



PIANIFICAZIONE  
EFFICIENTE  
DELLA NUTRIZIONE  
DEL CORILETO

## Nutrizione del nocciolo

MANUALE TECNICO

*Tutti i diritti, i titoli e gli interessi relativi a questo documento appartengono e sono di esclusiva proprietà del Gruppo Ferrero. Questo documento è stato redatto in un contesto educativo ed è destinato esclusivamente a scopi informativi. Il Gruppo Ferrero non rilascia alcuna dichiarazione o garanzia in merito all'accuratezza, all'applicabilità, all'idoneità agli scopi, alla completezza del contenuto e non garantisce alcun risultato derivante dalla sua applicazione. In nessun caso il Gruppo Ferrero potrà essere ritenuto responsabile per eventuali perdite o danni di qualsiasi natura derivanti dall'uso delle informazioni qui fornite.*

Diritti d'autore riservati - La divulgazione del presente documento non è consentita salvo espressa autorizzazione del Gruppo Ferrero

# Indice

## I. INTRODUZIONE

<b>1</b>	<b>Introduzione</b>	<b>4</b>
----------	---------------------	----------

## II. I PRINCIPALI ELEMENTI NUTRITIVI E IL LORO RUOLO NELLA PRODUZIONE DI NOCCIOLE

<b>2.1</b>	<b>Macroelementi</b>	<b>8</b>
<b>2.1.1</b>	Azoto (N)	<b>9</b>
<b>2.1.2</b>	Fosforo (P)	<b>11</b>
<b>2.1.3</b>	Potassio (K)	<b>13</b>
<b>2.1.4</b>	Magnesio (Mg)	<b>15</b>
<b>2.1.5</b>	Calcio (Ca)	<b>16</b>
<b>2.2</b>	<b>Microelementi</b>	<b>16</b>

## III. FERTILIZZAZIONE

<b>3.1</b>	<b>Pre-impianto</b>	<b>19</b>
<b>3.1.1</b>	Analisi del suolo	<b>19</b>
<b>3.1.2</b>	Correzione delle caratteristiche chimiche del suolo	<b>21</b>
<b>3.2</b>	<b>Post impianto</b>	<b>26</b>
<b>3.2.1</b>	Applicazione di N in giovani corileti	<b>26</b>
<b>3.2.2</b>	Applicazione di P in giovani corileti	<b>26</b>
<b>3.2.3</b>	Applicazione di K in giovani corileti	<b>26</b>
<b>3.2.4</b>	Applicazione di Ca in giovani corileti	<b>26</b>
<b>3.3</b>	<b>Esempi di calcolo del dosaggio del fertilizzante</b>	<b>27</b>

## IV. DISTRIBUZIONE DEI FERTILIZZANTI

<b>4.1 Distribuzione manuale di fertilizzanti granulari</b>	33
<b>4.2 Distribuzione meccanica di fertilizzanti granulari</b>	34
<b>4.2.1</b> A spaglio	34
<b>4.2.2</b> Applicazione a bande superficiali	34
<b>4.2.3</b> Applicazione a bande interrate	35
<b>4.3 Fertirrigazione</b>	36
<b>Riferimenti</b>	40

# INTRODUZIONE



Questo manuale offre una panoramica delle ricerche e delle pubblicazioni più recenti con lo scopo di fornire un aiuto nella gestione della nutrizione in corileti giovani e adulti. Propone diverse strategie di fertilizzazione per aumentare produzione e resa ottimizzando l'uso dei fertilizzanti, riducendo così gli sprechi e minimizzando l'impatto sull'ambiente.

Per portare i corileti in piena produzione nel giro di pochi anni è necessario nutrire le piante con precisione.

Le giovani piante di nocciolo necessitano di sostanze nutritive per sostenere la crescita vegetativa (foglie, rami, radici), ma queste devono essere somministrate con cautela:

- **Troppo poco:** una carenza di nutrienti può impedire il raggiungimento del potenziale di crescita.
- **Troppo:** un eccesso di fertilizzanti porta comunemente a un vigore vegetativo troppo spinto: i rami crescono lunghi ed esili, con spazio eccessivo tra gli internodi (normalmente di 6-12 cm). Poiché la fertilizzazione stimola la crescita dei germogli in misura maggiore rispetto alla crescita delle radici, un eccesso di fertilizzante produrrà germogli vigorosi in primavera, quando l'umidità del suolo è abbondante, ma in estate le piante risulteranno più sensibili alla siccità e alle malattie, specialmente se non irrigate. Pertanto, elevati tassi di concimazione tendono a diminuire la tolleranza degli alberi allo stress idrico e possono causare la lisciviazione dei nutrienti nelle acque sotterranee o nei corsi d'acqua vicini al corileto, con conseguente inquinamento idrico o eutrofizzazione.

A volte, un uso eccessivo di fertilizzanti può causare tossicità e danni ai tessuti più delicati. Inoltre, una fertilizzazione eccessiva comporta una perdita economica poiché i nutrienti vengono lisciviati dalla zona radicale prima che la pianta possa assorbirli. Particolare attenzione deve essere prestata all'azoto (N), poiché è estremamente mobile nel terreno e può essere lisciviato dalla zona radicale molto rapidamente. Al contrario, il fosforo (P) e il potassio (K) sono meno mobili.

Pertanto, nella gestione dei nutrienti è essenziale fornire alla pianta ciò di cui ha bisogno e al momento giusto.

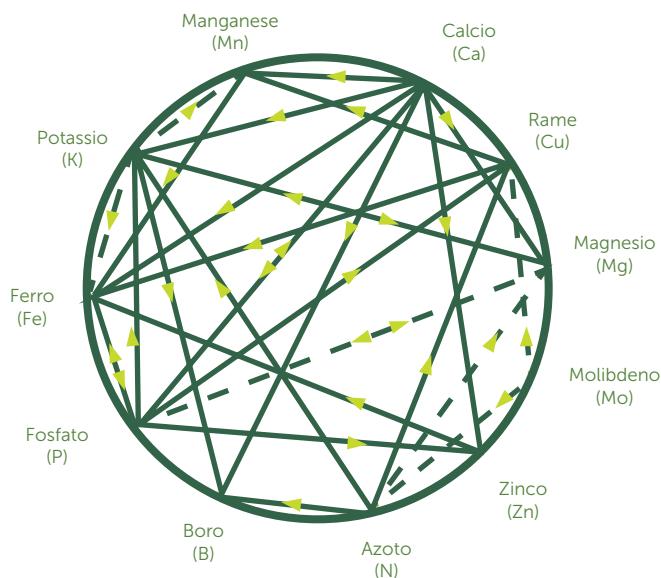
## II

# I PRINCIPALI ELEMENTI NUTRITIVI E IL LORO RUOLO NELLA PRODUZIONE DI NOCCIOLE



In questo capitolo sono elencati i principali elementi nutritivi, le loro caratteristiche, le modalità e i tempi di applicazione.

Sono inoltre riportate le linee guida generali per la diagnosi dei sintomi derivanti da carenze o tossicità di determinati elementi. Un nocciolo può essere carente di alcuni elementi nutritivi non solo perché sono scarsi, ma anche perché un eccesso di altri elementi potrebbe impedirne un assorbimento equilibrato. Come aiuto indicativo per comprendere l'interazione tra i diversi nutrienti possiamo utilizzare il diagramma di Mulder:



### ANTAGONISMO

Diminuzione della disponibilità di un nutriente per la pianta a causa dell'azione di un altro nutriente (vedi direzione della freccia)

### STIMOLAZIONE

Aumento della disponibilità di un nutriente da parte della pianta a causa dell'aumento del livello di un altro nutriente.

Figura 1 - Diagramma di Mulder sulle interazioni tra i nutrienti delle piante.

Dopo aver impiantato un coriletto, se sulle foglie compaiono sintomi non causati da malattie o parassiti, i frutticoltori dovrebbero sospettare una carenza di nutrienti (micro o macronutrienti). In tal caso, l'analisi fogliare potrebbe essere utile per determinare correttamente lo stato nutrizionale delle piante.

Quando si raccolgono campioni di foglie con sintomi, per poter fare un confronto, occorre raccogliere anche foglie nella stessa posizione da una pianta senza sintomi.

## 2.1 MACROELEMENTI

### 2.1.1 Azoto (N)

L'azoto, essendo uno dei principali elementi costitutivi delle proteine, è essenziale per la crescita e lo sviluppo del nocciolo. In particolare, favorisce lo sviluppo precoce della pianta, promuovendo la crescita del fusto, dei germogli e delle foglie. Le giovani piante di nocciolo crescono fino a 45-75 cm all'anno. L'azoto dovrebbe essere applicato durante la crescita primaverile, quando l'apparato radicale è attivo. Pertanto, **l'applicazione dell'azoto dovrebbe essere programmata da metà primavera fino alla caduta delle prime foglie all'inizio dell'autunno (Figura 2)**.

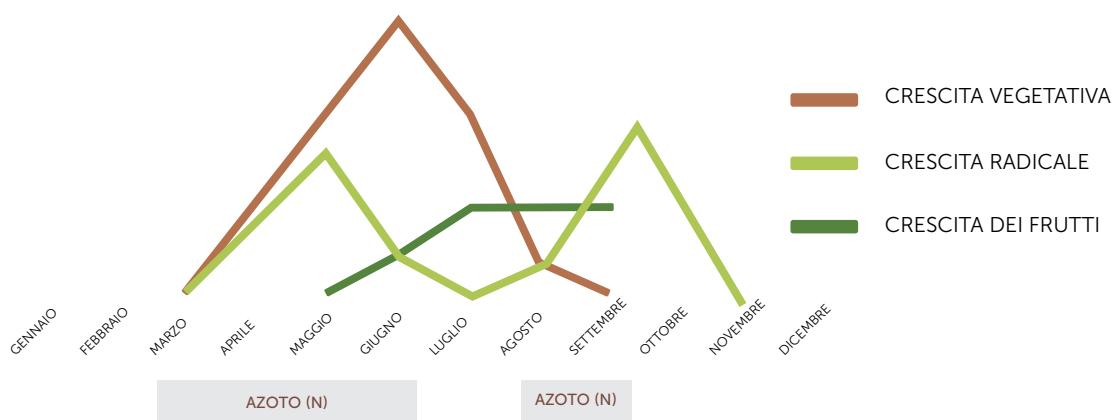


Figura 2 - Tempi consigliati per l'applicazione dell'azoto in relazione alla crescita vegetativa, radicale e fruttifera.

