di calcio [8].

Il contenuto in fosforo assimilabile si esprime in mg/kg, senza cifre decimali. Nei suoli con pH < 6,5 privi di calcare è possibile usare il **metodo ufficiale metodo Bray-Kurtz** che si è dimostrato valido per la stima della disponibilità fosfatica nei suoli acidi e subacidi in cui le forme di fosforo sono largamente rappresentate da Al-P, Fe-P e, in misura inferiore, Ca-P.

11.1 Valutazione agronomica

La fertilità fosfatica di un suolo dipende dalla forma in cui questo elemento è presente; infatti, il fosforo in un terreno può trovarsi in forma solubile, scambiabile, organica, precipitata o inerte.

La valutazione della frazione del fosforo assimilabile risulta essere molto delicata e pertanto l'analisi ha lo scopo di valutare il comportamento del suolo nei confronti dell'asporto o dell'aggiunta di fosforo, piuttosto che fornire indicazioni dirette sullo stato di fertilità fosfatica.

In ogni caso è stato recentemente dimostrato che i valori analitici ottenuti applicando il metodo Olsen ai suoli delle regioni mediterranee sono correlati ai relativi asporti culturali.

Inoltre risulta che per valori inferiori a 34 mg/kg di fosforo estratto con il metodo Olsen (espresso come P₂O₅), la maggior parte delle colture rispondono alla fertilizzazione fosfatica, mentre una dotazione superiore è da considerarsi normale ed in grado di assicurare il pieno sviluppo di gran parte delle colture (Tab. 13).

Tabella 13. Valutazione agronomica della dotazione (mg/kg) in P₂O₅ (estratto con metodo Olsen) di un suolo [4]

P ₂ O ₅ [mg/kg]	Valutazione
< 6	molto basso
6-13	basso
13-25	medio
25-40	alto
> 40	molto alto

Anche il metodo Bray-Kurtz risulta ben correlato con l'asporto vegetale in questi terreni. Tuttavia i dati di asportazione riportati in letteratura fanno tutti riferimento al metodo Olsen.

11.2 Approfondimenti

Per approfondimenti vedi:

- **sezione 3 – “Il calcolo delle unità di concime”**

12. Capacità di scambio cationico (C.S.C.)

Metodica ufficiale: “Determinazione della capacità di scambio cationico con ammonio acetato” [1] [8]

Si applica ai suoli contenenti meno di 50 g/kg di calcare totale [9].

Il dato si esprime in millequivalenti per 100 grammi di suolo (meq/100 g equivalenti a centimoli di carica per chilogrammo di suolo cmol(+)/kg), con una cifra decimale.

Nel certificato di analisi andrà specificato il metodo utilizzato.

Metodica ufficiale: “Determinazione della capacità di scambio cationico con bario cloruro e trietanolammina” [1] [8]

Il metodo è applicabile a tutti i tipi di suolo, fatta eccezione per i suoli caratterizzati da elevato contenuto di allofane nei quali produce risultati molto inferiori a quelli accertati con l'impiego di soluzione di ammonio acetato [8].

Il dato si esprime in millequivalenti per 100 grammi di suolo (meq/100 g equivalenti a centimoli di carica per chilogrammo di suolo cmol(+)/kg), con una cifra decimale.

Nel certificato di analisi andrà specificato il metodo utilizzato.

12.1 Valutazione agronomica

La conoscenza della capacità di scambio cationico è di notevole importanza per tutti i suoli: fornisce un'indicazione sulla fertilità potenziale e sulla natura dei minerali argillosi.

La fase solida e liquida di un suolo sono in equilibrio costante tra loro; infatti, ad opera del meccanismo di scambio ionico, sia i cationi che gli anioni tendono a ripristinare qualsiasi alterazione dell'equilibrio tra queste due fasi, attraverso i processi di adsorbimento e desorbimento.

L'assorbimento per scambio ionico rappresenta il meccanismo più importante di trattenimento degli ioni e coinvolge prevalentemente i cationi, tra cui quelli utili alla nutrizione vegetale ovvero calcio (Ca^{2+}), magnesio (Mg^{2+}), potassio (K^+) e sodio (Na^+): si parla nello specifico di capacità di scambio cationico (C.S.C.).

Il potere adsorbente di un suolo è legato alla presenza di minerali argillosi e colloidali organici; la loro capacità di scambio cationico si esplica con legami di varia natura ed, in generale, è superiore nella frazione organica che in quella argillosa.

La C.S.C. nei suoli coltivati oscilla da un minimo di 5 ad un massimo di 50 meq/100 g di suolo. Nei suoli torbosi possono raggiungere valori intorno a 200. Può essere valutata secondo il seguente schema (Tab. 14):

Tabella 14. Valutazione agronomica della capacità di scambio cationico (meq/100 g di suolo) di un suolo

C.S.C. [meq/100 g di suolo]	Valutazione
< 5	molto bassa
5-10	bassa
10-20	media
> 20	alta

12.2 Elementi di Buona Pratica Agricola

Nei **terreni sabbiosi** il contributo della sostanza organica alla capacità di scambio cationico è fondamentale. Pertanto, devono essere perseguite tutte le pratiche agronomiche atte alla

conservazione ed al miglioramento dei livelli di sostanza organica del terreno determinanti per un buon livello di nutrizione vegetale.

I suoli dell'area mediterranea presentano un sistema di scambio costituito, prevalentemente, da argille fillosilicate e dalla sostanza organica. La capacità di scambio è funzione anche del tipo di fillosilicato (maggiore nel gruppo delle vermiculiti, minore nel gruppo delle caoliniti) ed è elevata nella sostanza organica (spesso superiore a 300 meq/100 g di suolo).

12.3 Approfondimenti

Per approfondimenti vedi:

- **questo capitolo - par. “Basi di scambio”**
- **questo capitolo - par. “Carbonio organico”**

13. Basi di scambio (Ca, Mg, K, Na)

Metodica ufficiale: “Determinazione delle basi di scambio (calcio, magnesio, potassio e sodio) con ammonio acetato” [1] [8]

Il contenuto di ciascun catione di scambio viene espresso in millequivalenti per 100 g di suolo (meq/100 g), equivalenti a cmol(+)/kg, con una cifra decimale (per la conversione in mg/kg si veda nell'Allegato 1 “Formule di conversione”).

Metodica ufficiale: “Determinazione delle basi di scambio (calcio, magnesio, potassio e sodio) con bario cloruro e trietanolammina” [1] [8]

Il contenuto di ciascun catione di scambio viene espresso in millequivalenti per 100 g di suolo (meq/100 g), equivalenti a cmol(+)/kg, con una cifra decimale (per la conversione in mg/kg si veda nell'Allegato 1 “Formule di conversione”).

Per i suoli ricchi di sali (>2 cmol(+)/kg di sali solubili) bisogna sottrarre dai cationi scambiabili quelli solubili, determinati a parte.

Per i suoli calcarei il calcio può essere dosato per differenza tra la C.S.C. e la somma di magnesio, potassio e sodio scambiabile.

13.1 Valutazione agronomica

Strettamente legati alla Capacità di Scambio Cationico (C.S.C.) sono le basi scambiabili e l'acidità potenziale, che insieme costituiscono il complesso di scambio [9].

La proporzione in cui si trovano i singoli cationi sul complesso di scambio è praticamente la stessa nei terreni neutri e acidi; nei primi essi occupano l'intera C.S.C., mentre nei secondi soltanto una parte è occupata dagli ioni idrogeno e alluminio. Si ha una larga preponderanza del calcio (55÷70%); seguono il **magnesio** (5÷10%), il **potassio** (2÷5%), il **sodio** (meno del 5%) [10].

I cationi scambiabili (Ca, Mg, K, Na) sono in equilibrio dinamico con le rispettive frazioni solubili e rappresentano le forme prontamente disponibili per la pianta: via via che l'elemento presente nella soluzione viene assorbito il livello viene ripristinato a spese delle forme scambiabili. Viceversa, quando nella soluzione si aggiunge un fertilizzante, parte di esso viene assorbito dal complesso e preservato da fenomeni di lisciviazione.

A loro volta le forme scambiabili sono in equilibrio con le forme di riserva, ma la velocità di rilascio di queste forme è troppo bassa rispetto ai fabbisogni di una coltura in pieno sviluppo.

La valutazione agronomica del **potassio**, il più importante tra i cationi scambiabili per la nutrizione delle piante, è riferita alla **tessitura** del terreno (Tab. 15) [9]:

Tabella 15. Valutazione agronomica della dotazione in potassio scambiabile (mg/kg) di un suolo in funzione della sua tessitura

Valutazione	Potassio scambiabile (mg/kg di K ₂ O)		
	Sabbia > 60%	Franco	Argilla > 35%
basso	< 102	< 120	< 144
normale	102-144	120-180	144-216
elevato	144-180	181-217	217-265
molto elevato	> 180	> 217	> 265

Qualora la valutazione analitica abbia stabilito un livello basso di potassio, la risposta a concimazioni potassiche è certa o molto probabile per molte colture. Con livelli normali di potassio la risposta è probabile solo per le colture più esigenti. Con livelli elevati è sconsigliata ogni pratica di concimazione potassica.

La valutazione agronomica del **calcio** deve riguardare non solo l'aspetto nutrizionale specifico, ma anche la capacità dell'elemento di migliorare le caratteristiche chimiche, fisiche e biologiche del suolo. Carenze di calcio nei nostri ambienti sono abbastanza rare e, in linea generale, si manifestano su terreni acidi, a bassa C.S.C., e soggetti ad intensa lisciviazione (zone ad elevata piovosità o con notevoli apporti idrici). Calcio-carenze sono molto probabili a livelli inferiori a 200-300 mg/kg di Ca scambiabile, mentre livelli compresi tra 300-600 mg/kg sono da considerarsi marginali per le colture più esigenti. Molto più frequenti sono invece gli eccessi di calcio, nel qual caso, bisogna valutare attentamente la disponibilità di altri cationi (K e Mg) per le colture e la possibilità che questi spostati dal complesso di scambio, possano essere lisciviati da precipitazioni dilavanti nei suoli più sabbiosi [13].

Il **magnesio**, nonostante il suo ruolo fisiologicamente importante, è richiesto dalla pianta in quantità assai minori rispetto al calcio e al potassio.

La risposta a concimazioni con questo elemento sono molto probabili con livelli di Mg scambiabile inferiori a 50 mg/kg. Per valori compresi tra 50 e 100 mg/kg la risposta è meno probabile e per lo più relativa a colture esigenti (bietola, cavoli, fruttiferi e colture in serra).

La valutazione del **sodio** scambiabile ai fini della nutrizione delle piante deve prendere in considerazione i suoi eccessi sul complesso di scambio in relazione con gli altri cationi; infatti, l'assorbimento di magnesio e potassio può essere ostacolato dalla eccessiva presenza di sodio (antagonismo ionico).

Valori inferiori a 230 mg/kg sono da considerarsi normali, mentre al di sopra si manifestano sintomi di tossicità per le colture e peggioramento delle caratteristiche fisiche dei suoli.

I certificati di analisi riportano molto spesso la valutazione delle basi di scambio in quantità assolute (mg/kg), che però può essere espressa, in forma più moderna, anche considerando la percentuale che i cationi occupano sul complesso di scambio (Tab. 16) [10].

Tabella 16. Valutazione agronomica delle basi di scambio (espresse come percentuale della C.S.C.)

Basi di scambio	Valutazione (valori espressi come % della Capacità di Scambio Cationico)			
	normale	leggermente alto	alto	molto alto
Na ⁺ scambiabile	< 5	5-10	10-15	> 15
	basso	medio	alto	molto alto
K ⁺ scambiabile	< 2	2-5	5-8	> 8
Mg ²⁺ scambiabile	< 5	5-10	10-15	> 15
	molto basso	basso	medio	alto
Ca ²⁺ scambiabile	< 35	35-55	55-70	> 70

13.2 Approfondimenti

Per approfondimenti vedi:

- questo capitolo - par. "Capacità di scambio cationico"
- questo capitolo - par. "Saturazione basica"
- questo capitolo - par. "Rapporto Mg/K"
- questo capitolo - par. "Percentuale di sodio scambiabile (ESP)"
- sezione 3 – "Il calcolo delle unità di concime"

14. Grado di saturazione in basi

Si definisce **grado di saturazione in basi** (GSB) la percentuale di basi scambiabili (calcio (Ca^{2+}), magnesio (Mg^{2+}), potassio (K^+) e sodio (Na^+), sulla Capacità di scambio cationico (C.S.C.).

Il grado di saturazione in basi si calcola con la seguente espressione [1]:

$$\text{GSB} = \Sigma \text{B} / \text{CSC} * 100$$

dove:

GSB è il grado di saturazione in basi (percentuale);

ΣB è la somma del contenuto di calcio, magnesio, potassio e sodio di scambio espresso in $\text{cmol}(+)/\text{kg}$;

CSC è la capacità di scambio cationico, determinata con lo stesso metodo delle basi di scambio, espressa in $\text{cmol}(+)/\text{kg}$.

14.1 Valutazione agronomica

Il rapporto di saturazione basica è utile per definire il grado di disponibilità dei cationi nutritivi sul complesso di scambio (Tab. 17) [11].

Tabella 17. Valutazione agronomica della disponibilità dei cationi nutritivi sul complesso di scambio in funzione del GSB (grado di saturazione in basi)

GSB	Valutazione
< 45%	molto bassa
45-65%	bassa
65-85%	media
> 85%	alta

14.2 Approfondimenti

Per approfondimenti vedi:

- questo capitolo - par. “Capacità di scambio cationico”
- questo capitolo - par “Basi di scambio”
- questo capitolo - par. “Sodicità”

15. Percentuale di sodio scambiabile (ESP)

Rappresenta il rapporto percentuale tra il sodio scambiabile ($Na_{scamb.}$) e la Capacità di scambio cationico (C.S.C.)

$$ESP = 100 * Na_{scamb.}/C.S.C.$$

L'acronimo ESP proviene dalla definizione in inglese *Exchange Sodium Percentage*.

15.1 Valutazione agronomica

L'accumulo di sodio di scambio nel terreno provoca: deterioramento delle proprietà fisiche, elevato pH del terreno, tossicità dell'elemento verso le colture.

La presenza di un eccesso di sodio favorisce la deflocculazione delle argille che determina un drastico peggioramento delle caratteristiche fisiche di un suolo: minore permeabilità del terreno, basso grado di aerazione, suolo molto duro quando secco e plastico ed adesivo quando bagnato (le operazioni di aratura diventano difficili), problemi di crosta superficiale.

Convenzionalmente viene definito **sodico** un suolo con ESP maggiore di 15. Tuttavia andrà considerata la natura delle argille, la tessitura (a parità di ESP le tessiture tendenzialmente sabbiose si comportano meglio di quelle pesanti), la presenza di sostanza organica, i livelli di salinità.

Il livello di attenzione dell'ESP è funzione della sensibilità delle colture; la gran parte delle piante da frutto è molto sensibile, mentre in genere le colture annuali lo sono meno e risentono degli effetti fitotossici a più alti livelli (Tab. 18).

Tabella 18. Livelli di tolleranza di diverse colture all'ESP (percentuale di sodio scambiabile)

Tolleranza all'ESP	Coltura
Molto sensibili (ESP=2÷10)	fruttiferi; agrumi
sensibili (ESP=10÷20)	fagiolo
mediamente tolleranti (ESP=20÷40)	trifoglio, avena, festuca, riso
tolleranti (ESP=40÷60)	grano, cotone, medica, orzo, pomodoro, bietola

Altri inconvenienti sono relativi ad azioni indirette: la forte alcalinità provoca la insolubilizzazione di alcuni microelementi, quali: ferro, manganese, rame e zinco, determinando, quindi, carenze nutrizionali.

15.2 Approfondimenti

Per approfondimenti vedi i seguenti paragrafi:

- questo capitolo - par. "Capacità di scambio cationico"
- questo capitolo - par. "Basi di scambio"
- questo capitolo - par. "Conduttività elettrica"

16. Rapporto C/N

Il rapporto C/N indica il rapporto in peso tra la quantità di **carbonio organico** (C) e la quantità di **azoto totale** (N) presenti in un suolo o nel materiale organico.

Tale rapporto qualifica il tipo di humus presente nel terreno. Nei terreni equilibrati, tale rapporto è compreso tra 8 e 12, può essere molto più basso (1-8) nei terreni sottoposti ad agricoltura intensiva (lavorazioni frequenti ed alte concimazioni azotate), mentre sale oltre 15 nei terreni biologicamente meno attivi e con mineralizzazione più lenta.

16.1 Elementi di Buona Pratica Agricola

Lo squilibrio del rapporto C/N del suolo (<8 o >12) può essere corretto aggiungendo sostanza organica di composizione differente. Il rilascio di azoto dai residui colturali è legato al rapporto C/N. Se il rapporto è inferiore a 20 una certa quantità di azoto che viene liberato dai residui è ceduto al terreno (**mineralizzazione dell'azoto**). Se il rapporto è compreso tra 20 e $30\div35$ l'azoto presente nei residui viene totalmente utilizzato nel processo di umificazione ed in genere non si ha né rilascio né immobilizzazione.

Se il rapporto è superiore a $30\div35$ non si ha un rilascio ma al contrario i microrganismi utilizzano l'azoto inorganico presente nel terreno (**immobilizzazione dell'azoto**).

Pertanto, è bene conoscere il rapporto C/N dei residui vegetali, al fine di evitare fenomeni di immobilizzazione dell'azoto (vedi tabella 10).

Le leguminose, sia erbacee che arboree, presentano rapporti C/N di circa 20 e quindi cedono azoto al terreno durante la fase di demolizione; al contrario le paglie di cereali, che presentano elevati rapporti C/N, hanno bisogno di azoto e determinano quindi il fenomeno dell'immobilizzazione. In quest'ultimo caso può verificarsi una sottrazione di azoto assimilabile: pertanto quando si interra la paglia, o altri residui ad alto rapporto C/N, si suggerisce di applicare azoto in ragione di 0,5-1 kg per quintale di residuo, per evitare l'immobilizzazione ed accelerare la decomposizione dei residui.

16.2 Approfondimenti

Per approfondimenti vedi i seguenti paragrafi:

- questo capitolo - par. “Carbonio organico”
- questo capitolo - par. “Azoto totale”

17. Rapporto Mg/K

Il rapporto Mg/K è il rapporto tra la quantità di magnesio scambiabile (Mg) e la quantità di potassio scambiabile (K).

Diversi autori hanno evidenziato l'importanza che il **rapporto Mg/K** riveste nella valutazione del magnesio. Elevati quantitativi di potassio possono ostacolare l'assorbimento del magnesio da parte della coltura la quale può manifestare delle carenze indotte.

Pertanto, nel valutare l'assimilabilità del magnesio è fondamentale non solo considerare la carenza dell'elemento in termini assoluti, cioè la sua scarsa presenza sul complesso di scambio, ma anche la sua assimilabilità in funzione dei livelli di potassio.

17.1 Valutazione agronomica

In linea generale, la valutazione del rapporto Mg/K è la seguente:

Tabella 19. Valutazione agronomica del rapporto Mg/K di un suolo

Mg/K	Valutazione
< 0.5	Molto basso; le magnesio carenze indotte sono molto probabili per tutte le colture
0.5-1.0	Basso; le magnesio carenze indotte sono poco probabili per le colture erbacee; sono probabili per gli ortaggi, la bietola, i fruttiferi e le colture sotto serra.
1.0-2.0	Leggermente basso; le magnesio carenze indotte non sono probabili per le colture erbacee, per gli ortaggi e la bietola; lo sono, invece, per i fruttiferi e le colture sotto serra.
2.0-6.0	Ottimale; le magnesio carenze indotte non sono probabili. Magnesio e potassio sono presenti in quantità equilibrate.
6.0-10.0	Leggermente alto; probabili effetti antagonisti del magnesio sull'assorbimento del potassio.
> 10	Alto; assai probabili effetti antagonisti del magnesio sull'assorbimento del potassio.

I limiti del rapporto Mg/K sono abbastanza definiti per valori inferiori a 2, mentre per i valori superiori a 6 il significato deve essere valutato con attenzione.

Le carenze indotte si fanno sentire in maniera più marcata quando l'elemento sottoposto ad antagonismo è presente a bassi livelli assoluti.

17.2 Approfondimenti

Per approfondimenti vedi:

- questo capitolo - par. “Capacità di scambio cationico”
- questo capitolo - par. “Basi di scambio”

18 Bibliografia

- [1] AA VV, 2000. Metodi di analisi chimica del suolo. Franco Angeli Editore.
- [2] Fagnano M., Quaglietta Chiarandà F., 2004. Relazioni tra qualità dell'ambiente e produzione agricola. Riv. Agron., 38, 33-84
- [3] Giardini, 1986. Agronomia Generale. Patron Editore.
- [4] Landi R., 1999. Agronomia ed Ambiente. Ed Agricole.
- [5] Läuchli, A., and Epstein, E., 1990. Plant response to salinity and sodic conditions. In Agricultural salinity assessment and management. Tanji K. K. (ed). Amer. Soc. Civil Eng. Manual Rpt Eng. Practice, 71, pp. 113-137.
- [6] Maas, E. V. and Grattan S. R., 1999. Crop yields as affected by salinity. In R. W. Skaggs and J. van Schilfgaarde (eds) Agricultural Drainage. Agron. Monograph 38. ASA, CSSA, SSA, Madison, WI pp. 55-108.
- [7] Ministero per le Politiche Agricole, 1999. Metodi ufficiali di analisi chimica del suolo. D.M. del 13/09/99, Gazzetta Ufficiale n. 248 del 21.10.99
- [8] Ministero per le Politiche Agricole, 1997. Metodi ufficiali di analisi fisica del suolo. D.M. del 1° agosto 1997, Gazzetta Ufficiale n. 204 del 2.09.97.
- [9] Ministero delle Risorse Agricole, Alimentari e Forestali, Osservatorio Nazionale Pedologico per la Qualità del Suolo (1994). Metodi ufficiali di analisi chimica del suolo con commenti ed interpretazioni. ISMEA, Roma.
- [10] Ministero delle Risorse Agricole, Alimentari e Forestali, 1995. Guida alla lettura ed interpretazione del Codice di Buona Pratica Agricola per la protezione delle acque dai nitrati. Quaderno n. 2. Edagricole
- [11] Sbaraglia M., Lucci E. (1994). Guida all'interpretazione dell'analisi del terreno ed alla fertilizzazione. Studio Pedon, Pomezia.
- [12] Violante, 1996. Chimica del suolo e nutrizione delle piante. Edagricole
- [13] Kolahchi Z., Jalali M., 2007. Effect of water quality on the leaching of potassium from sandy soil. J. Arid Environ., 68, 624-639

Capitolo 3

ANALISI DELLE ACQUE

1 Analisi chimiche

L'acqua utilizzata per l'irrigazione, sia essa di pozzo o di fiume, non è mai acqua pura, ma contiene sempre dei sali disciolti.

La composizione chimica dell'acqua rifletterà quella della roccia dove si trova, e sarà indipendente dal clima e dalle condizioni idrogeologiche.

Parlando di qualità dell'acqua dobbiamo partire in primo luogo dalla composizione chimica, cioè dai diversi ioni contenuti.

La concentrazione in cui si trovano questi ioni è molto variabile, quelli fondamentali sono: Sodio (Na^+), Potassio (K^+), Calcio (Ca^{2+}), Magnesio (Mg^{2+}), Carbonati (CO_3^{2-}), Bicarbonati (HCO_3^-), Cloruri (Cl^-), Solfati (SO_4^{2-}), Ammonio (NH_4^+), Fosfati (H_2PO_4^- ; HPO_4^{2-}), Nitrati (NO_3^-).

Nei nostri ambienti, sia a causa dell'eccessivo utilizzo negli anni dei concimi azotati, sia per la scarsa difesa dei suoli al dilavamento dei nitrati di origine organica nei periodi invernali, le concentrazioni maggiori sono relative proprio ai composti azotati. Bisognerà, quindi, valutare attentamente gli apporti di azoto dovuti all'acqua di irrigazione.

Metodica ufficiale: “Determinazione dell'azoto organico per distillazione secondo Kjeldahl” [1]

L'azoto organico viene determinato con il metodo Kjeldahl che si basa sulla trasformazione dell'azoto organico in solfato monoidrogeno di ammonio mediante mineralizzazione e sulla distillazione dalla soluzione alcalina dell'ammoniaca raccolta in una soluzione di acido bórico. Il borato di ammonio viene titolato con una soluzione standard di acido solforico.

Il metodo è applicabile nell'intervallo 1-100 mg L^{-1} .

Tale procedura non determina l'azoto proveniente da azidi, azine, azocomposti, idrazoni, ossime, semicarbazoni, nitrati, nitriti, nitrili, nitro- e nitroso composti [1].

Il contenuto di azoto viene determinato mediante la formula:

$$\text{N-organico (mg L}^{-1}\text{)} = [(a-b) * N / V] * 14 * 1000$$

dove:

a = mL di acido solforico 0.02 N usati nella titolazione del campione

b = mL di acido solforico 0.02 N usati nella titolazione dei reattivi

N = normalità dell'acido solforico titolante

V = mL di campione prelevato

14 = peso equivalente dell'azoto.

Metodica ufficiale: “Determinazione colorimetrica al blu indolfenolo dell'azoto ammoniacale” [1]

L'ammoniaca viene determinata utilizzando il metodo colorimetrico al blu indolfenolo. Il metodo si basa sulla reazione, in soluzione alcalina, tra ammoniaca ed ipoclorito con formazione di monocloroammina che, in presenza di fenolo, di un opportuno catalizzatore e di un eccesso di ipoclorito, forma un complesso colorato, noto con il nome di blu indolfenolo. L'intensità di questo complesso viene misurata con spettrofotometro alla lunghezza d'onda di 635 nm.

Il contenuto di azoto ammoniacale è dato da:

$$\text{NH}_4^+ \text{ (mg L}^{-1}\text{)} = \text{mg L}^{-1} (\text{N-NH}_3) * 1.2879$$

Sono numerose le metodiche ufficiali per la determinazione dell'azoto ammoniacale: la determinazione spettrofotometrica mediante reattivo di Nessler; la determinazione potenziometrica; la determinazione spettrofotometrica mediante reattivo di Nessler o titrimetrica con acido solforico, previa distillazione.

Metodica ufficiale: “Determinazione spettrofotometrica mediante salicilato di sodio” [1]

I nitrati rappresentano l'ultimo stadio di ossidazione dei composti azotati provenienti dai processi di decomposizione biologica di sostanze organiche. Possono essere presenti in tracce nelle acque superficiali e negli scarichi domestici “freschi”, mentre possono raggiungere concentrazioni significative nelle acque sotterranee.

Il metodo si basa sulla reazione tra i nitrati e il salicilato di sodio in soluzione acida per acido solforico. Il composto ottenuto ha, in soluzione alcalina, un colore giallo stabile misurabile spettrofotometricamente alla lunghezza d'onda di 420 nm.

Il metodo è applicabile alle acque naturali, alle acque trattate ed agli scarichi domestici ed industriali nell'intervallo di concentrazione da 0,5 a 5,0 mg/L di azoto nitrico.

Dal valore di assorbanza rilevato sul campione, utilizzando la retta di taratura, risalire alla concentrazione di N-nitrico nel campione di acqua in esame mediante la seguente espressione:

$$N_{\text{Nitrico}} (\text{mg L}^{-1}) = a / V$$

dove:

a = quantità (µg) di azoto nitrico ricavata dalla curva di taratura;

V = volume (mL) di campione utilizzato per l'analisi.

Anche in questo caso esistono altre metodiche ufficiali per la determinazione del contenuto di nitrati, quali: la determinazione spettrofotometrica mediante solfanilammide e α -naftiletilendiammina;

2. Bibliografia

[1] Decreto Ministeriale n° 10342 del 23 marzo 2000 recante "Approvazione ed ufficializzazione dei metodi di analisi delle acque per uso agricolo e zootecnico"

Capitolo 4

DISPONIBILITÀ DEI NUTRIENTI IN UN TERRENO E LORO IMPATTO AMBIENTALE

In un suolo il contenuto di uno specifico elemento non è sempre indicativo della sua disponibilità per le piante, perché molteplici sono le considerazioni da fare a tal proposito, tra cui la forma in cui l'elemento è presente nel terreno, le sue condizioni di pH, la presenza di altri elementi che ne ostacolano l'assorbimento per fenomeni di competizione, etc.

La conoscenza delle dinamiche dei diversi nutrienti nel terreno è fondamentale non solo per ottimizzare la fertilizzazione (con la possibilità di ridurre i costi per gli agricoltori) ma, soprattutto, per ridurre l'impatto ambientale troppo spesso associato a questa pratica (per esempio l'inquinamento da nitrati delle falde).

Gli spostamenti di nutrienti lungo il profilo di suolo dipendono fortemente anche dalla forma in cui essi sono presenti.

L'**azoto** nel terreno è presente prevalentemente in forma organica, cioè in composti organici derivanti da residui animali e vegetali che possono essere sottoposti a due diversi fenomeni di decomposizione:

- **mineralizzazione**, un processo ossidativo che, in condizioni di ambiente secco, con alte temperature e disponibilità di ossigeno, porta alla formazione più o meno rapida di azoto minerale (nitrico ed ammoniacale);

- **umificazione**, un processo riduttivo che, al contrario in condizioni di basse temperature, elevata umidità e conseguente ridotta disponibilità di ossigeno, porta alla formazione prima dell'humus e solo a partire da questo dell'azoto minerale con tempi ovviamente più lunghi.

Oltre che dalla decomposizione di materiale organico (residui animali e vegetali, sostanze umiche, flora, fauna, microrganismi tellurici, ecc.), l'azoto presente in un terreno, può provenire anche da altri processi/fenomeni:

- **precipitazioni atmosferiche**: durante i temporali le scariche elettriche consentono la formazione nell'aria di piccole quantità di ossido di azoto.

- **attività dei batteri**: alcuni batteri, quali l'"Azotobacter" e il "Clostridium", sono in grado di fissare l'azoto dell'aria e perciò sono detti azotofissatori diretti, in particolare i batteri simbiotici delle leguminose fissano l'azoto dell'aria in composti poi messi a disposizione della pianta ospite oppure secreti dalle radici nel terreno; questo processo costituisce la maggiore fonte di arricchimento azotato per il terreno, basti pensare che in un anno con l'erba medica si arrivano a fissare finanche 200-250 kg ha⁻¹ di questo elemento.

- **irrigazione**: nelle aziende che usano per l'irrigazione l'acqua di falde superficiali, possono verificarsi apporti importanti di N nitrico mediante l'irrigazione. Ad esempio un volume di irrigazione di 3500 m³ ha⁻¹ ed un contenuto di nitrati di 50 mg L⁻¹ (corrispondenti a 11 mg di N nitrico) possono determinare apporti di 40 kg ha⁻¹ di N che devono essere valutati nei bilanci dell'N dei piani di concimazione.

È possibile classificare i terreni in base al loro contenuto in azoto in:

- poveri, con N < 1‰
- mediamente dotati, con N compreso tra 1 e 1.5‰
- ben dotati, con N compreso tra 1.5 e 2‰
- ricchi, con N tra 2 e 2.5‰
- eccessivamente dotati, con N > 5‰.

Per definire, poi, la quantità di azoto presente in 1 ettaro, si moltiplica il valore assoluto del dato di azoto (N ‰/1000) per il volume di terreno (altezza strato (m) x 10.000 m²) e per la densità apparente:

$$N \text{ (kg ha}^{-1}\text{)} = N\text{‰}/1000 \times \text{Vol. terreno (m}^3\text{)} \times d \text{ (kg m}^{-3}\text{)}$$

Formattati: Elenchi puntati e numerati

Formattati: Elenchi puntati e numerati

Formattati: Elenchi puntati e numerati

In realtà il contenuto di azoto in un suolo varia anche in funzione delle “perdite” cui esso è soggetto, volendo con questo termine indicare una serie di processi per cui, in generale, la disponibilità di azoto per le colture si riduce.

Un’importante perdita di azoto è ascrivibile proprio alle **asportazioni operate dalle piante** che, per nutrirsi, assorbono l’elemento dalla soluzione circolante del terreno, in quantitativi variabili, in funzione delle specie e del raccolto, tra poche decine di kg ad oltre 200 kg ha⁻¹.

Preferenzialmente le piante assorbono azoto nella forma nitrica, ma vi sono specie, come il riso, in grado di assorbirlo anche in forma ammoniacale.

Anche il processo di **umificazione**, che comporta la fissazione dell’azoto minerale nel terreno in una forma non prontamente disponibile per le colture, può determinare notevoli perdite di azoto, quando i microrganismi addetti alla trasformazione di sostanza vegetale con elevato rapporto C/N (es. paglia), consumano l’azoto presente nel terreno; pertanto è opportuno interrare i residui vegetali insieme a fertilizzanti azotati.

Altro processo che comporta perdita di azoto è la **fissazione dell’NH₄ in forma non scambiabile**, che interessa solitamente i terreni argillosi, che presentano fra i vari minerali componenti illitici e vermiculitici, che possono bloccare in forma non scambiabile negli interstrati dei loro reticoli cristallini una parte dell’azoto ammoniacale apportato al terreno.

Un’ulteriore perdita di azoto si verifica in condizione di ristagno idrico, allorquando la carenza di ossigeno facilita l’avvio del processo di **denitrificazione** con perdite di azoto sottoforma gassosa (N₂ e N₂O) ad opera dell’attività dei batteri denitrificanti e delle radici stesse, che in assenza di aria consumano l’ossigeno dello ione nitrico (NO₃).

Anche l’**erosione** può determinare perdita di azoto, poiché il ruscellamento dell’acqua su un terreno in pendenza comporta un allontanamento dello strato più superficiale, notoriamente più ricco di sostanza organica, con conseguenti perdite di azoto che, talvolta, possono addirittura eguagliare quelle dovute alla nutrizione vegetale.

Infine, senza dubbio le perdite più rilevanti di azoto, soprattutto per il loro impatto diretto sull’ambiente, sono imputabili al **dilavamento**: l’acqua che percola nel terreno sposta verso il basso gli ioni nitrici che sono scarsamente trattenuti dal potere adsorbente del terreno.

Infatti, la forma nitrica dell’azoto è quella più solubile, pertanto la quota in eccesso rispetto alle reali necessità delle colture viene facilmente lisciviata e allontanata dallo strato di terreno interessato dalle radici delle specie agrarie.

Una conseguenza diretta dell’eccesso di azoto nitrico nel terreno è l’inquinamento delle acque sotterranee e superficiali; infatti negli ultimi anni si è registrato un aumento continuo della concentrazione dei nitrati nelle acque di falda. Tale forma di inquinamento dei corpi idrici è in gran parte, anche se non esclusivamente, dovuta all’impiego poco razionale dei fertilizzanti chimici e soprattutto degli effluenti zootecnici. Negli ambienti meridionali un’altra importante fonte di nitrati è la mineralizzazione dell’N organico che spesso si verifica a fine estate-inizio autunno, quando sono presenti tutte le condizioni per una rapida nitrificazione: temperature ancora elevate, umidità del suolo a capacità di campo e areazione del suolo dovuta alle lavorazioni a fine agosto. In queste condizioni la presenza di nitrati nel suolo è estremamente pericolosa in quanto i nostri sistemi colturali non assorbono i nitrati nei primi mesi autunnali (le colture arboree stanno in riposo, le colture primaverili sono già state raccolte e quelle a semina autunnale non hanno ancora grandi esigenze di azoto).

Oltre che ad apporti eccedenti i reali fabbisogni delle colture, una corretta somministrazione dei concimi azotati non può prescindere dalla scelta del momento più idoneo alla somministrazione stessa, da individuare sia rispetto al ciclo vegetativo delle colture adottate sia rispetto all’andamento pluviometrico della zona. In particolare, è sempre buona norma cercare di fornire azoto alla coltura quando massime sono le sue richieste e quando è minima la probabilità di precipitazioni abbondanti con effetto lisciviante.

D’altra parte non si può evitare di fare anche altre considerazioni relative alla scelta della tipologia di concime da impiegare (con ovvio particolare riferimento alla forma in cui l’azoto è presente,

oltre che al titolo, alla reazione del concime nel terreno e al suo grado di solubilità), alle caratteristiche fisico-chimiche del suolo (la granulometria influisce sul potere assorbente del terreno, influenzandone la capacità di adsorbire temporaneamente, e successivamente rilasciare alla soluzione circolante, gli ioni dei sali minerali, compresi quelli azotati, sottraendoli al dilavamento; inoltre, tessitura e struttura influiscono anche sulla permeabilità e sulla capacità del suolo di trattenere acqua) e alla copertura del terreno (influisce sui fenomeni di ruscellamento).

L'interesse per la protezione delle falde dall'inquinamento da nitrati che si riscontra a livello comunitario [2], nazionale [4] e regionale [6], oltre che da un'esigenza di tutelare l'ambiente, è suscitato anche e, forse, principalmente dalla pericolosità dello ione nitrato per la salute umana.

