



**Scuola Teorico Pratica  
Malva Arnaldi**

---

*Ricerca, formazione e divulgazione  
in agricoltura*

Progetto di sperimentazione:

**“Valutazione di diverse tecniche di gestione del meleto  
sulla qualità del prodotto e sul contenimento delle  
principali fisiopatie”. (III anno)**

**RELAZIONE FINALE – ANNO 2002**

**Il progetto è stato attuato in collaborazione tra l'Osservatorio Piemontese di Frutticoltura "A. Geisser", la Scuola Teorico-Pratica Malva-Arnaldi e la società S.A.G.E.A. s.c.a r.l.**

Si proponeva di raggiungere i seguenti obiettivi:

Obiettivo principale:

- valutare l'influenza delle diverse tecniche di concimazione del meleto proposte (solo minerale, solo organica e fertirrigazione) sull'accrescimento vegetativo, sulla produzione e sulla qualità della frutta (pezzatura, durezza, contenuto di zuccheri e acidità).

Obiettivi secondari:

- la valutazione dell'efficacia fertilizzante di un nuovo prodotto biologico contenente microrganismi (funghi micorrizici e batteri della rizosfera) di nome Amico Fungo prodotto dalla CCS Aosta srl utilizzato finora con successo nelle colture erbacee (mais, grano, ortaggi).
- la determinazione di una curva di correlazione adatta all'ambiente piemontese tra il contenuto di clorofilla (mediante misura con lo strumento N-tester) ed il contenuto di azoto fogliare al fine di determinare rapidamente in campo il contenuto di questo elemento, indispensabile nel caso della fertirrigazione del frutteto.
- la verifica dell'effetto dei diversi trattamenti di fertilizzazione sull'incidenza della filloptosi anticipata, fisiopatia del melo che recentemente si sta notando nei meleti della cv. Golden Delicious e che sembra causata da squilibri nutrizionali (Mg e Ca).

## 1. Materiali e Metodi

### 1.1 Disegno sperimentale e trattamenti effettuati

La prova è stata condotta su un meleto di cv. Golden Delicious sito a Bibiana, nell'azienda sperimentale della Scuola Malva-Arnaldi. L'appezzamento è costituito da piante di quattro anni su M9 allevate a fusetto con un sesto di 4\*1.3 m. Il suolo è mantenuto parzialmente inerbito con lavorazione della fila.

Sono stati effettuati i seguenti trattamenti di fertilizzazione:

1. concimazione con fertilizzanti chimici granulari
2. concimazione organica con stallatico disidratato
3. concimazione con miscela di funghi micorrizici e batteri della rizosfera (Amico Fungo)
4. fertirrigazione
5. fertirrigazione con trattamenti fogliari di Ca
6. fertirrigazione con trattamenti fogliari di Mg
7. fertirrigazione con trattamenti fogliari di Ca+Mg

Le tesi sono state predisposte in campo secondo uno schema a blocchi randomizzati con quattro blocchi costituiti ciascuno da 16 piante. Le quantità di fertilizzanti usate nei diversi trattamenti sono indicati in tabella 1.

Tab. 1: Dosi di fertilizzante utilizzate per i diversi trattamenti

N. Trattamento	N		P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>		K <sub>2</sub> O	
	U/ha	g/pianta	U/ha	g/pianta	U/ha	g/pianta
1 fertilizzanti chimici granulari	80	-	50	-	130	-
2 stallatico disidratato	60	-	30	-	90	-
3 funghi micorrizici e batteri (250g/pianta)	0	-	0	-	0	-
4-7 fertirrigazione	40	21.3	20	11	70	40

Per le tesi 1-3 la distribuzione dei fertilizzanti è avvenuta in una unica soluzione (20/4), mentre i trattamenti di fertirrigazione (tesi 4-7) sono avvenuti nel corso della stagione con una periodicità di 7-10 giorni, a partire dal 6 maggio fino al 19 agosto. I trattamenti fogliari di calcio e

magnesio sono stati 3 e sono avvenuti il 11 e 25 luglio e 5 agosto. Sono stati utilizzati miscele contenenti 600 g/hl di Ca oppure Mg o 300+300 g/hl di Ca e Mg.

## 1. 2 Parametri misurati

### 1.2.1 Accrescimento vegetativo

Il diametro del tronco è stato rilevato in due direzioni all'altezza di 10 cm dal punto d'innesto. Successivamente è stata calcolata la superficie trasversale del tronco.