È generalmente il macroelemento più carente nei giovani noccioli. Il suolo non è in grado di garantire quantità sufficienti di azoto, soprattutto se si tratta di una coltivazione intensiva. La ricerca ha dimostrato che le piante di nocciolo utilizzano in modo efficiente le riserve di azoto immagazzinate per alimentare la crescita all'inizio della stagione. La maggior parte dell'azoto utilizzato dagli alberi per la crescita dei germogli primaverili proviene dalle riserve immagazzinate; mentre la fertilizzazione durante la stagione in corso ne fornisce solo una piccola quantità.

**Carenza:** i sintomi si manifestano con una crescita ridotta della parte aerea della pianta, con germogli corti e sottili che presentano foglie di un colore che va da verde pallido a giallo. I sintomi diventano evidenti prima nelle foglie più vecchie alla base dei germogli.

**Tossicità:** le foglie sono di colore verde scuro e il vigore è elevato. Evitare l'applicazione di azoto dopo settembre, poiché potrebbe favorire una crescita vegetativa eccessiva e ritardare la dormienza, con conseguenti danni da gelo, soprattutto per le piante più giovani.

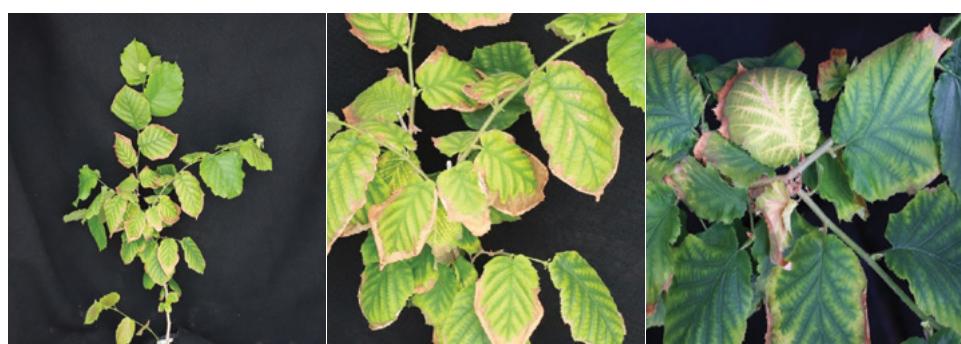


Figura 3 - Sintomi della carenza di azoto.

Tabella 1 - Contenuto di azoto nelle foglie ad agosto.

Azoto fogliare in agosto (% peso secco)	Contenuto
< 1.8	Grave carenza
1.8-2.2	Carenza
2.2-3.0	Optimum
> 3.0	Eccesso

### Fertilizzanti azotati

La capacità di una pianta di assorbire l'azoto dal suolo dipende dal tipo di terreno, dall'ambiente e dalla specie. **In generale, si stima che circa la metà dell'azoto fornito al suolo vada perso.** Pertanto, si raccomanda di frazionare l'applicazione dei fertilizzanti azotati, in quanto ciò aumenta l'assorbimento da parte delle piante e l'efficienza di utilizzo. Un calendario indicativo per l'applicazione dei fertilizzanti azotati è riportato nella *Figura 12 (pagina 29)*.

I fertilizzanti azotati possono lisciviare in modo diverso dalla zona radicale a seconda del tipo di fertilizzante (i fertilizzanti a base di nitrati lisciviano più rapidamente rispetto ai fertilizzanti a base di urea e ammonio). Inoltre, va notato che i fertilizzanti azotati possono modificare il pH del suolo, influenzando l'assorbimento di altri nutrienti (l'urea e il solfato di ammonio diminuiscono il pH del suolo, mentre il nitrato di calcio lo aumenta).

Nei giovani noccioli, i fertilizzanti azotati dovrebbero essere applicati in piccole quantità nelle prime due stagioni di crescita dopo la messa a dimora, a meno che non si utilizzi una forma di azoto a lento rilascio che non danneggi i nuovi apparati radicali. Nei fertilizzanti a cessione controllata, il rilascio di azoto può dipendere dalla temperatura o dall'umidità. Tra le due si raccomanda la forma a rilascio termico. Se si utilizza la forma a rilascio in base all'umidità, le piogge primaverili potrebbero dilavare l'azoto dalla zona radicale. L'uso dei concimi a cessione controllata contribuisce ad aumentare l'efficienza dell'utilizzo dell'azoto mantenendolo all'interno della zona radicale e limitandone la quantità in un dato momento, riducendo così il rischio di un'applicazione eccessiva e i corrispondenti rischi di tossicità e crescita eccessivamente vigorosa.

Pertanto, a causa del rischio di lisciviazione, non applicare mai più di **60 grammi per pianta alla volta**. Inoltre, prima di acquistare fertilizzanti, è importante tenere presente che nell'acqua di irrigazione e nel terreno potrebbe essere presente un'elevata quantità di azoto residuo. È necessario prestare particolare attenzione quando si applicano fertilizzanti liquidi come l'urea e il nitrato di ammonio, poiché possono facilmente bruciare le piante più giovani a causa del rilascio di ammoniaca.

### QUANDO VANNO APPLICATI I FERTILIZZANTI AZOTATI?

- Le piante, attraverso le radici, assorbono le quantità maggiori di azoto tra aprile e settembre. È importante che in questo periodo le piante abbiano a disposizione l'elemento nel terreno, preferibilmente sotto forma di nitrato ( $\text{NO}_3^-$ ).
- L'azoto organico contenuto nel letame si trasforma in ammonio nel giro di poche settimane/mesi a seconda della popolazione microbica, della temperatura e dell'umidità del suolo (più il suolo è caldo e umido, più rapida è la trasformazione). Si consiglia di applicare il letame all'inizio della primavera incorporandolo nel suolo per evitare perdite di nutrienti. I benefici derivanti dall'applicazione del letame possono durare fino a tre anni, pertanto si consiglia di applicarlo ogni 2 o 3 anni.

- L'urea si trasformerà in ammonio nel giro di pochi giorni/settimane, a seconda della temperatura e dell'umidità del terreno. Si consiglia quindi di applicare l'urea all'inizio della primavera. Il segreto per un utilizzo più efficiente dell'urea è incorporarla nel terreno e applicarla preferibilmente prima di un'irrigazione o di una pioggia leggera (saranno sufficienti 5 mm di pioggia).
- Applicare il 45% della quota annuale alla comparsa delle foglie, solitamente tra la fine di marzo e la metà di aprile. Applicare un altro 45% tra la metà di maggio e l'inizio di luglio e non più del 10% a settembre (*Figura 12 a pagina 29*).
- L'applicazione di azoto nel tardo autunno non è consigliabile perché ritarda la lignificazione (con conseguenti danni alle piante durante l'inverno) e riduce l'assorbimento da parte delle piante, con conseguente spreco di fertilizzanti.

Tabella 2 - Principali fertilizzanti azotati e loro caratteristiche.

Fertilizzante	N(%)	Urea	Ammonio	Nitrato	Potenziale di lisciviazione	Acidificante del terreno	Note	Applicazione in fertirrigazione
Nitrato di ammonio ( $\text{NH}_4 \text{NO}_3$ )	20-35		X	X	medio	neutro	solubile	✓
Solfato di ammonio ( $(\text{NH}_4)_2 \text{SO}_4$ )	20-21		X		basso	alto	fonte di zolfo, solubile	✓
Nitrato di calcio e ammonio (NAC-27)	27		X	X	medio	medio	granulare	-
Nitrato di calcio $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$	16				alto	no	fonte di calcio	✓
Urea $(\text{NH}_2)_2 \text{CO}$	45-46	X			basso	medio	solubile	✓

### COME SI PUÒ DETERMINARE LA QUANTITÀ DI AZOTO IN UN FERTILIZZANTE?

Controlla l'etichetta per determinare il contenuto di azoto in peso percentuale (azoto %) e utilizzalo per calcolare la quantità di azoto in 1 kg di fertilizzante:

Esempio: il nitrato di calcio  $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$  contiene il 16% di azoto, quindi con una semplice moltiplicazione possiamo calcolare che 1 kg di nitrato di calcio contiene 160 grammi di azoto; quindi, se vogliamo applicare un massimo di 60 grammi di N per pianta, dobbiamo applicare 375 grammi di nitrato di calcio.

Tabella 3 - Dosi indicative di azoto per giovani piante di nocciolo.

Età della pianta	Dose di azoto (g/pianta per anno)
1 <sup>a</sup> foglia	50-60
2 <sup>a</sup> foglia	60-70
3 <sup>a</sup> foglia	90-130
4 <sup>a</sup> foglia	90-130

## 2.1.2 Fosforo (P)

Tutti i processi energetici, quindi anche la crescita e lo sviluppo delle piante, sono correlati al fosforo. Esso svolge un ruolo fondamentale nella fotosintesi e nell'accumulo di energia nelle piante.

È necessario durante la crescita delle piante per favorire lo sviluppo di una struttura più robusta. Tuttavia, l'assorbimento di azoto è inibito da livelli elevati di fosforo, quindi si raccomanda di **non applicare quantità eccessive di fosforo durante i primi anni, a meno che l'analisi del suolo non mostri chiare carenze**. Il fosforo dovrebbe essere applicato preferibilmente durante la concimazione pre-trapianto.

La pianta di nocciolo richiede quantità relativamente basse di fosforo per la fruttificazione. L'elemento si accumula principalmente nel legno mentre il frutto ne assorbe quantità molto ridotte.

Tabella 4 - Contenuto di fosforo nelle foglie ad agosto.

Fosforo fogliare ad agosto (% peso secco)	Contenuto
< 0.1	Grave carenza
0.11-0.13	Carenza
0.14-0.45	Optimum
> 0.45	Eccesso

**Carenza:** Nel nocciolo sono rare le carenze così gravi da provocare sintomi visibili. Quando si verificano, i sintomi possono manifestarsi inizialmente con una crescita apicale limitata ed esile, con foglie giovani di colore verde scuro anomalo. La parte inferiore delle foglie giovani, in particolare lungo i margini e le nervature principali, presenta spesso una colorazione violacea. Le foglie possono avere una consistenza coriacea e formare angoli anomali con il fusto. I sintomi fogliari si osservano più spesso all'inizio della crescita per poi diminuire nel corso della stagione. Quando l'umidità del suolo è bassa, nei risultati delle analisi fogliari si riscontrano spesso livelli inferiori di fosforo.