In effetti, questo ione è caratterizzato da una tossicità molto bassa [7], ma il prodotto della sua riduzione, il nitrito, ed i composti N-nitrosi, che si originano dalla reazione tra nitrito ed altre sostanze, possono dar luogo a gravi patologie per l'uomo [3], soprattutto per i neonati di età inferiore ai 6 mesi in cui la ridotta ossigenazione del sangue per la trasformazione dell'emoglobina in metaemoglobina in presenza di nitrito determina la "Blue Baby Syndrome".

Per quanto riguarda il **fosforo**, è generalmente presente nel terreno sotto forma di ioni fosforici (H_2PO_4^- e HPO_4^{2-}) in combinazioni minerali ed organiche insolubili e poco utilizzabili dalle piante.

I terreni, solitamente, contengono circa l'1-1,2% di P_2O_5 , ma la loro fertilità fosfatica dipende dalla forma in cui l'elemento è presente; in particolare, il fosforo in un terreno può essere:

- solubile: in forma di anioni (in prevalenza H_2PO_4^- , ma anche PO_4^{3-} e HPO_4^{2-}) disciolti nella soluzione circolante e disponibili per le piante;
- scambiabile: ugualmente sotto forma anionica, con gli ioni adsorbiti reversibilmente sui argille, colloidi elettropositivi (idrossidi) e sostanza organica a costituire una riserva per il terreno stesso;
- organico: nei residui e nell'humus, risultando disponibile solo dopo il processo di mineralizzazione ad opera dei microrganismi terricoli;
- precipitato: gli ioni per il fenomeno di retrogradazione possono essere bloccati in composti insolubili o poco solubili, precipitando a pH alcalini con Ca^{2+} (a formare fosfato mono-, bi- e tricalcico a solubilità decrescente) e a pH acidi con Fe^{3+} e Al^{3+} , anche se in specifiche condizioni di pH alcuni di questi composti possono divenire nuovamente disponibili per le piante;
- inerte: composti fosfatici cristallini che appartengono alla roccia madre (non disponibile).

La disponibilità di fosforo per le piante è fortemente condizionata oltre che dal pH del terreno anche dalla presenza di calcare; quindi, la quantità di P assimilabile dalle piante dipende solo parzialmente dal contenuto totale dell'elemento nel terreno.

In particolare, in base alla concentrazione di P totale e P assimilabile, la dotazione di un terreno può essere definita come segue [5]:

Valutazione agronomica	P_2O_5 totale ‰	P_2O_5 assimilabile (metodo Olsen) mg kg^{-1}	P_2O_5 assimilabile (metodo Bray-Kurtz) mg kg^{-1}
Molto bassa	< 0.25	< 6	< 11
Bassa	0.25-0.45	6-13	11-35
Media	0.45-0.80	13-25	35-69
Alta	0.80-1.40	25-40	69-90
Molto Alta	> 1.40	> 40	> 90

In particolare, il metodo Olsen dovrà essere utilizzato per terreni con $\text{pH} > 7$ ed il metodo Bray-Kurtz per terreni con $\text{pH} < 7$.

Poiché la mobilità del fosforo nel terreno è quasi nulla, infatti esso è fortemente trattenuto dal potere adsorbente del terreno che lo cede gradualmente, non si incorre nel problema dell'inquinamento delle falde sotterranee per lisciviazione, ma ugualmente si possono verificare

Formattati: Elenchi puntati e numerati

delle perdite dell'elemento mediante ruscellamento delle acque superficiali ed il conseguente trasporto di particelle di terreno in sospensione (erosione).

Secondo stime recenti circa il 37% del fosforo presente nelle acque superficiali è di origine agricola, proveniente, in particolare, dal settore zootecnico (20%), ma anche da un uso eccessivo e spesso inutile dei concimi fosfatici [1]; tuttavia, senza dubbio, le principali fonti di fosforo sono rappresentate dai detersivi riversati negli scarichi e dagli effluenti industriali.

La conseguenza diretta dell'eccesso di fosforo oltre che di azoto nelle acque superficiali è l'insorgenza del noto fenomeno dell'eutrofizzazione.

L'eutrofizzazione, che letteralmente significa arricchimento delle acque in sostanze nutrienti (in particolare azoto e fosforo), generalmente determina, proprio per questo eccesso di nutrienti, un massiccio incremento delle alghe (fioritura algale).

Benché la presenza di vegetazione dovrebbe favorire un aumento di ossigeno nell'acqua, in realtà, in seguito alla morte delle alghe stesse, aumenta il consumo di ossigeno da parte degli organismi aerobi responsabili della loro decomposizione (processo aerobico).

La carenza di ossigeno che ne consegue, determina un incremento dei microrganismi anaerobi che decompongono la sostanza organica fermentandola, producendo composti maleodoranti; inoltre, la ridotta disponibilità di ossigeno comporta anche la morte dei pesci e di altri organismi acquatici ed un intorbidamento delle acque, che assumono particolari colorazioni (dal giallo al rosso al verde).

Questo fenomeno può interessare sia le acque interne, come i laghi, sia quelle di mare; in particolare in Italia sono presenti entrambe le situazioni; la più nota è stata senza dubbio quella del mar Adriatico settentrionale, dove alcuni anni fa, in seguito allo sviluppo algale e alla comparsa di mucillagini, si sono registrati gravi danni al patrimonio ittico locale ed al turismo.

In effetti, questa forma di inquinamento delle acque da parte dei nutrienti è stato favorito anche dalla semplificazione del paesaggio agrario, intendendo la scomparsa dei tratti di vegetazione spontanea e semispontanea, che in passato delimitavano i campi, delle aree incolte e delle zone umide prossime ai corsi d'acqua, che avevano una duplice funzione: contenere l'erosione del suolo e fungere da "filtro", asportando una parte degli elementi nutritivi, diminuendone così l'apporto ai corpi idrici.

Attualmente esistono provvedimenti legislativi (*"Provvedimenti urgenti per il contenimento dei fenomeni dell'eutrofizzazione"*) tesi alla ricerca di possibili nuove tecniche di concimazione allo scopo di limitare i livelli di fosforo nei terreni agrari e la revisione dei piani regionali di risanamento delle acque, per meglio regolamentare gli scarichi zootecnici.

Il **potassio** costituisce più del 3% della crosta terrestre ed, in particolare ne sono ricchi i terreni argillosi e vulcanici. Infatti, solitamente i terreni italiani mostrano un'elevata dotazione in potassio, maggiormente proprio quelli di origine vulcanica, come quelli campani, tanto che spesso i vegetali ne fanno un "consumo di lusso".

Nel terreno il potassio, in funzione della disponibilità per le colture, si può trovare in quattro forme:

- ✓ potassio scambiabile: gli ioni K^+ sono trattenuti dai colloidali argillo-umici, ma sono prontamente disponibili;
- ✓ potassio solubile: gli ioni sono disciolti nella soluzione circolante e sono prontamente assorbiti dalle radici delle colture;
- ✓ potassio in combinazioni organiche: si rende disponibile per le piante lentamente e solo previa mineralizzazione;
- ✓ potassio reticolare: gli ioni K^+ sono situati tra i foglietti di argilla e si rendono disponibili solo lentamente.
- ✓ potassio legato-fissato: gli ioni sono fissati dalle argille e non sono disponibili.

L'insieme di potassio scambiabile e potassio solubile costituisce il potassio assimilabile, che viene espresso come K_2O e determinato mediante estrazione con $BaCl_2$ se il pH è inferiore a 7, o con acetato di ammonio se il pH è maggiore di 7.

Le diverse forme in cui il potassio è presente in un suolo sono generalmente in equilibrio tra loro, anche se l'equilibrio tra il K scambiabile e quello in soluzione è rapido, mentre gli altri sono piuttosto lenti.

In funzione del contenuto in potassio, i terreni si possono classificare come segue:

- poveri, con un contenuto di K < 80 ppm;
- mediamente dotati, con un contenuto di K tra 80 e 150 ppm;
- ben dotati, con un contenuto di K tra 150 e 250 ppm;
- ricchi, con un contenuto di K > 250 ppm. Fare tabella

Formattati: Elenchi puntati e numerati

La disponibilità di potassio dipende da numerosi fattori:

- tipo di argilla: solitamente la vermiculite e montmorillonite mostrano una disponibilità in potassio superiore a quella della caolinite, tuttavia, poiché generalmente essi sono stati più diffusamente coltivati, è possibile anche che siano i più poveri, se la loro riserva negli anni non è stata ricostituita con opportune concimazioni;
- capacità di scambio cationico (CSC): se la CSC è alta, è più difficile mantenere sufficienti livelli di K in soluzione;
- capacità di fissare il K;
- competizione con Ca e Mg;
- umidità del suolo: in condizioni di elevata umidità (ad esempio abbondanti piogge o irrigazioni eccessive) il potassio può essere lisciviato;
- aerazione: in assenza/carenza di ossigeno, il potassio subisce una riduzione dell'assorbimento molto più forte di altri ioni (asportazioni di circa il 30% per il K, 70% per l'N, 90% per il Ca);
- temperatura: l'asportazione dell'elemento è circa il doppio a 30°C rispetto a 15°C, il che implica che con le basse temperature occorrono livelli di K superiori (per esempio alla semina del frumento in ambienti freddi);
- pH: in condizioni di acidità, l'alluminio occupa i siti di scambio, con le calcitazioni si formano idrossidi di Al, così che il potassio scambiabile aumenta, ma allo stesso tempo diminuisce la quota in soluzione, e parte viene bloccato tra i fogliettini, pertanto in ambienti acidi è opportuno aggiungere K e fare calcitazioni.

Formattati: Elenchi puntati e numerati

Poiché il potassio è fortemente trattenuto dal potere adsorbente del terreno, generalmente non si verificano problemi di inquinamento delle falde. Tuttavia, come visto, in condizioni particolari di eccessiva presenza di calcio e di precipitazioni dilavanti, nei suoli più sabbiosi si possono verificare perdite di potassio in seguito a lisciviazione; il contenimento di queste perdite dai terreni agricoli ha, comunque, come scopo principale quello di garantire una migliore efficienza della concimazione e non tanto di tutela ambientale.

Per quanto riguarda tutti gli altri elementi nutritivi, essi sono generalmente presenti nei terreni in quantitativi e forme per cui raramente si registrano situazioni di carenza.

In particolare, il **magnesio** è naturalmente presente nei terreni in forme disponibili (Mg^{2+}) per le colture (Mg scambiabile, Mg dolomitico), anche se spesso in quantità inferiori al calcio; esso, inoltre, può arrivare al terreno anche attraverso le concimazioni.

Il **calcio** è assorbito dalle piante come catione Ca^{2+} ; poiché nei terreni normali esso è la base predominante, la pianta lo trova sempre disponibile in quantità superiori a quelle degli altri cationi.

Anche in questo caso come per il magnesio, oltre che dai costituenti minerali del terreno, la pianta si approvvigiona di calcio anche attraverso la somministrazione di fertilizzanti chimici ed, eventualmente, l'irrigazione con acque dure.

Lo **zolfo** è assorbito dalle radici solo come ione solfato (SO_4^-), in quantità a volte notevoli, tanto da superare le asportazioni di fosforo. La maggior parte dello zolfo viene fornita dal terreno alle piante sempre sotto forma di ioni solfato (SO_4^-), provenienti dalla dissoluzione dei solfati di origine naturale o apportati con i fertilizzanti. Anche gli antiodici a base di zolfo (utilizzati nei trattamenti antiparassitari) costituiscono un interessante apporto di zolfo, entrando in contatto con il terreno.

La principale fonte di **ferro** per la pianta, se non l'unica, è costituita dal terreno, che è solitamente dotato di composti di ferro. La pianta può assorbire il ferro in forma bivalente o trivalente, come ione semplice e come ione complesso. In effetti, la disponibilità nutritiva del ferro può ridursi notevolmente (ferro-carenza), nei terreni ricchi di calcare attivo, in quelli acidi fortemente calcitati oppure in presenza di un eccesso di fosfati, per la formazione di composti meno solubili e difficilmente utilizzabili per le piante. Un'analoga situazione di carenza dell'elemento può essere determinata da un eccesso di altri microelementi, come il rame (Cu) o il molibdeno (Mo).

Il **boro** è assorbito dalle piante sottoforma di anione borico (BO_2^-). Nel terreno esso è contenuto principalmente in forma minerale e, quindi, a lenta decomposizione, mentre una migliore disponibilità nutritiva è determinata dalla presenza di boro legato alla sostanza organica sia residua nel terreno che introdotta con le concimazioni organiche. La disponibilità di questo elemento è garantita dalla presenza di calcio e da una reazione neutra e alcalina, infatti nei terreni calcio-carenti e poveri di colloidali, il boro viene facilmente allontanato per dilavamento.

Il **manganese**, a causa della sua polivalenza, può trovarsi nel terreno in diverse forme di ossidazione, con solubilità e disponibilità nutritiva decrescente all'aumentare della valenza. Le piante di preferenza assorbono il Mn come catione bivalente. Solitamente in ambiente acido la disponibilità dello ione Mn^{2+} è maggiore, dato che quello alcalino facilita l'ossidazione dell'elemento ed il suo passaggio a valenze superiori (tri- e tetraivalente), con formazione di composti nei quali il Mn è reso più inattivo per la nutrizione vegetale.

La presenza del **rame** nel terreno è legata sia alla sua dotazione naturale (costituenti minerali) sia all'apporto mediante i trattamenti anticrittogamici che entrano in contatto con il terreno. Il rame è presente nel terreno come catione di scambio o come sale basico; l'assorbimento di questo elemento da parte delle piante avviene sottoforma di elemento bivalente, sia come ione semplice che come ione complesso organico.

Lo **zinco** presente nel terreno può essere di origine naturale (minerali) o può provenire dall'esterno mediante l'impiego di antiparassitari, in cui l'elemento è presente come catione di scambio o come sale basico. La sua disponibilità biologica è favorita da un ambiente acido, mentre in ambiente alcalino, per eccesso di calcio (terreno calcareo ecc.), lo Zn entra in combinazioni insolubili di scarsa o nulla disponibilità biologica. Anche un eccesso di fosfati o di sostanza organica può determinare la formazione di composti dello zinco poco solubili. Lo zinco viene normalmente assorbito dalle piante come catione semplice o come ione complesso organico.

Infine, per quanto riguarda il **molibdeno**, al contrario degli altri microelementi, esso è generalmente più disponibile a pH neutro.

1 Bibliografia

- [1] Chiaudani G., Premazzi G. 1988. Valutazione dei possibili metodi per combattere il fenomeno dell'eutrofizzazione nelle acque della Comunità Europea. CIPA Editore.
- [2] Comunità Economica Europea, 1996. Direttiva nitrati 91/676/CEE
- [3] Conversa G., Florio G., Parente A., Santamaria P., 2002. Indagine su contenuto di nitrato di ortaggi da foglia pugliesi. Supplemento Colture Protette, 12: 24-27
- [4] Decreto legislativo 152/06 –Italia, 2006.
- [5] Landi R., 1999. Agronomia ed Ambiente. Ed Agricole.
- [6] Regione Campania, 2007. Programma d'azione per le zone vulnerabili all'inquinamento da nitrati di origine agricola.
- [7] Speijers G. J. A., 1996. Nitrate. In: Toxicological evaluation of certain food additives and contaminants in food. WHO Food Additives Series, Ginevra, 35, pp. 325-60.

Schede colturali

Le schede colturali riportate di seguito sono relative alle colture più diffuse sul territorio campano. Esse sono state suddivise per una più rapida individuazione delle colture di interesse in tre categorie:

1. *Piante arboree*
2. *Piante erbacee in pieno campo*
3. *Orticole*

In ciascuna scheda colturale sono riportate indicazioni relative alle esigenze pedologiche della specie, nonché alle modalità di applicazione dei fertilizzanti. Inoltre, sono indicate le quantità dei tre macro-elementi fondamentali (azoto, fosforo e potassio) necessarie a sostenere la crescita e la produzione della coltura stessa.

In particolare, i **coefficienti di asportazione** sono quelli che considerano le quantità di elemento che escono dal campo con la raccolta della parte utile della pianta (ad esempio, frutti o radici); mentre i **coefficienti di assorbimento** comprendono anche le quantità di elemento che si localizzano nelle parti della pianta non commerciabili o, comunque, non vendute (ad esempio, rami nel caso di specie arboree o residui pagliosi in alcune specie erbacee, etc.).

Questi valori di assorbimento dei nutrienti sono sempre espressi in kg per tonnellata di produzione. Nelle schede sono riportati i valori di assorbimento della pianta intera per i tre elementi, indicati nelle *Linee guida nazionali per l'agricoltura integrata*, come dato nazionale di riferimento, quindi è indicato un valore od un range di valori di assorbimento/asportazione, come trovato in bibliografia.

Pertanto, a partire da questi valori si ottengono i fabbisogni colturali, come indicato nel piano di concimazione con la lettera A, ed ottenuti moltiplicando i valori suddetti per la produzione.

Per produzione si intende sempre quella “commerciale”, ossia quella realmente commercializzata e alle specifiche condizioni previste dal mercato; ad esempio nel caso del frumento, per il quale l'umidità commerciale è del 13.5%, i valori di assorbimento dei tre elementi sono già riferiti ad una tonnellata di prodotto al 13.5% di umidità, e pertanto non richiedono ulteriori trasformazioni.

Piante arboree

Concimazione d'impianto degli arboreti

Per i fruttiferi (compresa la vite), come per le altre specie, disporre di quantità sufficienti ed equilibrate dei differenti elementi nutritivi è fondamentale per supportare quantitativamente e qualitativamente la produzione.

Data la pluriennalità del ciclo biologico degli alberi da frutto e considerato che solo dopo un numero variabile di anni (dipendente dalla specie) le singole piante arrivano a regime di piena produzione, è necessario differenziare la concimazione in funzione della fase evolutiva della specie.

Si distinguono, quindi, 3 tipologie e, di conseguenza, tempi di fertilizzazione:

- concimazione d'impianto;
- concimazione di allevamento;
- concimazione di produzione.

Poiché la prima non differisce sostanzialmente in funzione della specie, sarà trattata in maniera generica in questo paragrafo, al contrario la concimazione di produzione (presupponendo che la pianta produca a regime) sarà trattata specificamente nelle singole schede colturali. Infine, per quanto concerne la concimazione di allevamento sarà trattata nella sezione relativa al piano di concimazione per le specie arboree.

La concimazione di impianto ha lo scopo di aumentare il livello di fertilità naturale del terreno, attraverso la somministrazione di sostanza organica ed elementi poco mobili come fosforo e potassio.

Fermo restando la necessità di eseguire l'analisi fisico-chimica dei suoli prima dell'impianto e di tenerne conto per la scelta della dose di concime, in generale una classica concimazione di impianto prevede [1]:

- o letamazione (in genere sono sufficienti quantitativi variabili tra 300 e 500 q ha⁻¹) o sovescio di leguminose o sostanza organica equivalente;
- o concimazione fosforica con 100-200 unità di P₂O₅;
- o concimazione potassica con 100-200 unità di K₂O.

Bibliografia

[1] Valli R. (2001). Arboricoltura generale e speciale. Edagricole

Actinidia

Assorbimento-Asportazione

Tipo di prodotto	Espressa in $kg\ t^{-1}$	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	Bibliografia
Frutto	Frutti	1.5	0.4	3.4	[1]
Pianta intera	Frutti	5.9	1.6	5.9	[1]
Frutto	Frutti	1.3-1.4	0.3-0.9	3.5	[3] [4]

Esigenze pedologiche

I migliori terreni sono quelli sciolti, sabbioso-limosi, con ridotto contenuto in calcare attivo, per evitare fenomeni di clorosi; i terreni argillosi e con ristagni idrici sono da evitare [2] perché possono favorire gli attacchi di Phytophthora [4]. La reazione deve essere neutra o sub-acida (6-7) [2]; in terreni con pH superiori a 7.5-7.6 si possono avere fenomeni di clorosi [4]. La salinità deve essere inferiore a 2 dS/m.

Modalità di applicazione del fertilizzante

Una buona gestione della concimazione azotata è fondamentale perché gli eccessi di azoto causano rigoglio vegetativo e peggioramento della qualità e conservabilità dei frutti.

La concimazione di produzione prevede il frazionamento in due tempi, in pre-germogliamento ed in post-allegagione [4].

Si consiglia l'uso dell'urea o del solfato ammonico per il primo intervento e le forme nitro-ammoniacali per il secondo.

Particolare attenzione va rivolta all'elevata richiesta di calcio da parte della pianta, in totale 10 kg per tonnellata di frutti prodotti, ed ai rischi di clorosi ferrica che può compromettere quantitativamente e qualitativamente il raccolto.

Bibliografia

[1] *Linee guida nazionali per l'agricoltura integrata (2011)*

[2] AA.VV. (1991) *Frutticoltura speciale*. REDA

[3] Dichio B. e Montanaro G. (2005). Come migliorare l'efficienza della nutrizione dell'actinidia. *L'Inform. Agr* 41, pp 37-41

[4] Valli R. (2001). *Arboricoltura generale e speciale*. Edagricole

Agrumi

Assorbimento-Asportazione

Tipo di prodotto	Espressa in kg t ⁻¹	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	Bibliografia
Frutti (arancio)	Frutti	1.3	0.5	2.2	[1]
Pianta intera (arancio)	Frutti	2.8	1.3	3.9	[1]
Frutti (clementine)	Frutti	1.5	0.4	1.6	[1]
Pianta intera (clementine)	Frutti	2.8	1.3	4.3	[1]
Frutti (limone)	Frutti	1.2	0.3	2.1	[1]
Pianta intera (limone)	Frutti	2.5	1.0	3.5	[1]
Frutti (mandarino)	Frutti	1.0	0.3	1.8	[1]
Pianta intera (mandarino)	Frutti	2.8	1.3	9.4	[1]
Frutti	Frutti	1.4	0.3-0.6	1.5-1.8	[2] [3]
Pianta intera	Frutti	2.4	0.7	-	[2]
Frutti (limone)	Frutti	1.2	0.5	2.3	[4]

Esigenze pedologiche

La capacità degli agrumi di adattarsi a diverse tipologie di suolo dipende essenzialmente dal portainnesto impiegato [2]. In generale, i terreni preferiti dagli agrumi sono quelli sciolti o franchi, profondi (anche se già 70-80 cm, in assenza di strati sottostanti impermeabili, possono essere sufficienti), ben drenati, sufficientemente dotati in sostanza organica [3]. Sono da evitare i terreni eccessivamente pesanti e compatti, sia perché sono maggiori i rischi di ristagni idrici e marciumi radicali sia perché compromettono la produzione con frutti più piccoli, meno succosi e zuccherini, con buccia più spessa e a maturazione tardiva [3]. Anche per la reazione chimica è necessario prendere in considerazione il portainnesto impiegato [2]. Valori ottimali di pH sono quelli compresi tra 6 e 8 [3].

Modalità di applicazione del fertilizzante

Gli agrumi, in generale, mostrano elevate richieste di azoto e potassio, mentre decisamente inferiori sono le esigenze in fosforo; il rapporto teorico di restituzione per N, P₂O₅ e K₂O è orientativamente 1.0:0.20:0.75, e va modificato in funzione della naturale fertilità chimica dei terreni e degli eventuali apporti di sali minerali attraverso le acque di irrigazione [2].

Gli agrumi traggono giovamento dell'impiego di concime organico, ma il letame è sempre più difficilmente reperibile [2].

L'azoto è preferibilmente somministrato in forma ammoniacale, si può impiegare l'urea, ma preferibilmente in quei terreni che sgrondano perfettamente [2].

Per la concimazione di produzione si consiglia di somministrare l'azoto in due interventi, a fine inverno ed in post-allegagione.

Il fosforo ed il potassio possono essere somministrati in qualsiasi momento dell'anno [2].

Nei giovani impianti si consiglia di fornire l'azoto in almeno tre volte nel corso della stagione primaverile-estiva, in funzione dello sviluppo delle piante [3].

Ugualmente importante è soddisfare le esigenze in calcio e magnesio; in particolare, per questo elemento sono molto diffuse situazioni di carenza, soprattutto per le cultivar di arancio. I più evidenti sintomi di carenze di magnesio si verificano in autunno nelle foglie vecchie, con evidenti aree verdi di forma triangolare con parti marginali della lamina di color giallo bronzata.

La nutrizione magnesica si avvantaggia della fertilizzazione organica; per la cura della carenza si ricorre a concimazioni al terreno con solfato di magnesio e/o interventi fogliari [3].

Bibliografia

- [1] *Linee guida nazionali per l'agricoltura integrata (2011)*
- [2] AA.VV. (1991). Frutticoltura speciale. REDA
- [3] F. Introgliolo, F. Tittarelli, G. Roccuzzo, S. Canali. (1998). Fertilizzazione degli agrumi. *Informatore Agrario* 9/98.
- [4] Regione Campania (2000). Disciplinare di produzione per la coltivazione degli agrumi.
- [5] Valli R. (2001). Arboricoltura generale e speciale. Edagricole

Albicocco

Assorbimento-Asportazione

Tipo di prodotto	Espressa in <i>kg t⁻¹</i>	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	Bibliografia
Frutti	Frutti	0.9	0.5	3.6	[1]
Pianta intera	Frutti	5.5	1.3	5.3	[1]

Esigenze pedologiche

In genere l'albicocco predilige terreni franchi, permeabili, profondi e caldi. Rifugge da terreni umidi e compatti, dove diviene più sensibile alla gommosi e dove vegeta stentatamente [2].

Un'oculata scelta del portainnesto può ampliare notevolmente la gamma dei terreni che possono ospitare l'albicocco. Il franco di *Prunus armeniaca* mostra buona adattabilità a terreni siccitosi, calcarei, poco fertili e anche salini. Il mirabolano si adatta a quasi tutti i tipi di terreno, anche a quelli pesanti, argillosi ed umidi [2]. I valori ottimali di pH sono compresi tra 6,5 e 7,5.

Modalità di distribuzione del fertilizzante

I periodi di massima richiesta di elementi nutritivi sono tra fioritura e allegagione, durante l'ingrossamento del frutto e nel periodo di differenziazione delle gemme a fiore (estate), per cui si consiglia di frazionare la concimazione azotata di produzione più o meno equamente in questi tre momenti.

Le somministrazioni di fosforo e potassio possono essere annuali o pluriennali a seconda della dotazione del terreno.

Importanti sono gli apporti annuali di sostanza organica, sotto forma di letame, di altri concimi organici o di sovescio, per mantenere il livello di fertilità del terreno [2].

Bibliografia

[1] Linee guida nazionali per l'agricoltura integrata (2011)

[2] Valli R. (2001). Arboricoltura generale e speciale. Edagricole

Castagno da frutto

Assorbimento-Asportazione

Tipo di prodotto	Espressa in $kg\ t^{-1}$	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	Bibliografia
Frutti	Frutti	8,4	3.3	8,6	[1]

Esigenze pedologiche

Il castagno cresce in terreni collinari, compresi tra i 400 e i 1000 metri di altezza, a reazione acida, profondi, soffici, fertili e non calcarei [2].

Ben si adatta anche a terreni superficiali, purché permeabili e non pesanti, ma nello specifico i suoli più idonei alla coltivazione del castagno sono quelli leggeri, profondi, con buona disponibilità di fosforo e soprattutto potassio [1]. Soffre per i ristagni di umidità in quanto favoriscono lo sviluppo di marciumi radicali specifici. Il suolo deve essere a reazione acida o sub-acida, con un pH compreso tra 4.5 e 6.5 [1].

Modalità di distribuzione del fertilizzante

In linea generale il castagno da frutto europeo tradizionale richiede fertilizzazione contenuta, in quanto un eccesso di azoto è deleterio per la fruttificazione. Infatti in alcune aree della Campania non è necessario l'apporto di fertilizzanti minerali essendo il bilancio del castagneto in grado di assicurare alla coltura una sufficiente copertura delle esigenze nutrizionali.

Invece per alcuni ibridi euro giapponesi o cino giapponesi, che hanno altre esigenze, si consiglia, per sostenere la produzione, un razionale programma di concimazione. Per questi, al momento dello scasso è consigliabile una ricca somministrazione organica, abbinata alla concimazione fosfo-potassica se necessaria (60-80 unità di P₂O₅ e 200 unità di K₂O) [1].

Per questi due elementi i successivi interventi di concimazione saranno fatti saltuariamente in funzione della dotazione del terreno, indicativamente ogni 3-4 anni per il potassio ed anche al decimo anno per il fosforo [1].

Per quanto riguarda l'azoto, esso fino al sesto anno sarà somministrato in dosi annualmente crescenti (da 50 grammi per pianta al primo anno a 300 al sesto) in prossimità della pianta stessa [1].

Dal 6° anno si possono distribuire fino a 100 kg/ha di azoto.

Tra gli oligoelementi il manganese può risultare utile alla crescita delle piante.

Bibliografia

[1] AA.VV. (1991). Frutticoltura speciale. REDA

[2] Valli R. (2001). Arboricoltura generale e speciale. Edagricole

Ciliegio

Assorbimento-Asportazione

Tipo di prodotto	Espressa in <i>kg t⁻¹</i>	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	Bibliografia
Frutti	Frutti	1.3	0.4	2.3	[1]
Pianta intera	Frutti	6.7	2.2	5.9	[1]
Frutti	Frutti	-	0.5	2.0	[4]
Pianta intera	Frutti	4.8-7.2	2.0-2.7	3.4-6.6	[3]

Esigenze pedologiche

Il ciliegio dolce richiede un terreno fertile, permeabile e profondo, rifuggendo dalle terre umide e argillose. Il ciliegio amaro, invece, è rustico e si adatta meglio a diverse situazioni pedoclimatiche [5]. I valori ottimali di pH sono quelli compresi tra 6,5 e 7,2.

Modalità di applicazione del fertilizzante

Il ciliegio, al pari delle altre Drupacee, richiede poco fosforo e si giova molto dell'azoto, che va somministrato, però, con attenzione alla pianta adulta per evitare di predisporre i frutti alle crepe conseguenti alle piogge [2].

È preferibile fornire l'azoto in modo frazionato, con una parte dopo la raccolta dei frutti [5]. Solitamente si opta per due interventi, di cui il primo a fine inverno ed il secondo dopo la raccolta, in funzione anche dell'entità di questa o, nel caso di terreni magri, inerbiti e di scarso spessore, subito dopo l'allegagione [2].

Per il fosforo la concimazione di fondo risulta spesso sufficiente per l'intera vita del frutteto; diversamente si possono effettuare apporti ogni 3-4 anni. Il potassio, il cui assorbimento inizia precocemente e la cui carenza si manifesta già dalle prime fasi, si somministra in genere poco prima della ripresa vegetativa del frutteto [4].

Bibliografia

[1] *Linee guida nazionali per l'agricoltura integrata (2011)*

[2] AA.VV. (1991). *Frutticoltura speciale*. REDA

[3] IASMA Notizie (2007). *Ciliegio*.

[4] Marangoni B., Quartieri M., Scudellari D., (1998). *Gestione del suolo, irrigazione e fertilizzazione del ciliegio*. *Informatore Agrario* n. 27.

[5] Valli R. (2001). *Arboricoltura generale e speciale*. Edagricole

Fico

Assorbimento-Asportazione

Tipo di prodotto	Espressa in <i>kg t⁻¹</i>	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	Bibliografia
Frutti	Frutti	1.0	0.4	2.3	[1]
Pianta intera	Frutti	11.4	7.5	10.0	[1]
Pianta intera	Frutti	12.0	-	-	[4]

Esigenze pedologiche

Il fico vegeta in terreni moderatamente asciutti, leggeri, anche ciottolosi e calcarei, mentre rifugge le terre argillose ed umide [5] perché non tollera il ristagno idrico. La specie risulta anche resistente all'aridità ed ai venti salsi marini [2]. Il pH ottimale risulta compreso tra 6,5 e 7,8.

Modalità di distribuzione del fertilizzante

Concimazione di produzione: per la coltura specializzata si suggeriscono apporti annui di circa 50 kg/ha di azoto, 30 kg/ha di fosforo e 70 kg/ha di potassio [3, 5]. L'eccesso di azoto determina nel fico scarsa produzione, maturazione ritardata, frutti grossi, poco zuccherini e di facile deperibilità. Tra gli elementi minori è forte la richiesta di calcio.

Bibliografia

- [1] *Linee guida nazionali per l'agricoltura integrata (2011)*
- [2] AA.VV. (1991). *Frutticoltura speciale*. REDA
- [3] Formez. *Aspetti tecnici ed economici delle produzioni frutticole del Mezzogiorno*.
- [4] Regione Basilicata. *Piano di utilizzazione agronomica*.
- [5] Regione Campania (2000). *Disciplinare di produzione per la coltivazione del fico*.
- [6] Valli R. (2001). *Arboricoltura generale e speciale*. Edagricole

Kaki

Assorbimento-Asportazione

Tipo di prodotto	Espressa in <i>kg t⁻¹</i>	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	Bibliografia
Frutti	Frutti	0.7	0.3	1.5	[1]
Pianta intera	Frutti	5.8	2.0	6.0	[1]
Pianta intera	Frutti	6.0	-	-	[3]

Esigenze pedologiche

Il kaki si adatta bene a diversi tipi di terreno, tollerando anche quelli piuttosto argillosi, anche se i migliori risultati si ottengono in terreni profondi, ben drenati, franchi [2]. Il kaki si adatta a terreni sub-acidi e sub alcalini, tollerando anche alti contenuti in calcio, mentre rifugge eccessi di sali di sodio e boro [2].

Modalità di distribuzione del fertilizzante

Concimazione di produzione: l'azoto va somministrato in dosi generalmente non superiori a 100 kg/ha per gli impianti poco vigorosi e 150 kg/ha per quelli molto vigorosi; per quantità superiori a 60 kg/ha si consiglia di frazionare l'azoto in due volte. Si consigliano inoltre quantitativi di P₂O₅ non superiori a 50 kg/ha e di K₂O non superiori a 150 kg/ha. In terreni poveri di sostanza organica è consigliabile in primavera il sovescio con favino o lupino. In impianti in piena produzione il rapporto ottimale NPK è di 1-0,5-1.

Bibliografia

[1] *Linee guida nazionali per l'agricoltura integrata (2011)*

[2] AA.VV. (1991). *Frutticoltura speciale*. REDA

[3] Regione Basilicata. *Piano di utilizzazione agronomica*.

Melo

Assorbimento-Asportazione

Tipo di prodotto	Espressa in $kg\ t^{-1}$	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	Bibliografia
Frutti	Frutti	0.6	0.3	1.7	[1]
Pianta intera	Frutti	2.9	0.8	3.1	[1]
Frutti	Frutti	0.5	0.3	1.5	[5]
Pianta intera	Frutti	2.3-2.5	0.8-0.9	3.8	[4] [5]
Pianta intera	Frutti	2.0	0.6	2.4	[3]

Esigenze pedologiche

Il melo è adattabile a diversi tipi di terreno, tollerando sia quelli calcarei che quelli argillosi, anche se i suoli migliori sono quelli profondi, permeabili e dotati di buona fertilità [5]. Nei riguardi del calcare il melo sembra sopportarlo fino al 12-15% a condizione che il terreno sia ben drenato [2]. Valori preferenziali di pH sono quelli compresi tra 6,5 e 7. Sono da evitare suoli con pH minori di 5,4 e maggiori di 8,8. La salinità deve essere inferiore a 2 dS/m [4].

Modalità di distribuzione del fertilizzante

La concimazione del melo dipende da numerose variabili quali la cultivar, il portinnesto, l'età del frutteto, l'ambiente pedoclimatico, le tecniche culturali, etc. [2].

Il melo mostra elevate esigenze di azoto ed ancor più di potassio; basse, invece, risultano le esigenze in fosforo. Grande importanza rivestono anche il calcio e magnesio, che mediamente è asportato in quantitativi pari a 15-20 kg ad ettaro [2].

Concimazione di produzione: si consiglia di frazionare l'azoto per circa il 30% alla fine dell'inverno, circa il 30% all'allegagione, 30% all'ingrossamento dei frutti ed il rimanente 10% a fine estate-inizio autunno.

Se la somministrazione dell'azoto avviene in autunno si consiglia di utilizzare una forma ammoniacale o a lenta cessione, mentre in primavera si può ricorrere a prodotti a pronto effetto [2].

Il fosforo può essere apportato con cadenza biennale o triennale, mentre il potassio annualmente; si consiglia la loro somministrazione in autunno, in modo che le piogge invernali possano traslocarli in prossimità dell'apparato radicale assorbente [2].

La concimazione organica è indispensabile ogni 3-5 anni, con concimi organici e con sovescio [5].

Bibliografia

[1] *Linee guida nazionali per l'agricoltura integrata (2011)*

[2] AA.VV. (1991). *Frutticoltura speciale*. REDA

[3] Regione Campania (2000). *Disciplinare di produzione per la coltivazione del melo*.