### 1.2.2 Indice clorofilliano

L'indice clorofilliano è stato rilevato tre volte nel corso della stagione (25 maggio, 30 giugno e 24 luglio) utilizzando lo strumento N-tester ed associandovi sempre la raccolta di un campione di foglie per la determinazione del contenuto di azoto. Su ogni pianta sono state eseguite 30 misurazioni la cui media ponderata ha fornito il valore dell'indice. (Ogni dato rilevato rappresenta la media di 30 misurazioni che sono state compiute singolarmente su ogni pianta.)

### 1.2.3 Filloptosi anticipata

L'incidenza della filloptosi anticipata è stata determinata in agosto contando il numero di foglie al m<sup>2</sup> presenti in una fascia di 1 m di larghezza sulla fila.

### 1.2.4 Produzione e qualità dei frutti

Alla raccolta è stata rilevata la produzione per pianta. Su campioni di trenta frutti per tesi scelti a caso si sono determinati, utilizzando l'analizzatore automatico Primprenelle della ditta francese SETOP, i seguenti parametri qualitativi: peso, resistenza al penetrometro, contenuto in solidi solubili, acidità e indice di succosità, calcolato come rapporto tra peso del frutto e quantità di succo ottenuto dalla sua compressione.

### 1.2.5 Analisi della soluzione circolante

Nel corso della stagione a partire dal momento in cui è iniziata la fertirrigazione si è campionata la soluzione circolante del terreno mediante l'uso di coppe porose. I

campionamenti sono stati eseguiti con cadenza mensile fino ad agosto. Sui campioni è stato determinato il contenuto di azoto.

#### 1.2.6 Analisi statistica

L'analisi statistica di tutti i dati è stata effettuata mediante analisi della varianza valutando le differenze tra le medie con il test di Newman-Keuls. In particolare sono stati analizzati i dati della presente stagione e successivamente sono stati elaborati ed analizzati i dati dell'accrescimento, sia del diametro che dell'area trasversale del tronco, e della produzione cumulati per i tre anni di prova. I dati del contenuto di azoto nelle foglie e l'indice clorofilliano sono stati messi in relazione tra loro mediante l'analisi di regressione lineare.

## 2. Risultati

### 2.1. Accrescimento vegetativo

Il diametro del tronco è risultato mediamente pari a 35.09 mm, senza differenze significative tra i trattamenti. Allo stesso modo, la superficie della sezione trasversale del tronco è risultata mediamente pari a 967.15 mm<sup>2</sup> senza differenze statistiche tra i trattamenti (Tab. 2). Nessuna differenza statistica tra i trattamenti è stata rilevata, sia per il diametro che per la superficie trasversale del tronco, anche considerando l'accrescimento verificatosi nei tre anni di prova (Fig. 1 e 2). Gli incrementi medi riscontrati sono stati pari a 13.61 mm e 154.46 mm<sup>2</sup>, rispettivamente per il diametro e la superficie trasversale del tronco.

Tab. 2: Diametro e area della sezione trasversale del tronco.  
Media  $\pm$  Deviazione standard

Trattamenti	Diametro del tronco mm	Area trasversale del tronco cm <sup>2</sup>
Concimazione chimica granulare	36.0 $\pm$ 3.0	10.17 $\pm$ 0.2
Concimazione organica	35.9 $\pm$ 2.1	10.15 $\pm$ 0.9
Miscela di microrganismi (A.F.)	34.9 $\pm$ 2.4	9.56 $\pm$ 0.6
Fertirrigazione	34.2 $\pm$ 2.7	9.17 $\pm$ 1.2
Fertirrigazione + Ca fogliare	34.6 $\pm$ 1.9	9.39 $\pm$ 0.7
Fertirrigazione + Mg fogliare	34.6 $\pm$ 3.9	9.83 $\pm$ 1.1
Fertirrigazione + Ca + Mg fogliari	35.4 $\pm$ 3.0	9.40 $\pm$ 1.2

### 2.2 Indice clorofilliano e contenuto di azoto fogliare

L'indice clorofilliano è oscillato attorno ad un valore medio pari a 501, 587 e 613, rispettivamente per le tre epoche di rilevamento. Solo in giugno il trattamento "Fertirrigazione" ha evidenziato un valore dell'indice superiore alle altre tre tesi (Tab. 3). Negli altri termini di misurazione tutte le tesi sono risultate senza differenze significative.