**Tossicità:** Gli effetti dell'eccesso di fosforo si manifestano solitamente sotto forma di carenze di uno o più metalli pesanti essenziali, quali zinco, rame, ferro e manganese. Poiché i sintomi di carenza di questi elementi possono essere indotti anche da un eccesso di fosforo, i sintomi visibili a livello fogliare della tossicità da fosforo non sono affidabili.

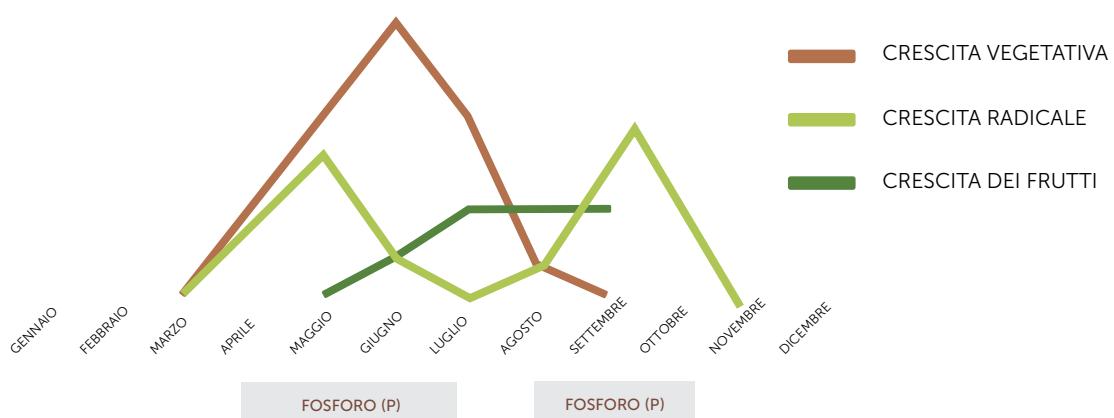


Figura 4 - Tempi consigliati per l'applicazione del fosforo in relazione alla crescita vegetativa, radicale e fruttifera.

## Fertilizzanti a base di fosforo

Tabella 5 - Principali fertilizzanti a base di fosforo e loro caratteristiche.

Fertilizzante	%P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	Solubilità del fertilizzante	Note
Superfosfato concentrato	25	Molto solubile	
Superfosfato triplo	46	Molto solubile	Più usato, nessun effetto sul pH del suolo
Fosfato bicalcico	38		Indicato per suoli con pH basso
Fosfato monoammonico	52 (11 N)	Molto solubile	Basso contenuto di azoto
Fosfato di diammonio	46 (18 N)	Molto solubile	Alto contenuto di azoto

**Il perfosfato triplo** è il fertilizzante fosforico più utilizzato quando i produttori necessitano di un elevato contenuto di questo elemento (46%). Questa forma di fosforo consente un rapido assorbimento da parte delle piante, le quali mostrano una reazione molto positiva. Questo fertilizzante non ha alcun effetto sul pH del suolo.

**Il fosfato bicalcico** contiene il 38% di fosforo e, sebbene contenga calcio, non ha effetto calcareo. È un fertilizzante a lento rilascio ed è indicato per i terreni acidi.

**Il fosfato monoammonico (MAP) e il fosfato diammonico (DAP)** sono attualmente tra i fertilizzanti a base di fosfati più utilizzati. Hanno un'alta percentuale di fosforo ma percentuali di azoto inferiori.

Il fosforo applicato con i fertilizzanti si muove molto lentamente attraverso il terreno. Il tipo di fertilizzante fosforico da applicare dipende principalmente dal pH del terreno.

## 2.1.3 Potassio (K)

La sua presenza nei tessuti è responsabile della crescita e dello sviluppo della pianta, del contenuto idrico, del metabolismo, della resistenza alle basse temperature, della forza delle parti strutturali delle parti verdi della pianta e dei frutti (guscio), della sintesi della clorofilla, ecc.

Nei primi anni di impianto, una buona dotazione in potassio è funzionale al corretto sviluppo vegetativo delle piante; una volta raggiunto il periodo produttivo, la funzione dell'elemento si sposta dalla vegetazione alla fruttificazione.

Tabella 6 - Contenuto di potassio nelle foglie ad agosto.

Potassio fogliare ad agosto (% peso secco)	Contenuto
< 0.5	Grave carenza
0.5-0.8	Carenza
0.8-2.0	Al limite (ripetere il testo entro 1-2 anni)
> 2.0	Optimum

**Carenza:** i sintomi si manifestano inizialmente sulle foglie più vecchie alla base dei germogli della stagione in corso. Il sintomo tipico delle foglie con carenza di potassio è la bruciatura marginale. Quando il terreno è carente di umidità, anche l'analisi fogliare mostra spesso livelli inferiori di potassio e fosforo.

**Tossicità:** non ci sono sintomi visibili che possano indicare livelli elevati di potassio, ma spesso sono associate carenze di magnesio.

Un eccesso di K potrebbe causare carenza di N e influire sull'assorbimento di altri nutrienti, pertanto durante i primi anni dopo la messa a dimora è importante mantenere un livello elevato di N e basso di K per favorire la crescita vegetativa. **Applicare K solo se l'analisi del terreno mostra carenza.**



Figura 5 - Sintomi di carenza di potassio.

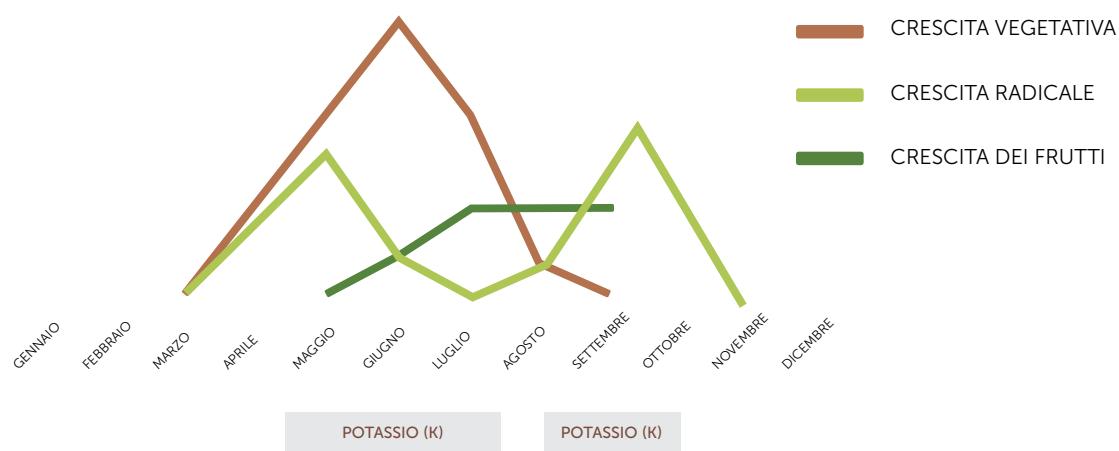


Figura 6 - Tempi consigliati per l'applicazione del potassio in relazione alla crescita vegetativa, radicale e fruttifera.

### Fertilizzanti a base di potassio

Tabella 7 - Principali fertilizzanti a base di potassio e loro caratteristiche.

Fertilizzante	%K <sub>2</sub> O	Note
Cloruro di potassio	50-52% or 60-63%	Alto contenuto di potassio
Solfato di potassio	47%	Fonte di zolfo
Magnesio potassico	22% (8% Mg)	Fonte di zolfo e magnesio
Nitrato di potassio	44% (13%N)	Fonte di azoto

**Il cloruro di potassio** è disponibile in commercio in due diverse concentrazioni (50-52% e 60-63%) e contiene la quantità più elevata di potassio rispetto agli altri fertilizzanti. Subito dopo essere stato incorporato nel terreno, si dissolve e diventa rapidamente disponibile per le piante. Contiene non più del 3% di NaCl.

**Il solfato di potassio** contiene il 47% di potassio e meno del 3% di NaCl. Contiene anche il 17% di zolfo.

**Il solfato di potassio e magnesio** contiene il 22% di potassio, l'11% di magnesio e il 22% di zolfo. Non modifica il pH del terreno dopo l'applicazione.

Se si utilizza il cloruro di potassio (KCl), applicarlo in autunno o prima di metà febbraio, poiché un'applicazione primaverile-estiva può causare tossicità da cloruro a causa del suo elevato contenuto di sali di cloruro. Per le applicazioni dopo metà febbraio, è preferibile utilizzare invece il solfato di potassio.

Oggi è pratica comune utilizzare fertilizzanti potassici in forma liquida, poiché il grado di sfruttamento di tali fertilizzanti supera il 70%.

## 2.1.4 Magnesio (Mg)

Il magnesio svolge un ruolo fondamentale nella fotosintesi come componente della clorofilla e ha anche un ruolo significativo nella stabilizzazione delle membrane cellulari e nel metabolismo dei carboidrati. L'applicazione del magnesio dovrebbe essere effettuata preferibilmente durante la preparazione del terreno prima del trapianto. È preferibile interrare il fertilizzante dopo la distribuzione. La necessità di applicare magnesio è solitamente maggiore dove i livelli di potassio e calcio nel terreno sono elevati.

Quando i corletti sono già avviati, un altro modo per correggere il livello di magnesio è applicare 5-10 kg/ha di solfato di magnesio (sali di Epsom) o 35-45 kg/ha di solfato di potassio e magnesio. I fertilizzanti a base di magnesio vengono solitamente applicati in primavera, in concomitanza con l'applicazione dell'azoto.

Tabella 8 - Contenuto di magnesio nelle foglie ad agosto.

Magnesio fogliare ad agosto (% peso secco)	Contenuto
< 0.18	Carenza
0.19-0.24	Al di sotto dell'optimum
0.25-0.50	Optimum
0.51-1.00	Al di sopra dell'optimum
> 1.00	Eccesso



Figura 7 - Sintomi di carenza di magnesio.  
(Fonte: Yara-Tree Nut Plantmaster;  
e OSU Hazelnut Extension)

Tabella 9 – Principali fertilizzanti a base di magnesio e loro caratteristiche.

Fertilizzante	%Mg
Solfato di magnesio (sale di Epsom)	17%
Nitrato di magnesio	10%
Ossido di magnesio	16%
Dolomite	55%
Magnesite	55-85 % $\text{CaCO}_3$ 5-40% $\text{MgCO}_3$
Magnesite	45%

## 2.1.5 Calcio (Ca)

Il calcio migliora la stabilità fisiologica dei tessuti vegetali riducendo i rischi di danni fisici o disturbi. Il ruolo essenziale del calcio è nell'incremento della resistenza alle malattie e allo stress e nello sviluppo del tubetto pollinico. Inoltre, il calcio favorisce lo sviluppo delle radici e l'impollinazione.