[4] Regione Lombardia. *Piano di sviluppo rurale-misura f (2.6) – azione 1- Disciplinari di produzione Parte generale*.

[5] Valli R. (2001). *Arboricoltura generale e speciale*. Edagricole

Nocciolo

Assorbimento-Asportazione

Tipo di prodotto	Espressa in <i>kg t⁻¹</i>	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	Bibliografia
Frutti	Frutti	28.2	4.3	12.5	[1]
Pianta intera	Frutti	31.0	13.5	29.0	[1]

Esigenze pedologiche

I terreni migliori sono quelli fertili, franchi o tendenti allo sciolto, permeabili, a pH neutro, con calcare attivo inferiore al 8%, altrimenti compare la clorosi. Il nocciolo si adatta anche a terreni argillosi, purché ben drenati, in quanto è sensibile all'asfissia radicale [2, 5]. La giacitura di pianura è la più rispondente, anche se viene tollerata una pendenza fino al 15%, oltre la quale occorre procedere al terrazzamento, per non creare difficoltà alla meccanizzazione [2]. Sono preferibili valori di pH compresi tra 5,5 -7,8 [2, 3, 4].

Modalità di distribuzione del fertilizzante

Oltre ai tre macro-elementi principali, il nocciolo necessita anche di manganese che entra nella sintesi della clorofilla, di boro e zinco importanti nella fruttificazione e di magnesio, ferro, rame e zolfo.

Per quanto riguarda l'azoto, dal primo al quinto anno possono essere indicativamente somministrati i seguenti quantitativi: 30, 50, 100, 120 e 150 kg ad ettaro, evitando di collocarlo in prossimità del tronco [2].

Nella fase di piena produzione il rapporto ottimale tra i 3 macro-elementi è 1:0.2:0.8, con dosi di azoto che devono essere all'incirca raddoppiate nel caso in cui la coltura sia condotta in irriguo [2]. Si consiglia di frazionare l'azoto in due interventi; circa il 50% tra febbraio e marzo ed il restante 50% ad aprile-maggio, mediante concimi ammoniacali od ureici [2].

Fosforo e potassio, ed eventualmente calcio, si somministrano prima delle piogge autunnali [4].

Bibliografia

[1] *Linee guida nazionali per l'agricoltura integrata (2011)*

[2] AA.VV. (1991). *Frutticoltura speciale*. REDA

[3] D'Errico F.P., Pugliano G., Ragozzino A. (a cura di). *Guida pratica alla coltivazione del nocciolo*. APOFRUS Campania, Camera di Commercio di Napoli.

[4] Regione Campania (2000). *Disciplinare di produzione per la coltivazione del nocciolo*.

[5] Valli R. (2001). *Arboricoltura generale e speciale*. Edagricole

Noce

Assorbimento-Asportazione

Tipo di prodotto	Espressa in <i>kg t⁻¹</i>	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	Bibliografia
Frutti	Frutti secchi	14.8	5.0	4.7	[1]
Pianta intera	Frutti secchi	32.0	10.0	13.0	[1]
Frutti	Frutti secchi	12.0	3.3	-	[4]
Frutti	Frutti secchi	15.0	4.6	6.0	[5]

Esigenze pedologiche

Il noce predilige terreni profondi (le radici in parte fittonanti si approfondiscono per 1-2 m e si allargano per 3-4 m), fertili, di facile sgrondo, né argillosi né umidi; può essere danneggiato da calcare in eccesso, che provoca clorosi ferrica [6]. Il noce preferisce suoli tendenzialmente neutri; sono da evitare suoli con pH troppo elevati (8-9), causa di clorosi ferrica [3].

Modalità di distribuzione del fertilizzante

Per ottenere buone produzioni, regolari e costanti, è necessario somministrare annualmente concimi chimici e, possibilmente, ogni 2-3 anni sostanza organica, sotto forma di sovescio o letame [2].

Fosforo e il potassio si somministrano prima delle piogge autunnali [5].

In fase di allevamento e produzione si consiglia di somministrare l'azoto, sotto forma di nitrato ammonico, per circa 2/3 alla ripresa vegetativa e per circa 1/3 a metà maggio [5].

Bibliografia

[1] *Linee guida nazionali per l'agricoltura integrata (2011)*

[2] AA.VV. (1991). *Frutticoltura speciale*. REDA

[3] Atti del XII Convegno Pomologico. "La coltura del noce". Luglio 1992.

[4] Forte V. (1993). *Il Noce*. Edagricole

[5] Regione Campania (2000). *Disciplinare di produzione per la coltivazione del noce*.

[6] Valli R. (2001). *Arboricoltura generale e speciale*. Edagricole

Olivo

Assorbimento-Asportazione

Tipo di prodotto	Espressa in $kg\ t^{-1}$	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	Bibliografia
Olive	Frutti	10.0	2.3	4.4	[1]
Pianta intera	Frutti	24.8	4,8	20	[1]
Olive	Frutti	8.0	-	9.5	[3]
Pianta intera	Frutti	20.0	4.3	17.5	[3]

Esigenze pedologiche

Le cultivar di olivo da mensa risultano, in genere, più esigenti di quelle da olio, pertanto sono coltivate in zone ad elevata vocazione per condizioni climatiche (inverni miti), pedologiche (terreni profondi e fertili) e disponibilità idriche [2].

In generale l'olivo predilige i terreni sciolti o franchi, ben drenati, anche calcarei, dove sembra che forniscano un olio migliore. Rifugge sia i terreni troppo umidi e pesanti che quelli siccitosi. Può essere coltivato anche nei terreni con molto scheletro e rocciosi, purché fessurati, in quanto le sue radici sono in grado di esplorare un notevole volume di terreno. In queste condizioni la vegetazione è però stentata, la pianta di dimensioni ridotte, la produzione scarsa e soggetta all'alternanza. L'olivo è tradizionalmente una delle piante più usate nei terreni collinari meno fertili, soprattutto nel Meridione, contribuendo a rendere queste zone meno inospitali e meno soggette all'erosione[5]. Valori preferenziali di pH sono compresi tra 6 e 8,5 [3]. La salinità deve essere inferiore a 6 dS/m [3].

Modalità di distribuzione del fertilizzante

Poiché le massime esigenze di azoto si manifestano durante le fasi di formazione dei fiori, di allegagione e di sviluppo dei frutti, che coincidono con la ripresa vegetativa (marzo-giugno) e poi ancora durante la fase di indurimento del nocciolo (luglio-agosto), la concimazione azotata va opportunamente frazionata [2]. In particolare si consiglia il primo intervento a fine inverno ed il secondo in primavera inoltrata [2].

La concimazione di produzione prevede se necessaria, in funzione della dotazione naturale del terreno, la somministrazione in autunno di concimi fosfo-potassici [5].

Si consiglia inoltre di somministrare ogni 3-4 anni 20 t/ha di letame maturo, diminuendo, nell'anno di letamazione, l'apporto di azoto minerale di circa il 30%.

In presenza di irrigazione localizzata o di fertirrigazione è consigliabile intervenire con distribuzioni in prossimità del filare riducendo del 20-30% le unità fertilizzanti da distribuire [3].

L'olivo assorbe anche ingenti quantità di calcio, che però è normalmente presente nel terreno e, quindi, solo raramente viene apportato con i concimi; la pianta mostra anche altre esigenze in ferro, boro e altri micro-elementi che in genere non vengono apportati tramite concimi [4].

Bibliografia

[1] *Linee guida nazionali per l'agricoltura integrata* (2011)

[2] AA.VV. (1991). *Frutticoltura speciale*. REDA

[3] Palese, Celano, Xiloyannis (2001). *Le esigenze nutrizionali dell'olivo*.

[4] Regione Campania (2000). *Disciplinare di produzione di coltivazione dell'olivo*.

[5] Valli R. (2001). *Arboricoltura generale e speciale*. Edagricole

Pero

Assorbimento-Asportazione

Tipo di prodotto	Espressa in <i>kg t⁻¹</i>	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	Bibliografia
Frutti	Frutti	0.6	0.3	1.7	[1]
Pianta intera	Frutti	3.3	0.8	3.3	[1]
Pianta intera	Frutti	3.3	0.8	4.0	[4]

Esigenze pedologiche

Nei confronti del terreno le esigenze del pero sono strettamente collegate al tipo di portainnesto utilizzato. Il pero innestato su franco si adatta anche a terreni poco fertili, calcarei e siccitosi; il pero innestato su cotogno ha maggiori esigenze e richiede terreni fertili, con elevato contenuto in sostanza organica, profondi (anche se l'apparato radicale è piuttosto superficiale, quindi si adatta anche ai terreni meno profondi), con pH neutro o lievemente sub-alcalino, con basso contenuto in calcare verso cui è sensibile [2, 5]; è, però, maggiormente tollerante al calcare attivo (fino ad 8%). Il pH ottimale è compreso tra 6,5 e 7,5; sono suoli non adatti alla coltivazione quelli con pH inferiore a 5,4 o maggiore di 8,8 [3]. La salinità deve essere inferiore a 2 dS/m; non sono adatti suoli con valori di conducibilità superiore a 3 dS/m [3].

Modalità di distribuzione del fertilizzante

Per la concimazione di produzione, si consiglia di frazionare l'azoto va frazionato per circa il 40% a febbraio; circa il 40% prima della fioritura ed il rimanente 20% dopo la raccolta. Il fosforo ed il potassio si somministrano prima delle piogge autunnali.

Bibliografia

[1] *Linee guida nazionali per l'agricoltura integrata (2011)*

[2] AA.VV. (1991). *Frutticoltura speciale*. REDA

[3] Regione Campania (2000). *Disciplinare di produzione per la coltivazione del pero*.

[4] Valli R. (2001). *Arboricoltura generale e speciale*. Edagricole

Pesco

Assorbimento-Asportazione

Tipo di prodotto	Espressa in <i>kg t⁻¹</i>	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	Bibliografia
Frutti	Frutti	1.3	0.6	1.6	[1]
Pianta intera	Frutti	5.8	1.7	5.8	[1]
Frutti nettarine	Frutti	1.4	0.6	3.4	[1]
Pianta intera nettarine	Frutti	6.4	1.4	5.3	[1]
Frutti	Frutti	1.8	0.5	-	[5]
Pianta intera	Frutti	6.3	1.1	5.8	[5]

Esigenze pedologiche

Il pesco richiede un terreno franco o sciolto, fertile, profondo (1.0-1.5 m), a pH neutro o debolmente alcalino, ricco di sostanza organica (2-3%); teme i terreni argillosi di difficile sgrondo, dove è soggetto a fenomeni di asfissia radicale; il contenuto in calcare attivo deve essere inferiore al 3-4% poiché, in caso contrario, la pianta manifesta sintomi di clorosi. Se il pesco è innestato su susino mostra una maggiore resistenza all'asfissia radicale e alla clorosi [2, 5]. Ottimali per la coltura risultano essere valori di pH compresi tra 6,5 e 7,2. La salinità deve essere inferiore a 1.7 dS/m [3].

Modalità di distribuzione del fertilizzante

Il pesco è tra le specie arboree da frutto tra le più esigenti in azoto, altrettanto richiesto è il potassio, inferiori, invece, sono le esigenze di fosforo.

In particolare, fosforo e potassio, essendo poco mobili, possono essere somministrati prima delle piogge autunno-vernine [2].

Per quanto riguarda l'azoto, si consiglia il frazionamento in tre interventi di circa eguale dose: ad inizio primavera, dopo l'allegagione e in post-raccolta.

Le cv precoci assorbono il 20% dell'azoto totale nel periodo compreso tra la fioritura e il diradamento dei frutticini mentre, nello stesso periodo, le cv tardive ne assorbono solo il 10%; successivamente, nel periodo di massima crescita dei germogli (dal diradamento a tutto agosto), viene assorbito il 65% dell'azoto e da settembre in poi il restante 15-25% [4].

L'ultimo intervento di fine estate è particolarmente indicato nelle cv tardive in quanto la permanenza del frutto riduce fortemente le riserve azotate della pianta [4].

Bibliografia

[1] *Linee guida nazionali per l'agricoltura integrata (2011)*

[2] AA.VV. (1991). *Frutticoltura speciale*. REDA

[3] Flagella Z. et al. (1999). Le acque salmastre come risorsa idrica: limiti e prospettive. -Tolleranza allo stress salino delle specie coltivate in relazione agli aspetti fisiologici, produttivi e qualitativi. www1.inea.it/otris

[4] Malangoni (1995). In atti del Convegno "Ricerca e innovazione per la peschicoltura meridionale". Sibari (CS), 1-2 Giugno 1995.

[5] Valli R. (2001). *Arboricoltura generale e speciale*. Edagricole

Susino

Assorbimento-Asportazione

Tipo di prodotto	Espressa in <i>kg t⁻¹</i>	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	Bibliografia
Frutti	Frutti	0.9	0.3	2.2	[1]
Pianta intera	Frutti	4.9	1.0	4.9	[1]
Pianta intera	Frutti	5.7	1.3	-	[2]

Esigenze pedologiche

Il susino è considerato una specie rustica, adattabile a terreni compatti, argillosi, calcarei (i cino-giapponesi tollerano meno degli europei il calcare), umidi, purché senza ristagni idrici; può essere impiantato anche in terreni poco profondi, perché ha un apparato radicale piuttosto superficiale [2]. Si adatta ad un'ampia gamma di pH.

Modalità di distribuzione del fertilizzante

Concimazione di produzione: si consiglia di distribuire l'azoto per circa 1/3 in autunno, 1/3 dopo l'allegagione ed il rimanente durante l'accrescimento dei frutti. Il fosforo ed il potassio si distribuiscono in autunno.

Il susino mostra anche elevate richieste di calcio, pari a circa 4.6 kg per tonnellata di frutti prodotti [2].

Bibliografia

[1] *Linee guida nazionali per l'agricoltura integrata (2011)*

[2] Valli R. (2001). *Arboricoltura generale e speciale*. Edagricole

Vite

Assorbimento-Asportazione

Tipo di prodotto	Espressa in <i>kg t⁻¹</i>	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	Bibliografia
Grappoli (vite da vino pianura)	Frutti	2.0	0.7	3.0	[1]
Pianta intera (vite da vino pianura)	Frutti	6.2	2.8	7.4	[1]
Grappoli (vite da vino collina e montagna)	Frutti	2.7	0.7	3.0	[1]
Pianta intera (vite da vino collina e montagna)	Frutti	5.7	2.6	6.7	[1]
Grappoli (uva da tavola)	Frutti	0.5	0.1	1.5	[1]
Pianta intera (uva da tavola)	Frutti	5.1	0.6	4.8	[1]
Pianta intera	Frutti	3.5	0.7	4.1	[4]
Pianta intera (vite da vino)	Frutti	3.3	0.6	3.8	[3]

Esigenze pedologiche

La vite si adatta a vari tipi di terreni, anche se predilige quelli franchi, dotati di buone caratteristiche fisiche, chimiche e biologiche [4].

In particolare, la vite ad uva da tavola predilige i terreni profondi, sciolti o comunque permeabili, ad elevata conducibilità termica ("caldi"), preferibilmente chiari (soprattutto per le uve bianche), a reazione da neutra a sub-alcina, con contenuti in calcare attivo e cloruri compresi nei limiti di tollerabilità del portinnesto adottato [2].

Modalità di distribuzione del fertilizzante

La concimazione organica per i vigneti in produzione è consigliata a scadenza pluriennale, soprattutto in terreni poveri di humus, utilizzando quantità limitate di letame o altro concime organico [4].

Per la concimazione di produzione i tempi di somministrazione si differenziano a seconda della destinazione commerciale dell'uva.

Per le uve da vino si procede somministrando in autunno gli eventuali concimi organici ed i concimi fosfo-potassici, mentre si consiglia di fornire l'azoto in primavera in due interventi.

Per le uve da tavola, solitamente più esigenti in termini di elementi nutritivi, soprattutto per azoto e potassio, la somministrazione prevede un intervento in riposo vegetativo per il potassio ed, eventualmente, per il fosforo, mentre l'azoto viene fornito in più interventi: circa la metà a risveglio vegetativo e l'altra metà divisa più o meno equamente all'allegagione e all'ingrossamento dei frutti [4].

È importante dosare bene soprattutto i quantitativi di azoto perché gli eccessi di questo elemento causano lussureggiamento vegetativo, minore resistenza ai patogeni e decadimento della qualità delle uve [4].

Importante è anche la somministrazione di magnesio, che dovrebbe essere in rapporto pari a 1/3 col potassio [4].

Bibliografia

[1] *Linee guida nazionali per l'agricoltura integrata (2011)*

[2] AA.VV. (1991). *Frutticoltura speciale*. REDA

[3] Bavaresco L. (2008). *Concimi organici e fogliari per vigneti poco produttivi*. Inf.agrario 7/2008.

[4] Valli R. (2001). *Arboricoltura generale e speciale*. Edagricole

Piante erbacee da pieno campo

La fertilizzazione organica delle specie erbacee da pieno campo

Per fertilizzazione organica si intende l'apporto "antropico" di sostanza organica al terreno. Tale sostanza organica può avere differente origine:

- o animale: deiezioni solide e liquide provenienti da diversi tipi di allevamento, cornungia, sangue, etc.;
- o vegetale: residui colturali, piante verdi (sovescio), vinacce, borlanda, etc.
- o mista: letame, terricciati, compost, etc.

I fertilizzanti organici, in ogni caso, migliorano la fertilità del terreno svolgendo tre azioni differenti: una di tipo fisico, migliorando la struttura del terreno; una di tipo chimico, rilasciando più o meno velocemente elementi nutritivi; una microbiologica, aumentando la biodiversità della flora microbica del terreno.

Certamente l'impiego di fertilizzanti organici è consigliabile, proprio per la loro molteplice funzionalità, tuttavia è necessario tener conto che la loro distribuzione è soggetta al rispetto della normativa vigente, più stringente nelle zone vulnerabili ai nitrati di origine agricola.

Al contrario sicuramente minori o nulle sono le problematiche di carattere ambientale, legate all'interramento dei residui colturali o di specie da sovescio o, ancora, all'impiego di compost, purché di buona qualità (nel rispetto sempre di quanto previsto dalla legge relativamente alle caratteristiche chimiche e microbiologiche).

In particolare, per quanto riguarda la possibilità di letamare un terreno è importante considerare che le colture che maggiormente ne beneficiano sono quelle da rinnovo e a ciclo primaverile-estivo, come il mais o il pomodoro; meno conveniente, anche in virtù delle dinamiche di mineralizzazione della sostanza organica nei periodi freddi e umidi, è l'applicazione di letame su colture autunno-vernine, quali frumento e similari.

I prati e gli erbai possono avvantaggiarsi di una letamazione, sfruttandone soprattutto l'azione di miglioramento dell'abitabilità del terreno; mentre per quanto riguarda le leguminose da granella, solitamente esse non sono sottoposte a letamazione, benché tale pratica sia possibile, sempre in un'ottica di miglioramento delle caratteristiche fisiche di un terreno.

Per quanto riguarda le dosi, indicativamente è possibile distribuire dalle 30 alle 50 tonnellate ad ettaro di letame maturo, interrandolo al massimo a 30-40 cm di profondità.

Avena

Assorbimento-Asportazione

Tipo di prodotto	Espressa in kg t ⁻¹ di	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	Bibliografia
granella	granella (umidità 15%)	19.1	6.7	5.1	[1]
Pianta intera	granella (umidità 15%)	21.2	9.3	21.9	
Pianta intera insilato	-	4.6	-	-	[1]
Pianta intera	granella (umidità 15%)	21.0-23.0	7.7-10.7	-	[4] [5]

Esigenze pedologiche

L'avena si caratterizza per una notevole rusticità, che la rende adattabile a diversi tipi di terreno e, benché prediliga quelli profondi e umidi, per le notevoli dimensioni del suo apparato radicale è in grado di crescere in tutti i tipi di terreno, da quelli molto sabbiosi o ricchi di scheletro a quelli compatti ed umidi ed anche in quelli acidi [2].

Modalità di applicazione del fertilizzante

Si consiglia di somministrare l'azoto in due interventi: circa 1/4 alla semina e circa 3/4 alla levata. Per la fertilizzazione si suggerisce l'urea alla semina e le forme nitro-ammoniacali in copertura [2] [3].

Il fosforo ed il potassio, se necessari, sono somministrati prima della semina.

In particolare, l'erbaio di avena manifesta esigenze ancora maggiori di potassio: per una produzione di 3 tonnellate di granella, la coltura asporta 140 unità di potassio.

Bibliografia

[1] *Linee guida nazionali per l'agricoltura integrata (2011)*

[2] Regione Campania (2008). *Disciplinare di produzione integrata dell'avena*.

[3] Sbaraglia M., Lucci E. (1994). *Guida all'interpretazione dell'analisi del terreno ed alla fertilizzazione*. Studio Pedon, Pomezia.

[4] www.agrispea.ch Estratto da Dati base per la concimazione - 2001

[5] www.silpalab.it L'analisi chimica in agricoltura

Barbabietola

Assorbimento-Asportazione

Tipo di prodotto	Espressa in kg t ⁻¹ di	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	Bibliografia
Pianta intera	radici	3.1	1.4	3.3	[1]
Radici	radici	2.2	1.4	2.1	[1]
Pianta intera	radici	2.7-3.9	1.0-1.8	3.0-3.6	[2] [4] [5]

Esigenze pedologiche

La barbabietola si avvantaggia di terreni franchi, profondi e permeabili, con una buona capacità di trattenere acqua, ma allo stesso tempo ben drenati; infatti essa è sensibile tanto allo stress idrico quanto ai ristagni, che possono determinare marciumi radicali. Inoltre, predilige terreni ben strutturati senza suole di lavorazione e costipamenti. La tessitura influenza il risultato produttivo in termini sia quantitativi che qualitativi, infatti nei terreni limo-sabbiosi (terreni freddi) si conseguono tenori zuccherini contenuti ma elevate rese ponderali, mentre nei terreni argillosi si verifica un andamento opposto [3]. Tollera valori di pH fino a 8.4-8.5, mentre è sensibile ai terreni acidi [3]. La specie sopporta bene la salinità, non risentendo di alcun danno fino a 7 dS m⁻¹; ad 8.7 dS m⁻¹ si ha una riduzione di resa del 10%, mentre a 11 dS m⁻¹, la riduzione è del 25%; nelle fasi iniziali non gradisce valori di salinità superiori a 3 dS m⁻¹ [3].

Modalità di applicazione del fertilizzante

L'azoto, in caso di semine autunnali (classiche per la coltivazione nel Sud-Italia), è generalmente somministrato in quantitativi del 30% in pre-semina, il 30% in prima copertura a fine autunno ed il 40% in seconda copertura a fine inverno; in alternativa si può eliminare il primo intervento di copertura fornendo tutta la dose rimanente con l'ultimo intervento [3].

Il fosforo si somministra in genere per circa 2/3 in pre-semina e per circa 1/3 localizzato alla semina poiché questo elemento è fondamentale in fase germinativa [2].

La barbabietola è una tipica pianta potassofila però, considerato che i terreni campani presentano generalmente una elevata dotazione di potassio, questo elemento va fornito solo quando se ne ravveda effettivamente la necessità (considerate le analisi del terreno e le asportazioni della coltura) e la somministrazione si esegue in pre-semina [2].

Bibliografia

[1] *Linee guida nazionali per l'agricoltura integrata (2011)*

[2] Beta S.c.a.r.l. (2006). Guida alla coltivazione della barbabietola da zucchero.

[3] Regione Campania (2008). Disciplina di produzione integrata della barbabietola da zucchero.

[4] www.acutis.it

[5] www.silpalab.it L'analisi chimica in agricoltura.

Carciofo

Assorbimento-Asportazione

Tipo di prodotto	Espressa in kg t ⁻¹ di	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	Bibliografia
Capolini	capolini	8.1	2.1	10.8	[1]
Pianta intera	capolini	9.7	4.0	13.0	[3] [4]

Esigenze pedologiche

Il carciofo preferisce terreni profondi, franchi, ben strutturati [1]; risultano meno adatti i terreni sabbiosi dove la pianta presenta una vegetazione ridotta e fornisce prodotti di scarso valore commerciale [5]. Il pH ottimale è compreso tra 6,5 e 7,5 [5].

Modalità di applicazione del fertilizzante

L'apporto di fertilizzanti è fondamentale per la produttività della carciofaia, in relazione al notevole sviluppo della vegetazione ed al cospicuo numero di capolini per pianta, ottenibili nell'ampio periodo di raccolta.

Le concimazioni fosfatice e potassiche si effettuano all'impianto della carciofaia e negli anni successivi al momento del risveglio [2].

Benché la dotazione di potassio dei terreni campani sia solitamente elevata, per le elevate esigenze della coltura, è bene non sottovalutare la somministrazione di questo elemento.

È opportuno frazionare la somministrazione azotata sia per evitare i rischi di dilavamento sia perché la massima richiesta si ha a fine inverno, in corrispondenza dello sviluppo dello stelo fiorale e dell'inizio della raccolta [3]; si può far coincidere un trattamento al momento del risveglio vegetativo ed 1-2 trattamenti durante il resto della stagione, sostenendo così la produzione di capolini.

In climi caldi si consiglia il solfato ammonico, mentre in climi freschi il nitrato ammonico [5].

Bibliografia

[1] *Linee guida nazionali per l'agricoltura integrata (2011)*

[2] Baldoni R., Giardini L. (1989). *Coltivazioni erbacee*. Patron Ed.

[3] Crinò P. et al., (2007). Come coltivare il carciofo primaverile. *Informatore Agrario*, n.22/2007.

[4] Tesi R. e A. Lenzi (2005) – *Nutrizione azotata per un'orticoltura sostenibile* – *Italus Hortus* 12 (1): 57-73.

[5] Turchi A., Turchi F. (1997). *Orticoltura Pratica*. Edagricole.

Cece

Assorbimento-Asportazione

Tipo di prodotto	Espressa in Kg t ⁻¹ di	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	Bibliografia
Cece	granella	36.8	10.8	17,4	[1]
Pianta intera	granella	-	13.0	35.0	[2]

Esigenze pedologiche

Il cece (*Cicer arietinum*) predilige terreni ben drenati ma con elevata capacità di immagazzinamento dell'acqua (senza presentare eccessi di umidità), quindi profondi e caratterizzati da una discreta presenza della frazione argillosa. Rifugge i terreni calcarei, in cui si ha ispessimento dei tegumenti e, quindi, resistenza alla cottura con peggioramento della qualità. Il pH ottimale è tra 6.5 e 8, mentre non gradisce i terreni acidi (pH<6). È una specie moderatamente sensibile alla salinità (ECe < 1.5 dS m⁻¹) [2].

Modalità di applicazione del fertilizzante

Il cece manifesta elevate esigenze in azoto e potassio. Per quanto riguarda l'azoto, essendo una specie leguminosa, quindi azotofissatrice, essa è in grado di soddisfare le proprie esigenze. Per quanto riguarda il potassio, i terreni campani sono in genere sufficientemente dotati per soddisfare le esigenze del cece; in ogni caso, qualora le analisi chimico-fisiche del suolo ne evidenziassero la necessità, si può procedere con concimazioni fosfo-potassiche in pre-semina.

Bibliografia

[1] Linee guida nazionali per l'agricoltura integrata (2011)

[2] www.docenti.unina.it/quaglietta

Colza

Assorbimento-Asportazione

Tipo di prodotto	Espressa in Kg t ⁻¹ di	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	Bibliografia
Pianta intera	granella	62.1	26.6	78.6	[1]
Granella	granella	33.9	12.8	9.9	[1]
Pianta intera	granella	61.7	23.3	48.3	[3]

Esigenze pedologiche

Il colza può essere coltivato in terreni marginali, ma le migliori produzioni si hanno in terreni profondi che trattengono bene l'umidità, ma smaltiscono con facilità l'acqua in eccesso. Produce anche in terreni sabbiosi che facilitano la precoce ripresa primaverile e l'approfondimento dell'apparato radicale. Si adatta anche a suoli argilloso-calcarei e, ancor di più, a quelli torbosi, purché ben areati e ben drenati [2]. Mostra una buona tolleranza per pH e salinità.

Modalità di applicazione del fertilizzante

Concimazione azotata: si consiglia di somministrare circa 1/4 della dose alla semina e la rimanente in copertura in pre-levata [2]. Per la fertilizzazione si suggeriscono il solfato ammonico all'impianto e le forme nitro-ammoniacali in copertura [4].

Il fosforo ed il potassio si somministrano in genere prima della semina.

Bibliografia

[1] *Linee guida nazionali per l'agricoltura integrata (2011)*

[2] Toniolo L., Mosca G. (1982) Il Colza. REDA

[3] Informatore Agrario. Supplemento n 1/1992

[4] Sbaraglia M., Lucci E. (1994). Guida all'interpretazione dell'analisi del terreno ed alla fertilizzazione. Studio Pedon, Pomezia.

Erbai

Assorbimento-Asportazione

Tipo di prodotto	Espressa in kg t ⁻¹ di	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	Bibliografia
Erbaio di graminacee	fieno	20.7	5.5	24.5	[1]
Erbaio misto	fieno	17.9	7.5	27.0	[1]

Esigenze pedologiche

Si definisce “erbaio” una coltivazione foraggera con durata al massimo annuale, che può entrare in rotazione come coltura principale od intercalare; è sempre impiantato artificialmente e può essere costituito da una, poche o molte essenze vegetali, e quindi rispettivamente indicato come mono-, oligo- e poli-fita. Gli erbai possono essere autunno-primaverili (maggiormente diffusi nell’Italia Meridionale) e primaverili-estivi, caratteristici di un’agricoltura intensiva irrigua e, quindi, maggiormente diffusi in Italia Settentrionale. Gli erbai sono utilizzati prevalentemente come foraggio verde, ottimo per *l’insilamento* (se costituito da graminacee); la *fienagione* si attua solo su alcune specie autunno-vernine (trifogli, loiessa, veccia e loro miscugli); infine, il *pascolamento* è praticato su alcuni cereali autunno-vernini e sui ricacci del sorgo.

Gli erbai di Graminacee sono caratterizzati da elevata produttività; hanno un foraggio grossolano, ricco di fibra e carboidrati e povero di proteine; si prestano bene anche all’insilamento (mais, sorgo, orzo, ecc).

Gli erbai di Leguminose hanno una produttività inferiore, ma hanno un foraggio ricco di proteine, vitamine e sali minerali; sono generalmente utilizzati per il consumo fresco o affienati, ma devono essere raccolti presto. Le specie più utilizzate tra le Graminacee sono avena, segale, triticale, orzo (cereali autunno vernini), loiessa, festuche (F. rubra, F. ovina), ecc. Tra le Leguminose sono particolarmente impiegate veccia, pisello, fava, favino, lupino e trifoglio alessandrino. Infine sono diffusi i miscugli di avena-veccia-pisello, avena-favino, avena-veccia [2].

Modalità di applicazione del fertilizzante

Per quanto riguarda la gestione della concimazione, bisogna necessariamente tener conto della specie; infatti per le leguminose, in quanto azotofissatrici, saranno somministrati in genere intorno agli 80-100 kg ad ettaro di P₂O₅ e K₂O. Per le graminacee o crucifere, invece, la quota di azoto sarà determinata in funzione delle asportazioni e dovrà essere somministrata alla fine dell’inverno.

Qualora l’erbaio fosse misto (leguminose e graminacee), la determinazione della dose di fertilizzante sulla base delle asportazioni della graminacea dovrà essere dimezzata.

Infine per gli erbai di loiessa, nel caso in cui si effettuino più tagli, la dose calcolata in base alle asportazioni dovrà essere così ripartita: 50 % alla semina e la restante parte dopo il primo taglio.

Nel caso degli erbai estivi si seguiranno le indicazioni fornite per le singole specie utilizzate.

Bibliografia

[1] Linee guida nazionali per l’agricoltura integrata (2011)

[2] www.docenti.unina.it/quaglietta

Erba medica

Assorbimento-Asportazione

Tipo di prodotto	Espressa in kg t ⁻¹ di	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	Bibliografia
Pianta intera	fieno	20.6	5.3	20.3	[1]
Pianta intera	fieno	22.0	5.0-7.0	16.0-25.0	[2] [4] [5] [6] [7]

Esigenze pedologiche

L'erba medica non mostra particolari esigenze in termini di terreno, purché essi siano profondi e ben drenati, così da permettere la penetrazione dell'apparato radicale negli strati inferiori. Per esprimere al meglio la propria potenzialità produttiva, la medica predilige terreni caratterizzati da buona fertilità e buona dotazione di sostanza organica [2].

Il contenuto di calcare totale deve essere inferiore al 10%, con calcare attivo inferiore al 2,5%.

L'erba medica è una forte consumatrice d'acqua, nonostante ciò, è allo stesso tempo la foraggera più resistente alla siccità grazie alla capacità di approfondirsi del suo apparato radicale (in assenza di ostacoli). Di fronte a periodi anche prolungati di siccità, la medica risponde entrando in una fase di dormienza che interrompe allorché sia ripristinata una sufficiente umidità del terreno [2].

La medica è tra le leguminose foraggere quella maggiormente sensibile all'acidità del terreno, valori ottimali di pH sono quelli compresi tra 6,5 e 7,5 [2]. Con valori di pH inferiori a 6-6,5 la simbiosi rizobica si instaura con difficoltà e viene compromessa la durata del prato.

Superato lo stadio giovanile, risulta resistente alla salinità e, abbastanza, all'alcalinità. La soglia di salinità del terreno (estratto in pasta satura) è 2 dS m⁻¹ [3].

Modalità di applicazione del fertilizzante

La medica è una specie azotofissatrice, quindi se coltivata in buone condizioni instaura un rapporto di simbiosi con i rizobi presenti nel terreno e pertanto la concimazione azotata non è necessaria, in quanto la specie è autosufficiente. È indispensabile, però, mantenere condizioni ideali per l'instaurarsi del rapporto simbiotico; quindi solo nel caso in cui le condizioni climatiche e pedologiche non siano in tal senso ottimali, sarà opportuno fornire, all'impianto, azoto in dosi di 25-30 kg ha⁻¹, al fine di facilitare l'insediamento della coltura [2].

Qualora il medicaio abbia una durata maggiore, si deve considerare che, col procedere degli anni di coltivazione il prato cambia la sua composizione floristica e, nei casi migliori, il diradamento della cotica consente l'insediamento di graminacee di buono o medio valore foraggero, tanto da far assimilare in molti casi il medicaio ad una consociazione più che a una cotica in purezza, per cui può risultare giustificata la concimazione azotata.

Se, a partire dal 4° anno, la presenza delle graminacee avventizie acquista un rilievo eccessivo, il medicaio non risulta più conveniente e se ne programma la rottura. In questo caso può essere utile incrementare la produzione complessiva favorendo le graminacee, con un apporto in funzione della composizione botanica che si è venuta determinando nel prato. L'apporto verrà effettuato alla fine dell'inverno a vantaggio del primo sfalcio, nel quale predominano le graminacee.

Per quanto riguarda fosforo e potassio, il quantitativo di fosforo richiesto dalla coltura potrà essere somministrato tutto alla semina o frazionato nei vari anni di produzione; anche per il potassio, verso cui la medica è molto esigente, vale quanto detto per il fosforo. Tuttavia sembra che una somministrazione di potassio in primavera assicuri una rapida ripresa vegetativa anche dopo il primo sfalcio, assicurando quindi, l'ottenimento, nel secondo taglio, di produzioni elevate e di buona qualità [2].

Bibliografia

- [1] *Linee guida nazionali per l'agricoltura integrata (2011)*
- [2] Baldoni R., Giardini L. (1989). *Coltivazioni erbacee*. Patron Ed.
- [3] Flagella Z. et al. (1999). Le acque salmastre come risorsa idrica: limiti e prospettive. -Tolleranza allo stress salino delle specie coltivate in relazione agli aspetti fisiologici, produttivi e qualitativi. www1.inea.it/otris
- [4] Tomasoni C., Onofrii M., Borrelli L., Pecetti L. e Odoardi M. (1997). L'erba medica in Italia: situazione e prospettive. *Informatore Agrario* n. 16.
- [5] www.acutis.it
- [6] www.silpalab.it L'analisi chimica in agricoltura
- [7] www.docenti.unina.it/quaglietta

Fagiolo

Assorbimento-Asportazione

Tipo di prodotto	Espressa in kg t ⁻¹ di	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	Bibliografia
Fagiolo fresco	granella	7.5	2.7	7.5	[1]
Fagiolo secco	granella	66.0	35.5	59.5	[1]
Pianta intera	bacelli	19.0	4.0	9.0	[4] [5]
Pianta intera (trasformazione industriale)	granella	25.6	4.4	16.8	[6]

Esigenze pedologiche

Il fagiolo predilige terreni franchi o tendenti allo sciolto, tollera anche quelli argillosi, purché ben drenati, infatti esso risulta particolarmente sensibile ai ristagni idrici. La coltivazione in terreni eccessivamente argillosi può determinare problemi legati alla formazione della crosta superficiale che costituisce un ostacolo insuperabile per le giovani piantine che sono caratterizzate da uno scarso potere penetrante. Il contenuto in calcare attivo dovrebbe essere inferiore al 10%, per evitare che i semi ispessiscano eccessivamente il tegumento, risultando troppo duri e di difficile cottura [3]. Il fagiolo è particolarmente sensibile alla salinità, infatti la soglia per il terreno (estratto in pasta satura) è di 1.0 dS m⁻¹ [2]. Il pH ottimale è tra 6.5 e 7.5 [2].