Tab. 3: Indice clorofilliano rilevato con lo strumento N-tester in tre diverse epoche. Media  $\pm$  Deviazione standard.

Trattamenti	25/5	30/6	24/7
Concimazione granulare	504 $\pm$ 17	585 $\pm$ 19 b	598 $\pm$ 50
Concimazione organica	502 $\pm$ 26	580 $\pm$ 7 b	619 $\pm$ 14
Miscela di microrg. (A.F.)	490 $\pm$ 5	571 $\pm$ 16 b	603 $\pm$ 14
Fertirrigazione	509 $\pm$ 15	611 $\pm$ 7 a	634 $\pm$ 20

Lettere diverse indicano differenze tra le medie nella colonna  $P < 0.05$

Tutti le tesi hanno evidenziato un contenuto di azoto nelle foglie nella norma rispetto ai valori standard generalmente utilizzati per il melo. Il contenuto di azoto non ha subito variazioni in funzione dei diversi trattamenti di fertilizzazione, in nessuno dei termini in cui è stato determinato (Tab. 4).

Tab. 4: Contenuto di azoto nelle foglie (% peso secco). Media  $\pm$  Deviazione standard

Trattamenti	25/5	30/6	24/7
Concimazione chimica granulare	2.6 $\pm$ 0.1	2.5 $\pm$ 0.1	2.4 $\pm$ 0.1
Concimazione organica	2.4 $\pm$ 0.1	2.5 $\pm$ 0.1	2.4 $\pm$ 0.1
Miscela di microrganismi (A.F.)	2.4 $\pm$ 0.1	2.5 $\pm$ 0.1	2.4 $\pm$ 0.1
Fertirrigazione	2.5 $\pm$ 0.1	2.6 $\pm$ 0.1	2.3 $\pm$ 0.1

I dati dell'indice clorofilliano e del contenuto di azoto nelle foglie sono stati utilizzati per elaborare una curva di correlazione tra questi due parametri. La correlazione è risultata significativa solo per la prima epoca di rilevamento (25/5) con un coefficiente di correlazione pari a 0.7 (Fig. 3).

### 2.3 Filloptosi anticipata

Nella presente stagione l'evento della filloptosi anticipata non si è manifestato in alcuna delle tesi considerate.

## 2.4 Produzione e qualità dei frutti

La produzione è risultata oscillare intorno ad una media di 15.4 kg/pianta. Il trattamento con concimazione chimica tradizionale è risultato con la maggiore produzione. Tutte le altre tesi a confronto sono risultate con una produzione senza differenze significative (Tab. 5).

La produzione cumulata dei tre anni di prova ha oscillato attorno a una media di 32.5 Kg/pianta senza differenze significative tra i sette trattamenti in prova (Fig. 4).

Tutti i parametri qualitativi misurati non hanno evidenziato differenze statistiche tra i diversi trattamenti (Tab. 5-6). Il peso dei frutti è oscillato intorno ad una media di 195.3 g; il contenuto medio in solidi solubili è stato pari a 14.6 °Brix; l'acidità è risultata in media pari a 7.5 g/l e la durezza media al penetrometro è risultata pari a 6.6 kg/cm<sup>2</sup>; l'indice di succosità è stato mediamente pari a 13.

Tab. 5: Effetto dei diversi trattamenti di concimazione sulla produzione e pezzatura dei frutti.  
Media  $\pm$  Deviazione standard

Trattamenti	Produzione	Peso frutti
	Kg/pianta	g
Concimazione chimica granulare	18.5 $\pm$ 3.8 a	197.0 $\pm$ 6.5
Concimazione organica	14.6 $\pm$ 2.3 b	194.0 $\pm$ 4.5
Miscela di microrganismi (A.F.)	13.3 $\pm$ 2.1 b	191.5 $\pm$ 8.6
Fertirrigazione	14.6 $\pm$ 3.1 b	195.7 $\pm$ 12.7
Fertirrigazione + Ca fogliare	16.1 $\pm$ 1.8 b	194.7 $\pm$ 12.4
Fertirrigazione + Mg fogliare	14.3 $\pm$ 4.6 b	193.5 $\pm$ 13.2
Fertirrigazione + Ca + Mg fogliari	16.3 $\pm$ 3.4 b	200.5 $\pm$ 8.7

Lettere diverse indicano differenze tra le medie nella colonna P<0.05



Tab. 6: Effetto dei diversi trattamenti di concimazione sulla qualità commerciale dei frutti.  
Differenze tra le medie nella colonna P<0.05.