Tabella 10 - Contenuto di calcio nelle foglie ad agosto.

Calcio fogliare ad agosto (% peso secco)	Contenuto
< 0.60	Carenza
0.61-1.00	Al di sotto dell'optimum
1.01-2.50	Optimum
2.51-3.00	Al di sopra dell'optimum
> 3.00	Eccesso

Per aumentare i livelli di calcio, si raccomanda l'applicazione di fertilizzanti solubili a base di Ca attraverso i sistemi di fertirrigazione durante la stagione di crescita. Per garantirne l'assorbimento, l'applicazione dovrebbe essere effettuata in primavera o all'inizio dell'autunno, quando le radici sono ancora attive.

Va notato che un efficiente assorbimento del Ca dal suolo è correlato al livello di boro.

Tabella 11 - Principali fertilizzanti a base di calcio e loro caratteristiche.

Fertilizzante	%Ca
Nitrato di calcio	20%
Carbonato di calcio	40%
Ossido di calcio	50%
Dolomite	55-85 %CaCO <sub>3</sub> 5-40% MgCO <sub>3</sub>



Figura 8 - Sintomi di carenza di ferro (sinistra) e di calcio (destra). (Fonte: WUR Hazelnut Extension)

## 2.2 MICROELEMENTI

Sebbene in quantità molto inferiori, i micronutrienti sono necessari per soddisfare la crescita e aumentare la resa, in particolare nel sostenere la crescita dei tessuti principali.

Il micronutriente assorbito in quantità maggiori è il ferro, tuttavia raramente rappresenta un problema a meno che i livelli di pH del suolo non siano altamente alcalini.



Figura 9 - Sintomi di carenza di ferro (sinistra) e zolfo (destra). (Fonte: OSU Hazelnut Extension)

Tabella 12 - Valori critici nelle foglie di altri nutrienti e micronutrienti.

Elemento	Ruolo principale nella pianta	livello normale nelle foglie %Nppm sul peso secco	Sintomi di carenza	Quando prestare attenzione?	Metodo di applicazione
Zolfo (S)	Aiuta la formazione degli enzimi, delle proteine e della clorofilla	0,13 - 0,20 (ppm)	Le foglie giovani iniziano a cambiare colore da verde chiaro a giallo	Fruttetti giovani e in produzione, dopo forti piogge, su terreni con basso contenuto di materia organica	Applicazione al terreno e applicazione fogliare, a seconda del livello di carenza
Boro (B)	Aumento della produzione di fiori fertili, aumento della fertilità e della germinazione dei pollini, aumento dell'allegagione, riduzione dei frutti vuoti	31 - 75 (ppm)	Ritardo nella crescita internodale, morte frequente della gemma apicale, minore allegazione	Frutteto in produzione	Applicazione al terreno e applicazione fogliare, a seconda del livello di carenza
Zinco (Zn)	Coinvolto nella formazione della clorofilla, degli enzimi e delle proteine	16 - 60 (ppm)	Clorosi internervale sui nuovi germogli	Frutteto giovane e in produzione	Applicazione al terreno e applicazione fogliare, a seconda del livello di carenza
Rame (Cu)	Coinvolto nella fertilità dei fiori, nella fotosintesi, nell'aumento della produzione di tessuti resistenti	5 - 15 (ppm)	Decolorazioni verdi pallido, nuovi germogli avvizziti, ingialimenti, appassimenti	Frutteto in produzione	Fogliare
Ferro (Fe)	Produzione di clorofilla ed enzimi	51 - 400 (ppm)	Ingialimenti nei nuovi germogli	Frutteto giovane e in produzione	Applicazione al terreno e applicazione fogliare, a seconda del livello di carenza
Manganese (Mn)	Fotosintesi, respirazione, assimilazione dell'azoto	26 - 650 (ppm)	Clorosi internervale sui nuovi germogli, macchie marroni infossate sulle foglie	Frutteto giovane e in produzione	Fogliare

III

# FERTILIZZAZIONE



## 3.1 PRE-IMPIANTO

### 3.1.1 Analisi del suolo

Prima di mettere a dimora le piante, i corilicoltori dovrebbero effettuare un'analisi del terreno per determinare se il sito sia adatto o meno alla coltivazione del nocciolo. L'analisi fisica del terreno fornisce la percentuale di sabbia, polveri e argilla in g/kg di campione. L'analisi chimica fornisce informazioni su pH, capacità di scambio cationico (CEC), percentuale di azoto e materia organica, contenuto di fosforo, potassio, calcio, magnesio e sodio nel terreno. Particolare attenzione dovrebbe essere prestata alla presenza di carbonati e alla salinità, che possono rappresentare fattori limitanti per la produzione di nocciole, come illustrato nella *Tabella 13*.

*Tabella 13 - Valutazione dell'idoneità del suolo (i valori critici pre-impianto per il nocciolo sono evidenziati in grassetto).*

Parametri		Gamma ottimale
Struttura	Sabbia (g/kg) Limo (g/kg) Argilla (g/kg)	250-550 250-500 100-300
pH		5.8-7.8
Conducibilità elettrica (mS/cm)		<2.3
CEC (meq/100g) %CEC %CEC %CEC %CEC	CEC totale Potassio Sodio Calcio Magnesio	10-20 2-4 max 15 65-85 8-12
Carbonati (g/kg)	Calcare totale Calcare attivo	25-100 ≤80
Materia organica (g/kg)		10-30

Analizzare il terreno uno o due anni prima del trapianto permette di avere un'idea del potenziale nutrizionale del sito e di definire un corretto programma di concimazione pre-impianto (*Tabella 13*).

Tabella 14 - Parametri aggiuntivi da considerare per pianificare un corretto programma di fertilizzazione pre-semina.

Parametri		Gamma ottimale
Estratto acquoso	Cloruri Solfati Nitriti	max 50 10-250 20-30
Macroelementi	N (%) $P_2O_5$ (mg/kg) $K_2O$ (mg/kg)  CaO (mg/kg) MgO (mg/kg)	1.0-1.8 35-45 Terreni sabbiosi-limosi: 100-150 Terreni argillosi: 120-200 3500-4500 180-320
Microelementi	Fe (mg/kg) B (mg/kg) Mn (mg/kg) Cu (mg/kg) Zn (mg/kg)	5-30 0,4-1 2-10 2-4 2-3
Rapporto tra gli elementi	C/N Ca/Mg Ca/K Mg/K Rapporto di adsorbimento del sodio	8-12 5-10 25-40 2-5 <0.8

Come effettuare il campionamento del suolo:

- Il campionamento deve essere effettuato con una pala da scavo o una trivella per terreno secondo il piano di campionamento scelto (*Figura 11*); ciò consente di ottenere campioni rappresentativi di suolo in cui crescono le radici delle piante.
- Con una pala o una trivella prelevare campioni da 3 profondità: 0-30 cm, 30-60 cm, 60-90 cm, normalmente l'apparato radicale del nocciolo non è presente a profondità inferiori ai 90 cm.
- Se si utilizza una pala, utilizzare solo la striscia centrale di terreno per il campionamento (3-4 cm di larghezza) e scartare il resto (*Figura 10*);
- I campioni devono essere prelevati nella porzione di suolo esplorata dall'apparato radicale.
- Etichettare correttamente i sacchetti per evitare di mescolare i campioni in laboratorio.

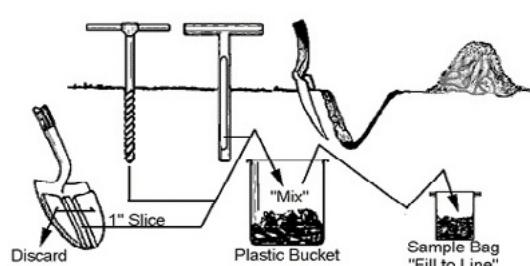


Figura 10 - Metodo di campionamento.



Figura 11 - Esempio di schema di campionamento.

### 3.1.2 Correzione delle caratteristiche chimiche del suolo

A seconda dei risultati dell'analisi del terreno, è necessario eseguire diverse correzioni per assicurarsi che il terreno sia nelle migliori condizioni per la piantumazione dei noccioli.

La maggior parte delle correzioni riguarda gli elementi nutritivi (principalmente fosforo, potassio e magnesio), la materia organica e il livello di pH.

#### a. Correzione del livello dei macroelementi nel terreno

Quando si pianifica **un'applicazione di fertilizzante prima del trapianto**, P e K sono gli elementi principali da considerare. La mobilità del fosforo nel terreno è limitata; le uniche perdite del nutrimento sono dovute a dilavamento superficiale. La mobilità del potassio nel terreno è intermedia: è più mobile del fosforo, ma molto meno mobile dell'azoto. In ogni caso, è importante incorporare correttamente nel terreno sia il P che il K dopo averli applicati.

L'azoto sotto forma di nitrato ( $\text{NO}_3^-$ ) non viene trattenuto dalle particelle del suolo e, pertanto, potrebbe rapidamente infiltrarsi al di sotto della zona radicale, mentre l'urea e l'ammonio potrebbero essere convertiti in gas ammoniaca ( $\text{NH}_3$ ) e volatilizzarsi specialmente in terreni caldi, umidi e con pH elevato. Pertanto, l'applicazione di N pre-impianto può portare a notevoli perdite di azoto.