Modalità di applicazione del fertilizzante

Il fagiolo copre circa il 70-80% delle proprie esigenze azotate con l'azotofissazione.

Le concimazioni fosfo-potassiche vanno eseguite in funzione della dotazione del terreno e, comunque, qualora ve ne fosse la necessità, questi concimi vanno distribuiti al momento della preparazione del terreno.

Bibliografia

[1] *Linee guida nazionali per l'agricoltura integrata (2011)*

[2] Flagella Z. et al. (1999). Le acque salmastre come risorsa idrica: limiti e prospettive. -Tolleranza allo stress salino delle specie coltivate in relazione agli aspetti fisiologici, produttivi e qualitativi. www1.inea.it/otris

[3] Regione Campania (2008) Disciplinare di produzione integrata del fagiolo.

[4] Serini G. (1986). Orticoltura. Bologna.

[5] Turchi A., Turchi F., (1997). Orticoltura pratica. Edagricole.

[6] www.agrispea.ch Estratto da Dati base per la concimazione - 2001

Favino

Assorbimento-Asportazione

Tipo di prodotto o anno di coltivazione	Espressa in kg t^{-1}	N	P_2O_5	K_2O	Bibliografia
Pianta intera	granella	43.0	10.0	44.0	[1]

Esigenze pedologiche

Il favino (*V. faba minor*) è caratterizzato da semi piccoli con peso medio inferiore a 0.7 g. Il favino, come la fava, predilige terreni profondi, anche con elevati contenuti in calcare e in argilla, purché ben drenati. Condizioni di pH del terreno prossime alla neutralità sono ottimali; tollera bene valori di pH anche fino a 8.4 (terreni calcarei); al contrario sono sempre dannosi i terreni acidi con pH inferiore a 6 poiché, a causa della sensibilità del *R. leguminosarum*, la coltura evidenzia uno sviluppo stentato, una colorazione verde pallido e basse produzioni. La fava è tra le specie moderatamente sensibile alla salinità, con una soglia di salinità del terreno di 1.6 dS m^{-1} , anche se la perdita totale della produzione si ha a 12 dS m^{-1} [2].

Modalità di applicazione del fertilizzante

Il favino è una specie con notevoli esigenze in azoto e potassio, mentre minori sono le richieste di fosforo, che addirittura risultano inferiori a quelle di calcio.

Essendo una leguminosa, questa specie riesce a soddisfare quasi completamente le sue esigenze mediante l'azotofissazione, per la rimanente parte solitamente è sufficiente l'azoto presente nel terreno.

Per quanto riguarda il fosforo ed il potassio, qualora la dotazione del suolo ne risultasse carente, come evidenziato dalle relative analisi chimiche, si può procedere alla somministrazione pre-semina. [2].

Bibliografia

[1] Linee guida nazionali per l'agricoltura integrata (2011)

[2] Regione Campania (2008) Disciplinare di produzione integrata della fava.

Frumento duro

Assorbimento-Asportazione

Tipo di prodotto o anno di coltivazione	Espressa in kg t ⁻¹	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	Bibliografia
Granella	granella	22.8	8.3	5.6	[1]
Pianta intera	granella	29.4	10.4	19.0	[1]
Pianta intera	granella (umidità 13.5%)	27.0-30.0	10.0-11.0	13.3-25.0	[2] [4] [5] [6]

Esigenze pedologiche

Il frumento si adatta bene a diversi tipi di terreno, tuttavia si avvantaggia di quelli franchi tendenti all'argilloso, che assicurano una buona disponibilità nutritiva ed idrica. Il frumento predilige i terreni con un pH prossimo alla neutralità e mostra una moderata tolleranza nei confronti della salinità [3].

Modalità di applicazione del fertilizzante

Concimazione azotata: si consiglia di somministrare la dose di azoto per circa 1/4 alla semina e 3/4 alla levata, utilizzando per il primo intervento l'urea e per il secondo un concime nitro-ammoniacale. In effetti, poiché la pianta assorbe azoto fino alla fase di piena formazione della cariosside, sarebbe opportuno frazionare la dose azotata in più interventi, possibilmente in corrispondenza dei momenti di massima esigenza: ad inizio accestimento (influenza la predisposizione al numero di steli e di foglie per pianta), ad inizio levata (allungamento degli internodi, espansione dell'apparto assimilatore, formazione di siti di accumulo), in fioritura (migliora i processi fecondativi) e in granigione (determina il contenuto in proteine della granella). Tuttavia ciò non sempre è possibile, poiché un eccessivo frazionamento comporta dei costi aggiuntivi per il maggior numero di interventi da effettuare, oltre che ostacoli pratici all'esecuzione quando la coltura è già in pieno sviluppo, a causa anche della notevole fittezza che la caratterizza: spesso già subito dopo la levata è impossibile entrare in campo.

Concimazione fosfatica e potassica: questi elementi, se necessari, vanno somministrati in un'unica dose prima della semina o contemporaneamente ad essa [3].

Bibliografia

[1] *Linee guida nazionali per l'agricoltura integrata (2011)*

[2] Masoni A. e Pampana S. (2005). Fertilizzazione azotata dei cereali autunno-vernini. www.irri.it

[3] Regione Campania (2008) Disciplina di produzione integrata del frumento.

[4] Regione Emilia-Romagna (2006). Disciplina di produzione dei cereali autunno-vernini.

[5] www.acutis.it

[6] www.sinab.it

Frumento tenero

Assorbimento-Asportazione

Tipo di prodotto	Espressa in kg t ⁻¹	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	Bibliografia
Granella	granella	21.0	8.0	5.0	[1]
Pianta intera	granella	25.9	10.1	18.8	[1]
Pianta intera	granella (umidità 13.5%)	19.7	11.3	14.4	[2]

Esigenze pedologiche

Il frumento si adatta bene a diversi tipi di terreno, tuttavia si avvantaggia di quelli franchi tendenti all'argilloso, che gli assicurano una buona disponibilità nutritiva ed idrica. Il frumento predilige i terreni con un pH prossimo alla neutralità e mostra una moderata tolleranza nei confronti della salinità [3].

Modalità di applicazione del fertilizzante

Concimazione azotata: si consiglia di somministrare la dose di azoto per circa 1/4 alla semina e 3/4 alla levata, utilizzando per il primo intervento l'urea e per il secondo un concime nitro-ammoniacale. In effetti, poiché la pianta assorbe azoto fino alla fase di piena formazione della cariosside, sarebbe opportuno frazionare la dose azotata in più interventi, possibilmente in corrispondenza dei momenti di massima esigenza: ad inizio accestimento (influenza la predisposizione al numero di steli e di foglie per pianta), ad inizio levata (allungamento degli internodi, espansione dell'apparto assimilatore, formazione di siti di accumulo), in fioritura (migliora i processi fecondativi) e in granigione (determina il contenuto in proteine della granella). Tuttavia ciò non sempre è possibile, poiché un eccessivo frazionamento comporta dei costi aggiuntivi per il maggior numero di interventi da effettuare, oltre che ostacoli pratici all'esecuzione quando la coltura è già in pieno sviluppo, a causa anche della notevole fittezza che la caratterizza: spesso già subito dopo la levata è impossibile entrare in campo.

Concimazione fosfatica e potassica: questi elementi, se necessari, vanno somministrati in un'unica dose prima della semina o contemporaneamente ad essa [3].

Bibliografia

[1] *Linee guida nazionali per l'agricoltura integrata (2011)*

[2] Baldoni R., Giardini L. (2000). *Coltivazioni erbacee. Cereali e proteaginose*. Patron Editore.

[3] Regione Campania (2008) *Disciplinare di produzione integrata del frumento*.

Girasole

Assorbimento-Asportazione

Tipo di prodotto o anno di coltivazione	Espressa in kg t ⁻¹	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	Bibliografia
Acheni	Acheni	28	12.4	11.5	[1]
Pianta intera	Acheni	43.1	19.0	85.1	[1]
Pianta intera	Acheni	39.0-40.6	13.7-15.0	69.8	[4] [5]

Esigenze pedologiche

Il girasole mostra un ampio adattamento a diverse tipologie di terreno; maggiori limiti alla produzione derivano, però, dall'impiego di substrati di coltivazione particolarmente sciolti, per la loro bassa capacità di ritenzione idrica, e di suoli poco profondi, perché costituiscono un ostacolo allo sviluppo dell'apparto radicale della pianta [2]. Relativamente alla salinità la coltura è moderatamente tollerante. Predilige terreni sub-acidi, ma si adatta bene entro un ampio intervallo di valori (5,5-8) [2].

Modalità di applicazione del fertilizzante

Il girasole mostra un assorbimento massimo di azoto fin dalle prime fasi di crescita, anche se dopo la fioritura si ha la traslocazione dell'elemento verso il seme che a maturità ne contiene il 65% circa. Tuttavia, una presenza eccessiva di azoto può determinare diversi inconvenienti: eccessiva crescita in altezza delle piante con maggiori problemi di allettamento o stroncamento, incremento del contenuto proteico ma minore resa percentuale in olio degli acheni.

Si consiglia di somministrare l'azoto per circa metà alla semina e per la rimanente metà in copertura, prima che le piante occupino completamente anche l'interfila [3]. Per la fertilizzazione si consigliano l'urea o le forme ammoniacali all'impianto, quelle nitro-ammoniacali in copertura [3].

Il fosforo può essere somministrato localizzato alla semina oppure in pieno campo in pre-semina.

Il girasole è molto esigente nei confronti del potassio, il cui assorbimento procede fino alla piena fioritura; tuttavia, poiché questo elemento si concentra maggiormente negli steli, esso torna al terreno sotto forma di residui colturali, pertanto le asportazioni effettive sono basse. Tenuto conto che in genere la dotazione in potassio dei suoli campani è elevata, qualora la somministrazione risultasse tuttavia necessaria, si potrà eseguire in pre-semina [2].

Tra gli altri elementi nutritivi, una certa attenzione va rivolta al boro. In caso di boro carenza si può intervenire con trattamenti al suolo oppure per via fogliare, nella fase di levata, con trattamenti liquidi più agevoli da eseguire.

Bibliografia

[1] *Linee guida nazionali per l'agricoltura integrata (2011)*

[2] Regione Campania (2008) *Disciplinare di produzione integrata del girasole*.

[3] Sbaraglia M., Lucci E. (1994). *Guida all'interpretazione dell'analisi del terreno ed alla fertilizzazione*. Studio Pedon, Pomezia.

[4] www.acutis.it

[5] www.agrispea.ch Estratto da Dati base per la concimazione - 2001

Loiessa

Assorbimento-Asportazione

Tipo di prodotto o anno di coltivazione	Espressa in kg t ⁻¹	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	Bibliografia
Pianta intera	Fieno	15.3	6.9	22.5	[1]
Pianta intera	Fieno	14.0-17.0	5.0-7.0	20.0-23.0	[3] [4] [5]

Esigenze pedologiche

La loiessa è una specie rustica e di facile coltivazione. Si adatta bene ad ambienti freschi e fertili; è sensibile a prolungati periodi di siccità. È mediamente tollerante nei confronti della salinità.

Modalità di applicazione del fertilizzante

Concimazione azotata: l'epoca ottimale per avere la migliore efficienza degli apporti di azoto è alla fine dell'inverno o dopo il primo sfalcio, in funzione delle necessità colturali determinate, oltre che dalla produttività, anche dall'andamento pluviometrico invernale. L'azoto si distribuisce in genere in un'unica soluzione [2].

Bibliografia

[1] *Linee guida nazionali per l'agricoltura integrata (2011)*

[2] Regione Emilia - Romagna (1996). Disciplinare di produzione delle graminacee foraggere.

[3] www.acutis.it

[4] www.agronomico.it (Pioneer)

[5] www.docenti.unina.it/quaglietta

Mais

Assorbimento-Asportazione

Tipo di prodotto	Espressa in kg t ⁻¹	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	Bibliografia
Spighe (mais dolce)	granella	8.5	4.2	2.3	[1]
Pianta intera (mais dolce)	granella	14.2	5.4	9.8	[1]
Pianta intera (mais da granella)	granella	22.7	10.0	22.3	[1]
Granella (mais da granella)		15.6	6.9	3.8	[1]
Mais trinciato	-	3.9	1.5	3.3	[1]
Pianta intera	granella	19.0-25.0	9.4-10.0	17.0-26.9	[2] [3] [5] [6]
Mais Trinciato	-	4.0	1.0	4.0	[5]
Mais da silo (s.s.)	-	12.5	5.5	15.5	[6]
Mais da foraggio (s.s.)	-	19.0	6.5	27.0	[6]

Esigenze pedologiche

Il mais non presenta particolari esigenze pedologiche, anche se predilige terreni franchi, profondi, piuttosto calcarei, ricchi di nutrienti e soprattutto di fertilità organica, con buona capacità di immagazzinare l'acqua [4]. I valori preferenziali di pH sono tra 6 e 7, benché tolleri un pH fino ad 8 [4]. La salinità deve essere inferiore a 1.7 dS/m [2].

Modalità di applicazione del fertilizzante

È preferibile somministrare la dose di azoto per circa 1/3 alla semina e 2/3 in copertura (alla 7^a foglia, altezza circa 50 cm). Il fosforo si distribuisce prevalentemente in pre-semina o al momento stesso della semina, localizzandolo [4]. Si consiglia l'uso del fosfato biammonico (18-46), localizzato alla semina e dosato sulla base delle asportazioni di P₂O₅. La rimanente quota di azoto si distribuisce in copertura con urea o nitrato ammonico.

Qualora fosse necessario somministrare potassio, si consiglia di eseguire la concimazione in pre-semina [4].

Bibliografia

[1] *Linee guida nazionali per l'agricoltura integrata (2011)*.

[2] Baldoni R., Giardini L. (2000). *Coltivazioni erbacee. Cereali e proteaginose*. Patron Editore.

[3] AA.VV. (2007). *Il mais*. Collana ideata e coordinata da R. Angelini.

[4] Regione Campania (2008). *Disciplinare di produzione integrata del mais*.

[5] www.acutis.it

[6] www.agrispea.ch Estratto da Dati per la concimazione - 2001

Orzo

Assorbimento-Asportazione

Tipo di prodotto o anno di coltivazione	Espressa in kg t ⁻¹	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	Bibliografia
Granella	granella	18.1	8.0	5.2	[1]
Pianta intera	granella	22.4	9.8	18.9	[1]
Pianta intera	granella	19.5-21.0	8.0-11.3	15.0-24.0	[3] [4] [5]

Esigenze pedologiche

L'orzo si adatta bene a tutti i tipi di terreno, anche a quelli più poveri e sciolti, ma predilige i terreni franchi e ben drenati [2]. L'orzo preferisce terreni neutri o sub-alcalini (pH 7-8), non tollera, invece, i suoli acidi [2]. Sopporta molto bene i suoli salini e produce bene fino a valori di salinità di 8.0 dS/m (estratto in pasta satura), fino a 6.0 dS/m per quello da foraggio [2].

Modalità di distribuzione del fertilizzante

Concimazione azotata: i criteri di intervento saranno differenti in funzione della destinazione d'uso dell'orzo stesso, in particolare si consiglia di distribuire la dose di azoto per circa 1/4 alla semina, mentre i rimanenti 3/4 saranno distribuiti come segue:

- orzo da birra: in due interventi (all'incirca 35 e 40%) a gennaio e a febbraio, prediligendo per quest'ultimo concimi più pronti all'uso (es. nitrato ammonico), onde evitare di prolungare eccessivamente la disponibilità di azoto e, quindi, un accumulo eccessivo nella granella.
- orzo ad uso zootecnico: alla levata (all'incirca a marzo) preferibilmente con concimi a più lenta cessione (urea) al fine di incrementare il contenuto proteico della granella.

Concimazione fosfatica e potassica: se necessario, fosforo e potassio vengono somministrati in un'unica dose in presemina o al momento stesso della semina; tuttavia, bisogna tener conto che la specie si avvantaggia sia dell'effetto residuale dei fertilizzanti apportati alle colture da rinnovo in precessione sia della reintegrazione nei terreni dei residui colturali delle stesse, che vanno comunque ad incrementare le riserve naturali [2].

Bibliografia

[1] *Linee guida nazionali per l'agricoltura integrata (2011)*

[2] Regione Campania (2008). Disciplina di produzione integrata per la coltivazione dell'orzo.

[3] www.acutis.it

[4] www.agrispea.ch Estratto da Dati per la concimazione - 2001

[5] www.sinab.it

Patata

Assorbimento-Asportazione

Tipo di prodotto o anno di coltivazione	Espressa in	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	Bibliografia
Tuberi	kg t ⁻¹	4.2	1.6	7.0	[1]
Tuberi	kg t ⁻¹	4.0-6.2	1.2-1.5	6.0-9.3	[5] [6]
Tuberi	kg t ⁻¹	3.5-5.0	1.5	5.0-6.0	[4] [8]
Tuberi (Patate da consumo fresco e per la trasformazione)	kg t ⁻¹	3.0	1.5	5.0	[7]
Pianta intera (Patate da consumo fresco e per la trasformazione)	kg t ⁻¹	4.4	2.0	11.5	[7]
Tuberi (Patate precoci e da seme)	kg t ⁻¹	2.3	1.5	5.0	[7]
Pianta intera (Patate precoci e da seme)	kg t ⁻¹	5.6	2.2	12.0	[7]

Esigenze pedologiche

La patata predilige suoli tendenzialmente sciolti (purché non aridi) o franchi [2], permeabili, profondi; si adatta poco ai terreni argillosi dove la raccolta dei tuberi è più difficoltosa e la loro qualità più scarsa (irregolarità della forma, buccia ruvida e scura). Il pH ottimale è intorno a 6,0-6,5, ma la coltura si adatta bene anche a terreni sub-alcalini, facendo però attenzione all'insorgere di eventuali difetti di suberizzazione dei tuberi e attacchi di scabbia [2]. Tollera valori di concentrazione salina del terreno (estratto in pasta satura) fino a 1.7 dS/m [3].

Modalità di distribuzione del fertilizzante

I concimi fosfatici e potassici sono generalmente somministrati insieme, anticipati rispetto alla coltura. Possono essere distribuiti anche parte in pre-impianto (80%) e parte all'impianto. È conveniente somministrare azoto in dosi frazionate, circa 1/3 in pre-impianto o all'impianto ed il rimanente in copertura, prima della rincalzatura [2].

Bibliografia

- [1] *Linee guida nazionali per l'agricoltura integrata (2011)*
- [2] Baldoni R., Giardini L., 1986. *Coltivazioni erbacee*. Patron Editore.
- [3] Flagella Z. et al. (1999). Le acque salmastre come risorsa idrica: limiti e prospettive. -Tolleranza allo stress salino delle specie coltivate in relazione agli aspetti fisiologici, produttivi e qualitativi. www1.inea.it/otris
- [4] Regione Campania (2007). *“Asportazioni di azoto per alcune colture della Campania”*-Risultati sperimentali
- [5] Tesi R. e A. Lenzi (2005) – *Nutrizione azotata per un'orticoltura sostenibile* – Italus Hortus 12 (1): 57-73.
- [6] www.agraria.org
- [7] www.agrispea.ch Estratto da Dati per la concimazione - 2001
- [8] www.silpalab.it L'analisi chimica in agricoltura

Pisello

Assorbimento-Asportazione

Tipo di prodotto o anno di coltivazione	Espressa in	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	Bibliografia
Granella (Pisello da industria)	kg t ⁻¹	7.3	2.7	4.4	[1]
Pianta intera (Pisello da consumo fresco)	kg t ⁻¹	47.5	13.0	40.0	[1]

Esigenze pedologiche

Il pisello predilige terreni ben drenati, franchi o tendenti allo sciolto, con contenuto in calcare attivo inferiore al 10%, per evitare l'insorgenza di carenze nutritive (clorosi). È particolarmente sensibile ai ristagni idrici, quindi si adatta male ai terreni umidi, freddi e asfittici. I terreni eccessivamente argillosi e limosi possono comportare ritardi nelle produzioni, mentre quelli ad elevato contenuto in sabbia sono sconsigliati, soprattutto negli ambienti a scarsa ed irregolare piovosità, a causa della loro scarsa capacità di ritenzione idrica [3]. La specie è molto sensibile alla salinità del suolo [2]. I valori ottimali di pH sono compresi tra 5,5 e 6,5 [3].

Modalità di distribuzione del fertilizzante

Il pisello, per alcune sue specifiche caratteristiche (ciclo breve, apparato radicale in grado di approfondirsi abbastanza) ed in quanto leguminosa, cioè capace di fissare l'azoto atmosferico grazie alla simbiosi con il *Rhizobium leguminosarum*, risulta normalmente autosufficiente nei confronti di tale elemento.

Per quanto riguarda il fosforo ed il potassio, qualora la dotazione del suolo ne risultasse carente, come evidenziato dalle relative analisi chimiche, se ne consiglia la somministrazione in coincidenza dei lavori preparatori o alla semina.

Bibliografia

[1] Linee guida nazionali per l'agricoltura integrata (2011)

[2] Baldoni R, Giardini M., 2000. Coltivazioni Erbacee. Patron Editore

[3] Regione Campania (2008). Disciplinare di produzione integrata per la coltivazione del pisello.

[4] Turchi A., Turchi F. (1997). Orticoltura Pratica. Edagricole.

Pomodoro da industria

Assorbimento-Asportazione

Tipo di prodotto o anno di coltivazione	Espressa in	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	Bibliografia
Bacche	kg t ⁻¹	2.6	1.3	3.7	[1]
Bacche	kg t ⁻¹	2.3-3.0	-	4.0-5.0	[4] [5] [6]
Bacche (crescita indeterminata –San Marzano)	kg t ^{-1*}	3.6-5.2	-	-	[4]

Esigenze pedologiche

Il pomodoro si adatta a diversi tipi di terreno, anche se sono sconsigliati quelli eccessivamente sabbiosi o eccessivamente compatti, mentre sono da preferire i terreni franchi, profondi, [2], fertili, ricchi di sostanza organica e senza ristagni idrici. Il pomodoro non gradisce suoli a reazione alcalina, mentre tollera bene quelli a reazione acida. I risultati migliori si ottengono per valori di pH compresi tra 5,5 e 7,9 [2]. La concentrazione salina deve essere inferiore a 2.5 dS/m (estratto in pasta satura) [3].

Modalità di distribuzione del fertilizzante

Le concimazioni fosfo-potassiche, se necessarie, sono fatte solitamente in presemina; si consiglia di eseguire la concimazione azotata per circa 1/3 alla semina e la restante parte in copertura.

Bibliografia

[1] *Linee guida nazionali per l'agricoltura integrata (2011)*

[2] Baldoni R., Giardini L. (1989). *Coltivazioni erbacee*. Patron Ed.

[3] Flagella Z. et al. (1999). Le acque salmastre come risorsa idrica: limiti e prospettive. -Tolleranza allo stress salino delle specie coltivate in relazione agli aspetti fisiologici, produttivi e qualitativi. www1.inea.it/otris

[4] Regione Campania (2007). *“Asportazioni di azoto per alcune colture della Campania”*-Risultati sperimentali

[5] Tesi R. e A. Lenzi (2005) – *Nutrizione azotata per un'orticoltura sostenibile* – Italus Hortus 12 (1): 57-73.

[6] Turchi A., Turchi F. (1997). *Orticoltura Pratica*. Edagricole.

Pomodoro da mensa

Assorbimento-Asportazione

Tipo di prodotto o anno di coltivazione	Espressa in	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	Bibliografia
Bacche (pieno campo)	kg t ⁻¹	2.6	1.2	4.1	[1]
Bacche (in serra)	kg t ⁻¹	2.6	1.0	4.0	[1]
Bacche	kg t ⁻¹	2.5-3.1	-	3.7-5.0	[4] [5] [6]

Esigenze pedologiche

Il pomodoro si adatta a diversi tipi di terreno, anche se sono sconsigliati quelli eccessivamente sabbiosi o eccessivamente compatti, mentre sono da preferire i terreni franchi, profondi, [2], fertili, ricchi di sostanza organica e senza ristagni idrici. Valori ottimali di pH sono quelli compresi tra 5,5 e 7,9. Il pomodoro non gradisce i suoli a reazione alcalina mentre tollera bene i suoli a reazione acida [2]. La concentrazione salina deve essere inferiore a 2.5 dS/m (estratto in pasta satura) [3].

Modalità di distribuzione del fertilizzante

Le concimazioni fosfo-potassiche, se necessarie, sono fatte solitamente in presemina; si consiglia di eseguire la concimazione azotata per circa 1/3 alla semina e la restante parte in copertura.

Bibliografia

[1] *Linee guida nazionali per l'agricoltura integrata (2011)*

[2] Baldoni R., Giardini L. (1989). *Coltivazioni erbacee*. Patron Ed.

[3] Flagella Z. et al. (1999). Le acque salmastre come risorsa idrica: limiti e prospettive. -Tolleranza allo stress salino delle specie coltivate in relazione agli aspetti fisiologici, produttivi e qualitativi. www.inea.it/otris

[4] Tesi R. e A. Lenzi (2005) – *Nutrizione azotata per un'orticoltura sostenibile* – Italus Hortus 12 (1): 57-73.

[5] Turchi A., Turchi F. (1997). *Orticoltura Pratica*. Edagricole.

[6] www.silpalab.it L'analisi chimica in agricoltura

Prati

Assorbimento-Asportazione

Tipo di prodotto o anno di coltivazione	Espressa in kg t ⁻¹	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	Bibliografia
Prato avv. di graminacee	fieno	20.7	5.5	24.5	[1]
Prati di trifoglio	fieno	20.7	6.0	24.5	[1]
Prati-pascoli in collina	fieno	22.7	3.9	23.0	[1]
Prati polifiti (leguminose >50%)	fieno	24.8	4.7	23.0	[1]
Prati polifiti artificiali di collina	fieno	22.5	5.1	20.4	[1]
Prati stabili in pianura	fieno	18.3	7.2	18.1	[1]
Trifoglio pratense	fieno	22.0	6.0	19.0	[4]
Trifoglio ladino	fieno	30.0	8.0	23.0	[4]
Sulla	fieno	20.0	4.0	12.0	[4]
Lupinella	fieno	23.0	5.0	13.0	[4]
Prato stabile	fieno	16.0-17.0	7.0-8.5	14.5-18.0	[2] [4]
Prato intensivo	fieno	24.3	8.0	32.2	[3]
Prato medio intensivo	fieno	19.5	7.5	27.0	[3]
Prato poco intensivo	fieno	16.2	6.8	22.3	[3]

Esigenze pedologiche

Si definisce prato una coltivazione foraggera poliennale (di solito 2-5 anni), che può entrare o meno in rotazione e può essere costituita (sempre artificialmente) da una, poche o molte essenze vegetali, indicate rispettivamente come prato mono-, oligo- e poli-fita.

I prati vengono sempre sfalciati; qualora la loro utilizzazione sia mista (pascolamento e sfalcio) sono indicati come prati-pascolo, permanenti se hanno una durata maggiore di 10 anni, non avvicendati, polifita e naturali.

In genere in Campania i prati sono poco diffusi e si trovano quasi esclusivamente nella forma di prati avvicendati di leguminose; al contrario molto diffusi sono gli erbai (utilizzati sfalciati e di durata annuale), in particolare quelli autunno-primaverili. La diffusione di determinati tipi di erbaio o prato dipende soprattutto dalla loro destinazione d'uso; in particolare, essendo maggiormente diffusi in Campania gli allevamenti intensivi bovini e bufalini da latte, i più diffusi sono gli erbai ed i prati monofiti di leguminose.

In ogni caso, la scelta delle specie deve essere fatta in funzione delle caratteristiche pedoclimatiche. In particolare, maggiore attenzione va riservata alla scelta delle leguminose per le quali è necessario tener conto di pH, disponibilità di calcio e ristagni idrici. Al contrario le graminacee, essendo più rustiche, mostrano una maggiore adattabilità alle diverse caratteristiche dei suoli, ma è comunque fondamentale tener conto dei parametri climatici.

Le specie leguminose più diffusamente utilizzate per prati monofiti avvicendati sono: *Medicago sativa* (erba medica); *Trifolium pratense* (T. violetto); *Hedysarum coronarium* (sulla); *Onobrychis viciaefolia* (lupinella); *Trifolium repens* (T. bianco e T. ladino).

Le specie graminacee più diffusamente utilizzate per prati monofiti sono: *Dactylis glomerata* (Erba mazzolina); *Festuca arundinacea*; *Lolium perenne* (Loietto inglese); *Phleum pratense* (Fleolo o Coda di topo); *Phalaris tuberosa* (Falaride).

Modalità di distribuzione del fertilizzante

La concimazione di copertura deve tener conto della specie; infatti per le leguminose si consiglia la somministrazione di circa 20-25 kg ad ettaro di azoto, essendo specie azotofissatrici; per le

graminacee, invece, la quota di azoto sarà determinata in funzione delle asportazioni. Qualora il prato fosse misto (leguminose e graminacee), la determinazione della dose di fertilizzante sulla base delle asportazioni, dovrà tenere conto della entità della presenza di leguminose nel coticco, riducendo, quindi, proporzionalmente l'apporto di azoto calcolato sulla base delle asportazioni. In ogni caso l'intervento di concimazione si esegue generalmente a fine inverno, alla ripresa dell'attività vegetativa.

Nel caso di prati irrigui più produttivi è consigliabile effettuare una concimazione dopo il secondo taglio; in particolare somministrando 100 kg ha^{-1} di P_2O_5 alle leguminose e $70\text{-}80 \text{ kg ha}^{-1}$ di P_2O_5 alle graminacee, a queste ultime sarà somministrato anche azoto in funzione dell'asportazione (si consiglia di suddividere l'azoto tra concimazione di fine inverno e concimazione dopo il taglio).

Bibliografia

[1] *Linee guida nazionali per l'agricoltura integrata (2011)*

[2] *Informatore Agrario. Supplemento n. 1/1992*

[3] www.agrispea.ch Estratto da Dati per la concimazione - 2001

[4] www.docenti.unina.it/quaglietta

Soia

Assorbimento-Asportazione

Tipo di prodotto o anno di coltivazione	Espressa in kg t ⁻¹	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	Bibliografia
Granella	granella	58.2	13.6	20.1	[1]
Pianta intera	granella	63.0	17.6	30.5	[1]
	(umidità 15%)				
Pianta intera	granella	52.0-59.0	14.0-17.0	26.0-31.0	[4]
	(umidità 15%)				

Esigenze pedologiche

La soia non è particolarmente esigente dal punto di vista pedologico; è in grado di produrre bene (meglio di mais, erba medica e trifogli) anche nei terreni poveri e poco fertili, ma fondamentale risulta la disponibilità idrica (soprattutto nei periodi di fioritura, formazione e sviluppo dei baccelli) [2]. La pianta tollera bene l'acidità, il valore ottimale di pH è tra 6.0 e 6,5 [2]. La coltura è moderatamente tollerante alla salinità: la produzione mantiene livelli ottimali fino a valori di 5 dS/m [3].

Modalità di distribuzione del fertilizzante

Se coltivata in terreni poveri, la soia risponde bene alle concimazioni fosfo-potassiche, con un miglioramento della qualità del seme: il fosforo favorisce l'incremento della percentuale di proteina e del contenuto in P, mentre il potassio fa aumentare la quantità di olio nonché può migliorarne la qualità [2]. Le concimazioni fosfo-potassiche si eseguono in pre-semina, in particolare per i concimi fosfatici si consiglia una parziale localizzazione.

Considerando che la soia è una leguminosa azotofissatrice, la concimazione azotata in genere non è necessaria.

Bibliografia

[1] *Linee guida nazionali per l'agricoltura integrata (2011)*

[2] Baldoni R., Giardini L. (2000). *Coltivazioni erbacee – Cereali e proteaginose*. Patron Ed.

[3] Flagella Z. et al. (1999). *Le acque salmastre come risorsa idrica: limiti e prospettive*. -Tolleranza allo stress salino delle specie coltivate in relazione agli aspetti fisiologici, produttivi e qualitativi. www.inea.it/otris

[4] www.silpalab.it L'analisi chimica in agricoltura

Sorgo

Assorbimento-Asportazione

Tipo di prodotto o anno di coltivazione	Espressa in kg t ⁻¹	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	Bibliografia
Granella	granella	15.9	7.3	4.3	[1]
Pianta intera	granella (umidità 15%)	24.7	9.5	15.7	[1]
Foraggio	-	3.0	1.0	3.5	[1]
Pianta intera	granella (umidità 15%)	29.0-30.0	9.0	12.0-13.0	[4]

Esigenze pedologiche

I suoli più adatti alla coltivazione del sorgo sono quelli franchi, fertili e profondi (> 50 cm), ma si adatta bene anche a terreni argillosi pesanti [2]. Possiede uno spiccato adattamento al pH con un range che va da 5.5 a 8.5 [2]. Mostra una discreta tolleranza alla salinità, che deve essere inferiore a 6.8 dS/m (estratto del terreno in pasta satura) [3].

Modalità di distribuzione del fertilizzante

Fosforo e potassio, se necessari, vengono distribuiti in pre-semina, mentre l'azoto è distribuito per 1/3 alla semina e per i rimanenti 2/3 ad inizio levata per far fronte adeguatamente al periodo di massima richiesta (dalla levata alla fioritura).

Bibliografia

[1] *Linee guida nazionali per l'agricoltura integrata (2011)*

[2] Baldoni R., Giardini L. (2000). *Coltivazioni erbacee – Cereali e proteaginose*. Patron Ed.

[3] Flagella Z. et al. (1999). *Le acque salmastre come risorsa idrica: limiti e prospettive*. -Tolleranza allo stress salino delle specie coltivate in relazione agli aspetti fisiologici, produttivi e qualitativi. www.inea.it/otris

[4] www.silpalab.it L'analisi chimica in agricoltura

Tabacco

Assorbimento-Asportazione

Tipo di prodotto o anno di coltivazione	Espressa in	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	Bibliografia
T. Bright	kg t ⁻¹	26.2	10.4	40.9	[1]
T. Burley	kg t ⁻¹	37.1	6.2	51.1	[1]
T. Burley	kg t ⁻¹	30.0	7.2	50.0	[3] [4]
T. Virginia	kg t ⁻¹	25.2	5.6	47.6	[4]

Esigenze pedologiche

I tabacchi delle zone temperate (t. chiari e scuri) prediligono suoli profondi, franchi, preferibilmente tendenti allo sciolto per i chiari, mentre quelli scuri non presentano particolari esigenze nei confronti della granulometria e si avvantaggiano anche di una certa quantità di humus, che però, se in eccesso, può ridurre gusto e combustibilità.

I tabacchi orientali si adattano bene a terreni leggeri, sabbiosi anche se ricchi di scheletro, facili da riscaldarsi e ben areati, ma scarsamente dotati di sostanza organica.

Infine, i tabacchi sub-tropicali preferiscono suoli profondi, franchi e ricchi di sostanza organica ed elementi nutritivi [2].

In generale, il pH dovrebbe essere prossimo alla neutralità (6.8-7.5) [2].

Modalità di distribuzione del fertilizzante

La dose di azoto necessaria potrà essere somministrata per circa 1/3 al trapianto e per i restanti 2/3 in copertura (indicativamente inizio levata). Per la concimazione azotata si suggerisce il solfato di ammonio al trapianto ed il nitrato ammonico o, nei terreni calcio carenti, nitrato di calcio in copertura.

Per quanto riguarda il fosforo ed il potassio, qualora la dotazione del suolo ne risultasse carente, se ne consiglia la somministrazione in coincidenza dei lavori preparatori o alla semina.

Bibliografia

[1] *Linee guida nazionali per l'agricoltura integrata (2011)*

[2] Regione Campania (2008). *Disciplinare di produzione integrata per la coltivazione del tabacco.*

[3] Regione Campania (2007). *"Asportazioni di azoto per alcune colture della Campania"*-Risultati sperimentali

[4] www.agrispea.ch Estratto da Dati per la concimazione - 2001

Articole

La fertilizzazione organica delle specie erbacee da pieno campo

Quanto precedentemente detto circa l'importanza e la convenienza di eseguire fertilizzazioni organiche e, più specificamente, letamazioni, vale ovviamente anche per le specie orticole.

Infatti senza dubbio anche queste trovano giovamento dall'impiego di letame, sovesci o altro, ed anche per esse valgono le indicazioni di carattere generale circa la tempistica degli interventi, le dosi e le modalità di distribuzione.