Trattamenti	Resistenza al penetrometro Kg/cm <sup>2</sup>	Solidi solubili °Brix	Acidità g/l	Indice di succosità
Concimazione chimica granulare	6.6 ± 0.1	14.4 ± 0.2	7.4 ± 0.2	12.4 ± 0.1
Concimazione organica	6.6 ± 0.1	14.4 ± 0.3	7.6 ± 0.5	13.0 ± 0.7
Miscela di microrganismi (A.F.)	6.7 ± 0.2	15.1 ± 0.3	7.6 ± 0.7	13.1 ± 0.9
Fertirrigazione	6.6 ± 0.3	14.5 ± 0.4	7.3 ± 0.4	12.9 ± 0.7
Fertirrigazione + Ca fogliare	6.6 ± 0.4	14.6 ± 0.4	7.4 ± 0.5	13.5 ± 0.5
Fertirrigazione + Mg fogliare	6.5 ± 0.2	14.9 ± 0.5	7.5 ± 0.7	12.6 ± 0.8
Fertirrigazione + Ca + Mg fogliari	6.4 ± 0.1	14.5 ± 0.4	7.5 ± 0.5	13.6 ± 0.3

### 3. Discussione

I risultati ottenuti evidenziano la possibilità di ottenere una produzione quantitativamente e qualitativamente valida ed un buon accrescimento anche con dosi ridotte di fertilizzanti. Utilizzando la fertirrigazione è stato possibile ridurre a circa la metà la dose dei tre principali elementi fertilizzanti senza indurre alcuna riduzione dell'accrescimento, né una diminuzione della produzione in tutti e tre gli anni di prova. La fertirrigazione permette infatti di distribuire i concimi in modo mirato rispetto alle esigenze delle piante nel corso della stagione e gli apporti frazionati riducono i rischi di dilavamento dei concimi azotati. Lo schema di apporti adottato, che prevedeva una diminuzione graduale di concimi azotati nel corso della stagione ed un graduale aumento dei concimi potassici nell'ultimo periodo di maturazione del frutto, ha inoltre favorito il mantenimento di elevate caratteristiche qualitative dei frutti, aspetto che sembra a volte negativamente influenzato da tale metodo di fertilizzazione.

I risultati ottenuti con il trattamento a base di stallatico indicano che la concimazione organica può sostituire i concimi chimici granulari in una coltura quale in melo che non è particolarmente esigente nei confronti della nutrizione, soprattutto azotata. Il beneficio dell'apporto di sostanza organica non è naturalmente limitato al solo apporto di nutrienti minerali e, probabilmente, l'efficacia dell'uso del solo stallatico è accentuata in terreni fertili e con una già buona dotazione di sostanza organica quale è il terreno in cui si è svolta la prova. Tuttavia, l'impiego di concimi organici in frutticoltura trova ulteriore supporto dai presenti risultati che possono essere considerati validi anche per favorire una gestione del terreno più vicina ai metodi dell'agricoltura biologica.

La distribuzione della miscela di funghi micorrizici e batteri della rizosfera ha ugualmente indotto un accrescimento ed una produzione adeguati rispetto ai normali standard produttivi. Questo effetto può essere attribuito ad una migliorata capacità di assorbimento delle radici grazie all'azione dei microrganismi. Occorre infatti considerare che la prova è stata condotta su piante innestate su M9, portinnesto dotato di un apparato radicale ridotto e caratterizzato dalla presenza di una elevata

percentuale di radici superficiali. L'azione dei funghi micorrizici non si limita infatti al solo assorbimento di fosforo, ma favorisce l'assorbimento anche di vari microelementi e di forme azotate. D'altra parte, i batteri della rizosfera stanno assumendo un ruolo centrale nelle relazioni tra pianta e suolo, essendo coinvolti in numerose attività metaboliche della pianta e anche quali agenti promotori della micorrizzazione. Probabilmente la naturale fertilità del terreno può avere avuto una certa influenza nel caso di questo trattamento favorendo l'azione di l'assorbimento di sostanze nutritive. Comunque, si ritiene che il risultato positivo ottenuto con questo nuovo approccio alla gestione della fertilizzazione meriti ulteriori studi al fine di ottimizzare e standardizzare sia le modalità di distribuzione che le dosi fornite.