Esempio di correzione del contenuto di fosforo nel terreno prima della semina

Contenuto iniziale di fosforo nel terreno: 20 mg/kg a 30 cm di profondità (da analisi del terreno)

Densità del terreno (D): 1,2 g/cc (da analisi del terreno); Livello desiderato di fosforo nel terreno (Pf): 35 mg/kg

1. Calcolare il peso del terreno in base alla densità del terreno	Peso del suolo = $D (\text{tn}/\text{m}^3) \times \text{profondità} \times \text{superficie considerata} = 1,2 \text{ tn}/\text{m}^3 \times 0,3 \text{ m} \times 10.000 \text{ m}^2 = 3.600 \text{ tn}/\text{ha}$
2. Calcolare il contenuto iniziale di P nel terreno (kg P/ha)	$P_i = P \text{ iniziale} \times \text{peso del suolo}$ $P_i = 20 \text{ g}/\text{tn} \times 3.600 \text{ ton} = 72 \text{ kg P}/\text{ha}$
3. Calcolare il contenuto desiderato di P nel terreno (kg P/ha)	$P_f = P \text{ desiderato} \times \text{peso del suolo}$ $P_f = 35 \text{ g}/\text{tn} \times 3.600 \text{ tn} = 126 \text{ kg}/\text{ha}$
4. Calcolare la differenza tra il P desiderato e il P iniziale	$P \text{ da applicare} = P_f - P_i$ $P \text{ da applicare} = 126 \text{ kg P}/\text{ha} - 72 \text{ kg P}/\text{ha} = 54 \text{ kg P}/\text{ha}$
5. Convertire la quantità di P in P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (fattore di conversione 2,29; <i>Tabella 15 - Conversione dei pesi molecolari dei principali nutrienti vegetali</i> ).	$54 \text{ kg P}/\text{ha} \times 2,29 = 123 \text{ kg P}_2\text{O}_5/\text{ha}$ Il termine P si riferisce al peso del singolo atomo all'interno della molecola di P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> . Per ottenere il peso dell'intera molecola è necessario un fattore di conversione.
6. Calcolare la quantità di superfosfato triplo da applicare (46% P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> )	Dose di fertilizzante = $123 \text{ kg P}_2\text{O}_5/\text{ha} \div 0,46 = 267 \text{ kg}/\text{ha}$ triplo superfosfato

Tabella 15 - Conversione dei pesi molecolari dei principali elementi nutritivi delle piante.

Da - a	Moltiplicare per	Da - a	Moltiplicare per
N to NO <sub>3</sub>	4.426	Da NO <sub>3</sub> a N	0.226
N to NH <sub>3</sub>	1.216	Da NH <sub>3</sub> a N	0.823
N to NH <sub>4</sub>	1.288	Da NH <sub>4</sub> a N	0.777
P to P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	2.292	Da P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> a P	0.436
K to K <sub>2</sub> O	1.205	Da K <sub>2</sub> O a K	0.83
Mg to MgO	1.658	Da MgO a Mg	0.603
Ca to CaO	1.399	Da CaO a Ca	0.715
CaO to CaCO <sub>3</sub>	1.785	Da CaCO <sub>3</sub> a Ca	0.560

### b. Correzione del contenuto in materia organica

**Colture di copertura.** È molto importante iniziare a preparare il terreno per il nocciolo alcuni mesi prima della piantumazione vera e propria. Le colture di copertura possono contribuire a migliorare la fertilità e la struttura del suolo, oltre a contenere erbe infestanti, insetti, nematodi e altri agenti patogeni. I residui delle colture di copertura possono essere incorporati come "concime verde" per fornire macro e microelementi che aumentano la fertilità del terreno per il raccolto successivo. Si consiglia di pianificare un ciclo di colture di copertura che fissano l'azoto (veccia, trifoglio e piselli) durante la primavera/estate prima della piantagione delle nocciole. Le colture di copertura più utilizzate e il loro contenuto di nutrienti sono elencati nella tabella sottostante (Tabella 16).

Tabella 16 - Specie di colture di copertura e corrispondente contenuto di nutrienti e proprietà biocidi (modificato da Agrion, 2018).

Coltura di copertura	N (kg/ha)	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (kg/ha)	K <sub>2</sub> O (kg/ha)	Utilizzo	Proprietà biocide	Dose di semina (kg/ha)	Periodo di semina
Fava ( <i>Vicia faba minor</i> )	50-150	10-35	30-120	Concime verde	-	130	Marzo
Trifoglio rosso ( <i>Trifolium incarnatum</i> )	40-80	10-20	40-60	Concime verde	-	28-30	Marzo-Aprile
Trifoglio bianco ( <i>Trifolium repens</i> )	40-60	10-20	40-60	Copertura erbosa	-	12-14	Marzo
Trifoglio sotterraneo ( <i>Trifolium subterraneum</i> )	40-60	10-20	40-60	Copertura erbosa	-	20-25	Settembre
Veccia comune ( <i>Vicia sativa</i> )	50-80	10-25	0-90	Concime verde	-	100-120	Marzo
Senape bianca ( <i>Sinapis alba</i> )	50-80	25-30	80-110	Concime verde	Nematocida	20	Marzo
Senape marrone ( <i>Brassica juncea</i> )	90-100	25-30	80-110	Concime verde	Biofumigante	20	Marzo

**Letame.** È preferibile applicarlo e incorporarlo nell'anno precedente al trapianto, poiché fornisce materia organica e sostanze nutritive, migliorando complessivamente la qualità del suolo. Oltre a fornire sostanze nutritive, il letame animale aumenta il contenuto di humus e la biodiversità del suolo, ovvero il numero di microrganismi e l'attività degli enzimi del suolo. Ulteriori informazioni sull'uso della materia organica sono riportate nella sezione sui fertilizzanti biologici di seguito.

Il letame animale è sempre stato il principale fertilizzante organico in tutto il mondo. Il letame animale può variare notevolmente in termini di contenuto chimico e proprietà fisiche. Tuttavia, è consigliabile applicarlo prima di piantare qualsiasi frutteto per migliorare le caratteristiche del suolo. Oltre a fornire sostanze nutritive (principalmente basate sul contenuto di azoto), il letame animale aumenta il contenuto di humus e la biogenicità del suolo, ovvero il numero di microrganismi e l'attività degli enzimi del suolo.

Di solito i fertilizzanti organici vengono applicati in autunno, dopo la fine della crescita vegetativa, o all'inizio della primavera. È importante che l'incorporazione del letame nel terreno avvenga subito dopo lo spargimento, per ridurre le inutili perdite di azoto dovute all'evaporazione o al dilavamento da parte della pioggia.

Se il letame viene applicato al momento del trapianto, non metterlo direttamente nella buca o nella trincea di semina per evitare di bruciare il giovane apparato radicale.

Recentemente, l'applicazione di fertilizzanti organici commerciali sotto forma di pellet e polveri sta diventando sempre più popolare. Rispetto al letame o al compost, i valori nutrizionali sono simili o superiori, mentre la manipolazione è molto più facile.

Tabella 17 - Contenuto indicativo di NPK dei principali tipi di letame.

Tipo di letame	Sostanza organica (%)	N (kg/tn)	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (kg/t)	K <sub>2</sub> O (kg/t)
Vacca	16	4.9	4.4	6.5
Suino	16	5.8	3.8	6.3
Pollo	15	38.5	19.0	15.5
Pecora	32	8.0	2.0	8.0
Cavallo	26	7.0	2.0	7.0

### c. Correzione del pH del suolo

Il pH del suolo è importante perché influisce sulla disponibilità di nutrienti nella zona radicale. Il range ottimale di pH del suolo per la coltivazione del nocciolo è compreso tra 6,5 e 7,3. Nei casi in cui il sito selezionato presenta un pH superiore o inferiore ai valori sopra indicati, è possibile ricorrere a strategie volte ad abbassare o aumentare il pH del suolo, come descritto nei paragrafi seguenti. Tuttavia, è bene tenere presente che potrebbe essere poco pratico, in termini di costi e fattibilità, migliorare il pH del suolo e che occorre prestare molta attenzione nella scelta del sito di coltivazione.

#### Correzione di suoli acidi/limosi

Tabella 18 - Tipi di ammendanti calcarei.

Tipi di ammendanti calcarei	Fonte di calcio
Calce agricola	Carbonato di calcio
Calce viva	Ossido di calcio
Calce idrata	Idrossido di calcio
Dolomite	Carbonato di calcio + Mg

La Tabella 19 mostra le quantità stimate di calce necessarie per modificare il pH nello strato superficiale del terreno (0-15 cm) in base alla struttura del suolo. Non è consigliabile applicare grandi quantità di calce in un'unica volta, ma piuttosto suddividerle in più applicazioni nel corso del tempo. A volte un eccesso di calcinazione può causare carenze di altri nutrienti come ferro, magnesio e/o manganese. Inoltre, un eccesso di calcinazione può accelerare l'asciugatura del suolo, riducendo così l'efficienza dell'uso dell'acqua. Un'analisi del pH del suolo può aiutare a verificare i progressi della calcinazione che di solito raggiunge il suo massimo effetto dopo uno o un anno e mezzo dall'applicazione. Tuttavia, il processo può anche durare alcuni anni.

Tabella 19 - Quantità stimata di calce necessaria per modificare il pH nel primo strato di terreno (0-15 cm) in base alla struttura del suolo.

pH			t/ha di calce agricola necessaria			
Da	A	Sabbioso	Franco sabbioso	Franco	Franco limoso	Franco argilloso
4	6.5	4.5	6.7	8	9	11.25
4.5	6.5	3.3	3.5	6.75	7.5	9
5	6.5	2.25	3.75	5.25	6	7.5
5.5	6.5	1.5	3	3.75	4.5	6
6	6.5	0.75	1.5	1.8	2.25	5.25
4	6	3.3	5.25	6.75	7.5	9
4.5	6	2.25	3.75	5.25	6	7.5
5	6	1.5	3	3.75	4.5	6
5.5	6	0.75	1.5	1.8	2.25	5.25
4	5.5	2.25	3.75	5.25	6	7.5
4.5	5.5	1.5	3	3.75	4.5	6
5	5.5	0.75	1.5	1.8	2.25	5.25

#### Correzione dei terreni basici

Alcuni ammendanti e fertilizzanti possono reagire con il terreno formando acidi che abbassano il pH del suolo. Queste reazioni possono essere puramente chimiche o possono coinvolgere l'attività microbica, quando i microrganismi devono metabolizzare gli ammendanti prima che questi possano influire sul pH del suolo. La Tabella 20 riassume i principali tipi di ammendanti e i loro effetti sul terreno.

Tabella 20 - Principali tipi di ammendanti utilizzati per la correzione dei terreni basici e loro effetti.