Tuttavia, è allo stesso tempo importante evidenziare che l'orticoltura campana è ormai condotta sempre più in forme specializzate e con l'impiego di elevati input, quali: ambienti protetti (serre, tunnel, etc.), fertirrigazione, etc.; pertanto, meno spazio trova l'impiego di letame o altro fertilizzante organico.

Aglio

Asportazioni

Tipo di prodotto o anno di coltivazione	Espressa in	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	Bibliografia
Bulbi	kg t ⁻¹	10.8	2.7	9.5	[1]
Bulbi	kg t ⁻¹	10.0-11.0	2.8	9.0	[2] [5]

Esigenze pedologiche

L'aglio non mostra particolari esigenze pedologiche, anche se preferisce terreni franchi, ben drenati, con pH intorno alla neutralità. Al contrario, rifugge i terreni eccessivamente argillosi, perché costituiscono un impedimento per la fase di impianto, questi terreni possono favorire la regolare crescita del bulbo e la raccolta; inoltre, a causa dei frequenti ristagni idrici, possono favorire l'insorgere di marciumi del bulbo e ad altre avversità parassitarie. Anche l'eccesso di sostanza organica può comportare uno scadimento qualitativo poiché tende a macchiare le tuniche esterne del bulbo e a ridurne la conservabilità a causa dell'eccesso di azoto.

È una specie mediamente sensibile, infatti mantiene integra la produzione per valori di salinità del terreno (estratto in pasta satura) di 1.7 dS/m [3].

La reazione può variare da neutra a leggermente alcalina; il pH ottimale è compreso tra 6.5 e 7.5 [4].

Modalità di applicazione del fertilizzante

Le concimazioni fosfo-potassiche, data la scarsa mobilità degli elementi, vengono eseguite, se necessarie, in corrispondenza della lavorazione principale.

Per quanto concerne la concimazione azotata, con le lavorazioni si interra circa 1/3 dell'azoto totale, di solito come solfato ammonico, così da fornire anche lo zolfo necessario alla coltura. L'azoto in copertura si distribuisce in due riprese (allo stadio di III-IV foglia e all'ingrossamento del bulbo) sotto forma di nitrato di calcio o di ammonio. In caso di scarsa vegetazione o di ingiallimenti si può intervenire con nitrato di potassio, notoriamente concime a pronto effetto [4, 5].

Bibliografia

[1] *Linee guida nazionali per l'agricoltura integrata (2011)*

[2] Bianco V. V., Pimpini F., 1990. *Orticoltura*. Patron Editore

[3] Flagella Z. et al. (1999). Le acque salmastre come risorsa idrica: limiti e prospettive. -Tolleranza allo stress salino delle specie coltivate in relazione agli aspetti fisiologici, produttivi e qualitativi. www.inea.it/otris

[4] Supplemento n. 8 *Agricoltura*, 2001. I disciplinari di produzione di produzione integrata (sintesi)

[5] Turchi A., Turchi F. (1997). *Orticoltura Pratica*. Edagricole.

Anguria

Asportazioni

Tipo di prodotto o anno di coltivazione	Espressa in	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	Bibliografia
Frutti	kg t ⁻¹	1.9	1.2	2.9	[1]
Frutti	kg t ⁻¹	1.7-2.0	1.3-1.5	2.7-3.0	[2] [3] [4] [5] [6]

Esigenze pedologiche

La pianta mostra un'ampia adattabilità a diverse tipologie di suolo, anche se predilige terreni alluvionali, profondi, ricchi di sostanza organica ben decomposta; cresce bene anche nei terreni argillosi purché ben drenati [2]. La specie è mediamente suscettibile alla salinità: la conducibilità elettrica dell'estratto di saturazione del terreno (ECe) non dovrebbe superare 3 mS cm⁻¹ [7]. Il pH ottimale è compreso tra 5 e 6, ma risultano accettabili anche valori fino a 7 [5].

Modalità di applicazione del fertilizzante

Le concimazioni fosfo-potassiche, se necessarie in funzione della dotazione naturale del suolo, vengono eseguite in presemina/pretrapianto. In particolare aumentando la presenza di K nel terreno, aumenta lo spessore della corteccia nella zona equatoriale dei frutti e ciò rende gli stessi meno soggetti a spaccarsi [2].

L'azoto si applica in 2-3 interventi distanziati di 20-25 giorni, iniziando circa 1 mese dopo la semina [2].

Bibliografia

[1] *Linee guida nazionali per l'agricoltura integrata (2011)*

[2] Bianco V. V., Pimpini F., 1990. *Orticoltura*. Patron Editore

[3] Supplemento n. 8 *Agricoltura*, 2001. I disciplinari di produzione di produzione integrata (sintesi)

[4] Tesi R. e A. Lenzi (2005) – Nutrizione azotata per un'orticoltura sostenibile – *Italus Hortus* 12 (1): 57-73.

[5] Trentini L., Maioli B.(1996), *Speciale Cocomero*. *Informatore Agrario* n.7.

[6] Turchi A, Turchi F. (1997). *Orticoltura Pratica*. Edagricole.

[7] www.parco3a.it

Asparago

Asportazioni

Tipo di prodotto o anno di coltivazione	Espressa in	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	Bibliografia
Turioni	kg t ⁻¹	14.1	3.2	8.3	[1]
Pianta intera	kg t ⁻¹	25.6	6.6	22.4	[1]
Turioni	kg t ⁻¹	20.0-25.0	7.0	20.0-22.5	[4] [5]

Esigenze pedologiche

La riuscita dell'asparagiaia è fortemente condizionata dal tipo di terreno. I substrati da preferire sono quelli sabbiosi o in ogni caso molto sciolti, soffici, con reazione intorno alla neutralità, permeabili e accuratamente drenati, in modo da garantire il rapido smaltimento delle acque in eccesso [2]. Valori ottimali di pH sono quelli compresi tra 6.0 e 7.5 [2]. È una pianta piuttosto tollerante alla salinità, infatti mantiene integra la produzione fino alla soglia di 4.1 dS/m (estratto in pasta satura) [3].

Modalità di distribuzione del fertilizzante

Negli anni in cui l'asparagiaia produce a regime, si somministra generalmente il fosforo a fine inverno o inizio primavera, mentre l'azoto ed il potassio si frazionano dalla fine della raccolta a fine luglio, o in terreni particolarmente sciolti, circa 1/3 prima della raccolta ed i restanti 2/3 in due interventi dopo la raccolta stessa [2].

Bibliografia

[1] *Linee guida nazionali per l'agricoltura integrata (2011)*

[2] Bianco V. V., Pimpini F., 1990. *Orticoltura*. Patron Editore

[3] Flagella Z. et al. (1999). Le acque salmastre come risorsa idrica: limiti e prospettive. -Tolleranza allo stress salino delle specie coltivate in relazione agli aspetti fisiologici, produttivi e qualitativi. www.inea.it/otris

[4] Tesi R. e A. Lenzi (2005) – Nutrizione azotata per un'orticoltura sostenibile – *Italus Hortus* 12 (1): 57-73.

[5] Turchi A., Turchi F. (1997). *Orticoltura Pratica*. Edagricole.

Bietola

Asportazioni

Tipo di prodotto o anno di coltivazione	Espressa in	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	Bibliografia
Bietola da coste	kg t ⁻¹	2.7	1.9	5.1	[1]
Bietola da foglie	kg t ⁻¹	5.4	3.0	5.5	[1]
Bietola da coste	kg t ⁻¹	6.0	3.0	6.0	[2] [4]

Esigenze pedologiche

La bietola da coste è un ortaggio da foglia di facile adattamento climatico e pedologico. In ogni caso predilige terreni profondi, con buona dotazione di sostanza organica; in particolare sono necessari terreni ben strutturati ed uniformi, poiché, al fine di garantire nascite uniformi alla semina, è necessario che nel terreno ci siano condizioni di umidità elevate e costanti [2]. Il pH ottimale è compreso tra 6.0 e 6,8 [2]. La bietola da coste è una pianta mediamente tollerante alla salinità, infatti fino ad una soglia di 4.0 dS/m (estratto in pasta satura) non si verificano cali di produzione [3].

Modalità di applicazione del fertilizzante

L'azoto si fraziona durante il ciclo in 3-4 interventi [2].

Bibliografia

[1] *Linee guida nazionali per l'agricoltura integrata (2011)*

[2] Bianco V. V., Pimpini F., 1990. *Orticoltura*. Patron Editore

[3] Flagella Z. et al. (1999). Le acque salmastre come risorsa idrica: limiti e prospettive. -Tolleranza allo stress salino delle specie coltivate in relazione agli aspetti fisiologici, produttivi e qualitativi. www.inea.it/otris

[4] Tesi R. e A. Lenzi (2005) – Nutrizione azotata per un'orticoltura sostenibile – *Italus Hortus* 12 (1): 57-73.

Carota

Asportazioni

Tipo di prodotto o anno di coltivazione	Espressa in	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	Bibliografia
Radici	kg t ⁻¹	4.1	1.6	6.9	[1]
Radici	kg t ⁻¹	3.0-5.0	-	5.0-6.6	[2] [4] [5]

Esigenze pedologiche

La carota, in quanto ortaggio da radici, ha esigenze abbastanza accentuate nei confronti del terreno, in particolare richiede terreni profondi, ben strutturati, ricchi di sostanza organica, franchi o sciolti. Al contrario sono del tutto sconsigliabili substrati ricchi di scheletro (in cui le radici potrebbero trovare ostacolo durante il loro accrescimento) o compatti (soggetti a ristagni idrici e alla formazione di pericolose croste superficiali) [2]. Il pH ottimale si colloca intorno alla neutralità (6-7). La carota è una pianta sensibile alla salinità: cali di produzione si hanno già ad un valore di 1.0 dS/m (estratto in pasta satura) [4].

Modalità di applicazione del fertilizzante

In presemina, se necessario, vanno eseguite le concimazioni fosfo-potassiche; tuttavia in presenza di terreni sciolti, si consiglia di somministrare la dose di potassio metà in presemina e metà in copertura [2]. Per quanto riguarda l'azoto, si consiglia di somministrare circa 1/5 della dose in presemina e 4/5 in copertura in 2-3 interventi [5].

Bibliografia

[1] *Linee guida nazionali per l'agricoltura integrata (2011)*

[2] Bianco V. V., Pimpini F., 1990. *Orticoltura*. Patron Editore

[3] Flagella Z. et al. (1999). Le acque salmastre come risorsa idrica: limiti e prospettive. -Tolleranza allo stress salino delle specie coltivate in relazione agli aspetti fisiologici, produttivi e qualitativi. www.inea.it/otris

[4] Tesi R. e A. Lenzi (2005) – Nutrizione azotata per un'orticoltura sostenibile – *Italus Hortus* 12 (1): 57-73.

[5] Turchi A., Turchi F. (1997). *Orticoltura Pratica*. Edagricole

Cavolfiore e Cavolo broccolo

Asportazioni

Tipo di prodotto o anno di coltivazione	Espressa in	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	Bibliografia
Cavolfiore	kg t ⁻¹	4.7	1.5	5.6	[1]
Cavolo broccolo	kg t ⁻¹	5.2	1.7	5.7	[1]
Cavolfiore	kg t ⁻¹	4.0	1.6	5.0	[4] [5]

Esigenze pedologiche

La coltura predilige terreni profondi e permeabili, anche leggermente argillosi purché ben strutturati e sistemati in modo da evitare ristagni idrici [5]. Il pH deve essere preferibilmente compreso tra 6,0 e 7,0; in particolare, nei terreni acidi sono più frequenti gli attacchi di ernia ai danni del cavolfiore [2]. Il cavolfiore ed il cavolo broccolo sono piante mediamente sensibili alla salinità; in particolare il secondo sembra leggermente più resistente e mostra cali di produzione ad un valore di 2,8 dS/m (estratto in pasta satura) [3].

Modalità di applicazione del fertilizzante

Le concimazioni fosfo-potassiche, se necessarie, vengono eseguite in pre-semina.

I concimi azotati normalmente si somministrano in 2-3 volte. Al cavolfiore viene fornito azoto al trapianto o alla semina (meglio con nitrato ammonico), circa venti giorni dopo il trapianto o al momento del diradamento e circa 1 mese dopo quest'ultimo, se trattasi di cultivar precoci o più tardi se si tratta di cultivar tardive (meglio con urea) [2]. Al cavolo broccolo si somministra azoto per circa 1/3 all'impianto e per la rimanente parte in due volte: dopo l'attecchimento (o dopo il diradamento) e durante il periodo di formazione dell'infiorescenza principale [2].

Bibliografia

[1] *Linee guida nazionali per l'agricoltura integrata (2011)*

[2] Bianco V. V., Pimpini F., 1990. *Orticoltura*. Patron Editore

[3] Flagella Z. et al. (1999). Le acque salmastre come risorsa idrica: limiti e prospettive. -Tolleranza allo stress salino delle specie coltivate in relazione agli aspetti fisiologici, produttivi e qualitativi. www.inea.it/otris

[4] Tesi R. e A. Lenzi (2005) – Nutrizione azotata per un'orticoltura sostenibile – *Italus Hortus* 12 (1): 57-73.

[5] Turchi A., Turchi F. (1997). *Orticoltura Pratica*. Edagricole.

Cavolo cappuccio e Cavolo verza

Asportazioni

Tipo di prodotto o anno di coltivazione	Espressa in	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	Bibliografia
Cavolo cappuccio	kg t ⁻¹	5.3	1.9	5.3	[1]
Cavolo verza	kg t ⁻¹	5.5	2.0	5.7	[1]
Cavolo verza (da industria)	kg t ⁻¹	4.1	2.1	5.5	[1]
Cavolo cappuccio	kg t ⁻¹	6.0	1.7	7.0	[2] [4]

Esigenze pedologiche

Entrambe le tipologie di cavolo possono prosperare bene in tutti i tipi di terreno, purché profondi, ben aerati e freschi; tuttavia per una produzione molto precoce del cavolo cappuccio, i terreni sabbiosi, che si riscaldano più facilmente, si prestano meglio di quelli pesanti [2]. Il pH ottimale è intorno alla neutralità (6,5 e 7,2), mentre a pH acidi si nota riduzione della produzione [2]. Il cavolo cappuccio è mediamente sensibile alla salinità e mostra cali di produzione ad un valore di 1.8 dS/m (estratto in pasta satura) [3]. Il cavolo verza è mediamente resistente alle elevate concentrazioni saline della soluzione circolante [2].

Modalità di applicazione del fertilizzante

Le concimazioni fosfo-potassiche, se necessarie, vengono eseguite in pre-semina.

I concimi azotati normalmente vengono somministrati in 2-3 volte: in parte all'impianto e per la restante parte in due volte: dopo l'attecchimento delle piantine e all'inizio della formazione della "testa" [2].

Bibliografia

[1] *Linee guida nazionali per l'agricoltura integrata (2011)*

[2] Bianco V. V., Pimpini F., 1990. *Orticoltura*. Patron Editore

[3] Flagella Z. et al. (1999). Le acque salmastre come risorsa idrica: limiti e prospettive. -Tolleranza allo stress salino delle specie coltivate in relazione agli aspetti fisiologici, produttivi e qualitativi. www.inea.it/otris

[4] Turchi A., Turchi F. (1997). *Orticoltura Pratica*. Edagricole.

Cetriolo

Asportazioni

Tipo di prodotto o anno di coltivazione	Espressa in	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	Bibliografia
Frutti	kg t ⁻¹	1.8	0.9	2.5	[1]
Frutti (peponide)	kg t ⁻¹	1.6-2.0	-	2.0-2.6	[4] [5] [6]

Esigenze pedologiche

Il cetriolo preferisce terreni profondi, franchi e di buona fertilità [2]. Il pH ottimale è compreso tra 6 e 7,0 [1]. Il cetriolo è mediamente sensibile alla salinità e mostra cali di produzione ad un valore di 2.5 dS/m (estratto in pasta satura) [3].

Modalità di applicazione del fertilizzante

Se la concimazione di produzione è fatta interamente con concimi azotati ad azione lenta, non si interviene in copertura; se durante la lavorazione di fondo è stato somministrato un azotato a pronto effetto, i 2/3 del quantitativo totale previsto vanno riservati alla distribuzione frazionata in copertura sotto forma nitrica, ureica o nitro-potassica. Potranno essere usati concimi solidi o liquidi, distribuiti al suolo oppure direttamente alla pianta attraverso la fertirrigazione; durante la concimazione di copertura può essere utile aggiungere potassio [6]

Bibliografia

[1] *Linee guida nazionali per l'agricoltura integrata (2011)*

[2] Bianco V. V., Pimpini F., 1990. *Orticoltura*. Patron Editore

[3] Flagella Z. et al. (1999). Le acque salmastre come risorsa idrica: limiti e prospettive. -Tolleranza allo stress salino delle specie coltivate in relazione agli aspetti fisiologici, produttivi e qualitativi. www.inea.it/otris

[4] Supplemento n. 8 Agricoltura, 2001. I disciplinari di produzione di produzione integrata (sintesi)

[5] Tesi R. e A. Lenzi (2005) – Nutrizione azotata per un'orticoltura sostenibile – *Italus Hortus* 12 (1): 57-73.

[6] Turchi A., Turchi F. (1997). *Orticoltura Pratica*. Edagricole.

Cipolla

Asportazioni

Tipo di prodotto o anno di coltivazione	Espressa in	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	Bibliografia
Bulbi	kg t ⁻¹	3.1	1.2	3.2	[1]
Bulbi	kg t ⁻¹	2.4-4.0	0.9-1.5	3.3-4.1	[2] [4] [5] [6] [7]

Esigenze pedologiche

La cipolla preferisce terreni franchi, limoso-argillosi o argillosi, purché ben drenati, con buona struttura e ricchi di sostanza organica. Sono da evitare i terreni fortemente argillosi per il pericolo di formazione della crosta e per le interferenze con l'accrescimento e la forma dei bulbi, e quelli sabbiosi perché perdono rapidamente l'acqua; in questo caso, considerata anche la superficialità dell'apparato radicale, sono necessari frequenti interventi irrigui [2]. I valori ottimali di pH sono compresi tra 6 e 7 [2]. La cipolla è una specie sensibile; la concentrazione salina deve essere inferiore a 1.2 dS/m (estratto in pasta satura) [3].

Modalità di distribuzione del fertilizzante

Le concimazioni fosfo-potassiche, se necessarie, sono effettuate contemporaneamente alla lavorazione principale.

Al fine di seguire i ritmi di assorbimento della coltura, ridurre i rischi di lisciviazione ed evitare un eccesso di azoto nella fase di maturazione dei bulbi, si consiglia di frazionare la dose prevista di azoto in 3 volte: circa 1/3 all'impianto, 1/3 allo stadio di 3-4 foglie e 1/3 all'ingrossamento del bulbo [8].

Bibliografia

[1] *Linee guida nazionali per l'agricoltura integrata (2011)*

[2] Bianco V. V., Pimpini F., 1990. *Orticoltura*. Patron Editore

[3] Flagella Z. et al. (1999). Le acque salmastre come risorsa idrica: limiti e prospettive. -Tolleranza allo stress salino delle specie coltivate in relazione agli aspetti fisiologici, produttivi e qualitativi. www.inea.it/otris

[4] Supplemento n. 8 Agricoltura, 2001. I disciplinari di produzione di produzione integrata (sintesi)

[5] Tesi R. e A. Lenzi (2005) – Nutrizione azotata per un'orticoltura sostenibile – *Italus Hortus* 12 (1): 57-73.

[6] Turchi A., Turchi F. (1997). *Orticoltura Pratica*. Edagricole.

[7] www.agrispea.ch Estratto da Dati base per la concimazione - 2001

[8] www.parco3a.it

Fagiolino

Asportazioni

Tipo di prodotto o anno di coltivazione	Espressa in	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	Bibliografia
Fagiolino (da industria)	kg t ⁻¹	7.5	2.5	7.5	[1]
Fagiolino (da mercato fresco)	kg t ⁻¹	7.5	2.0	6.8	[1]
Fagiolino (da mercato fresco)	kg t ⁻¹	7.5	2.0	6.0	[4] [5] [6]

Esigenze pedologiche

Il fagiolo predilige terreni franchi o tendenti allo sciolto, tollera anche quelli argillosi, purché ben drenati, infatti esso risulta particolarmente sensibile ai ristagni idrici. La coltivazione in terreni eccessivamente argillosi può manifestare problemi legati alla formazione della crosta superficiale che costituisce un ostacolo insuperabile per le giovani piantine che sono caratterizzate da uno scarso potere penetrante [3]. Il fagiolino è particolarmente sensibile alla salinità [2]. Il pH ottimale è intorno a 6.5, ma può variare tra 6.1 e 7.4; in corrispondenza di bassi valori del pH si manifestano carenze di magnesio e manganese, mentre in terreni basici, quelli di zinco e molibdeno [2].

Modalità di applicazione del fertilizzante

Il fagiolino copre circa il 70-80% delle proprie esigenze azotate con l'azotofissazione.

Le concimazioni fosfo-potassiche vanno eseguite in funzione della dotazione del terreno e, comunque, qualora ve ne fosse la necessità, questi concimi vanno distribuiti al momento della preparazione del terreno.

Bibliografia

[1] *Linee guida nazionali per l'agricoltura integrata (2011)*

[2] Bianco V. V., Pimpini F., 1990. *Orticoltura*. Patron Editore

[3] Regione Campania (2008) *Disciplinare di produzione integrata del fagiolo*.

[4] Serini G. (1986). *Orticoltura*. Bologna.

[5] Tesi R. e A. Lenzi (2005) – *Nutrizione azotata per un'orticoltura sostenibile* – Italus Hortus 12 (1): 57-73.

[6] Turchi A., Turchi F. (1997). *Orticoltura Pratica*. Edagricole.

Fava

Asportazioni

Tipo di prodotto	Espressa in	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	Bibliografia
Granella	kg t ⁻¹	7.4	2.1	4.2	[1]

Esigenze pedologiche

La fava (*Vicia faba* L.) predilige terreni profondi e fertili, anche con elevati contenuti in calcare e in argilla, purché ben drenati. Fondamentali sono le condizioni di pH del terreno, quelle ottimali sono prossime alla neutralità ma tollera bene valori di pH fino anche a 8.4 (terreni calcarei). Al contrario sono sempre dannosi i terreni acidi con pH minore di 6 poiché, a causa della sensibilità del *R. leguminosarum* all'acidità del terreno, la coltura evidenzia uno sviluppo stentato, una colorazione verde pallido e basse produzioni. La fava è tra le specie moderatamente sensibili alla salinità, con una soglia di salinità del terreno di 1.6 dS m⁻¹, con perdita totale della produzione a 12 dS m⁻¹ [2].

Modalità di applicazione del fertilizzante

La fava è una coltura ad elevata richiesta di azoto e potassio, al contrario minori sono le richieste di fosforo, che addirittura risultano inferiori a quelle di calcio.

Relativamente all'azoto, in quanto specie leguminosa, la fava con l'azotofissazione riesce a soddisfare quasi completamente le sue esigenze, per la rimanente parte di solito è sufficiente l'azoto presente nel terreno.

Per quanto riguarda il fosforo ed il potassio, qualora la dotazione del suolo ne risultasse carente, come evidenziato dalle relative analisi chimiche, se ne consiglia la somministrazione prima della semina.

Alle carenze eventuali di calcio si può sopperire con delle calcitazioni [2].

Bibliografia

[1] Linee guida nazionali per l'agricoltura integrata (2011)

[2] Regione Campania (2008) Disciplinare di produzione integrata della fava.

Finocchio

Asportazioni

Tipo di prodotto o anno di coltivazione	Espressa in	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	Bibliografia
Grumoli	kg t ⁻¹	5.8	1.1	8.1	[1]
Grumoli	kg t ⁻¹	7.1	-	10.3	[2] [4]

Esigenze pedologiche

La pianta preferisce terreni franchi, profondi, ben sistemati (i ristagni di acqua risultano molto dannosi), di elevata fertilità, ricchi di sostanza organica [2]. Il pH ottimale è compreso tra 5.5 e 6.8 [2]. Il finocchio è una specie mediamente sensibile alla salinità, i primi cali di produzione si hanno ad una concentrazione salina di 1.5 dS/m (estratto in pasta satura) [3].

Modalità di applicazione del fertilizzante

Le concimazioni fosfo-potassiche, se necessarie, vengono effettuate contemporaneamente alla lavorazione principale.

Per la concimazione azotata, si consiglia di distribuire l'azoto, meglio se sotto forma di nitrato ammonico, in minima parte all'impianto ed il resto in copertura (localizzato vicino alle piante) in due o tre volte, dopo il diradamento o dopo il supermento della crisi di trapianto ed all'epoca della rincalzatura [2].

Bibliografia

[1] *Linee guida nazionali per l'agricoltura integrata (2011)*

[2] Bianco V. V., Pimpini F., 1990. *Orticoltura*. Patron Editore

[3] Flagella Z. et al. (1999). Le acque salmastre come risorsa idrica: limiti e prospettive. -Tolleranza allo stress salino delle specie coltivate in relazione agli aspetti fisiologici, produttivi e qualitativi. www.inea.it/otris

[4] Turchi A., Turchi F. (1997). *Orticoltura Pratica*. Edagricole.

Fragola

Asportazioni

Tipo di prodotto o anno di coltivazione	Espressa in	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	Bibliografia
Frutti	kg t ⁻¹	4.5	2.3	7.1	[1]

Esigenze pedologiche

I suoli migliori per la coltivazione della fragola sono quelli caratterizzati da una profondità maggiore di 30 cm, a tessitura franca. Il contenuto di calcare attivo deve essere inferiore al 4%. Si adatta anche a suoli a tessitura piuttosto grossolana, soprattutto se arricchiti con sostanza organica, e a suoli tendenzialmente argillosi, purché ben drenati [2]. Il pH ottimale è compreso tra 5.8 e 6.5 [2]. La fragola è una specie estremamente sensibile alla salinità; la concentrazione salina del terreno deve essere inferiore a 1.0 dS/m e già a 4.0 dS/m si ha perdita totale della produzione [3].

Modalità di applicazione del fertilizzante

La fragola mostra delle esigenze nutritive piuttosto elevate, soprattutto in termini di potassio, che esplica un'azione positiva su quantità e qualità della produzione. In ogni caso la concimazione potassica e quella fosfatica sono generalmente frazionate in tre interventi: pre-trapianto, fertirrigazione estiva autunnale e fertirrigazione primaverile [4]. Anche la somministrazione dell'azoto segue gli stessi intervalli di intervento [4].

Bibliografia

[1] *Linee guida nazionali per l'agricoltura integrata (2011)*

[2] Bianco V. V., Pimpini F., 1990. *Orticoltura*. Patron Editore

[3] Flagella Z. et al. (1999). Le acque salmastre come risorsa idrica: limiti e prospettive. -Tolleranza allo stress salino delle specie coltivate in relazione agli aspetti fisiologici, produttivi e qualitativi. www.inea.it/otris

[4] Supplemento n. 8 *Agricoltura*, 2001. I disciplinari di produzione di produzione integrata (sintesi)

Indivia

Asportazioni

Tipo di prodotto o anno di coltivazione	Espressa in	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	Bibliografia
Cespi	kg t ⁻¹	4.7	3.2	8.5	[1]
Cespi	kg t ⁻¹	5.0-6.0	3.4-3.5	8.4	[2] [3]

Esigenze pedologiche

L'indivia riccia si adatta meglio della scarola ai terreni tendenzialmente argillosi, dove è in grado di fornire un ottimo prodotto purché venga assicurato lo sgrondo delle acque di irrigazione. Il valore ottimale di pH va da 6,5 a 7,8. Per colture da effettuarsi sotto serre fisse, è bene controllare periodicamente il tenore in salinità del terreno poiché questo, non subendo l'effetto dilavante delle piogge, può presentare problemi di accumulo di sali nello strato superficiale [2].

Modalità di distribuzione del fertilizzante

Concimazione azotata: l'azoto si somministra generalmente per metà all'impianto e la restante parte prima che le foglie abbiano coperto il terreno.

Eventualmente fosforo e potassio vanno distribuiti in pre-semina o pretrapianto [2].

Essenziale è anche l'apporto di microelementi quali calcio, magnesio e zolfo. In particolare il calcio migliora la serbevolezza dei cespi ed il magnesio ne migliora la colorazione; insieme concorrono ad aumentare la tolleranza alla necrosi marginale (fitopatia che si riscontra soprattutto nella lattuga) [2].

Bibliografia

[1] *Linee guida nazionali per l'agricoltura integrata (2011)*

[2] Ente Regionale di Sviluppo Agricolo per il Molise. La coltivazione delle insalate. Quaderni di Divulgazione del Gruppo Orticolo.

[3] Turchi A., Turchi F. (1997). *Orticoltura Pratica*. Edagricole.

Lattuga

Asportazioni

Tipo di prodotto o anno di coltivazione	Espressa in	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	Bibliografia
Cespo	kg t ⁻¹	3.1	0.9	5.0	[1]
Cespo	kg t ⁻¹	2.0-3.2	1.0-1.6	5.0-7.0	[2] [3] [5] [6]

Esigenze pedologiche

La lattuga viene coltivata in tutti i tipi di terreno, dai sabbiosi agli argillosi, purché ben drenati ed uniformi come tessitura. I migliori risultati, anche per la precocità, si ottengono in quelli sabbioso-limosi con una buona dotazione di sostanza organica [2]. Il pH ottimale è compreso tra 6.0 e 7.0; i terreni acidi non sono adatti [2]. La lattuga è una specie sensibile alla salinità; la concentrazione salina del terreno deve essere inferiore a 1.3 dS/m [4]. Per la salinità il pericolo maggiore è nella fase di emergenza o di attecchimento [2].

Modalità di applicazione del fertilizzante azotato

Fosforo e potassio possono essere distribuiti in pre-semina o pre-trapianto [3]. In generale, la profondità di interrimento dei concimi deve tener conto che l'apparato radicale è confinato al massimo nei primi 25-40 cm di terreno [2].

Per l'azoto occorre tener presente che circa 2/3 del fabbisogno totale viene assorbito nei 20-30 giorni che precedono la raccolta [3].

La dose di azoto si somministra generalmente in 3 interventi: circa 1/3 all'impianto, circa 1/3 al diradamento o un mese dopo il trapianto ed 1/3 circa un mese prima della raccolta [2].

Il calcio migliora la serbevolezza dei cespi ed il magnesio la colorazione; insieme concorrono ad aumentare la tolleranza alla necrosi marginale (*tip burn*), fenomeno molto comune su questa pianta.

Bibliografia

[1] *Linee guida nazionali per l'agricoltura integrata (2011)*

[2] Bianco V. V., Pimpini F., 1990. *Orticoltura*. Patron Editore

[3] Chillemi G., Lazzarin R. (1998). "Lattuga". *La tecnica colturale*. Informatore Agrario. Supplemento n. 14.

[4] Flagella Z. et al. (1999). Le acque salmastre come risorsa idrica: limiti e prospettive. -Tolleranza allo stress salino delle specie coltivate in relazione agli aspetti fisiologici, produttivi e qualitativi. www.inea.it/otris

[5] Tesi R. e A. Lenzi (2005) – *Nutrizione azotata per un'orticoltura sostenibile* – Italus Hortus 12 (1): 57-73.

[6] Turchi A., Turchi F. (1997). *Orticoltura Pratica*. Edagricole.

Melanzana

Asportazioni

Tipo di prodotto o anno di coltivazione	Espressa in	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	Bibliografia
Bacche	kg t ⁻¹	5.2	1.9	6.2	[1]
Bacche	kg t ⁻¹	5.4-6.2	2.1	5.0-9.0	[2] [4] [5]

Esigenze pedologiche

L'adattabilità alle caratteristiche fisiche del terreno è ampia, ma la coltura assicura i migliori risultati, in termini di precocità e resa, nei terreni sciolti, comunque caratterizzati da elevata sofficità e capacità idrica [2]. La melanzana preferisce i terreni a reazione neutra o sub-acida [2]. La melanzana è una specie moderatamente sensibile alla salinità; infatti il valore soglia della concentrazione salina del terreno deve essere inferiore a 1.1 dS/m, ma la perdita totale della produzione si ha solo a 15.6 dS/m [3].

Modalità di distribuzione del fertilizzante

La melanzana si caratterizza per elevate esigenze nutritive.

In pre-trapianto si somministrano fosforo e potassio; si consiglia di distribuire la quantità di azoto in tre o più dosi: prima del trapianto e poi in copertura a partire dalla fase di allegagione [2].

Bibliografia

[1] *Linee guida nazionali per l'agricoltura integrata (2011)*

[2] Bianco V. V., Pimpini F., 1990. *Orticoltura*. Patron Editore

[3] Flagella Z. et al. (1999). Le acque salmastre come risorsa idrica: limiti e prospettive. -Tolleranza allo stress salino delle specie coltivate in relazione agli aspetti fisiologici, produttivi e qualitativi. www.inea.it/otris

[4] Tesi R. e A. Lenzi (2005) – *Nutrizione azotata per un'orticoltura sostenibile* – Italus Hortus 12 (1): 57-73.

[5] Turchi A., Turchi F. (1997). *Orticoltura Pratica*. Edagricole.

Melone

Asportazioni

Tipo di prodotto o anno di coltivazione	Espressa in	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	Bibliografia
Frutti	kg t ⁻¹	3.9	1.7	5.7	[1]
Frutti	kg t ⁻¹	3.2	1.1-2.2	6.2-7.7	[4] [5]

Esigenze pedologiche

Le migliori produzioni si ottengono in terreni profondi, argilloso-limosi, ben drenati; tollera terreni leggermente calcarei [2]. Sono da evitare i terreni eccessivamente argillosi o troppo sabbiosi, dove fornisce prodotti di scarso valore commerciale [6]. Il pH ottimale è compreso tra 6,0 e 7,5 [2]. Il melone è moderatamente sensibile alla salinità; infatti il valore soglia della concentrazione salina del terreno è 1.0 dS/m, ma la perdita totale della produzione si ha solo a 12.9 dS/m [3].

Modalità di distribuzione del fertilizzante

La concimazione fosfo-potassica si esegue generalmente prima della semina; quella azotata in pre-semina e copertura [2].

L'assorbimento degli elementi nutritivi è minimo fino all'allegagione dei primi frutti ed aumenta notevolmente durante tutto il periodo di accrescimento del frutto fino alla maturazione [6], quindi sarà opportuno cercare di adeguare gli apporti alle necessità.

Bibliografia

[1] *Linee guida nazionali per l'agricoltura integrata (2011)*

[2] Bianco V. V., Pimpini F., 1990. *Orticoltura*. Patron Editore

[3] Flagella Z. et al. (1999). Le acque salmastre come risorsa idrica: limiti e prospettive. -Tolleranza allo stress salino delle specie coltivate in relazione agli aspetti fisiologici, produttivi e qualitativi. www.inea.it/otris

[4] Graifenberg A., Petsas S., 1983. Crescita e asportazione degli elementi nutritive nel melone. *Inf. Ortofrutticolo*, 14 (7-8), 5-10.

[5] Tesi R. e A. Lenzi (2005) – *Nutrizione azotata per un'orticoltura sostenibile* – *Italus Hortus* 12 (1): 57-73.

[6] Turchi A., Turchi F. (1997). *Orticoltura Pratica*. Edagricole.

Peperone

Asportazioni

Tipo di prodotto o anno di coltivazione	Espressa in	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	Bibliografia
Frutti (pieno campo)	kg t ⁻¹	3.8	1.4	5.0	[1]
Frutti (coltura protetta)	kg t ⁻¹	3.8	1.0	4.6	[1]
Frutti	kg t ⁻¹	3.7	1.0	5.0	[4] [5]

Esigenze pedologiche

Il peperone rifugge i terreni compatti che facilmente divengono asfittici, perché in essi incontra difficoltà ad assorbire i soluti nutritivi e l'acqua, essendo l'apparato radicale caratterizzato da bassa capacità di scambio [2]. Il pH ottimale è compreso tra 5,5 e 7,5 [5]. Il peperone è una pianta moderatamente sensibile alla salinità, la produzione non subisce cali fino ad un valore della concentrazione salina del terreno pari a 1.5 dS/m [3]; tuttavia la sensibilità del peperone al cloruro di sodio è spiccata nei terreni ad alta componente argillosa, mentre in quelli strutturati e con buona dotazione di sostanza organica si attenua [2].

Modalità di distribuzione del fertilizzante

L'azoto si distribuisce generalmente in copertura, in dosi da 1/3 a 2/3 della quantità di azoto calcolata per la concimazione di produzione. Si somministra al terreno per fertirrigazione o per via fogliare. Le dosi vengono frazionate il più possibile alla rincalzatura, all'inizio della fruttificazione, dopo ogni passaggio di raccolta [5].