Relativamente all'obiettivo principale della sperimentazione si può quindi concludere che i metodi di gestione della fertilizzazione sperimentati, nonostante molto diversi tra loro dal punto di vista tecnologico, possano essere considerati validi per sostituire la tradizionale concimazione chimica del meletto. Infatti, anche considerando la limitata maggiore produzione nell'ultimo anno di prova nel caso del trattamento con concimi chimici granulari, complessivamente la produzione del triennio non è risultata influenzata. Sicuramente è necessaria una messa a punto delle dosi nel caso di altre condizioni pedoclimatiche e culturali, e soprattutto nel caso della miscela di microrganismi del suolo è indispensabile ulteriore sperimentazione, ma si ritiene che in generale l'approccio sia generalmente applicabile.

La possibilità di definire in maniera rapida il grado di nutrizione azotata delle piante con un'analisi non distruttiva (N-tester) era un obiettivo secondario della sperimentazione. Tale possibilità può favorire una migliore gestione della fertilizzazione, soprattutto quando si utilizzano tecniche tecnologicamente avanzate quale la fertirrigazione. La prova ha permesso di definire un periodo temporale in cui l'utilizzo dello strumento N-tester è più affidabile: il periodo è in giugno, momento in cui normalmente viene effettuata l'analisi chimica per la diagnostica fogliare. Infatti, sia nei termini precedenti che in quelli successivi la correlazione tra l'indice clorofilliano determinato con lo strumento ed il contenuto di azoto fogliare è risultata non lineare. Sulla base dei

risultati ottenuti, si può affermare che un contenuto di azoto nelle foglie adeguato per i meli di Golden Delicious corrisponda a valori dell'indice intorno a 500-550. Con valori inferiori a 450 è probabile che le piante siano in uno stato di incipiente carenza. Risulta interessante notare che le diverse pratiche di gestione della fertilizzazione non hanno influenzato, come riportato nel caso di specie erbacee, il valore dell'indice clorofilliano. Si ritiene utile valutare nel futuro l'effetto varietale sull'indice, effetto che influenza normalmente i valori limite per la diagnostica fogliare, per verificare l'applicabilità dei valori individuati su Golden Delicious. La praticità, la facilità e la velocità nell'ottenimento dell'indice rendono quindi tale metodo diagnostico molto valido per un uso routinario da parte dei tecnici nell'ambito dell'attività di assistenza tecnica.

La valutazione dell'effetto dei diversi metodi di gestione della fertilizzazione sul fenomeno della filloptosi anticipata era un altro degli obiettivi che la sperimentazione si era prefissata di studiare. Tale fisiopatia si è verificata esclusivamente durante il primo anno di prova con una incidenza maggiore nel caso del trattamento con fertirrigazione associato al trattamento fogliare a base di calcio, mentre negli anni successivi il fenomeno non è stato più riscontrato. La possibile relazione di questa fisiopatia con squilibri nutrizionali potrebbe essere indirettamente confermata da questa sperimentazione tenendo conto che tutti i trattamenti hanno dimostrato un accrescimento e produzione costanti nel tempo e pertanto indicando un equilibrato assorbimento di nutrienti. La stagionalità sembra incidere notevolmente sul verificarsi della filloptosi, probabilmente, se effettivamente correlata a squilibri nutrizionali, andando a modificare la disponibilità di elementi nel terreno, sia quantitativamente che temporalmente, e/o la capacità di assorbimento della pianta. Le condizioni climatiche affrontate nel corso del triennio di prova sono risultate molto diverse in ciascuna stagione. Questo non sembra comunque aver influito significativamente sul fenomeno rendendo quindi difficile stabilire una effettiva relazione causa/effetto che possa aiutare a intervenire nel caso di un ripetuto verificarsi della fisiopatia. Al fine di poter meglio definire le condizioni e gli eventuali possibili rimedi per evitare il manifestarsi della filloptosi anticipata nei

meleti si ritiene quindi necessario effettuare ulteriori sperimentazioni considerando anche altri fattori scatenanti e parametri da rilevare.