	Ammendante	Effetto	Note
Effetti biologici	Sostanze organiche	La riduzione del pH è dovuta alla degradazione microbica e alla produzione di acidi organici	<ul style="list-style-type: none"> <li>La torba di sfagno e il cippato di corteccia di pino sono particolarmente efficaci.</li> <li>Sono necessarie grandi quantità.</li> </ul>
	Fertilizzanti ammoniacali	I fertilizzanti a base di ammonio includono l'urea, il nitrato di ammonio e il solfato di ammonio. I batteri presenti nel terreno convertono l'ammonio in composti acidi.	<ul style="list-style-type: none"> <li>Alla correzione del pH corrisponde anche un'azione fertilizzante.</li> <li>Per evitare di applicare troppo azoto, utilizzate questi prodotti solo modifiche graduali del pH del terreno.</li> </ul>
	Zolfo elementare (S)	Lo zolfo elementare viene spesso utilizzato per acidificare drasticamente il terreno (di 1 o più unità di pH). I batteri presenti nel terreno combinano lo zolfo elementare con l'ossigeno e l'acqua presenti nel terreno per formare acido solforico.	<ul style="list-style-type: none"> <li>I composti dello zolfo possono impiegare fino a un anno prima di esercitare il loro pieno effetto sul pH del terreno. Incorporarli nel terreno per accelerare il processo.</li> <li>Scegliere con attenzione la quantità di zolfo da applicare. Una quantità eccessiva di zolfo può ridurre il pH del terreno al di sotto dell'intervallo ottimale per le vostre piante.</li> </ul>
	Solfato di ferro ( $\text{FeSO}_4$ )	Il solfato di ferro abbassa il pH del terreno più rapidamente dello zolfo elementare poiché richiede reazioni chimiche anziché biologiche.	<ul style="list-style-type: none"> <li>Questa rapidità comporta il rischio di applicare una quantità eccessiva di ferro se aggiunge troppo prodotto (in genere più di 0,2 kg/m<sup>2</sup>).</li> </ul>

## 3.2 POST IMPIANTO

Dopo la messa a dimora è necessario fornire alla pianta sostanze nutritive sufficienti per garantire uno sviluppo vegeto-produttivo equilibrato. Uno squilibrio nutrizionale in questo periodo può ridurre significativamente il numero di amenti e gemme femminili, l'allegagione e lo sviluppo dei frutti. Inoltre, le piante non in equilibrio sono più sensibili ai diversi stress biotici e abiotici.

Per i motivi sopra citati, si raccomanda di eseguire un'analisi del terreno almeno ogni 4 anni dopo l'impianto e un'analisi fogliare ogni anno, in modo da essere sicuri di fornire tutto il necessario alla vostra "fabbrica di nocciole".

Principi fondamentali della fertilizzazione post-impianto

### 3.2.1 Applicazione di N nei corileti giovani

- Nei primi 2 anni dopo l'impianto applicare una quantità ridotta di N (25-40 kg N/ha).
- Preferire fertilizzanti a rilascio graduale per evitare di bruciare i nuovi apparati radicali e aumentare l'efficienza d'uso.
- Evitare l'applicazione di fertilizzanti azotati dopo settembre.

### 3.2.2 Applicazione di P nei corileti giovani

- Effettuare l'applicazione solo se l'analisi del suolo o dei tessuti evidenzia una carenza di P.
- I noccioli giovani non richiedono grandi quantità di P.
- I fertilizzanti contenenti P devono essere applicati in primavera e all'inizio dell'autunno.

### 3.2.3 Applicazione di K nei corileti giovani

- Effettuare l'applicazione solo se l'analisi del suolo o dei tessuti evidenzia una carenza di K.
- Un livello eccessivo di K influisce sull'assorbimento di altri nutrienti.

### 3.2.4 Applicazione di Ca nei corileti giovani

- Se necessario dopo l'impianto per migliorare lo sviluppo delle radici.

BUONO A SAPERSI:

- L'applicazione di altri fertilizzanti deve essere effettuata solo in caso di sintomi di carenza.
- Nei giovani impianti, l'applicazione dei fertilizzanti localizzata in bande prossime alle piante consente un notevole risparmio e una maggiore efficienza d'uso.
- Eliminare le infestanti intorno alle piante per evitare la competizione per i nutrienti. Le infestanti, infatti, possono soffocare le piante giovani, riducendo la disponibilità di nutrienti e acqua.
- Durante le prime stagioni di crescita, si consiglia di utilizzare diserbanti meccanici o post-emergenti (noti anche come burn-down) piuttosto che prodotti sistemicici che possono persistere a lungo all'interno della pianta.

### 3.3 ESEMPI DI CALCOLO DEL DOSAGGIO DEL FERTILIZZANTE

**a) Concimazione con dosaggio standard:** la tabella sottostante rappresenta uno strumento rapido e pronto all'uso per determinare la quantità di fertilizzanti da applicare. Il dosaggio standard è definito come la quantità di nutrienti che dovrebbe essere applicata in situazioni di resa, fertilità del suolo e condizioni climatiche normali.

Tabella 21 - Concimazione standard per il nocciolo.

Elemento nutritivo	Diminuzioni	Standard	Incrementi
	Quantità da detrarre dalla norma	Situazione normale con 1.5 - 1.9 tn/ha	Quantità da aggiungere alla norma
N	O - 20 Kg: se la produzione prevista è inferiore a 1.5 t/ha  O - 20 Kg: se il contenuto di materia organica è alto  O - 20 Kg: se l'anno precedente è stato applicato letame	70 Kg/ha di N	O + 20 Kg: se la produzione prevista è superiore a 1.9 t/ha  O + 20 Kg: se il livello di sostanza organica è basso  Aumento massimo: +30 Kg/ha
	Per i nuovi impianti: primo anno 30 kg/ha; secondo anno 40 Kg/ha		
$P_2O_5$	O - 15 Kg: se la produzione prevista è inferiore a 1.5 t/ha  O - 20 Kg: se il livello nel suolo è alto	40 kg/ha di $P_2O_5$	O + 10 Kg: se la produzione prevista è superiore a 1.9 t/ha  O + 10 Kg: se la fertilizzazione è prevalentemente organica  O + 20 Kg: se le condizioni sono favorevoli all'immobilizzazione del P
	Per i nuovi impianti: primo anno 15 kg/ha; secondo anno 20 Kg/ha		
$K_2O$	O - 30 Kg: se la produzione prevista è inferiore a 1.5 t/ha  O - 40 Kg: se il contenuto di materia organica è alto	90 Kg/ha di $K_2O$	O + 20 Kg: se la produzione prevista è superiore a 1.9 t/ha
	Per i nuovi impianti: primo anno 20 kg/ha; secondo anno 35 Kg/ha		

**b) Bilancio parziale dei nutrienti:** alcuni semplici calcoli consentono di determinare la quantità di nutrienti da applicare per compensare le asportazioni dovute al raccolto. Nei noccioli giovani, questo approccio può essere ancora utilizzato, purché nei calcoli siano incluse le riduzioni per i noccioli giovani indicate nella Tabella 22.

Tabella 22 - Riduzioni da applicare nei giovani noccioli quando si utilizza il bilancio parziale dei nutrienti.

Quantità di nutrienti rispetto alle piante adulti					
	1° anno	2° anno	3° anno	4° anno	5° anno
N	40%	60%	70%	80%	100%
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	30%	50%	70%	80%	100%
K <sub>2</sub> O	20%	40%	60%	80%	100%

La quantità di nutriente da applicare viene calcolata come segue:

$$Y \times B = (F_c \times k_c) + (F_o \times k_o) + N_c$$

**Y** = resa. Per i corileti giovani, si tratta della resa prevista (ad esempio 1,9-2 t/ha).

**B** = coefficiente di asportazione dei nutrienti dovuto al raccolto (kg/t di prodotto raccolto). Per le nocciole si considerano i seguenti coefficienti: N = 32; P2O5 = 17; K2O = 37.

**F<sub>c</sub>** = apporto di nutrienti derivante dai fertilizzanti minerali.

**k<sub>c</sub>** = efficienza dei fertilizzanti minerali (considerata pari al 100%).

**F<sub>o</sub>** = apporto di nutrienti derivante dai fertilizzanti organici.

**k<sub>o</sub>** = efficienza dei fertilizzanti organici (variabile dal 30 al 70% a seconda del tipo di fertilizzante e del metodo di applicazione).

**N<sub>c</sub>** = Apporto di nutrienti derivante dalla coltura precedente. Da considerare solo se l'area è stata coltivata con colture leguminose di copertura o prati (valori di riferimento Nc: 80 kg/ha per campi di erba medica di  $\geq$  3 anni; 40 kg/ha per prati di trifoglio; 30 kg/ha per prati di leguminose e graminacee e colture leguminose di copertura).

Esempio di calcolo di bilancio nutrizionale parziale per l'azoto

1. Calcolare l'asportazione di azoto prevista Resa prevista (Y): 2 tn/ha	$Y \times B$ 2 t/ha x 32 kg/t = 64 kg N/ha
2. Applicare una riduzione per i frutteti giovani 1° anno, 40% di azoto rispetto agli alberi adulti	$64 \text{ kg N/ha} \times 0.4 = 25.6 \text{ kg N/ha}$
3. Calcolare la quantità di fertilizzante da applicare – nitrato di ammonio Esempio: si utilizza solo fertilizzante minerale. Coefficiente di efficienza del fertilizzante minerale (k <sub>c</sub> ): 100% Il nitrato di ammonio contiene il 25% di azoto	$F_c = 25.6 \text{ kg N/ha}$ $25.6 \text{ kg N/ha} / 0.34 = 75,3 \text{ kg AN/ha}$

Figura 12 - Calendario indicativo delle applicazioni di N-P-K per noccioleti giovani.

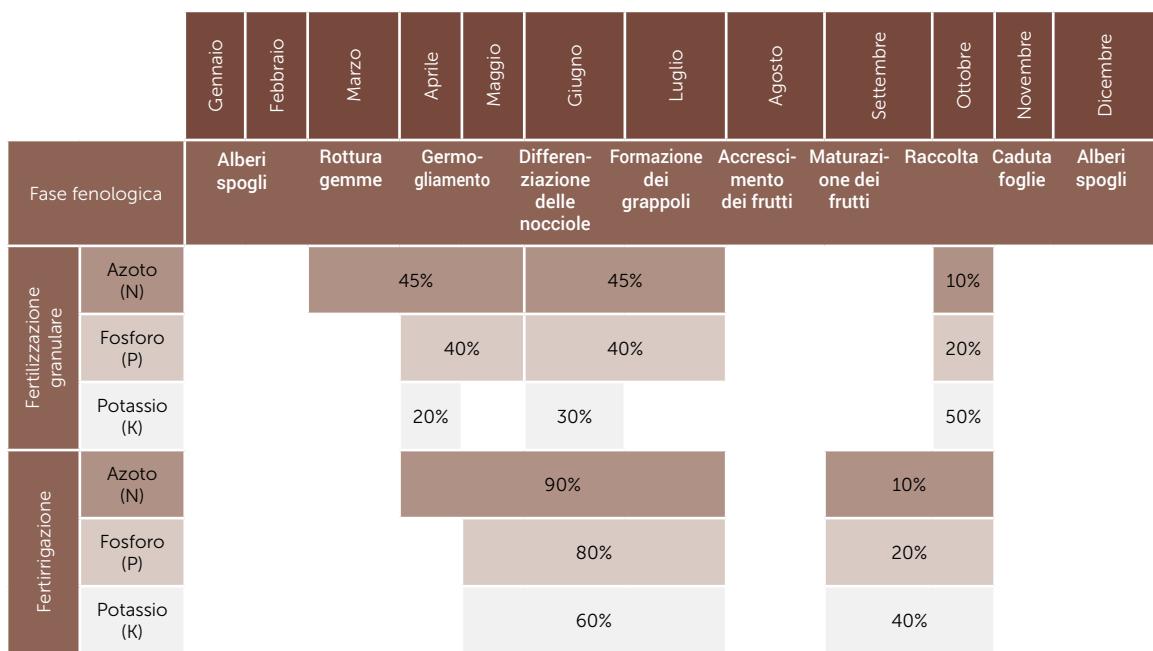


Tabella 23 - Tabella di compatibilità dei fertilizzanti: √ = compatibile; X = incompatibile; R = compatibilità ridotta (modificato da IFA, 2011).