Bibliografia

[1] *Linee guida nazionali per l'agricoltura integrata (2011)*

[2] Bianco V. V., Pimpini F., 1990. *Orticoltura*. Patron Editore

[3] Flagella Z. et al. (1999). Le acque salmastre come risorsa idrica: limiti e prospettive. -Tolleranza allo stress salino delle specie coltivate in relazione agli aspetti fisiologici, produttivi e qualitativi. www.inea.it/otris

[4] Tesi R. e A. Lenzi (2005) – *Nutrizione azotata per un'orticoltura sostenibile* – Italus Hortus 12 (1): 57-73.

[5] Turchi A., Turchi F. (1997). *Orticoltura Pratica*. Edagricole.

Pomodoro da mensa

Asportazioni

Tipo di prodotto o anno di coltivazione	Espressa in	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	Bibliografia
Bacche (coltura protetta)	kg t ⁻¹	2.6	1.0	4.0	[1]

Esigenze pedologiche

Il pomodoro si adatta a diversi tipi di terreno, anche se sono sconsigliati quelli eccessivamente sabbiosi o eccessivamente compatti, mentre sono da preferire i terreni franchi, profondi, [2], fertili, ricchi di sostanza organica e senza ristagni idrici. Valori ottimali di pH sono quelli compresi tra 5,5 e 7,9. Il pomodoro non gradisce i suoli a reazione alcalina mentre tollera bene i suoli a reazione acida [2]. La concentrazione salina deve essere inferiore a 2.5 dS/m (estratto in pasta satura) [4].

Modalità di distribuzione del fertilizzante

Il pomodoro da mensa è coltivato in serra, dove si consiglia di frazionare l'azoto in numerosi interventi in serra, pari a circa 10. Si consigliano da 1 a 2 interventi per il fosforo, e tra 8 e 10 per il potassio [3].

Bibliografia

[1] *Linee guida nazionali per l'agricoltura integrata (2011)*

[2] Baldoni R., Giardini L. (1989). *Coltivazioni erbacee*. Patron Ed.

[3] Bianco V. V., Pimpini F., 1990. *Orticoltura*. Patron Editore

[4] Flagella Z. et al. (1999). *Le acque salmastre come risorsa idrica: limiti e prospettive. -Tolleranza allo stress salino delle specie coltivate in relazione agli aspetti fisiologici, produttivi e qualitativi*. www.inea.it/otris

Spinacio

Asportazioni

Tipo di prodotto o anno di coltivazione	Espressa in	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	Bibliografia
Foglie (da industria)	kg t ⁻¹	6.1	1.8	7.0	[1]
Foglie (da mercato fresco)	kg t ⁻¹	5.9	1.7	6.9	[1]
Foglie	kg t ⁻¹	4.7-6.7	1.7	-	[4] [5]

Esigenze pedologiche

Le produzioni più elevate si ottengono in suoli sciolti, perfettamente drenati, per evitare dannosi ristagni idrici durante i mesi a maggiore piovosità, con elevato contenuto in sostanza organica, purché perfettamente umificata [2]. I valori ottimali di pH sono intorno a 6.5 [2]. Affinché non si abbiano cali di produzione per lo spinacio, la concentrazione salina deve essere inferiore a 2.0 dS/m (estratto in pasta satura) [3].

Modalità di distribuzione del fertilizzante

Le concimazioni fosfo-potassiche possono avvenire con i lavori preparatori del terreno, avendo cura di non interrare i fertilizzanti oltre i 15-20 cm di profondità.

Infine, considerato che circa il 60% degli elementi nutritivi viene assorbito circa 21 giorni prima della raccolta, l'azoto viene distribuito per il 60-70% in copertura, concentrando gli interventi quando si ha il maggiore incremento nell'accrescimento fogliare; tale pratica è tanto più importante in situazioni climatiche di accentuata piovosità, vista l'elevata mobilità dell'azoto [2].

Bibliografia

[1] *Linee guida nazionali per l'agricoltura integrata (2011)*

[2] Bianco V. V., Pimpini F., 1990. *Orticoltura*. Patron Editore

[3] Flagella Z. et al. (1999). Le acque salmastre come risorsa idrica: limiti e prospettive. -Tolleranza allo stress salino delle specie coltivate in relazione agli aspetti fisiologici, produttivi e qualitativi. www.inea.it/otris

[4] Tesi R. e A. Lenzi (2005) – *Nutrizione azotata per un'orticoltura sostenibile* – Italus Hortus 12 (1): 57-73.

[5] Turchi A., Turchi F. (1997). *Orticoltura Pratica*. Edagricole.

Zucca

Asportazioni

Tipo di prodotto o anno di coltivazione	Espressa in	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	Bibliografia
Frutti	kg t ⁻¹	3.9	1.0	7.0	[1]
Frutti	kg t ⁻¹	2.4	-	6.6	[2] [3]

Esigenze pedologiche

La coltura per una buona crescita richiede un terreno fertile, ben provvisto di sostanza organica, con buon drenaggio; una buona disponibilità idrica è importante nella fase di ingrossamento del frutto [2]. Il pH ottimale è compreso tra 5.5 e 7.0 [2]. La zucca è una specie mediamente sensibile alla salinità [2].

Modalità di distribuzione del fertilizzante

Alla preparazione del terreno si interrano generalmente il fosforo ed il potassio. Si consiglia di distribuire l'azoto in 2-3 interventi prima che la vegetazione abbia ricoperto completamente il terreno [2].

Bibliografia

[1] *Linee guida nazionali per l'agricoltura integrata (2011)*

[2] Bianco V. V., Pimpini F., 1990. *Orticoltura*. Patron Editore

[3] Tesi R. e A. Lenzi (2005) – *Nutrizione azotata per un'orticoltura sostenibile* – Italus Hortus 12 (1): 57-73.

Zucchini

Asportazioni

Tipo di prodotto o anno di coltivazione	Espressa in	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	Bibliografia
Frutti (da industria)	kg t ⁻¹	4.9	1.7	8.5	[1]
Frutti (da mercato fresco)	kg t ⁻¹	4.4	1.6	7.8	[1]
Frutti	kg t ⁻¹	5.0	-	8.3	[4]

Esigenze pedologiche

La coltura preferisce suoli franchi, profondi e con buon drenaggio [2]. Il pH ottimale è compreso tra 5.5 e 7.0 [2]. Lo zucchini è una specie moderatamente tollerante alla salinità, infatti la produzione non subisce cali fino ad un valore della concentrazione salina del terreno pari a 4.7 dS/m [3].

Modalità di distribuzione del fertilizzante

Le concimazioni fosfatice si eseguono generalmente in presemina, mentre si consiglia di frazionare azoto e potassio e distribuirli in corrispondenza delle irrigazioni [2].

Bibliografia

[1] *Linee guida nazionali per l'agricoltura integrata (2011)*

[2] Bianco V. V., Pimpini F., 1990. *Orticoltura*. Patron Editore

[3] Flagella Z. et al. (1999). Le acque salmastre come risorsa idrica: limiti e prospettive. -Tolleranza allo stress salino delle specie coltivate in relazione agli aspetti fisiologici, produttivi e qualitativi. www.inea.it/otris

[4] Turchi A., Turchi F. (1997). *Orticoltura Pratica*. Edagricole.

Calcolo delle unità di concime

Come calcolare le unità di concime

Il calcolo delle unità di concime relative ai principali elementi nutritivi (N, P, K) è effettuato tramite un bilancio, in cui sono considerati gli apporti o “entrate” e le perdite o “uscite”.

Il bilancio dei nutrienti presuppone la conoscenza delle fondamentali caratteristiche fisico-chimiche del terreno rilevabili mediante opportune analisi, che sono integrate da dati tabellari.

Il bilancio delle specie erbacee annuali e ortive e il bilancio delle specie arboree sono trattati separatamente.

Le unità di elemento fertilizzante da distribuire complessivamente alla coltura sono espresse in kg ha⁻¹.

1. CONCIMAZIONE DELLE COLTURE ERBACEE ANNUALI ED ORTIVE

1.1 CONCIMAZIONE AZOTATA

Il calcolo delle unità di azoto complessive da distribuire alla coltura viene determinato sulla base di un bilancio che prevede i seguenti elementi:

Apporti:

- Apporti provenienti dalla mineralizzazione della sostanza organica (B)
- Apporti provenienti dalla fertilità del suolo (C)
- Residui della coltura dell'anno precedente (D)
- Apporti provenienti dall'acqua d'irrigazione (E)
- Apporti da deposizioni atmosferiche (precipitazioni ecc.) (F)

Perdite:

- Fabbisogni della coltura (A)
- Immobilizzazioni e dispersioni (G)
- Lisciviazione (H)

Quindi, la dose da somministrare risulterà dalla seguente espressione:

$$\text{Concimazione azotata} = A - B - C - D - E - F + G + H$$

- DETERMINAZIONE DI A

Il fabbisogno della coltura è calcolato moltiplicando il valore degli assorbimenti/asportazioni unitarie per la produzione attesa (Allegato 2).

$$A = \text{Assorbimenti/asportazioni culturali unitari} \times \text{produzione attesa}$$

Per le colture erbacee è utilizzato il coefficiente di assorbimento culturale unitario, con il quale si intende la quantità di azoto, per unità di prodotto, assorbita dalla pianta e localizzata nei frutti e negli altri organi (culmo, fusto, foglie e radici).

Per le colture orticole è utilizzato il coefficiente di asportazione culturale unitario, con il quale si intende la quantità di azoto, per unità di prodotto, asportata dalla parte commerciale della pianta.

- DETERMINAZIONE DI B

È indicato con **B** la quantità di azoto mineralizzato ogni anno ($\text{kg ha}^{-1} \text{anno}^{-1}$), a partire dalla sostanza organica presente nel terreno, che viene reso disponibile per la coltura. La quantità annualmente distrutta viene definita da un coefficiente detto “*coefficiente di distruzione annuo*” o “*coefficiente di mineralizzazione*”, che si esprime con il simbolo K_2 . Tale coefficiente varia da 0,7% a 2,0%, in relazione al tipo di terreno [1] ed è più elevato nei terreni sabbiosi e sciolti e più basso nei terreni argillosi e pesanti.

Terreno	argilla (%)	calcare (%)	pH	K_2 (%)
Sabbioso neutro	5	0,2	7,0	2,0
Sabbioso acido	5	0,0	5,0	1,0
Sabbioso calcareo	5	10,0	8,0	1,7
Limoso medio	15	0,2	7,5	1,6
Limoso argilloso	22	0,2	7,5	1,3
Limoso calcareo	10	30,0	8,1	0,9

Argilloso	38	0,2	7,5	1,0
Argilloso calcareo	30	15,0	8,0	0,7

Tabella 1. Valori del coefficiente K_2 in funzione di diverse tipologie di terreno

Il coefficiente K_2 è calcolabile con la seguente formula (Remy e Martin-la Fleche, 1974).

$$K_2 = 1200 / [(argilla+20) * (calcare+20)]$$

Nella formula il contenuto di argilla e calcare è espresso in %. Pertanto il dato delle analisi chimico fisiche del terreno, espresso in $g\ kg^{-1}$ deve essere diviso per 10.

La formula da applicare per la determinazione dell'azoto apportato dalla mineralizzazione della sostanza organica (B) è la seguente:

$$B^1 = Pr [m] * d.a * S.O [\%] * K_2 * 50$$

- **Pr** è la profondità di terreno maggiormente interessata dallo sviluppo radicale (tabella 14).
- **d.a** è la densità apparente. In assenza di un valore “misurato”, si riportano in tabella 2 i valori di densità apparente comunemente utilizzati in funzione della tipologia di terreno.
- **S.O** è la sostanza organica.

Tipo di terreno	densità apparente ($t\ m^{-3}$)
terreni argillosi	1,2
terreni medi	1,3
terreni sabbiosi	1,4

Tabella 2. Valori di densità apparente in funzione di diverse tipologie di terreno

Poiché gli apporti di azoto derivanti dalla mineralizzazione della sostanza organica (B) sono disponibili per la coltura esclusivamente nel periodo in cui essa si sviluppa, il valore di B si moltiplica per il coefficiente $N/12$ dove N è il numero di mesi in cui la coltura è effettivamente presente in campo durante i 12 mesi dell'anno (per esempio per un mais con ciclo colturale da aprile ad agosto, quindi 5 mesi, tale coefficiente sarà $5/12 = 0,42$).

- DETERMINAZIONE DI C

Con C si indica la quantità di azoto presente nel terreno in una forma prontamente disponibile per le colture ($kg\ ha^{-1}$); esso si calcola in funzione del contenuto in azoto totale del terreno e della sua tessitura.

Per un suolo:

- tendenzialmente sabbioso:

$$C = 28,4 * N\ totale [\%]$$

- franco:

$$C = 26,0 * N\ totale [\%]$$

- tendenzialmente argilloso:

$$C = 24,3 * N\ totale [\%]$$

¹ La formula riportata è ottenuta dalla semplificazione della seguente espressione:

$B = \text{profondità radicale [m]} * 10.000 * \text{densità apparente} * \%S.O./100 * \%N-S.O./100 * K_2 / 100 * 1.000.$

N-S.O. è la quota di azoto contenuta nella sostanza organica (S.O), pari al 5%.

Il dato ottenuto va moltiplicato per il coefficiente tempo ($N/12$) che deriva dal rapporto tra il numero di mesi in cui la coltura è realmente presente in campo ed i 12 mesi dell'anno.

- DETERMINAZIONE DI D

In seguito ad interrimento, i residui della coltura precedente subiscono un processo di degradazione microbica che porta alla liberazione di azoto in tempi più o meno brevi. La quantità di azoto (kg ha^{-1}) reso disponibile dai residui della coltura è indicato con la lettera **D**. Tale quota è in relazione al rapporto C/N dei residui colturali. Nel caso in cui tali residui siano caratterizzati da un rapporto C/N elevato si ha una temporanea indisponibilità di azoto, rappresentata in tabella con il segno negativo. Nella tabella che segue è riportata la quantità di azoto disponibile (kg ha^{-1}) in funzione di diverse specie

Coltura	N da residui (kg ha^{-1})
Barbabietola	30
Cereali autunno-vernini	
- paglia asportata	-10
- paglia interrata	-30
Colza	20
Girasole	0
Mais	
- stocchi asportati	-10
- stocchi interrati	-40
Prati	
- medica in buone condizioni	80
- polifita con leguminose > 15% o medicaio diradato	60
- polifita con leguminose dal 5 al 15%	40
- polifita con leguminose < 15%	15
- di breve durata o trifoglio	30
Patata	35
Pomodoro e altre orticole (cucurbitacee, liliacee, etc.)	30
Orticole minori a foglia	25
Soia	10
Leguminose da granella (pisello, fagiolo, lenticchia, etc.)	40
Sorgo	-40
Sovescio di leguminose (in copertura autunno-invernale o estiva)	50

Tabella 3. Azoto disponibile in funzione della coltura in precessione (kg ha^{-1})

- DETERMINAZIONE DI E

Nel bilancio dell'azoto delle colture irrigue devono essere considerati anche gli apporti di N provenienti dall'irrigazione (**E**), che sono funzione del contenuto di nitrati contenuti nelle acque e dei volumi stagionali d'irrigazione.

$$E = \text{Volume irriguo stagionale } [\text{m}^3 \text{ ha}^{-1}] * \text{Contenuto di nitrati nelle acque } [\text{mg L}^{-1}] * 0,2258/1000$$

- DETERMINAZIONE DI F

La quantità di azoto che arriva al terreno con le precipitazioni (**F**) è normalmente stimata in 10-20 kg ha^{-1} , e varia in funzione soprattutto della località e della vicinanza a centri urbani ed industriali.

- DETERMINAZIONE DI G

Con **G** (kg ha^{-1}) si indica la quantità di azoto che viene immobilizzato dalla biomassa e/o dal terreno per processi di adsorbimento chimico-fisico, nonché l'azoto perso per processi di volatilizzazione e denitrificazione e dell'effetto negativo che la mancanza di ossigeno causa sui processi di mineralizzazione della sostanza organica. Si calcola come quota di tutti gli apporti azotati utilizzando la formula seguente:

$$G = (B + C + D + E + F) * \text{fattore correttivo}$$

Il **fattore correttivo** è funzione della tessitura del terreno e del drenaggio ed è riportato nella tabella che segue.

DRENAGGIO	Tessitura		
	tendenzialmente sabbioso	franco	tendenzialmente argilloso
Lento o impedito	0,35	0,40	0,45
Normale	0,20	0,25	0,30
Rapido	0,15	0,20	0,25

Tabella 4. Fattore correttivo da utilizzare per valutare l'immobilizzazione e la dispersione dell'azoto nel terreno.

- DETERMINAZIONE DI H

Con **H** si indica la quantità di azoto ($\text{kg ha}^{-1} \text{ anno}^{-1}$) perso per lisciviazione in funzione della facilità di drenaggio e della tessitura del terreno. Si riportano nella seguente tabella i valori stimati di **H**.

DRENAGGIO*	Tessitura		
	tendenzialmente sabbioso	franco	tendenzialmente argilloso
Lento o impedito	30	20	10
Normale	40	30	20
Rapido	50	40	30

Tabella 5. Quantità di azoto ($\text{kg ha}^{-1} \text{ anno}^{-1}$) perso annualmente per lisciviazione in funzione della facilità di drenaggio e della tessitura del terreno.

** L'entità del drenaggio può essere desunta da documenti cartografici e di descrizione delle caratteristiche dei suoli, ove disponibili, o determinata con un esame pedologico.*

2. CONCIMAZIONE FOSFATICA

Il calcolo delle unità di fosforo complessive da distribuire alla coltura, espresso in P_2O_5 , viene determinato sulla base di un bilancio che prevede i seguenti elementi:

Apporti:

- Apporti provenienti dalla fertilità del suolo (B).

Perdite:

- Fabbisogni della coltura (A).
- Immobilizzazione dovuta al calcare (C).

Inoltre, in funzione della dotazione iniziale in fosforo del terreno, potrebbe essere necessario somministrare una quota aggiuntiva o riduttiva di questo elemento nutritivo:

- Quota di arricchimento o riduzione (D).

Pertanto, la dose finale di fosforo da somministrare alla coltura risulta dalla seguente espressione:

		in caso di arricchimento:	+ (D1 * C)
Concimazione fosfatica = $A - B + B * (C - 1)$ (con dotazione normale)			
		in caso di riduzione:	- D2

- DETERMINAZIONE DI A

Il fabbisogno colturale viene calcolato moltiplicando il valore degli assorbimenti/asportazioni per la produzione attesa (Allegato 2 “Rese di riferimento e assorbimenti/asportazioni”).

$$A = \text{Assorbimenti culturali unitari} \times \text{produzione attesa}$$

- DETERMINAZIONE DI B

Con **B** si indica la quantità di fosforo mineralizzato ogni anno ($kg\ ha^{-1}\ anno^{-1}$), a partire dalla sostanza organica presente nel terreno, e che viene reso disponibile per la coltura.

Come per l'azoto, la quantità annualmente distrutta viene definita da un coefficiente detto “coefficiente di distruzione annuo” o “coefficiente di mineralizzazione” che si esprime con il simbolo K_2 (Tab. 1).

La formula da applicare per la determinazione del fosforo apportato dalla mineralizzazione della sostanza organica è la seguente:

$$B^2 = Pr [m] * d.a * S.O [\%] * K_2 * 10$$

- **Pr** è la profondità di terreno maggiormente interessata dallo sviluppo radicale (Allegato 2).

- **d.a** è la densità apparente. In assenza di un valore “misurato”, si riportano in tabella 2 i valori comunemente utilizzati in funzione della tipologia di terreno.

- **S.O** è la sostanza organica.

² La formula riportata è ottenuta dalla semplificazione della seguente espressione:

$B = \text{profondità radicale [m]} * 10.000 * \text{densità apparente [t m}^{-3}] * \%S.O./100 * \%P_2O_5\text{-S.O.}/100 * K_2 / 100 * 1.000.$
 $P_2O_5\text{-S.O.}$ è la quota di fosforo contenuta nella sostanza organica (S.O.), pari a 1%.

Poiché gli apporti di fosforo derivanti dalla mineralizzazione della sostanza organica sono disponibili per la coltura esclusivamente nel periodo in cui essa si sviluppa, il dato, precedentemente ottenuto, va moltiplicato per un coefficiente che tiene conto dei mesi in cui essa è realmente presente in campo, come descritto in precedenza per la concimazione azotata.

- DETERMINAZIONE DI C

Il parametro C tiene conto della quantità di fosforo derivante dagli apporti, sia di quelli provenienti dalla dotazione in sostanza organica sia di concimi, che, per specifici processi fisico-chimici in funzione della dotazione di calcare totale, non è disponibile per la coltura. Essa può essere calcolata con la seguente formula:

Formattati: Elenchi puntati e numerati

$$C = a + (0,02 * \text{Calcare totale}[\%])$$

Dove:

a = 1,2 in terreni tendenzialmente sabbiosi

a = 1,3 in terreni franchi

a = 1,4 in terreni tendenzialmente argillosi

- DETERMINAZIONE DI D

Al fine di calcolare la quota di arricchimento/riduzione, nella tabella seguente si suddividono le colture in 5 classi, escluse le floricole, in funzione della loro esigenza in termini di fosforo e potassio.

CLASSE 1	frumento duro; frumento tenero; sorgo; avena; orzo
CLASSE 2	mais ceroso; mais granella; soia; girasole
CLASSE 3	barbabietola; bietola
CLASSE 4	tabacco; patata; pomodoro da industria; pisello fresco ; pisello da industria; asparago; carciofo; cipolla; aglio; spinacio; lattuga; cocomero; melone; fagiolino da industria; fagiolo da industria; fragola; melanzana; peperone; cavolfiore
CLASSE 5	medica ed altri erbai

Tabella 6. Classificazione delle colture in funzione della loro esigenza in fosforo e potassio

Commento [P1]: Mancano:

cece
colza
favino
lojessa
prati
carota
cetriolo
fava
finocchio
zucca
zucchino
vari cavoli

Quindi, in funzione della classe di appartenenza della coltura e della tessitura del suolo, si individua il livello di dotazione di fosforo.

Classe coltura	TERRENO		
	tendenzialmente sabbioso	franco	tendenzialmente argilloso
1	18-25	23-28	30-39
2	11-21	18-25	23-30
3	23-30	30-39	34-44
4	25-30	30-35	35-40
5	34-41	41-50	46-55

Tabella 7. Limiti inferiore e superiore della classe di dotazione “normale” in P_2O_5 (mg/kg) in funzione di tessitura e classe colturale.

Pertanto, se la dotazione è:

- **più bassa** del limite inferiore di dotazione: si calcola la quota di arricchimento (D1);

- **più alta** del limite superiore di dotazione: si calcola la quota di riduzione (D2).

Quota di arricchimento (D1)

La quota di arricchimento corrisponde alla quantità di elemento che è necessario apportare al terreno per portarlo al limite inferiore della normalità.

La formula è la seguente:

$$D1 = (Pr * d.a * Q)/2$$

- **Pr** è la profondità di terreno maggiormente interessata dallo sviluppo radicale (Allegato 2)
- **d.a** è la densità apparente del terreno (tab. 2).
- **Q** è la differenza tra il valore del limite inferiore di normalità del terreno (Tab. 7) e la dotazione risultante dalle analisi.

Quota di riduzione (D2)

Costituisce la riduzione da calcolare, nel caso in cui la dotazione del terreno sia abbondante, al fine di diminuire la quota di asportazione della quantità eccedente la normalità.

La formula è uguale a quella utilizzata per il calcolo della quota di arricchimento, ma preceduta dal segno negativo:

$$D2 = - (Pr * d.a * Q)/2$$

- **Pr** è la profondità di terreno maggiormente interessata dallo sviluppo radicale (tab. 15)
- **d.a** è la densità apparente del terreno (in mancanza di un dato misurato fare riferimento alla tabella 2).
- **Q** è la differenza, in valore assoluto, tra la dotazione del terreno ed il valore del limite superiore di normalità.

La quota di arricchimento o di riduzione è divisa per 2 poiché si tiene conto che la determinazione analitica del fosforo è svolta ogni due anni.

1.3 CONCIMAZIONE POTASSICA

Il calcolo delle unità di potassio complessive da distribuire alla coltura, espresso in K_2O , viene determinato sulla base di un bilancio che prevede i seguenti elementi:

Perdite:

- Fabbisogni della coltura (A)
- Lisciviazione (H)
- Immobilizzazione (C)

Inoltre, in funzione della dotazione iniziale in potassio del terreno, si deve somministrare una quota aggiuntiva o riduttiva di questo elemento nutritivo:

- Quota di arricchimento o riduzione (D)

Pertanto, la dose finale di potassio da somministrare alla coltura risulta dalla seguente espressione:

		in caso di arricchimento:	+ (C * D1)
Concimazione potassica = A + H (con dotazione normale)			
		in caso di riduzione:	- D2

- DETERMINAZIONE DI A

Il fabbisogno colturale viene calcolato moltiplicando il valore degli assorbimenti/asportazioni per la produzione attesa (Allegato 2).

$$A = \text{Assorbimenti colturali unitari} \times \text{produzione attesa}$$

- DETERMINAZIONE DI H

Per il potassio una perdita è costituita dalla quota che si allontana per fenomeni di lisciviazione. Questa quota può essere stimata in funzione della facilità di drenaggio (Tab. 8) o in funzione del contenuto in argilla del terreno (Tab. 9).

DRENAGGIO	TERRENO		
	tendenzialmente sabbioso	franco	tendenzialmente argilloso
normale, lento od impedito	25	15	7
rapido	35	25	17

Tabella 8. Perdite annuali di potassio ($kg\ ha^{-1}$) in funzione della facilità di drenaggio (questa può essere desunta da documenti cartografici e di descrizione delle caratteristiche dei suoli ove disponibili o determinata con un esame pedologico)

% Argilla	K ₂ O (kg ha ⁻¹)
0-5	60
5-15	30
15-25	20
> 25	10

Tabella 9. Perdite annuali di potassio (kg ha⁻¹) in funzione del contenuto in argilla

- DETERMINAZIONE DI C

Il parametro **C** tiene conto della quantità di potassio che, per specifici processi fisico-chimici in funzione del contenuto in argilla, non è disponibile per la coltura. Il parametro C, applicato alla sola quota di arricchimento (D1), necessaria quando la dotazione è più bassa del limite inferiore di dotazione (tab. 10), può essere calcolato con la seguente formula:

$$C = 1 + (0,018 * \text{Argilla}[\%])$$

Formattati: Elenchi puntati e numerati

- DETERMINAZIONE DI D

Al fine di calcolare la quota di arricchimento/riduzione, si fa riferimento al limite inferiore e superiore di una dotazione potassica “normale” in funzione della tessitura del suolo, come riportato nella tabella che segue:

Classe coltura	TERRENO		
	tendenzialmente sabbioso	franco	tendenzialmente argilloso
Tutte	102 - 144	120 - 180	144 - 216

Tabella 10. Limiti inferiore e superiore della classe di dotazione “normale” in K₂O (mg kg⁻¹) in funzione di tessitura e classe culturale.

Pertanto, se la dotazione è:

- **più bassa** del limite inferiore di dotazione, si calcola la quota di arricchimento (D1);
- **più alta** del limite superiore di dotazione, si calcola la quota di riduzione (D2).

Quota di arricchimento (D1)

La quota di arricchimento corrisponde alla quantità di elemento che è necessario apportare al terreno per portarlo al limite inferiore della normalità.

La formula è la seguente:

$$D1 = (Pr * d.a * Q)/2$$

- **Pr** è la profondità di terreno maggiormente interessata dallo sviluppo radicale (Allegato 2)
- **d.a** è la densità apparente del terreno (Tab. 2).
- **Q** è la differenza tra il valore del limite inferiore di normalità del terreno (Tab. 10) e la dotazione risultante dalle analisi.

Quota di riduzione (D2)

Costituisce la riduzione da calcolare, nel caso in cui la dotazione del terreno sia abbondante, al fine di diminuire la quota di asportazione della quantità eccedente la normalità.

La formula è uguale a quella utilizzata per il calcolo della quota di arricchimento, ma preceduta dal segno negativo:

$$D2 = - (Pr * d.a * Q)/2$$

- **Pr** è la profondità di terreno maggiormente interessata dallo sviluppo radicale (Allegato 2)
- **d.a** è la densità apparente del terreno (Tab. 2).
- **Q** è la differenza, in valore assoluto, tra la dotazione del terreno ed il valore del limite superiore di normalità (Tab. 10).

La quota di arricchimento o di riduzione è divisa per 2 poiché si tiene conto che la determinazione analitica del potassio è svolta ogni due anni.

2. CONCIMAZIONE DELLE COLTURE ARBOREE

1. Concimazione di allevamento e produzione. Concimazione Azotata, Fosfatica e Potassica

La quantità di concime da distribuire viene determinata utilizzando la seguente formula:

$$M * Fc2$$

- Bilancio del nutritivo (**M**)
- Correzione in base all'età di impianto (**Fc2**)

- DETERMINAZIONE DI M

Le unità di azoto, fosforo e potassio (**M**) sono calcolate secondo il bilancio nutritivo complessivo descritto precedentemente per le colture erbacee ed ortive. Per le specie arboree è sempre utilizzato il coefficiente di assorbimento culturale unitario. In questo caso, per il fosforo ed il potassio, va tenuto conto che i limiti inferiori e superiori di dotazione “normale” del terreno sono espressi nelle tabelle 11 e tabella 12.

Classe coltura	TERRENO		
	tendenzialmente sabbioso	franco	tendenzialmente argilloso
Arboree	16-25	21-39	25-48

Tabella 11. Limiti inferiore e superiore della classe di dotazione “normale” in P_2O_5 ($mg\ kg^{-1}$)

Classe coltura	TERRENO		
	tendenzialmente sabbioso	franco	tendenzialmente argilloso
Arboree	102-144	120-180	144-216

Tabella 12. Limiti inferiore e superiore della classe di dotazione “normale” in K_2O ($mg\ kg^{-1}$)

- DETERMINAZIONE DI Fc2

Fc2 è un fattore correttivo che tiene conto dell'età di impianto.

Coltura	Valori di Fc2				
	I anno	II anno	III anno	IV anno	V anno e oltre
Actinidia	0,60	0,40	0,80	1,00	1,00
Albicocco	0,60	0,40	0,80	1,00	1,00
Arancio	0,60	0,40	0,80	1,00	1,00
Castagno da frutto	0,60	0,40	0,80	1,00	1,00
Ciliegio	0,50	0,40	0,60	0,70	1,00
Clementine	0,60	0,40	0,80	1,00	1,00
Fico	0,60	0,40	0,80	1,00	1,00
Kaki	0,55	0,40	0,70	0,85	1,00
Limone	0,60	0,40	0,80	1,00	1,00
Mandarino	0,60	0,40	0,80	1,00	1,00
Melo	0,60	0,40	0,80	1,00	1,00
Nocciolo	0,60	0,40	0,80	1,00	1,00
Noce	0,60	0,40	0,80	1,00	1,00
Olivo	0,60	0,40	0,80	1,00	1,00
Pero	0,55	0,40	0,70	0,85	1,00
Pesco	0,75	0,50	1,00	1,00	1,00
Susino	0,60	0,40	0,80	1,00	1,00
Vite	0,50	0,40	0,60	0,70	1,00

Tabella 13 – Fattore di correzione in funzione dell'età del frutteto

3. CARATTERISTICHE DEI PRINCIPALI CONCIMI

Le esigenze nutritive delle colture sono in parte soddisfatte dalla naturale dotazione dei terreni ed in parte dagli interventi di fertilizzazione. In particolare, sono soprattutto le richieste di azoto, fosforo e potassio a necessitare di opportune concimazioni per essere soddisfatte, mentre per tutti gli altri elementi, in condizioni “normali” di coltivazione, la dotazione naturale risulta sufficiente.

Al fine di massimizzare le produzioni mantenendo elevati standard qualitativi e nello stesso tempo tutelare l'ambiente (preservando la fertilità dei terreni) e la salute umana ed animale, è indispensabile gestire correttamente tutte le pratiche agronomiche di coltivazione, ma ancor di più la concimazione.

Una corretta gestione della fertilizzazione dipende fondamentalmente dalla risoluzione di alcuni quesiti fondamentali:

1. quanto concimare?
2. quando concimare?
3. in che forma concimare?
4. in che modo concimare?

← --- **Formattati:** Elenchi puntati e numerati

Per quanto riguarda il primo quesito, la risposta migliore è nell'individuazione del giusto compromesso tra efficienza, efficacia e costi del fertilizzante e valore del prodotto, nonché nella conoscenza dei reali fabbisogni colturali e delle produzioni attese (in funzione dell'ambiente di coltivazione).

In particolare, quando si parla di efficienza si fa riferimento al fatto che non tutta la dose di concime somministrato viene concretamente utilizzata dalla coltura. Infatti una quota è realmente assorbita dalle colture; una può essere immobilizzata nella sostanza organica del terreno, adsorbita dai colloidi od insolubilizzata in modo reversibile; una può essere dilavata in profondità, persa allo stato gassoso, sottratta con l'erosione o insolubilizzata in modo irreversibile [5].

Numerose sono le variabili ambientali ed agronomiche che influenzano l'efficienza della concimazione, quali regime pluviometrico ed irriguo; caratteristiche idrologiche, chimiche e microbiologiche del terreno; ritmo di assorbimento dei nutrienti e dell'acqua da parte della coltura; tipo di elemento nutritivo considerato, tipo di concime, dosi, epoche e modalità di distribuzione [5]. In particolare, delle variabili ambientali si terrà conto direttamente in fase di redazione del piano di concimazione; per le variabili tecniche-agronomiche si possono fare delle specifiche considerazioni. Innanzitutto, bisogna considerare che l'azoto nel terreno è più mobile rispetto a fosforo e potassio e, quindi, presenta i maggiori problemi di lisciviazione e di perdite; solo per il potassio, in specifiche condizioni (terreni acidi e sciolti) si può verificare un parziale allontanamento con le acque di percolazione. Al contrario, per fosforo e potassio maggiori sono i problemi legati al fenomeno dell'immobilizzazione.

L'efficienza della tipologia di concime è legata alla mobilità/immobilità dell'elemento, e nell'ambito di questo, alla forma in cui esso è presente nel concime. Ad esempio, in assoluto, la forma nitrica è più dilavabile di quella ammoniacale. Ovviamente fondamentale risulta l'epoca di distribuzione, perché il fenomeno della lisciviazione dei nitrati è superiore nei periodi piovosi, mentre alte temperature favoriscono le perdite sotto forma gassosa. In particolare, le perdite come N_2 possono interessare tutti i tipi di concime allorquando siano posti in ambienti che favoriscono trasformazioni non opportune, mentre le perdite come NH_3 interessano principalmente in ordine decrescente: urea, fosfato biammonico, solfato ammonico, nitrato ammonico, nitrati.

Infine, fondamentale è anche la modalità di distribuzione; infatti la massima efficienza è quella della fertirrigazione, quindi a seguire quella della concimazione localizzata ed, in ultimo, quella della concimazione a spaglio.

Relativamente al momento in cui intervenire, l'ideale, quando possibile, è sincronizzare gli apporti con i momenti di massima richiesta, senza tuttavia perdere di vista l'andamento termopluviometrico al quale sono associate diversi processi, per esempio la mineralizzazione della sostanza organica o la lisciviazione dei nitrati.

Per ciò che concerne la forma del concime, si intende fare una prima distinzione tra fertilizzante organico e minerale e, poi, tra fase solida o liquida di questi.

Infine, la modalità si riferisce sostanzialmente alla tecnologia di spandimento o alla profondità di interrimento (fondamentale soprattutto per ridurre l'impatto negativo delle concimazioni fosfatiche sull'ambiente).

Obiettivo di questo paragrafo è la descrizione dei principali fertilizzanti e delle loro caratteristiche, con particolare riferimento ai concimi azotati, fosfatici e potassici.

In generale, è necessario precisare che un concime si può trovare in forma solida o liquida. Nel primo caso, si possono distinguere i concimi polverulenti, granulari e a lenta cessione; mentre nel secondo caso si distinguono gas liquefatti, soluzioni e sospensioni.

Inoltre, a seconda del numero di elementi di cui si compongono, i concimi si distinguono in:

- concimi semplici: quando contengono un solo elemento nutriente (azoto, fosforo o potassio);
- concimi complessi: quando contengono due o più elementi nutrienti (ad esempio, concime binario, che presenta azoto e fosforo; concime ternario, che presenta azoto, fosforo e potassio).

Inoltre esistono anche concimi a base di microelementi.

Il contenuto in elementi nutritivi del concime, espresso in percentuale sulla massa, ne costituisce il titolo.

Al fine di ridurre i quantitativi di concime e, quindi, l'impiego di mezzi per la distribuzione e di manodopera (con ovvi risparmi economici), sono preferibili concimi a titolo elevato.

La quantità di prodotto commerciale da distribuire per somministrare una determinata quantità di un elemento nutritivo ad ettaro, si ottiene dividendo questo valore per il titolo del concime. Ad esempio per somministrare 150 kg ha^{-1} di N come urea, occorreranno $150/0.46 = 326 \text{ kg ha}^{-1}$ di prodotto tal quale.