In conclusione, la prova ha permesso di mettere in evidenza la possibilità di ridurre, anche notevolmente, gli apporti di fertilizzanti nel meleto senza pregiudizio per lo sviluppo delle piante e la loro produzione. Infatti, anche se la disponibilità di riserve, il livello di fertilità del terreno e la disponibilità di elementi nutritivi possono interagire nel formare un sistema tampone che supporta la crescita e produzione della pianta anche in caso di ridotti apporti fertilizzanti, nel caso della sperimentazione il lungo periodo considerato avrebbe permesso di evidenziare un eventuale effetto negativo dei trattamenti. Inoltre, la predisposizione della prova con piante giovani (quindi aventi un ridotto quantitativo di riserve) e con un portinnesto a scarso sviluppo volumetrico ha sicuramente esacerbato le condizioni favorendo la dimostrazione degli effetti dei trattamenti. L'assenza di differenze nell'accrescimento, nella produzione e nella qualità dei frutti sono quindi indice della validità dei metodi di gestione della fertilizzazione usati in alternativa alla concimazione chimica nelle dosi tradizionalmente consigliate dai tecnici. La buona qualità del prodotto, ottenuta anche nel caso di meleti fertirrigati dove a volte è stata messa in dubbio, e la significativa riduzione di elementi nutritivi forniti e di conseguenza l'aumento dell'efficienza della fertilizzazione possono essere considerati quali validi parametri per far diffondere l'uso di tecniche innovative a basso impatto ambientale.

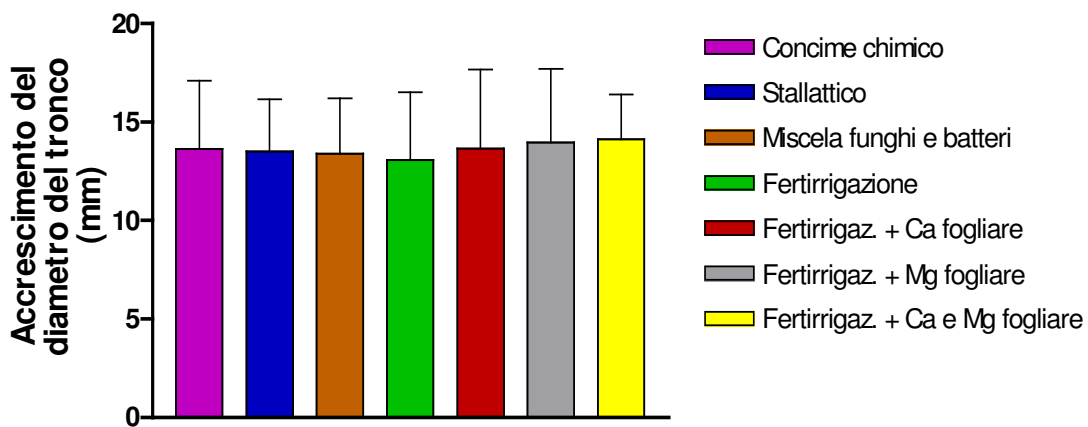


Fig. 1: Accrescimento del diametro del tronco a 10 cm dal punto di innesto nel triennio 2000-2002 di meli cv. Golden Delicious sottoposti a diversi metodi di gestione della fertilizzazione.

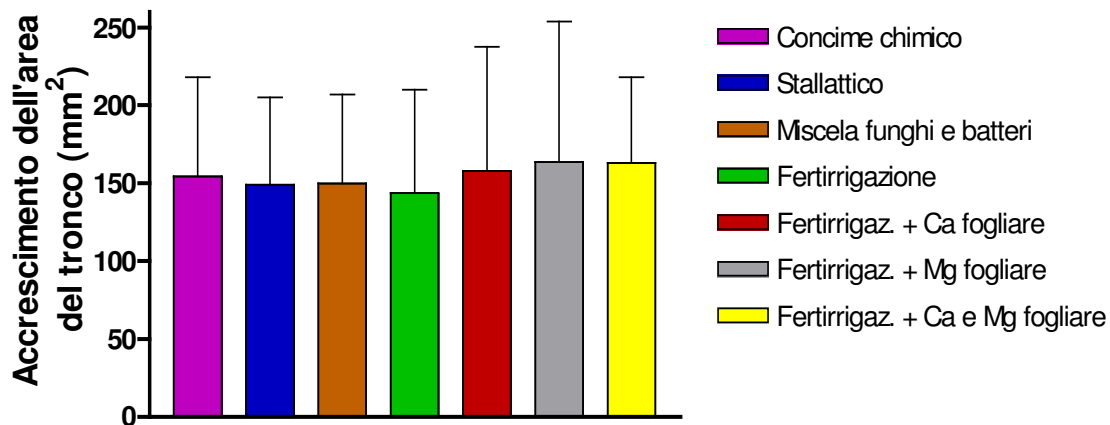


Fig. 2: Accrescimento dell'area trasversale del tronco a 10 cm dal punto di innesto nel triennio 2000-2002 di meli cv. Golden Delicious sottoposti a diversi metodi di gestione della fertilizzazione.