	Urea	Nitrato di ammonio	Solfato di ammonio	Nitrato di calcio	Nitrato di potassio	Cloruro di potassio	Solfato di potassio	Fosfato di ammonio	Fe, Zn, Cu, Mn sulfato	Fe, Zn, Cu, Mn chelato	Solfato di magnesio	Acido fosforico	Acido solforico
Nitrato di ammonio	√												
Solfato di ammonio	√	√											
Nitrato di calcio	√	√	X										
Nitrato di potassio	√	√	√	√									
Cloruro di potassio	√	√	√	√	√								
Solfato di potassio	√	√	R	X	√	R							
Fosfato di ammonio	√	√	√	X	√	√	√						
Fe, Zn, Cu, Mn sulfato	√	√	√	X	√	√	R	X					
Fe, Zn, Cu, Mn chelato	√	√	√	R	√	√	√	R	√				
Solfato di magnesio	√	√	√	X	√	√	R	X	√	√			
Acido fosforico	√	√	√	X	√	√	√	√	√	R	√		
Acido solforico	√	√	√	X	√	√	R	√	√	√	√	√	
Acido nitrico	√	√	√	√	√	√	√	√	√	R	√	√	√

Tabella 24 - Classificazione dei fertilizzanti in base alla loro forma.

CLASSIFICAZIONE DEI FERTILIZZANTI						
	Tipo	Tempo e modalità di utilizzo		Solubilità	Vantaggi	Svantaggi
Granulari	non organico	pre impianto	localizzata o a tutto campo	a seconda del fertilizzante	costo inferiore, ottimo per l'importazione massiccia di nutrienti	non adatto per una nutrizione precisa
	organico (pellets)	post impianto	localizzata, disciolto con fertirrigazione o con applicazione fogliare			
Cristalli	non organico	post impianto	sciolto con fertirrigazione o con applicazione fogliare	buono	la pianta può assorbire i nutrienti molto più rapidamente, ottimo per una nutrizione precisa, facile da usare	non adatto per un massiccio apporto di nutrienti, richiede attrezzature aggiuntive per l'utilizzo
Liquidi	non organico	post impianto	sciolto con fertirrigazione o con applicazione fogliare	buono	la pianta può assorbire i nutrienti molto più rapidamente, ottimo per una nutrizione precisa, facile da usare	non adatto per un massiccio apporto di nutrienti, richiede attrezzature aggiuntive per l'utilizzo
A cessione controllata	non organico	pre impianto post impianto	incorporato manualmente nel terreno	buono	possibile da applicare una volta a stagione, nessun effetto di bruciatura delle radici, maggiore utilizzo dei nutrienti	prezzo più elevato, richiede molto lavoro manuale, necessita di condizioni specifiche per la dissoluzione



IV

# DISTRIBUZIONE DEI FERTILIZZANTI



Nei noccioli, la corretta distribuzione dei fertilizzanti rispetto alle radici delle piante è importante per ottenere la massima risposta e l'utilizzo più efficiente dei nutrienti. In particolare, non è necessario concimare il terreno oltre la zona di espansione delle piante, poiché l'estensione delle radici è limitata. Distribuire il fertilizzante proprio sopra la zona radicale facilita l'assorbimento dei nutrienti da parte della pianta. Inoltre, consente di ridurre significativamente lo spreco di prodotto, che viene distribuito solo dove necessario.

## 4.1 DISTRIBUZIONE MANUALE DI FERTILIZZANTI GRANULARI

Sebbene richieda molto lavoro, l'applicazione manuale del fertilizzante è considerata una pratica utile nei nuovi impianti, poiché consente di distribuire il fertilizzante proprio dove le piante ne hanno bisogno, evitando così sprechi di prodotto.



Figura 13 - Attrezzo manuale per l'applicazione di fertilizzante granulare.

## 4.2 DISTRIBUZIONE MECCANICA DI FERTILIZZANTI GRANULARI

L'applicazione meccanica dei fertilizzanti può essere effettuata in diversi modi e utilizzando macchine molto diverse tra loro. Le tre tecniche principali sono:

- a spaglio;
- applicazione localizzata superficiale;
- applicazione localizzata interrata.

### 4.2.1 A spaglio

Si riferisce alla distribuzione uniforme dei fertilizzanti su tutto il campo. Sebbene adatta alle colture con fitta vegetazione, la distribuzione a spaglio non è consigliata nei giovani noccioli. Gli svantaggi principali dell'applicazione dei fertilizzanti mediante distribuzione a spaglio sono che i nutrienti non possono essere completamente assorbiti dalle radici delle piante, che viene stimolata la crescita delle erbacce su tutto il campo e che comporta un notevole spreco di fertilizzante.

Si è assistito a un abbandono della distribuzione a spaglio su tutto il frutteto a favore dell'applicazione lungo le file degli alberi, che consente un uso più efficiente dei nutrienti, poiché la maggior parte delle radici si trova proprio in questa zona. Se per motivi legati alle attrezzature o alla gestione specifica si ricorre alla distribuzione a spaglio, è necessario selezionare con cura il tipo di fertilizzante, poiché i fertilizzanti mobili sono soggetti a perdite per lisciviazione a causa della pioggia e dell'irrigazione eccessiva.



Figura 14 - Esempio di spandiconcime a spaglio.

### 4.2.2 Applicazione a bande superficiali

In questo metodo, i fertilizzanti vengono posizionati vicino alla pianta in bande su uno o entrambi i lati della pianta. Il posizionamento localizzato del fertilizzante vicino alle piante, piuttosto che la distribuzione uniforme su tutta l'area, consente un utilizzo più efficace dei nutrienti. Questi infatti essendo posizionati nella zona delle radici della coltura consentono di risparmiare prezioso fertilizzante.



Figura 15 - Esempio di spandiconcime a bande superficiali (Fonte: [www.eurospand.com](http://www.eurospand.com))

#### 4.2.3 Applicazione a bande interrate

Il posizionamento sub-superficiale è la pratica che consiste nell'immissione di sostanze nutritive nel terreno. La maggior parte dei fertilizzanti comunemente utilizzati oggi sono prodotti altamente solubili che, una volta esposti all'acqua, possono essere trasportati fuori dal sito dal flusso idrico. La distribuzione di fertilizzati sub-superficiale rappresenta la tecnica che consente il minor rischio di perdita di nutrienti, ad esempio per deriva o ruscellamento. I dispositivi che applicano il fertilizzante in questo modo sono numerosi e molto diversi tra loro per funzione e idoneità d'uso per ciascun produttore. I tipi principali sono illustrati nella Figura 16.



Figura 16 - Esempio di spandiconcime a bande interrate (Fonte: <http://www.fazasrl.com/>).

Tabella 25 - Pro e contro dei principali metodi di distribuzione dei fertilizzanti.

Metodo di applicazione dei fertilizzanti	Pro	Contro
A spaglio	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Facilità di applicazione</li> <li>• Nessuna alterazione del terreno</li> <li>• Adatto per la correzione delle proprietà del terreno (calce, gesso)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Bassa efficienza fertilizzante</li> <li>• Stimola la crescita delle maledette</li> </ul>
A bande superficiali	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Distribuzione localizzata dei nutrienti</li> <li>• Elevata efficienza dei nutrienti</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Esposizione al dilavamento</li> </ul>
A bande interrate	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Applicazione localizzata</li> <li>• Elevata efficienza dei nutrienti</li> <li>• Ridotta esposizione al ruscellamento</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Bassa velocità di applicazione</li> </ul>

## 4.3 FERTIRRIGAZIONE

La fertirrigazione è l'applicazione di fertilizzanti liquidi o solubili al 100% in acqua attraverso il sistema di irrigazione.

La fertirrigazione presenta numerosi vantaggi rispetto ad altri sistemi di fertilizzazione. Il fertilizzante può essere applicato in qualsiasi momento dell'anno e con la frequenza desiderata. Con la fertirrigazione, i nutrienti possono essere applicati quando sono più necessari, in forma solubile, direttamente nella zona delle radici delle colture. Pertanto, la fertirrigazione riduce la quantità di fertilizzante utilizzato, aumentando al contempo la percentuale di nutrienti assorbiti dalla pianta (*Tabella 26*). Inoltre, i sistemi di fertirrigazione possono essere automatizzati e controllati a distanza, riducendo così i costi di manodopera e delle attrezzature rispetto alla distribuzione di fertilizzanti granulari.

*Tabella 26 - Valori indicativi dell'efficienza nell'uso dei nutrienti applicati con fertirrigazione e granulari.*

Macroelemento	Fertirrigazione	Fertilizzante granulare
N	75-85%	40-60%
P	30-45%	10-30%
K	80%	60-70%

Il sistema di fertirrigazione è costituito da (*Figura 17*):

**Una stazione di pompaggio** preleva l'acqua dalla fonte (falda acquifera, fiume, dighe) e fornisce la pressione adeguata per l'immissione nel sistema di tubazioni.

**Le valvole di pressione** controllano lo scarico e la pressione nell'intero sistema.

**Il sistema di filtrazione** pulisce l'acqua. I tipi più comuni di filtri sono i filtri a rete e i filtri a sabbia, che rimuovono le particelle fini sospese nell'acqua.