3.1 Concimi azotati

I concimi azotati possono essere distinti in organici e minerali.

Nell'ambito dei concimi organici citiamo:

- Deiezioni animali
- Scarti di lavorazione dei prodotti agroalimentari
- Sovescio
- Urea.

Nell'ambito dei concimi azotati minerali citiamo:

- Calciocianammide
- Concimi ammoniacali
- Concimi nitrici.

3.1.1 Concimi azotati organici

3.1.1.1 Deiezioni animali

Letame: il letame ha un valore fertilizzante dovuto al suo contenuto di elementi chimici, ma anche all'azione ammendante della sostanza organica (con aumento della capacità di scambio cationico, ritenzione idrica, riduzione microporosità nei suoli argillosi, riduzione macroporosità nei suoli sabbiosi).

Il letame fresco non è adatto alla concimazione. È necessario pertanto sottoporlo ad un processo di maturazione, facendo cumuli moderatamente aerati (altezza del cumulo 1.0-1.5 m). Le prime fasi di degradazione determinano forti aumenti di temperatura, indispensabili per la sanificazione igienica e la disattivazione dei semi delle piante infestanti. Dopo tre mesi il letame, mediamente maturo, è idoneo per l'utilizzo in terreni argillosi, in quanto nei terreni più sciolti l'eccessiva disponibilità di ossigeno ne determina la rapidissima mineralizzazione, con rischio di eccessiva liberazione di nitrati. Dopo 6 mesi il letame è maturo, la paglia e le deiezioni appaiono difficili da distinguere ed è

Formattati: Elenchi puntati e numerati

quindi idoneo anche per i terreni più sciolti nei quali è in grado di svolgere una discreta azione ammendante.

Per il letame, così come per tutti i fertilizzanti organici, non è sempre possibile prevedere la dinamica di degradazione e quindi il rilascio degli elementi nutritivi, in quanto questa è influenzata da temperatura, umidità e livello di aerazione del suolo, non sempre controllabili da parte dell'agricoltore. In linea di massima, negli ambienti collinari più freddi e in terreni più argillosi ci si può attendere un rilascio di nitrati più lento, mentre nei suoli sabbiosi di pianura la nitrificazione è molto più veloce e sono stati riscontrati anche fenomeni di dilavamento dei nitrati

La distribuzione del letame deve essere effettuata a fine estate-inizio autunno, in corrispondenza delle lavorazioni principali, in quanto deve essere seguita da immediato interrimento per ridurre la volatilizzazione dell'azoto sottoforma ammoniacale. Tradizionalmente si distribuisce alle sarchiate o agli erbai (ad esempio loiessa) per i quali il controllo delle infestanti è meno problematico.

Le dosi dipendono dalla composizione del letame che risulta estremamente variabile soprattutto in funzione del grado di umidità. In linea di massima un letame bovino al 70% di umidità contiene 4-8 kg t⁻¹ di N, 1-2 kg t⁻¹ di P₂O₅ e 5-10 kg t⁻¹ di K₂O. Le dosi variano da 30 a 60 t ha⁻¹. Il letame non deve essere distribuito insieme a prodotti ricchi in calce perché favoriscono la volatilizzazione dell'azoto.

Liquami: sono costituiti dalla frazione non palabile degli effluenti di allevamento e, rispetto al letame, mancano di lignina e cellulosa che favoriscono l'umificazione e determinano il potere ammendante. Devono pertanto essere considerati alla stregua dei concimi chimici, anche se effetti positivi sulla struttura sono stati segnalati da numerosi autori. Anche per i liquami la composizione è molto variabile. I liquami bovini, mediamente hanno un contenuto in sostanza secca del 5-10%, un contenuto in azoto totale pari a 2-4 kg t⁻¹ (t.q.), 0.5-2 kg t⁻¹ di P₂O₅ (t.q.) e 2-4 kg t⁻¹ di K₂O (t.q.). I liquami bufalini, invece, in media hanno un contenuto in sostanza secca del 4% ed un contenuto in azoto totale e PO₄ rispettivamente pari 1.2 e 6.1 kg m⁻³ [4]. Infine i liquami suini hanno mediamente un contenuto in sostanza secca del 2-6%, ed un contenuto in azoto totale pari a 2-5 kg t⁻¹ (t.q.), 1-5 kg t⁻¹ di P (t.q.) e 1-4 kg t⁻¹ di K (t.q.).

I liquami, se utilizzati in maniera non corretta, possono determinare danni alle colture, ad esempio:

- eccesso di elementi nutritivi,
- tossicità del foraggio per eccesso di nitrati,
- carenza di magnesio a causa dell'elevato contenuto in potassio (ipomagnesioemia degli animali),
- scarsa appetibilità dei foraggi,
- presenza di metalli pesanti (soprattutto letame suino),
- apporto di semi di infestanti.

ma anche danni all'ambiente:

- al suolo: degradazione struttura, salinità, alterazione della microflora, acidificazione,
- eccesso di nitrati nella falda e nei corpi idrici superficiali,
- odori e mosche (per cui è preferibile l'interrimento e non lo spargimento sulla superficie).

Pollina: è un materiale molto inquinante, ma abbastanza utilizzabile. E' un composto più ricco dei liquami in elementi nutritivi e di pronto effetto. Il contenuto di elementi nutritivi è molto variabile. Nella tabella che segue sono riportati alcuni valori di riferimento per la pollina.

Tabella 14 Contenuto (%) in macro-nutrienti, acqua e S.O. della pollina

Parametro	Contenuto (%) su	
	Tal quale	Secco

Acqua	30-40	-
S.O.	50-55	80-85
N	3	5
P₂O₅	2	3
K₂O	1.6	2.5

Normalmente la pollina si distribuisce in pre-erpicatura (in dosi pari a 1-2 t ha⁻¹). Le polline possono provocare problemi di eccesso di salinità, che peggiora in caso di distribuzione non uniforme. Se le dosi sono alte conviene distribuire in pre-aratura. Previo essiccamento e pellettatura si ottiene un prodotto commerciale con umidità del 10-15%.

3.1.1.2 Sovescio [2] [3]

Sovescio parziale: interramento dei residui colturali, come paglie, stocchi, colletti di bietola.

Le paglie, a breve termine, deprimono la produzione poiché l'attività microbica che si sviluppa per la loro decomposizione consuma l'N presente (rapporto C/N alto, >35). Per questo motivo occorre aggiungere N minerale (inutile solo se C/N<20-30).

Sovescio totale: diffuso in zone a agricoltura relativamente intensiva, ma senza animali, e in agricoltura biologica. Il sovescio di leguminose, che rimane una delle forme più economiche per migliorare il bilancio dell'N nei sistemi colturali biologici, con un costo unitario di 0.9 € kg⁻¹ di N (Guiducci *et al.*, 2004), è praticabile solo se non deve sostituire colture da reddito, per cui è adatto soprattutto per gli ordinamenti irrigui che presentano intervalli temporali liberi. In pieno campo, il periodo utile è settembre-aprile, quando è possibile coltivare leguminose microterme, come favino, lupino, veccia e trifogli annuali. Invece, in coltura protetta, il periodo libero può andare da giugno ad ottobre, quando possono essere utilizzate leguminose macroterme come *Vigna sinensis* e soia.

Negli ambienti più fertili il sovescio può essere effettuato anche con specie non leguminose, con lo scopo di proteggere le falde riducendo il dilavamento autunnale dei nitrati o con lo scopo di ridurre l'accumulo di nitrati in colture da foglia come lattuga o rucola.

Non sempre è possibile prevedere con precisione i tempi di rilascio dell'azoto ma, in linea di massima, è possibile dire che biomasse poco lignificate e con basso rapporto C/N < 20 (es. veccia, pisello, vigna cinese) consentono il recupero del 100% dell'N interrato da parte della coltura successiva, mentre biomasse più lignificate e con rapporto C/N di 20 - 30 (es. favino) consentono un recupero da parte della coltura successiva del 50-70% dell'N interrato, mentre sovesci misti con rapporto C/N > 30 consentono un recupero solo del 20-40% dell'N interrato (Tab. 15).

Tabella 15 Apporti di azoto delle principali colture da sovescio in funzione del loro rapporto C/N

Culture da sovescio	Apporti di N (kg/ha anno⁻¹)	Rapporto C/N
loiessa	80-100	30-40
colza	100-150	30-40
orzo	100-150	30-40
trifogli	150-200	10-20
veccia	200-300	10-20
favino	200-300	20-30
pisello proteico	200-300	10-20
vigna cinese	200-300	10-20

3.1.1.3 Urea

La presenza di N al suo interno è del 46 %, è un concime a consistenza granulare e per idrolisi si scinde molto rapidamente in ammoniaca.

Le caratteristiche principali sono il minor costo per unità di fertilizzante, la buona conservabilità, la possibilità, grazie all'elevata solubilità in acqua, di essere utilizzato in soluzione (assorbimento fogliare). Fra gli aspetti negativi il più importante è legato sicuramente alle possibili perdite per volatilizzazione nei terreni acidi e calcarei se non è ben interrato, ma anche alle perdite per lisciviazione finché non è idrolizzata. Inoltre non è consigliabile per i prati.

3.1.1.4 Fertilizzanti organici commerciali [1]

Per i *fertilizzanti organici commerciali*, usati soprattutto in agricoltura biologica, il problema principale è la mancanza di dati sulla velocità di rilascio degli elementi nutritivi. Infatti i prodotti a base di sangue secco o camiccio sono solubili e facilmente mineralizzabili, tanto da essere lisciviati in caso di precipitazioni dilavanti, mentre quelli a base di pelli e crini idrolizzati e cornunghia non sono solubili e sono mineralizzati in tempi più lunghi, anche alcuni mesi, così da essere protetti dal dilavamento. La velocità di rilascio degli elementi nutritivi non è prevedibile con precisione, variando anche in funzione di temperatura, umidità del suolo e disponibilità di ossigeno, che sono solo in parte controllabili dall'agricoltore.

In linea di massima, i fertilizzanti organici possono essere così raggruppati in funzione dei tempi di rilascio dell'N:

- 1) fertilizzanti ad azione rapida (rilascio dell'N in giorni/settimane): sangue secco, camiccio, pollina;
- 2) fertilizzanti ad azione media (rilascio dell'N in 3-6 mesi): pelli e crini idrolizzati, pannelli vegetali (semi oleosi, vinacce, lupino);
- 3) fertilizzanti ad azione lenta (rilascio dell'N in mesi/anni): cornunghia, cuoio torrefatto, laniccio, compost.

3.1.2 Concimi azotati minerali

3.1.2.1 Calciocianammide

La calciocianammide contiene anche il 30 % di calce viva con un titolo del 20-21 % di N. È chiamata polvere nera (30 % di carbone). Si trasforma rapidamente in urea e, quindi, in ammoniaca. I pregi sono legati alla possibilità di essere utilizzato come correttivo nei terreni acidi e per l'azione contro insetti, nematodi, crucifere, infestanti. Gli aspetti negativi sono legati soprattutto all'elevato prezzo per unità di fertilizzante, la consistenza polverulenta e la difficoltà di conservazione perché forma blocchi compatti.

3.1.2.2 Solfato Ammonico

Il solfato ammonico ha consistenza granulare ed un titolo del 20-21 % di N.

La principale qualità è legata ad una più pronta azione rispetto all'urea e alla possibilità di utilizzarlo in suoli tendenzialmente alcalini. È più caro dell'urea e, ovviamente poiché il solfato è acidificante, non si può usare in terreni acidi.

3.1.2.3 Concimi nitrici

Sono concimi solubilissimi e rapidamente assorbiti. Tra questi ricordiamo il nitrato di sodio (o del Cile), con un titolo del 16 % di azoto e del 25 % di sodio, che presenta anche alcuni microelementi (in particolare boro). Il difetto maggiore è l'impossibilità di utilizzarlo in terreni argillosi (il sodio è deflocculante). Il nitrato di calcio presenta invece un titolo del 15.5 % di azoto e del 25 % di ossido di calcio. Presenta anch'esso alcuni microelementi ed è un concime piuttosto costoso.

3.1.2.4 Concimi nitrico-ammoniacali

Il nitrato ammonico ha un titolo che varia generalmente dal 26-27% al 34% di azoto.

Ha il pregio di un basso costo per unità di fertilizzante (secondo solo all'urea) e alla presenza delle due forme nitrica e ammoniacale che lo rendono idoneo per l'utilizzo su tutte le colture sia interrato che in copertura.

3.2 Concimi fosfatici

I concimi fosfatici possono essere distinti in funzione della loro solubilità in acqua in:

3.2.1 Concimi fosfatici solubili: a pH 7 hanno una solubilità di 50 g l⁻¹, sono immediatamente assimilabili ed hanno la capacità di scambiarsi con ioni del complesso argillo-umico ed idrossidi di ferro e alluminio. Sono ad azione rapida e per questo motivo vanno distribuiti poco prima della semina o a coltura in atto. Tra i concimi fosfatici solubili abbiamo i *perfosfati* che contengono più del 95% di fosfato monocalcico e nell'ambito di questi possiamo fare un'ulteriore distinzione:

- o **Perfosfato semplice:** ha un titolo del 16-22% (generalmente 19-21%) ed una solubilità in acqua del 90%; è ottenuto per attacco di fosfati naturali con acido solforico, in esso, infatti, si riscontra anche la presenza di altri elementi, come mostrano il titolo in zolfo del 11-20% ed il titolo in CaO del 28%; è dotato anche di microelementi e si caratterizza per una lieve acidità.
- o **Perfosfato doppio:** ha un titolo del 25-36%; anche in questo caso si riscontra la presenza di zolfo (titolo 6-8%).
- o **Perfosfato triplo:** ha un titolo più elevato (44-48%).

3.2.2 Concimi fosfatici iposolubili: a pH 7 hanno solubilità da 2 a 7 mg l⁻¹; sono solubili in acido citrico al 2% (scorie) o in citrato ammonico; hanno un'azione mediamente rapida, pertanto è conveniente incorporarli prima possibile, tanto più il se pH è alto. Tra i concimi iposolubili citiamo:

- *scorie:* hanno un titolo del 12-20% e si caratterizzano per una buona finezza, infatti, il 75% passa al setaccio da 0.16 mm; presentano l 2-3% di MgO, il 2-4% di MnO ed il 20% di Fe; Essendo alcalinizzanti sono usati come correttivo per terreni acidi.
- *fosfato bicalcico:* hanno un titolo del 38-42%; si ottiene per attacco con acido cloridrico di fosforiti o ossa ed eliminazione del CaCl₂. Essi sono caratterizzati da una disponibilità intermedia tra perfosfati e scorie
- *fosfati termici:* con titolo del 15-30%; si ottengono per calcitazione con sali alcalini di fosfati naturali per aumentare la solubilità; sono usati in particolare in Germania e nei Paesi Bassi.

3.2.3 Concimi fosfatici insolubili: sono pressoché insolubili in acqua, mentre hanno una solubilità variabile in acido citrico; la loro azione dipende dalla finezza di macinazione. È consigliabile usarli molto presto, insieme alla concimazione organica, eventualmente con materiale organico ancora in fermentazione; sono utili per concimazioni di fondo. Tra i concimi insolubili si ricordano i *fosfati naturali*, con un titolo del 26-33% ed un'elevata finezza, infatti il 90% passa al setaccio da 0.063 mm; è preferibile l'applicazione in suoli leggermente acidi; sono concimi ben utilizzati dalle crucifere e dalle leguminose foraggiere prative nonché dai fruttiferi. Le migliori performance si ottengono in climi umidi e secchi (nord Europa, aree tropicali umide).

3.3 Concimi potassici

La scelta del concime potassico si fa in base all'anione che accompagna il K, oltre che al costo. Si distinguono diversi tipi di concimi potassici:

- **Cloruro di potassio:** con titolo del 60-62%, va bene per tutte le colture tranne quelle che temono il cloro (fagiolo, lino, tabacco in cui deprime la combustibilità) e se ne sconsiglia l'uso in copertura.
- **Solfato di potassio:** con titolo del 48-52%, non presenta controindicazioni.

- **Solfato di potassio e magnesio:** ha un titolo del 42% di K e del 8% di Mg; è usato su vite, floricole, agrumi e tabacco.
- **Silvinite:** contiene sodio; è da utilizzare solo in terreni molto sciolti, calcarei e umiferi.
- **Salino potassico:** ha un titolo del 34-45%, è un sottoprodotto dello zuccherificio; non ha controindicazioni ma c'è poca disponibilità.

3.4 Concimi composti e/o complessi

Sono fertilizzanti che contengono due o tre elementi combinati nelle giuste proporzioni con particolari procedimenti chimici. In relazione alla presenza di due o tre elementi, sono chiamati concimi complessi "binari" (N-P: es. $(\text{NH}_4)_2\text{HPO}_4$ fosfato biammonico, 18-46; N-K: K_2NO_3 nitrato di potassio, 13-44) o "ternari" (N-P-K: es. $\text{N}+\text{P}_2\text{O}_5+\text{K}_2\text{O}$ (11-22-16; 10-10-10)). Possono offrire importanti vantaggi di ordine pratico: hanno alti titoli (quindi quantità minori da distribuire), con un solo prodotto è possibile effettuare una concimazione completa; gli elementi sono preordinati in dosi corrette e possono agire tutti nello stesso tempo; la reazione chimica, in genere, è neutra, non nascono quindi problemi nei confronti del pH del terreno; la forma è granulare, la più comoda da usare (maggiore facilità di distribuzione); si ha un forte risparmio di mano d'opera (intervento unico). Ovviamente presentano anche una serie di svantaggi: risultano ancora molto costosi; sono commercializzati con troppe formule commerciali; in molti casi il tempismo è difficile con conseguente spreco di azoto.

Tra i concimi complessi più utilizzati ci sono i fosfati d'ammonio e i nitrati di potassio.

- **Fosfati d'ammonio:** nell'ambito di questi concimi è possibile distinguere tre tipologie differenti:

- o **Fosfato monoammonico**, con titolo 11:48%.
- o **Fosfato biammonico**, con titolo 18:46%.
- o **Perfosfato ammonico**, con titolo 4/15 o 9/16%; questo concime si ottiene con aggiunta di ammoniaca al processo di preparazione dei perfosfati ed è utilizzato per la concimazione localizzata, con funzione di starter e su colture in crisi.

nitrofosfati: hanno titoli molto variabili: 20/20, 22/14, 27/10%.

I fosfati d'ammonio sono i tipici concimi per la semina, in quanto anticipano una piccola quota della dose totale di azoto (la rimanente quota di azoto può essere distribuita in copertura con urea o nitrato ammonico), mentre forniscono tutto il fosforo necessario soprattutto per stimolare lo sviluppo radicale iniziale.

- **Nitrato di potassio:** ha un titolo del 13% di K e del 44% di N; è indicato in copertura per piante esigenti di potassio. E' molto usato in frutticoltura.

Formattati: Elenchi puntati e numerati

3.5 Efficienza dei fertilizzanti

3.5.1- Efficienza degli effluenti zootecnici e degli altri fertilizzanti organici

Per l'efficienza degli effluenti zootecnici non palabili e palabili non soggetti a processi di maturazione e/o compostaggio si fa riferimento a quanto riportato nelle "Linee Guida nazionali per la produzione integrata" (tab. 17, 18, 19, 20); per determinare la quantità di azoto effettivamente disponibile per le colture, è necessario prendere in considerazione un coefficiente di efficienza che varia in relazione all'epoca/modalità di distribuzione, alla coltura, al tipo di effluente e alla tessitura del terreno. Dapprima si dovrà individuare il livello di efficienza (bassa, media e alta) in relazione alle modalità ed epoche di distribuzione (tab. 16), successivamente si sceglie in funzione del tipo di effluente, della tessitura e del quantitativo di azoto da distribuire nella singola distribuzione, il valore del coefficiente da utilizzare (tab. 17, 18, 19).

Tabelle 16. Livello di efficienza della fertilizzazione azotata con liquami ed altri fertilizzanti organici in funzione della coltura, epoca e modalità di distribuzione ¹ (Fonte: Decreto 7 Aprile 2006- Linee Guida nazionali per la produzione integrata, 2011).

Gruppo culturale e ciclo	Modalità di distribuzione in relazione alla coltura e all'epoca	Efficienza
Primaverili - estive (es. mais, sorgo, barbabietola)	Su terreno nudo o stoppie prima della preparazione del terreno e semina nell'anno successivo	bassa
	Sui residui pagliosi prima della preparazione del terreno e semina nell'anno successivo ²	media
	Prima della preparazione del terreno e semina nel medesimo anno	alta
	In copertura con fertirrigazione	media
	In copertura con interrimento	alta
	In copertura in primavera senza interrimento	media
	In copertura in estate senza interrimento	bassa
Autunno – vernine (es. grano, colza)	Su terreno nudo o stoppie prima della preparazione del terreno	bassa
	Sui residui pagliosi prima della preparazione del terreno ²	media
	Presemina	bassa
	In copertura nella fase di pieno accestimento (fine inverno)	media
	In copertura nella fase di levata	alta
Secondi raccolti	Presemina	alta
	In copertura con interrimento	alta
	In copertura con fertirrigazione	media
	In copertura senza interrimento	bassa
Pluriennali erbacee (es. prati, erba medica)	Su terreno nudo o stoppie prima della preparazione del terreno e semina nell'anno successivo	bassa
	Sui residui pagliosi prima della preparazione del terreno e impianto nell'anno successivo ²	media
	Prima della preparazione del terreno e semina nel medesimo anno	alta
	Ripresa vegetativa e tagli primaverili	alta
	Taglie estivi o autunnali precoci	media
	Tardo autunno	bassa
Arboree	Pre-impianto	bassa
	In copertura in primavera su frutteto inerbito o con interrimento	alta
	In copertura in estate su frutteto inerbito o con interrimento	media
	In copertura nel tardo autunno (>15/10)	bassa
	In copertura su frutteto lavorato senza interrimento	bassa

1) I livelli di efficienza riportati in tabella possono ritenersi validi anche per i materiali palabili non compostati, ovviamente per quelle epoche e modalità che ne permettano l'incorporamento al terreno.

2) Per ottenere un'efficienza media la quantità di N non deve essere superiore ai 15 kg per t di paglia.

Tab. 17 Coefficienti di efficienza degli effluenti suinicoli

	Tessitura grossolana Dose*			Tessitura media Dose*			Tessitura fine Dose*		
	bassa	media	alta	bassa	media	alta	bassa	media	alta

Efficienza									
Alta	79	73	67	71	65	58	63	57	50
Media	57	53	48	52	48	43	46	42	38
Bassa	35	33	29	33	31	28	29	28	25

Tab. 18 Coefficienti di efficienza degli effluenti bovini

	Tessitura grossolana			Tessitura media			Tessitura fine		
	Dose*			Dose*			Dose*		
	bassa	media	alta	bassa	media	alta	bassa	media	alta
Efficienza									
Alta	67	62	57	60	55	49	54	48	43
Media	48	45	41	44	41	37	39	36	32
Bassa	30	28	25	28	26	24	25	24	21

Tab. 19 Coefficienti di efficienza degli effluenti avicoli

	Tessitura grossolana			Tessitura media			Tessitura fine		
	Dose*			Dose*			Dose*		
	bassa	media	alta	bassa	media	alta	bassa	media	alta
Efficienza									
Alta	91	84	77	82	75	67	72	66	58
Media	66	61	55	60	55	49	53	48	44
Bassa	40	38	33	38	36	32	33	32	29

* La dose (kg/ha di N) è da considerarsi: bassa < 125; media tra 125 e 250; alta > 250.

3.5.2 Efficienza del letame

Per quanto concerne l'efficienza del letame si procede analogamente, individuando prima il livello di efficienza come indicato in tabella 20, in virtù del quale si individuerà il coefficiente di efficienza come di seguito riportato:

- Livello di efficienza alta: coefficiente di efficienza pari a 0.45;
- Livello di efficienza media: coefficiente di efficienza pari a 0.35;
- Livello di efficienza efficienza bassa: coefficiente di efficienza pari a 0.30.

Tabella 20 Livello di efficienza della fertilizzazione azotata con letame in funzione della coltura, epoca e modalità di distribuzione ¹ (Fonte: Decreto 7 Aprile 2006, Linee Guida nazionali per la produzione integrata, 2011).

Gruppo colturale	Modalità di distribuzione in relazione alle tecniche colturali e all'epoca	Efficienza
Seminativi o prati	In primavera su terreno nudo o stoppie in pre-aratura con semina nel medesimo anno	alta
	In estate su terreno nudo o stoppie in pre-aratura con semina nel medesimo anno	bassa
	In autunno su terreno nudo o stoppie in pre-aratura con semina nel medesimo anno	bassa
	In primavera su paglia o stocchi in pre-aratura con semina nel medesimo anno	alta
	In estate su paglia o stocchi in pre-aratura con semina nel medesimo anno	media

Gruppo colturale	Modalità di distribuzione in relazione alle tecniche colturali e all'epoca	Efficienza
	In autunno su paglia o stocchi in pre-aratura con semina nel medesimo anno	media
	In estate in pre-aratura con semina nell'anno successivo	bassa
	In autunno in pre-aratura con semina nell'anno successivo	bassa
	In primavera in copertura con interrimento	alta
	In estate in copertura con interrimento	alta
	In autunno in copertura con interrimento	media
	In primavera in copertura senza interrimento	media
	In estate in copertura senza interrimento	bassa
	In autunno in copertura senza interrimento	bassa
Arboree	In primavera in pre-impianto	bassa
	In autunno in pre-impianto	bassa
	In primavera in copertura su frutteto inerbito	alta
	In autunno in copertura su frutteto inerbito	media
	In primavera in copertura su frutteto lavorato	media
	In autunno in copertura su frutteto lavorato	bassa

3.5.3- Efficienza degli ammendanti

Mediamente si considera che nell'anno di distribuzione circa il 30 % dell'ammendante incorporato nel suolo subisca un processo di completa mineralizzazione. Per cui il coefficiente di efficienza degli ammendanti sarà pari a 0,30.

3.5.4- Efficienza dei concimi di sintesi

Per i concimi minerali di sintesi si assume un valore di efficienza del 100%.

Bibliografia

[5] Giardini L., 1986. Agronomia Generale. Patron Editore

Allegato 1

FORMULE DI CONVERSIONE

1) Fattori di conversione tra le forme elementari degli elementi nutritivi e i loro ossidi

Elemento	Ossido	Formule di conversione	
Calcio	Ossido di calcio	$\text{Ca} = 0,715 \times \text{CaO}$	$\text{CaO} = 1,399 \times \text{Ca}$
Fosforo	Anidride fosforica	$\text{P} = 0,436 \times \text{P}_2\text{O}_5$	$\text{P}_2\text{O}_5 = 2,291 \times \text{P}$
Magnesio	Ossido di magnesio	$\text{Mg} = 0,603 \times \text{MgO}$	$\text{MgO} = 1,658 \times \text{Mg}$
Potassio	Ossido di potassio	$\text{K} = 0,830 \times \text{K}_2\text{O}$	$\text{K}_2\text{O} = 1,205 \times \text{K}$
Sodio	Ossido di sodio	$\text{Na} = 0,742 \times \text{Na}_2\text{O}$	$\text{Na}_2\text{O} = 1,348 \times \text{Na}$
Zolfo	Anidride solforica	$\text{S} = 0,400 \times \text{SO}_3$	$\text{SO}_3 = 2,497 \times \text{S}$

2) Fattori di correzione per convertire le Basi di scambio espresse in meq/100g in mg/kg

Elemento	Formule di conversione
Potassio	$2,557 \times 10^{-3}$
Magnesio	$8,228 \times 10^{-3}$
Sodio	$4,350 \times 10^{-3}$
Calcio	$4,990 \times 10^{-3}$

3) Unità di misura

$1 \text{ g/kg} = 1\%$

$1 \text{ g/kg} = 0,1\%$

$1\% = 10 \text{ g/kg}$

$1 \text{ mg/kg} = 1 \text{ ppm}$

$\text{ppm} \equiv \text{mg/L}$

$\text{mho/cm} \equiv \text{mS/cm} \equiv \text{dS/m}$

Allegato 2

Rese di riferimento - assorbimenti / asportazioni di N, P, K –profondità radicale

Coltura	rese di riferimento (t/ha) tabella 1	rese di riferimento (t/ha) tabella 2	rese di riferimento (t/ha) tabella 3	Ass/Asp N (Kg/t)	Ass/Asp P (Kg/t)	Ass/Asp K (Kg/t)	profondità radicale m
Piante arboree							
actinidia	20,0	15,0	18,0	5,90	1,60	5,90	0,4
albicocco	25,0	24,0	17,0	5,50	1,30	5,30	0,4
arancio	30,0	24,0	0,0	2,80	1,30	3,90	0,4
castagno da frutto	3,5	3,5	3,5	8,40	3,30	8,60	0,4
clementine	25,0	20,0	0,0	2,80	1,30	4,30	0,4
ciliegio	15,0	11,0	14,0	6,70	2,20	5,90	0,4
fico	8,0	5,0	5,0	11,40	7,50	10,00	0,3
kaki	35,0	28,0	0,0	5,80	2,00	6,00	0,4
limone	30,0	24,0	0,0	2,50	1,00	3,50	0,4
mandarino	25,0	20,0	0,0	2,80	1,30	9,40	0,4
melo	30,0	24,0	24,0	2,90	0,80	3,10	0,4
nettarine	22,0	20,0	20,0	6,40	1,40	5,30	0,4
nocciolo	3,5	3,5	3,5	31,00	13,50	29,00	0,4
noce	4,0	3,0	4,0	32,00	10,00	13,00	0,4
olivo	4,0	3,0	3,0	24,80	4,80	20,00	0,4
pero	28,0	21,0	21,0	3,30	0,80	3,30	0,4
pesco	27,0	25,0	25,0	5,80	1,70	5,80	0,4
susino	20,0	17,0	17,0	4,90	1,00	4,90	0,3
vite (uva da tavola)	13,0	13,0	15,0	5,10	0,60	4,80	0,4
Vite (uva da vino)	15,0	11,0	10,0	6,20	2,60	7,40	0,4
vigneti DOC	-	-	-	6,20	2,60	7,40	0,4
Taurasi	10,0	10,0	10,0	6,20	2,60	7,40	0,4
Greco di Tufo	10,0	10,0	10,0	6,20	2,60	7,40	0,4
Fiano di Avellino	10,0	10,0	10,0	6,20	2,60	7,40	0,4
Solopaca	15,0	15,0	15,0	6,20	2,60	7,40	0,4
Taburno e/o	10,0	10,0	10,0	6,20	2,60	7,40	0,4
Aglianico del Taburno							
Guardiolo (bianchi)	12,0	12,0	12,0	6,20	2,60	7,40	0,4
Guardiolo (rossi)	12,0	12,0	12,0	6,20	2,60	7,40	0,4
S. Agata dei Goti	10,0	10,0	10,0	6,20	2,60	7,40	0,4
Falerno	10,0	10,0	10,0	6,20	2,60	7,40	0,4
Asprinio di Aversa	12,0	12,0	12,0	6,20	2,60	7,40	0,4
Ischia (bianchi)	10,0	10,0	10,0	6,20	2,60	7,40	0,4
Ischia (rossi)	9,0	9,0	9,0	6,20	2,60	7,40	0,4
Vesuvio o Lacryma Christi del Vesuvio	10,0	10,0	10,0	6,20	2,60	7,40	0,4
Capri	12,0	12,0	12,0	6,20	2,60	7,40	0,4
Campi Flegrei (bianchi)	12,0	12,0	12,0	6,20	2,60	7,40	0,4
Campi Flegrei (rossi)	10,0	10,0	10,0	6,20	2,60	7,40	0,4
Penisola Sorrentina (bianchi)	12,0	12,0	12,0	6,20	2,60	7,40	0,4

Penisola Sorrentina (rossi)	11,0	11,0	11,0	6,20	2,60	7,40	0,4
Cilento	10,0	10,0	10,0	6,20	2,60	7,40	0,4
Castel S. Lorenzo (bianchi)	12,0	12,0	12,0	6,20	2,60	7,40	0,4
Castel S. Lorenzo (rossi)	12,0	12,0	12,0	6,20	2,60	7,40	0,4
Costa d'Amalfi (bianchi)	12,0	12,0	12,0	6,20	2,60	7,40	0,4
Costa d'Amalfi (rossi)	11,0	11,0	11,0	6,20	2,60	7,40	0,4
Sannio (bianchi)	15,5	15,5	15,5	6,20	2,60	7,40	0,4
Sannio (rossi)	13,5	13,5	13,5	6,20	2,60	7,40	0,4
Galluccio (bianchi)	12,0	12,0	12,0	6,20	2,60	7,40	0,4
Galluccio (rossi)	11,0	11,0	11,0	6,20	2,60	7,40	0,4
Irpinia (senza indicazione vitigno)	14,0	14,0	14,0	6,20	2,60	7,40	0,4
Irpinia (con indicazione vitigno) (bianchi)	12,0	12,0	12,0	6,20	2,60	7,40	0,4
Irpinia (con indicazione vitigno) (rossi)	11,0	11,0	11,0	6,20	2,60	7,40	0,4
Piante erbacee da pieno campo	tabella 1	tabella 2	tabella 3	(Kg/t)	(Kg/t)	(Kg/t)	m
avena	4,0	3,5	3,0	21,20	9,30	21,90	0,3
barbabietola	45,0	0,0	0,0	3,10	1,40	3,30	0,4
carciofo	21,0	14,0	19,0	8,10	2,10	17,40	0,4
cece	3,0	2,0	2,0	36,80	10,80	29,30	0,3
erba medica	22,0	13,0	17,0	3,00	5,00	25,00	0,3
fagiolo da granella fresco	10,0	7,0	7,0	7,50	2,70	7,50	0,3
favino	3,0	3,0	2,0	43,00	10,00	44,00	0,3
frumento duro	4,0	4,0	4,0	29,40	10,40	19,00	0,3
frumento tenero	5,0	5,0	5,0	25,90	10,10	18,80	0,3
mais granella	9,0	6,0	6,0	22,70	10,00	22,30	0,3
mais trinciato	65,0	50,0	50,0	3,90	1,50	3,30	0,3
orzo	4,0	3,0	2,5	22,40	9,80	18,90	0,3
patata	42,0	33,0	31,0	4,20	1,60	7,00	0,3
pisello consumo fresco	5,0	4,0	4,0	7,30	2,70	4,40	0,3
pomodoro da industria	70,0	59,0	59,0	2,60	1,30	3,70	0,3
sorgo granella	4,0	3,0	3,0	58,20	13,60	20,10	0,3
spinacio da mercato fresco	15,0	0,0	0,0	5,90	1,70	6,90	0,3
tabacco bright	4,0	4,0	4,0	26,20	10,40	40,90	0,3
tabacco burley	6,0	4,0	4,0	37,10	6,20	51,10	0,3
Orticole							
aglio	10,0	6,0	6,0	10,80	2,70	9,50	0,3
anguria	60,0	0,0	0,0	1,90	1,20	2,90	0,3
asparago	8,0	0,0	0,0	14,10	3,20	8,30	0,3
bietola	30,0	0,0	0,0	5,40	3,0	5,70	0,3
carota	25,0	0,0	0,0	4,10	1,60	6,80	0,3
cavolfiore	34,0	19,0	26,0	4,70	1,50	5,60	0,3
cavolo broccolo	30,0	0,0	0,0	5,20	1,80	5,70	0,3
cavolo cappuccio	29,0	26,0	24,0	5,30	1,90	4,20	0,3
cavolo verza	25,0	0,0	0,0	5,50	2,00	5,50	0,3
cetriolo	40,0	38,0	0,0	1,80	0,90	2,50	0,3
cipolla	40,0	40,0	40,0	3,10	1,20	3,20	0,3

fagiolino	9,0	0,0	0,0	7,50	2,00	6,8	0,3
fava	13,0	10,0	10,0	7,40	2,10	4,20	0,3
finocchio	30,0	0,0	0,0	5,80	1,10	8,10	0,3
fragola	37,0	37,0	0,0	4,50	2,30	7,10	0,3
indivia	25,0	0,0	0,0	4,70	3,20	8,50	0,3
lattuga	27,0	23,0	23,0	3,10	0,90	5,00	0,3
melanzana	40,0	33,0	33,0	5,20	1,90	6,20	0,3
melone	50,0	42,0	42,0	3,90	1,70	5,70	0,3
peperone	30,0	25,0	25,0	3,80	1,40	5,00	0,3
zucca	70,0	30,0	30,0	3,90	1,00	7,00	0,3
zucchino da	25,0	24,0	24,0	4,40	1,60	7,80	0,3
mercato fresco							
altro				1,00	1,00	1,00	1,00
IV gamma	Resa (t/ha)	-	-	(Kg/t)	(Kg/t)	(Kg/t)	m
rucola	6,0 (per taglio)	0,0	0,0	5,4	1,5	6,0	0,3
valerianella	8,0 (per taglio)	0,0	0,0	4,9	1,5	5,8	0,3
lattughino	10,0 (per taglio)	0,0	0,0	2,7	0,8	4,7	0,3
spinacino	10,0 (per taglio)	0,0	0,0	3,4	1,3	7,1	0,3
baby leaf	10,0 (per taglio)	0,0	0,0	3,9	1,2	5,7	0,3
generica							
Colture in	Resa (t/ha)	-	-	(Kg/t)	(Kg/t)	(Kg/t)	m
ambiente protetto							
asparago	10,0	0,0	0,0	14,10	3,20	8,30	0,3
anguria	100,0	0,0	0,0	1,90	1,20	2,90	0,3
cetriolo	120,0	0,0	0,0	1,80	0,90	2,50	0,3
cavolo rapa	40,0	0,0	0,0	4,40	1,90	4,10	0,3
fagiolo	10,0	0,0	0,0	7,50	2,70	7,50	0,3
fragola	43,0	0,0	0,0	4,50	2,30	7,10	0,3
lattuga	40,0	0,0	0,0	3,10	0,90	5,00	0,3
melanzana (ciclo 6 mesi)	100,0	0,0	0,0	5,20	1,90	6,20	0,3
melanzana (ciclo 10 mesi)	140,0	0,0	0,0	5,20	1,90	6,20	0,3
melone	40,0	0,0	0,0	3,90	1,70	5,70	
peperone (ciclo 7 mesi)	100,0	0,0	0,0	3,80	1,00	4,60	0,3
peperone (ciclo 9 mesi)	140,0	0,0	0,0	3,80	1,00	4,60	0,3
pomodoro ciliegino	80,0	0,0	0,0	2,60	1,00	4,00	0,3
pomodoro grappolo	100,0	0,0	0,0	2,60	1,00	4,00	0,3
pomodoro tondo	140,0	0,0	0,0	2,60	1,00	4,00	0,3
pomodoro lungo	130,0	0,0	0,0	2,60	1,00	4,00	0,3
zucchino	80,0	0,0	0,0	4,40	1,60	7,70	0,3