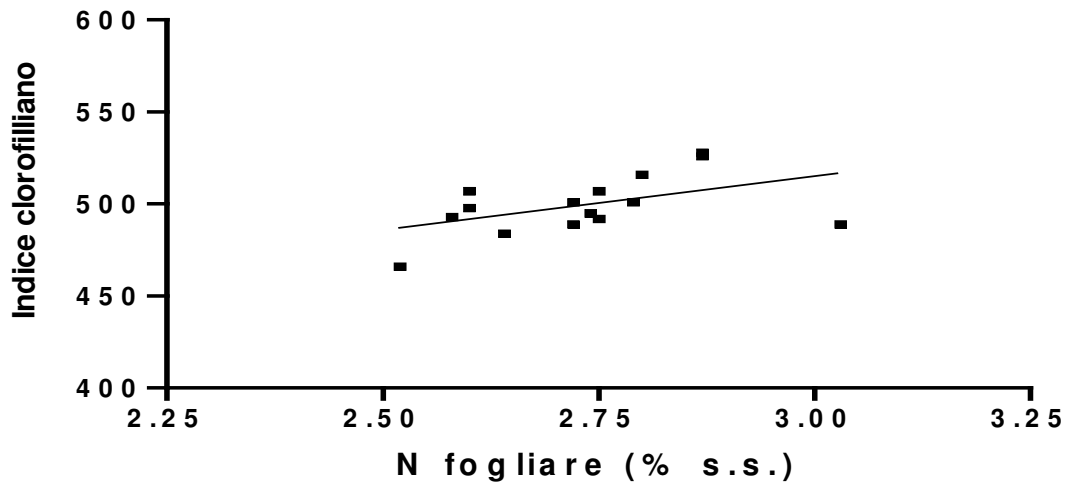


Fig. 3: Correlazione tra l'indice clorofilliano ed il contenuto di azoto fogliare in meli cv. Golden Delicious.

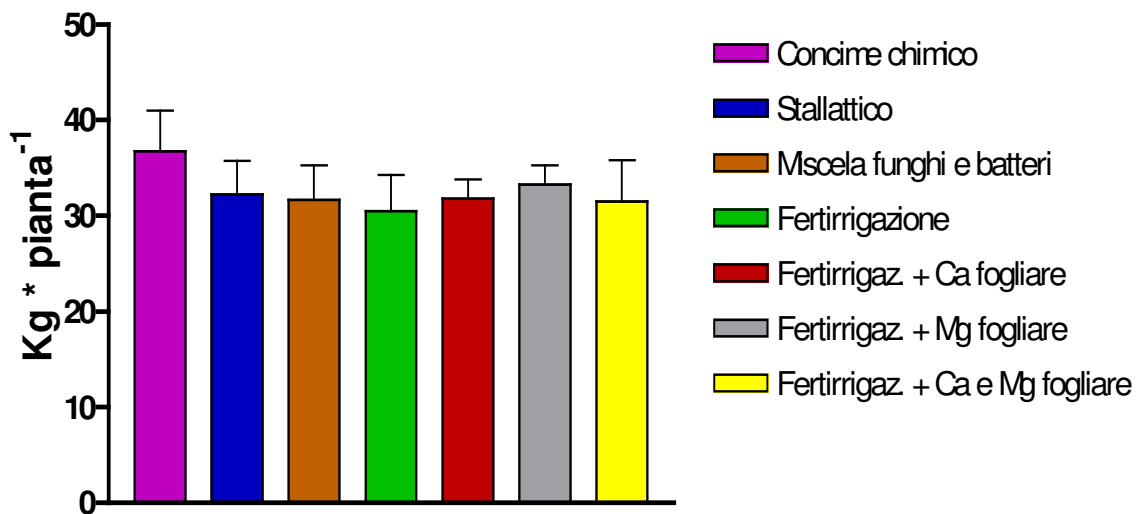


Fig. 4: Produzione cumulata (2000-2002) di meli cv. Golden Delicious sottoposti a diversi metodi di gestione della fertilizzazione.

L'Istituto Sperimentale per la Nutrizione delle Piante

(per il direttore P. Sequi)