**Gli iniettori** di fertilizzante più semplici ed economici sono quelli Venturi (*Figura 18*). Gli iniettori Venturi creano un vuoto quando l'acqua di irrigazione viene spinta attraverso una strozzatura. Quando l'acqua scorre attraverso l'orifizio si verifica un rapido cambiamento di velocità. Questo cambiamento di velocità crea una pressione ridotta (vuoto), che aspira il liquido da iniettare nel sistema di irrigazione, eliminando la necessità di una pompa di iniezione chimica separata. La possibilità dell'adozione di questo sistema rappresenta è uno dei principali vantaggi dell'irrigazione a goccia rispetto ad altri metodi.

**I tubi** forniscono l'acqua dalla testa di controllo al frutteto. Di solito sono realizzati in PVC o polietilene.

**Le ali gocciolanti** montano dei gocciolatori con una specifica portata costante: teoricamente non sono influenzati dalle variazioni di pressione e non si bloccano facilmente.

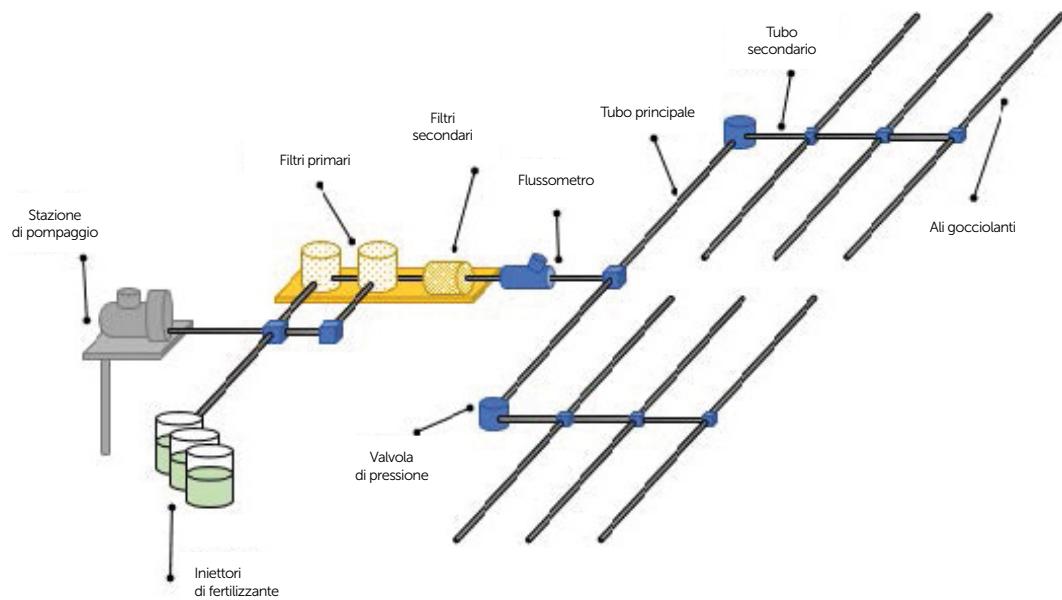


Figura 17 - Panoramica di un sistema di fertirrigazione.

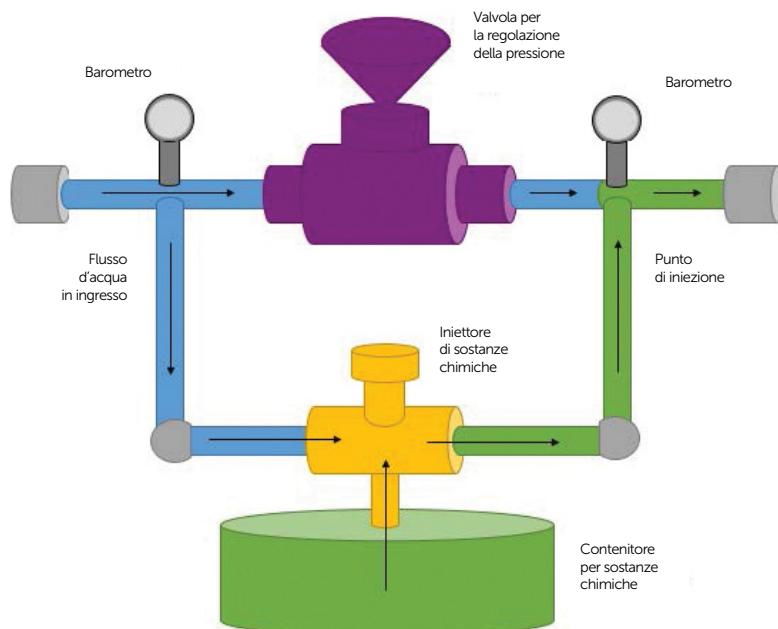


Figura 18 - Iniettore per fertirrigazione (tipo Venturi).



Figura 19 - Dettagli del sistema di fertirrigazione (a sinistra: valvole di controllo; a destra: linee di gocciolamento).

Tuttavia, per un funzionamento efficace e continuativo, i sistemi di fertirrigazione devono soddisfare determinati requisiti. Tali requisiti includono:

- Investimento iniziale da moderato a elevato per serbatoi di stoccaggio, valvole e iniettori.
- La qualità dell'acqua deve essere monitorata e regolata se necessario. La fertirrigazione può aumentare il livello totale di sali disciolti nell'acqua di irrigazione e, se utilizzata in combinazione con acqua già ricca di solidi disciolti totali (TDS), può causare danni agli alberi (Tabella 27). Inoltre, nel definire un programma di fertirrigazione è necessario considerare il valore nutrizionale dell'acqua.
- L'efficacia della fertirrigazione è massima quando il pH dell'acqua è compreso tra 6 e 7. Se il pH dell'acqua è elevato, è possibile acidificarla aggiungendo acido solforico, acido fosforico o acido nitrico, che abbassano temporaneamente il pH della soluzione.
- Selezione e gestione accurata dei fertilizzanti per evitare incompatibilità tra fertilizzanti specifici e intasamento degli emettitori e dei tubi (ad esempio, evitare di miscelare soluzioni fertilizzanti contenenti calcio con soluzioni contenenti fosfati o sulfati quando il pH della soluzione non è sufficientemente acido) (Tabella 28).
- Utilizzo di fertilizzanti con adeguata solubilità.
- Manutenzione e funzionamento adeguati di tutti i componenti per garantire il funzionamento ottimale del sistema, ad esempio i filtri.
- La salinità della soluzione deve rimanere sempre bassa ( $EC < 2 \text{ dS/m}$ ). Si raccomanda quindi di suddividere la quantità di fertilizzanti calcolata in più applicazioni, con ulteriori vantaggi per l'assorbimento da parte delle piante.
- Il sistema di irrigazione deve avere un'elevata uniformità di applicazione per garantire un'applicazione uniforme dei nutrienti.

Tabella 27 - Valori guida dell'acqua per l'irrigazione a goccia in campo – concentrazione massima sicura (Bres et al, 2010).

Parametro	Concentrazione massima (mg/dm <sup>3</sup> )
N-NO <sub>3</sub>	30
K	100
Ca	150
Mg	50
Na	100
Cl	100
S-SO <sub>4</sub>	100
HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	500
SAR	<3

Infine, oltre alle esigenze fisiologiche delle piante, occorre considerare anche i fattori che contribuiscono all'occlusione dei sistemi di fertirrigazione, in particolare ferro, manganese e solidi discolti (Tabella 28 e Figura 20). I solidi discolti (TDS) sono una misura del contenuto di tutte le sostanze inorganiche e organiche contenute in un liquido in forma molecolare, ionizzata o colloidale in sospensione. Per solidi in sospensione si intendono piccole particelle solide che rimangono in sospensione nell'acqua come colloidii o a causa del movimento dell'acqua.

Tabella 28 - Classificazione della qualità dell'acqua in relazione al suo potenziale di intasamento dei gocciolatori (Bres et al., 2010).

Problemi potenziali		Grado di restrizione d'uso		
		Nessuna restrizione	Da lieve a moderata	Severa
Solidi sospesi	mg/dm <sup>3</sup>	<50	50-100	>100
Solidi solubili totali	mg/dm <sup>3</sup>	<500	500-2.000	>2.000
Mn	mg/dm <sup>3</sup>	<0.1	0.1-1.5	>1.5
Fe (totale)	mg/dm <sup>3</sup>	<0.1	0.1-1.5	>1.5
H <sub>2</sub> S	mg/dm <sup>3</sup>	<0.5	0.5-2.0	>2.0
Popolazione batterica	No./cm <sup>3</sup>	<10.000	10.000-50.000	>50.000



Figura 20 - Il ferro precipita e intasa le ali gocciolanti e i gocciolatori (Fonte: Dr. Ivan Vidal, UdeC).

# Riferimenti

- Norme Tecniche di Produzione Integrata della Regione Piemonte 2018. Published by Agrion, 2018. Nocciole in Piemonte - Linee tecniche per una coltivazione sostenibile.
- Assessorato Agricoltura Regione Campania, 2011. Guida alla concimazione.
- Breš W., Kleiber T., Trelka T., 2010. Quality of water used for drip irrigation and fertigation of horticultural plants. *Folia Horticulturae Ann.* 22/2: 67-74
- Hadzic, V., Nesic L., Belic M., Furman T., Savin L., 2002. Potential of soils in Serbia. *Tractors and power machines* 0354-9496(2002) 7:4, p.43-51
- IFA, 2011. Fertigation: A Tool for Efficient Fertilizer and Water Management. First edition, IFA, Paris, France and IPI, Horgen, Switzerland, May 2011, ISBN 978-2-9523139-8-8
- Ohio State University Fact Sheet FABE-564.01. Opportunities for Sub-surface Nutrient Placement in Ohio. Available at <https://ohioline.osu.edu/> accessed on August 2019
- Oregon State University Extension Publication EM 8786, 2011. Nutrient management guide – Hazelnut.
- Oregon State University Extension publication EM 9080, 2013. Growing Hazelnuts in the Pacific Northwest - Orchard nutrition.
- Poblete Fernández R., 2019. Nutrición eficiente y efectiva del Avellano Europeo (*Corylus avellana L.*) en el periodo posterior a la cosecha. Programa de Desarrollo de Proveedores (PDP), Agrichile Los Ríos.
- Purdue Extension publication HO-241-W. Lowering Soil pH for Horticulture Crops. Available at <https://www.extension.purdue.edu/extmedia/ho/ho-241-w.pdf>, accessed on August 2019
- Román S., 2016. Manejo de Suelos, Fertilización y Riego de Avellano Europeo para Alta Producción. Curso Taller de Actualización y Capacitación
- Yara, Tree Nut Plantmaster. Yara International ASA, Oslo, Norway