Provincia	comune	macroarea PSR	tabella resa di riferimento
NA	Arzano	MACROAREA A1	Tabella 1
NA	Boscoreale	MACROAREA A1	Tabella 1
NA	Boscotrecase	MACROAREA A1	Tabella 1
NA	Casandrino	MACROAREA A1	Tabella 1
NA	Casavatore	MACROAREA A1	Tabella 1
NA	Casoria	MACROAREA A1	Tabella 1
NA	Castellammare di Stabia	MACROAREA A1	Tabella 1
SA	Cava de' Tirreni	MACROAREA A1	Tabella 1
NA	Ercolano	MACROAREA A1	Tabella 1
NA	Frattamaggiore	MACROAREA A1	Tabella 1
NA	Frattaminore	MACROAREA A1	Tabella 1
NA	Grumo Nevano	MACROAREA A1	Tabella 1
NA	Melito di Napoli	MACROAREA A1	Tabella 1
NA	Napoli	MACROAREA A1	Tabella 1
NA	Pompei	MACROAREA A1	Tabella 1
SA	Pontecagnano Faiano	MACROAREA A1	Tabella 1
NA	Portici	MACROAREA A1	Tabella 1
SA	Salerno	MACROAREA A1	Tabella 1
NA	S. Giorgio a Cremano	MACROAREA A1	Tabella 1
NA	Sant'Antimo	MACROAREA A1	Tabella 1
NA	Torre Annunziata	MACROAREA A1	Tabella 1
NA	Torre del Greco	MACROAREA A1	Tabella 1
NA	Trecase	MACROAREA A1	Tabella 1
NA	Acerra	MACROAREA A2	Tabella 1
NA	Afragola	MACROAREA A2	Tabella 1
SA	Angri	MACROAREA A2	Tabella 1
CE	Arienzo	MACROAREA A2	Tabella 1
CE	Aversa	MACROAREA A2	Tabella 1
SA	Baronissi	MACROAREA A2	Tabella 1
NA	Brusciano	MACROAREA A2	Tabella 1
NA	Caivano	MACROAREA A2	Tabella 1
NA	Calvizzano	MACROAREA A2	Tabella 1
NA	Camposano	MACROAREA A2	Tabella 1
CE	Capodrise	MACROAREA A2	Tabella 1
CE	Capua	MACROAREA A2	Tabella 1
NA	Cardito	MACROAREA A2	Tabella 1
CE	Carinara	MACROAREA A2	Tabella 1
CE	Casagiove	MACROAREA A2	Tabella 1
CE	Casal di Principe	MACROAREA A2	Tabella 1
NA	Casalnuovo di Napoli	MACROAREA A2	Tabella 1
CE	Casaluce	MACROAREA A2	Tabella 1
CE	Casapesenna	MACROAREA A2	Tabella 1
CE	Casapulla	MACROAREA A2	Tabella 1
CE	Caserta	MACROAREA A2	Tabella 1
SA	Castel S. Giorgio	MACROAREA A2	Tabella 1
NA	Castello di Cisterna	MACROAREA A2	Tabella 1
NA	Cercola	MACROAREA A2	Tabella 1

CE	Cervino	MACROAREA A2	Tabella 1
CE	Cesa	MACROAREA A2	Tabella 1
NA	Cicciano	MACROAREA A2	Tabella 1
NA	Cimitile	MACROAREA A2	Tabella 1
NA	Comiziano	MACROAREA A2	Tabella 1
SA	Corbara	MACROAREA A2	Tabella 1
NA	Crispano	MACROAREA A2	Tabella 1
CE	Curti	MACROAREA A2	Tabella 1
CE	Frignano	MACROAREA A2	Tabella 1
NA	Giugliano in Campania	MACROAREA A2	Tabella 1
CE	Gricignano di Aversa	MACROAREA A2	Tabella 1
CE	Lusciano	MACROAREA A2	Tabella 1
CE	Macerata Campania	MACROAREA A2	Tabella 1
CE	Maddaloni	MACROAREA A2	Tabella 1
NA	Marano di Napoli	MACROAREA A2	Tabella 1
CE	Marcianise	MACROAREA A2	Tabella 1
NA	Mariglianella	MACROAREA A2	Tabella 1
NA	Marigliano	MACROAREA A2	Tabella 1
NA	Massa di Somma	MACROAREA A2	Tabella 1
SA	Mercato San Severino	MACROAREA A2	Tabella 1
NA	Mugnano di Napoli	MACROAREA A2	Tabella 1
SA	Nocera Inferiore	MACROAREA A2	Tabella 1
SA	Nocera Superiore	MACROAREA A2	Tabella 1
NA	Nola	MACROAREA A2	Tabella 1
CE	Orta di Atella	MACROAREA A2	Tabella 1
NA	Ottaviano	MACROAREA A2	Tabella 1
SA	Pagani	MACROAREA A2	Tabella 1
CE	Parete	MACROAREA A2	Tabella 1
SA	Pellezzano	MACROAREA A2	Tabella 1
NA	Poggiomarino	MACROAREA A2	Tabella 1
NA	Pollena Trocchia	MACROAREA A2	Tabella 1
NA	Pomigliano d'Arco	MACROAREA A2	Tabella 1
CE	Portico di Caserta	MACROAREA A2	Tabella 1
NA	Qualiano	MACROAREA A2	Tabella 1
CE	Recale	MACROAREA A2	Tabella 1
SA	Roccapiemonte	MACROAREA A2	Tabella 1
CE	San Cipriano d'Aversa	MACROAREA A2	Tabella 1
CE	San Felice a Cancelli	MACROAREA A2	Tabella 1
NA	San Gennaro Vesuviano	MACROAREA A2	Tabella 1
NA	San Giuseppe Vesuviano	MACROAREA A2	Tabella 1
CE	San Marcellino	MACROAREA A2	Tabella 1
CE	San Marco Evangelista	MACROAREA A2	Tabella 1
SA	San Marzano sul Sarno	MACROAREA A2	Tabella 1
CE	San Nicola la Strada	MACROAREA A2	Tabella 1
CE	San Prisco	MACROAREA A2	Tabella 1
NA	San Sebastiano al Vesuvio	MACROAREA A2	Tabella 1
CE	San Tammaro	MACROAREA A2	Tabella 1
SA	San Valentino Torio	MACROAREA A2	Tabella 1
NA	San Vitaliano	MACROAREA A2	Tabella 1

CE	Santa Maria a Vico	MACROAREA A2	Tabella 1
CE	Santa Maria Capua Vetere	MACROAREA A2	Tabella 1
NA	Sant'Anastasia	MACROAREA A2	Tabella 1
CE	Sant'Arpino	MACROAREA A2	Tabella 1
SA	Sant'Egidio del Monte Albino	MACROAREA A2	Tabella 1
SA	Sarno	MACROAREA A2	Tabella 1
NA	Saviano	MACROAREA A2	Tabella 1
SA	Scafati	MACROAREA A2	Tabella 1
NA	Scisciano	MACROAREA A2	Tabella 1
SA	Siano	MACROAREA A2	Tabella 1
NA	Somma Vesuviana	MACROAREA A2	Tabella 1
NA	Striano	MACROAREA A2	Tabella 1
CE	Succivo	MACROAREA A2	Tabella 1
NA	Terzigno	MACROAREA A2	Tabella 1
CE	Teverola	MACROAREA A2	Tabella 1
CE	Trentola Ducenta	MACROAREA A2	Tabella 1
CE	Valle di Maddaloni	MACROAREA A2	Tabella 1
CE	Villa di Briano	MACROAREA A2	Tabella 1
CE	Villa Literno	MACROAREA A2	Tabella 1
NA	Villaricca	MACROAREA A2	Tabella 1
NA	Volla	MACROAREA A2	Tabella 1
SA	Bracigliano	MACROAREA A2	Tabella 3
SA	Calvanico	MACROAREA A2	Tabella 3
NA	Carbonara di Nola	MACROAREA A2	Tabella 3
NA	Casamarciano	MACROAREA A2	Tabella 3
CE	Castel Morrone	MACROAREA A2	Tabella 3
BN	Durazzano	MACROAREA A2	Tabella 3
SA	Fisciano	MACROAREA A2	Tabella 3
NA	Palma Campania	MACROAREA A2	Tabella 3
NA	Roccarainola	MACROAREA A2	Tabella 3
NA	San Paolo Bel Sito	MACROAREA A2	Tabella 3
NA	Tufino	MACROAREA A2	Tabella 3
NA	Visciano	MACROAREA A2	Tabella 3
NA	Agerola	MACROAREA A3	Tabella 1
SA	Amalfi	MACROAREA A3	Tabella 1
NA	Anacapri	MACROAREA A3	Tabella 1
SA	Atrani	MACROAREA A3	Tabella 1
NA	Bacoli	MACROAREA A3	Tabella 1
NA	Barano d'Ischia	MACROAREA A3	Tabella 1
NA	Capri	MACROAREA A3	Tabella 1
NA	Casamicciola Terme	MACROAREA A3	Tabella 1
NA	Casola di Napoli	MACROAREA A3	Tabella 1
SA	Cetara	MACROAREA A3	Tabella 1
SA	Conca dei Marini	MACROAREA A3	Tabella 1
NA	Forio	MACROAREA A3	Tabella 1
SA	Furore	MACROAREA A3	Tabella 1
NA	Gragnano	MACROAREA A3	Tabella 1

NA	Ischia	MACROAREA A3	Tabella 1
NA	Lacco Ameno	MACROAREA A3	Tabella 1
NA	Lettere	MACROAREA A3	Tabella 1
SA	Maiori	MACROAREA A3	Tabella 1
SA	Massa Lubrense	MACROAREA A3	Tabella 1
NA	Meta	MACROAREA A3	Tabella 1
SA	Minori	MACROAREA A3	Tabella 1
NA	Monte di Procida	MACROAREA A3	Tabella 1
NA	Piano di Sorrento	MACROAREA A3	Tabella 1
NA	Pimonte	MACROAREA A3	Tabella 1
SA	Positano	MACROAREA A3	Tabella 1
NA	Pozzuoli	MACROAREA A3	Tabella 1
SA	Praiano	MACROAREA A3	Tabella 1
NA	Procida	MACROAREA A3	Tabella 1
NA	Quarto	MACROAREA A3	Tabella 1
SA	Ravello	MACROAREA A3	Tabella 1
NA	Santa Maria la Carità	MACROAREA A3	Tabella 1
NA	Sant' Agnello	MACROAREA A3	Tabella 1
NA	Sant' Antonio Abate	MACROAREA A3	Tabella 1
SA	Scala	MACROAREA A3	Tabella 1
NA	Serrara Fontana	MACROAREA A3	Tabella 1
NA	Sorrento	MACROAREA A3	Tabella 1
SA	Tramonti	MACROAREA A3	Tabella 1
NA	Vico Equense	MACROAREA A3	Tabella 1
SA	Vietri sul Mare	MACROAREA A3	Tabella 1
SA	Battipaglia	MACROAREA B	Tabella 1
CE	Bellona	MACROAREA B	Tabella 1
CE	Cancello ed Arnone	MACROAREA B	Tabella 1
SA	Capaccio	MACROAREA B	Tabella 1
CE	Carinola	MACROAREA B	Tabella 1
CE	Castel Volturno	MACROAREA B	Tabella 1
CE	Cellole	MACROAREA B	Tabella 1
SA	Eboli	MACROAREA B	Tabella 1
CE	Falciano del Massico	MACROAREA B	Tabella 1
CE	Francolise	MACROAREA B	Tabella 1
CE	Grazzanise	MACROAREA B	Tabella 1
CE	Mondragone	MACROAREA B	Tabella 1
CE	Pastorano	MACROAREA B	Tabella 1
CE	Pignataro Maggiore	MACROAREA B	Tabella 1
CE	Santa Maria la Fossa	MACROAREA B	Tabella 1
CE	Sessa Aurunca	MACROAREA B	Tabella 1
CE	Sparanise	MACROAREA B	Tabella 1
CE	Vitulazio	MACROAREA B	Tabella 1
SA	Albanella	MACROAREA B	Tabella 2
SA	Altavilla Silentina	MACROAREA B	Tabella 2
SA	Giungano	MACROAREA B	Tabella 2
SA	Roccadaspide	MACROAREA B	Tabella 2

SA	Serre	MACROAREA B	Tabella 2
SA	Trentinara	MACROAREA B	Tabella 2
SA	Bellizzi	MACROAREA C	Tabella 1
SA	Montecorvino Pugliano	MACROAREA C	Tabella 1
CE	Pietravairano	MACROAREA C	Tabella 1
CE	Vairano Patenora	MACROAREA C	Tabella 1
SA	Acerno	MACROAREA C	Tabella 2
CE	Alvignano	MACROAREA C	Tabella 2
AV	Bagnoli Irpino	MACROAREA C	Tabella 2
CE	Baia e Latina	MACROAREA C	Tabella 2
CE	Caiazzo	MACROAREA C	Tabella 2
AV	Calabritto	MACROAREA C	Tabella 2
CE	Calvi Risorta	MACROAREA C	Tabella 2
CE	Camigliano	MACROAREA C	Tabella 2
AV	Caposele	MACROAREA C	Tabella 2
AV	Cassano Irpino	MACROAREA C	Tabella 2
CE	Castel di Sasso	MACROAREA C	Tabella 2
AV	Castelfranci	MACROAREA C	Tabella 2
AV	Castelvetere sul Calore	MACROAREA C	Tabella 2
BN	Cerreto Sannita	MACROAREA C	Tabella 2
AV	Chiusano San Domenico	MACROAREA C	Tabella 2
BN	Cusano Mutri	MACROAREA C	Tabella 2
CE	Dragoni	MACROAREA C	Tabella 2
BN	Faicchio	MACROAREA C	Tabella 2
AV	Fontanarosa	MACROAREA C	Tabella 2
CE	Formicola	MACROAREA C	Tabella 2
CE	Giano Vetusto	MACROAREA C	Tabella 2
AV	Lapio	MACROAREA C	Tabella 2
CE	Liberi	MACROAREA C	Tabella 2
AV	Luogosano	MACROAREA C	Tabella 2
AV	Montella	MACROAREA C	Tabella 2
AV	Montemarano	MACROAREA C	Tabella 2
AV	Nusco	MACROAREA C	Tabella 2
AV	Paternopoli	MACROAREA C	Tabella 2
CE	Piana di Monte Verna	MACROAREA C	Tabella 2
CE	Pietramelara	MACROAREA C	Tabella 2
BN	Pietraroja	MACROAREA C	Tabella 2
BN	Pontelandolfo	MACROAREA C	Tabella 2
CE	Pontelatone	MACROAREA C	Tabella 2
CE	Riardo	MACROAREA C	Tabella 2
CE	Roccaromana	MACROAREA C	Tabella 2
CE	Rocchetta e Croce	MACROAREA C	Tabella 2
AV	Salza Irpina	MACROAREA C	Tabella 2
BN	San Lorenzello	MACROAREA C	Tabella 2
AV	San Mango sul Calore	MACROAREA C	Tabella 2
AV	Sant'Angelo all'Esca	MACROAREA C	Tabella 2
AV	Senerchia	MACROAREA C	Tabella 2

AV	Sorbo Serpico	MACROAREA C	Tabella 2
AV	Taurasi	MACROAREA C	Tabella 2
AV	Volturara Irpina	MACROAREA C	Tabella 2
AV	Aiello del Sabato	MACROAREA C	Tabella 3
BN	Airola	MACROAREA C	Tabella 3
AV	Altavilla Irpina	MACROAREA C	Tabella 3
BN	Amorosi	MACROAREA C	Tabella 3
BN	Apollosa	MACROAREA C	Tabella 3
BN	Arpaia	MACROAREA C	Tabella 3
BN	Arpaise	MACROAREA C	Tabella 3
AV	Atripalda	MACROAREA C	Tabella 3
AV	Avella	MACROAREA C	Tabella 3
AV	Avellino	MACROAREA C	Tabella 3
AV	Baiano	MACROAREA C	Tabella 3
BN	Benevento	MACROAREA C	Tabella 3
BN	Bonea	MACROAREA C	Tabella 3
BN	Bucciano	MACROAREA C	Tabella 3
BN	Calvi	MACROAREA C	Tabella 3
BN	Campoli del Monte Taburno	MACROAREA C	Tabella 3
AV	Candida	MACROAREA C	Tabella 3
AV	Capriglia Irpina	MACROAREA C	Tabella 3
CE	Castel Campagnano	MACROAREA C	Tabella 3
BN	Castelpoto	MACROAREA C	Tabella 3
BN	Castelvenere	MACROAREA C	Tabella 3
SA	Castiglione dei Genovesi	MACROAREA C	Tabella 3
BN	Cautano	MACROAREA C	Tabella 3
BN	Ceppaloni	MACROAREA C	Tabella 3
AV	Cervinara	MACROAREA C	Tabella 3
AV	Cesinali	MACROAREA C	Tabella 3
AV	Chianche	MACROAREA C	Tabella 3
AV	Contrada	MACROAREA C	Tabella 3
AV	Domicella	MACROAREA C	Tabella 3
BN	Dugenta	MACROAREA C	Tabella 3
BN	Foglianise	MACROAREA C	Tabella 3
BN	Forchia	MACROAREA C	Tabella 3
AV	Forino	MACROAREA C	Tabella 3
BN	Frasso Telesino	MACROAREA C	Tabella 3
SA	Giffoni Sei Casali	MACROAREA C	Tabella 3
SA	Giffoni Valle Piana	MACROAREA C	Tabella 3
AV	Grottolella	MACROAREA C	Tabella 3
BN	Guardia Sanframondi	MACROAREA C	Tabella 3
AV	Lauro	MACROAREA C	Tabella 3
BN	Limatola	MACROAREA C	Tabella 3
NA	Liveri	MACROAREA C	Tabella 3
AV	Manocalzati	MACROAREA C	Tabella 3
AV	Marzano di Nola	MACROAREA C	Tabella 3
BN	Melizzano	MACROAREA C	Tabella 3
AV	Mercogliano	MACROAREA C	Tabella 3

AV	Mirabella Eclano	MACROAREA C	Tabella 3
BN	Moiano	MACROAREA C	Tabella 3
SA	Montecorvino Rovella	MACROAREA C	Tabella 3
AV	Montefalcione	MACROAREA C	Tabella 3
AV	Monteforte Irpino	MACROAREA C	Tabella 3
AV	Montefredane	MACROAREA C	Tabella 3
AV	Montefusco	MACROAREA C	Tabella 3
AV	Montemiletto	MACROAREA C	Tabella 3
BN	Montesarchio	MACROAREA C	Tabella 3
AV	Montoro Inferiore	MACROAREA C	Tabella 3
AV	Montoro Superiore	MACROAREA C	Tabella 3
AV	Moschiano	MACROAREA C	Tabella 3
AV	Mugnano del Cardinale	MACROAREA C	Tabella 3
SA	Olevano sul Tusciano	MACROAREA C	Tabella 3
AV	Ospedaletto d'Alpinolo	MACROAREA C	Tabella 3
AV	Pago del Vallo di Lauro	MACROAREA C	Tabella 3
BN	Pannarano	MACROAREA C	Tabella 3
BN	Paolisi	MACROAREA C	Tabella 3
AV	Parolise	MACROAREA C	Tabella 3
BN	Paupisi	MACROAREA C	Tabella 3
AV	Petraro Irpino	MACROAREA C	Tabella 3
AV	Pietraderusi	MACROAREA C	Tabella 3
AV	Pietrastornina	MACROAREA C	Tabella 3
BN	Ponte	MACROAREA C	Tabella 3
AV	Prata di Principato Ultra	MACROAREA C	Tabella 3
AV	Pratola Serra	MACROAREA C	Tabella 3
BN	Puglianello	MACROAREA C	Tabella 3
AV	Quadrelle	MACROAREA C	Tabella 3
AV	Quindici	MACROAREA C	Tabella 3
AV	Roccamascerana	MACROAREA C	Tabella 3
AV	Rotondi	MACROAREA C	Tabella 3
CE	Ruviano	MACROAREA C	Tabella 3
SA	San Cipriano Picentino	MACROAREA C	Tabella 3
BN	San Giorgio del Sannio	MACROAREA C	Tabella 3
BN	San Leucio del Sannio	MACROAREA C	Tabella 3
BN	San Lorenzo Maggiore	MACROAREA C	Tabella 3
BN	San Lupo	MACROAREA C	Tabella 3
SA	San Mango Piemonte	MACROAREA C	Tabella 3
BN	San Martino Sannita	MACROAREA C	Tabella 3
AV	San Martino Valle Caudina	MACROAREA C	Tabella 3
AV	San Michele di Serino	MACROAREA C	Tabella 3
BN	San Nazario	MACROAREA C	Tabella 3
BN	San Nicola Manfredi	MACROAREA C	Tabella 3
AV	San Potito Ultra	MACROAREA C	Tabella 3
BN	San Salvatore Telesino	MACROAREA C	Tabella 3
AV	Santa Lucia di Serino	MACROAREA C	Tabella 3
AV	Santa Paolina	MACROAREA C	Tabella 3
BN	Sant'Agata dei Goti	MACROAREA C	Tabella 3
BN	Sant'Angelo a Cupolo	MACROAREA C	Tabella 3

AV	Sant'Angelo a Scala	MACROAREA C	Tabella 3
AV	Santo Stefano del Sole	MACROAREA C	Tabella 3
AV	Serino	MACROAREA C	Tabella 3
AV	Sirignano	MACROAREA C	Tabella 3
AV	Solofra	MACROAREA C	Tabella 3
BN	Solopaca	MACROAREA C	Tabella 3
AV	Sperone	MACROAREA C	Tabella 3
AV	Summonte	MACROAREA C	Tabella 3
AV	Taurano	MACROAREA C	Tabella 3
BN	Telese Terme	MACROAREA C	Tabella 3
BN	Tocco Caudio	MACROAREA C	Tabella 3
AV	Torre le Nocelle	MACROAREA C	Tabella 3
BN	Torrecuso	MACROAREA C	Tabella 3
AV	Torrioni	MACROAREA C	Tabella 3
AV	Tufo	MACROAREA C	Tabella 3
AV	Venticano	MACROAREA C	Tabella 3
BN	Vitulano	MACROAREA C	Tabella 3
SA	Agropoli	MACROAREA D1	Tabella 1
CE	Caianello	MACROAREA D1	Tabella 1
CE	Teano	MACROAREA D1	Tabella 1
CE	Ailano	MACROAREA D1	Tabella 2
SA	Alfano	MACROAREA D1	Tabella 2
CE	Alife	MACROAREA D1	Tabella 2
SA	Aquara	MACROAREA D1	Tabella 2
SA	Ascea	MACROAREA D1	Tabella 2
SA	Atena Lucana	MACROAREA D1	Tabella 2
SA	Auletta	MACROAREA D1	Tabella 2
SA	Bellosguardo	MACROAREA D1	Tabella 2
SA	Buccino	MACROAREA D1	Tabella 2
SA	Buonabitacolo	MACROAREA D1	Tabella 2
SA	Caggiano	MACROAREA D1	Tabella 2
SA	Camerota	MACROAREA D1	Tabella 2
SA	Campagna	MACROAREA D1	Tabella 2
SA	Campora	MACROAREA D1	Tabella 2
SA	Cannalonga	MACROAREA D1	Tabella 2
CE	Capriati al Volturno	MACROAREA D1	Tabella 2
SA	Casal Velino	MACROAREA D1	Tabella 2
SA	Casalbuono	MACROAREA D1	Tabella 2
SA	Casaleto Spartano	MACROAREA D1	Tabella 2
SA	Caselle in Pittari	MACROAREA D1	Tabella 2
SA	Castel San Lorenzo	MACROAREA D1	Tabella 2
SA	Castelcivita	MACROAREA D1	Tabella 2
SA	Castellabate	MACROAREA D1	Tabella 2
CE	Castello del Matese	MACROAREA D1	Tabella 2
SA	Castelnuovo Cilento	MACROAREA D1	Tabella 2
SA	Castelnuovo di Conza	MACROAREA D1	Tabella 2
SA	Celle di Bulgheria	MACROAREA D1	Tabella 2

SA	Centola	MACROAREA D1	Tabella 2
SA	Ceraso	MACROAREA D1	Tabella 2
SA	Cicerale	MACROAREA D1	Tabella 2
CE	Ciorlano	MACROAREA D1	Tabella 2
SA	Colliano	MACROAREA D1	Tabella 2
CE	Conca della Campania	MACROAREA D1	Tabella 2
SA	Controne	MACROAREA D1	Tabella 2
SA	Contursi Terme	MACROAREA D1	Tabella 2
SA	Corleto Monforte	MACROAREA D1	Tabella 2
SA	Cuccaro Vetere	MACROAREA D1	Tabella 2
SA	Felitto	MACROAREA D1	Tabella 2
CE	Fontegreca	MACROAREA D1	Tabella 2
SA	Futani	MACROAREA D1	Tabella 2
CE	Gallo Matese	MACROAREA D1	Tabella 2
CE	Galluccio	MACROAREA D1	Tabella 2
SA	Gioi	MACROAREA D1	Tabella 2
CE	Gioia Sannitica	MACROAREA D1	Tabella 2
SA	Ispani	MACROAREA D1	Tabella 2
SA	Laureana Cilento	MACROAREA D1	Tabella 2
SA	Laurino	MACROAREA D1	Tabella 2
SA	Laurito	MACROAREA D1	Tabella 2
SA	Laviano	MACROAREA D1	Tabella 2
CE	Letino	MACROAREA D1	Tabella 2
SA	Lustra	MACROAREA D1	Tabella 2
SA	Magliano Vetere	MACROAREA D1	Tabella 2
CE	Marzano Appio	MACROAREA D1	Tabella 2
CE	Mignano Monte Lungo	MACROAREA D1	Tabella 2
SA	Moio della Civitella	MACROAREA D1	Tabella 2
SA	Montano Antilia	MACROAREA D1	Tabella 2
SA	Monte San Giacomo	MACROAREA D1	Tabella 2
SA	Montecorice	MACROAREA D1	Tabella 2
SA	Monteforte Cilento	MACROAREA D1	Tabella 2
SA	Montesano sulla Marcellana	MACROAREA D1	Tabella 2
SA	Morigerati	MACROAREA D1	Tabella 2
SA	Novi Velia	MACROAREA D1	Tabella 2
SA	Ogliastro Cilento	MACROAREA D1	Tabella 2
SA	Oliveto Citra	MACROAREA D1	Tabella 2
SA	Omignano	MACROAREA D1	Tabella 2
SA	Orria	MACROAREA D1	Tabella 2
SA	Ottati	MACROAREA D1	Tabella 2
SA	Padula	MACROAREA D1	Tabella 2
SA	Palomonte	MACROAREA D1	Tabella 2
SA	Perdifumo	MACROAREA D1	Tabella 2
SA	Perito	MACROAREA D1	Tabella 2
SA	Pertosa	MACROAREA D1	Tabella 2
SA	Petina	MACROAREA D1	Tabella 2
SA	Piaggine	MACROAREA D1	Tabella 2
CE	Piedimonte Matese	MACROAREA D1	Tabella 2
SA	Pisciotta	MACROAREA D1	Tabella 2

SA	Polla	MACROAREA D1	Tabella 2
SA	Pollica	MACROAREA D1	Tabella 2
SA	Postiglione	MACROAREA D1	Tabella 2
CE	Prata Sannita	MACROAREA D1	Tabella 2
CE	Pratella	MACROAREA D1	Tabella 2
CE	Presenzano	MACROAREA D1	Tabella 2
SA	Prignano Cilento	MACROAREA D1	Tabella 2
CE	Raviscanina	MACROAREA D1	Tabella 2
SA	Ricigliano	MACROAREA D1	Tabella 2
CE	Rocca d'Evandro	MACROAREA D1	Tabella 2
SA	Roccagloriosa	MACROAREA D1	Tabella 2
CE	Roccamonfina	MACROAREA D1	Tabella 2
SA	Rofrano	MACROAREA D1	Tabella 2
SA	Romagnano al Monte	MACROAREA D1	Tabella 2
SA	Roscigno	MACROAREA D1	Tabella 2
SA	Rutino	MACROAREA D1	Tabella 2
SA	Sacco	MACROAREA D1	Tabella 2
SA	Sala Consilina	MACROAREA D1	Tabella 2
SA	Salento	MACROAREA D1	Tabella 2
SA	Salvitelle	MACROAREA D1	Tabella 2
SA	San Giovanni a Piro	MACROAREA D1	Tabella 2
SA	San Gregorio Magno	MACROAREA D1	Tabella 2
CE	San Gregorio Matese	MACROAREA D1	Tabella 2
SA	San Mauro Cilento	MACROAREA D1	Tabella 2
SA	San Mauro la Bruca	MACROAREA D1	Tabella 2
SA	San Pietro al Tanagro	MACROAREA D1	Tabella 2
CE	San Pietro Infine	MACROAREA D1	Tabella 2
CE	San Potito Sannitico	MACROAREA D1	Tabella 2
SA	San Rufo	MACROAREA D1	Tabella 2
SA	Santa Marina	MACROAREA D1	Tabella 2
SA	Sant'Angelo a Fasanella	MACROAREA D1	Tabella 2
CE	Sant'Angelo d'Alife	MACROAREA D1	Tabella 2
SA	Sant'Arsenio	MACROAREA D1	Tabella 2
SA	Santomenna	MACROAREA D1	Tabella 2
SA	Sanza	MACROAREA D1	Tabella 2
SA	Sapri	MACROAREA D1	Tabella 2
SA	Sassano	MACROAREA D1	Tabella 2
SA	Serramezzana	MACROAREA D1	Tabella 2
SA	Sessa Cilento	MACROAREA D1	Tabella 2
SA	Sicignano degli Alburni	MACROAREA D1	Tabella 2
SA	Stella Cilento	MACROAREA D1	Tabella 2
SA	Stio	MACROAREA D1	Tabella 2
SA	Teggiano	MACROAREA D1	Tabella 2
CE	Tora e Piccilli	MACROAREA D1	Tabella 2
SA	Torchiaro	MACROAREA D1	Tabella 2
SA	Torraca	MACROAREA D1	Tabella 2
SA	Torre Orsaia	MACROAREA D1	Tabella 2
SA	Tortorella	MACROAREA D1	Tabella 2
CE	Valle Agricola	MACROAREA D1	Tabella 2

SA	Valle dell'Angelo	MACROAREA D1	Tabella 2
SA	Vallo della Lucania	MACROAREA D1	Tabella 2
SA	Valva	MACROAREA D1	Tabella 2
SA	Vibonati	MACROAREA D1	Tabella 2
AV	Andretta	MACROAREA D2	Tabella 2
BN	Apice	MACROAREA D2	Tabella 2
AV	Aquilonia	MACROAREA D2	Tabella 2
AV	Ariano Irpino	MACROAREA D2	Tabella 2
BN	Baselice	MACROAREA D2	Tabella 2
AV	Bisaccia	MACROAREA D2	Tabella 2
BN	Buonalbergo	MACROAREA D2	Tabella 2
AV	Cairano	MACROAREA D2	Tabella 2
AV	Calitri	MACROAREA D2	Tabella 2
BN	Campolattaro	MACROAREA D2	Tabella 2
AV	Carife	MACROAREA D2	Tabella 2
AV	Casalbore	MACROAREA D2	Tabella 2
BN	Casalduni	MACROAREA D2	Tabella 2
AV	Castel Baronia	MACROAREA D2	Tabella 2
BN	Castelfranco in Miscano	MACROAREA D2	Tabella 2
BN	Castelpagano	MACROAREA D2	Tabella 2
BN	Castelvetere in Val Fortore	MACROAREA D2	Tabella 2
BN	Circello	MACROAREA D2	Tabella 2
BN	Colle Sannita	MACROAREA D2	Tabella 2
AV	Conza della Campania	MACROAREA D2	Tabella 2
AV	Flumeri	MACROAREA D2	Tabella 2
BN	Foiano di Val Fortore	MACROAREA D2	Tabella 2
BN	Fragneto l'Abate	MACROAREA D2	Tabella 2
BN	Fragneto Monforte	MACROAREA D2	Tabella 2
AV	Frigento	MACROAREA D2	Tabella 2
AV	Gesualdo	MACROAREA D2	Tabella 2
BN	Ginestra degli Schiavoni	MACROAREA D2	Tabella 2
AV	Greci	MACROAREA D2	Tabella 2
AV	Guardia Lombardi	MACROAREA D2	Tabella 2
AV	Lacedonia	MACROAREA D2	Tabella 2
AV	Lioni	MACROAREA D2	Tabella 2
AV	Melito Irpino	MACROAREA D2	Tabella 2
BN	Molinara	MACROAREA D2	Tabella 2
AV	Montaguto	MACROAREA D2	Tabella 2
AV	Montecalvo Irpino	MACROAREA D2	Tabella 2
BN	Montefalcone di Val Fortore	MACROAREA D2	Tabella 2
AV	Monteverde	MACROAREA D2	Tabella 2
BN	Morcone	MACROAREA D2	Tabella 2
AV	Morra de Sanctis	MACROAREA D2	Tabella 2
BN	Paduli	MACROAREA D2	Tabella 2
BN	Pesco Sannita	MACROAREA D2	Tabella 2
BN	Reino	MACROAREA D2	Tabella 2
AV	Rocca San Felice	MACROAREA D2	Tabella 2
BN	San Bartolomeo in Galdo	MACROAREA D2	Tabella 2

BN	San Giorgio la Molar	MACROAREA D2	Tabella 2
BN	San Marco dei Cavoti	MACROAREA D2	Tabella 2
AV	San Nicola Baronia	MACROAREA D2	Tabella 2
AV	San Sossio Baronia	MACROAREA D2	Tabella 2
BN	Santa Croce del Sannio	MACROAREA D2	Tabella 2
AV	Sant'Andrea di Conza	MACROAREA D2	Tabella 2
AV	Sant'Angelo dei Lombardi	MACROAREA D2	Tabella 2
BN	Sant'Arcangelo Trimonte	MACROAREA D2	Tabella 2
BN	Sassinoro	MACROAREA D2	Tabella 2
AV	Savignano Irpino	MACROAREA D2	Tabella 2
AV	Scampitella	MACROAREA D2	Tabella 2
AV	Sturno	MACROAREA D2	Tabella 2
AV	Teora	MACROAREA D2	Tabella 2
AV	Torella dei Lombardi	MACROAREA D2	Tabella 2
AV	Trevico	MACROAREA D2	Tabella 2
AV	Vallata	MACROAREA D2	Tabella 2
AV	Vallesaccarda	MACROAREA D2	Tabella 2
AV	Villamaina	MACROAREA D2	Tabella 2
AV	Villanova del Battista	MACROAREA D2	Tabella 2
AV	Zungoli	MACROAREA D2	Tabella 2
AV	Bonito	MACROAREA D2	Tabella 3
AV	Grottaminarda	MACROAREA D2	Tabella 3
BN	Pago Veiano	MACROAREA D2	Tabella 3
BN	Pietrelcina	MACROAREA D2	Tabella 3