



UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI PADOVA

Dipartimento di Agronomia Animali Alimenti Risorse naturali e Ambiente

LAUREA MAGISTRALE IN SCIENZE E TECNOLOGIE AGRARIE

**UTILIZZO DI FERTILIZZANTI SPECIALI
PER LA RIDUZIONE DEL TENORE DI
NITRATI IN ERUCA SATIVA MILLER**

Relatore

Prof. Paolo Sambo

Correlatori

Dott. Franco Tosini, Dott. Enzo Barbujani

Laureando

Enrico Michieletti

Matricola n.°1014564

ANNO ACCADEMICO 2012 – 2013

INDICE

RIASSUNTO	1
ABSTRACT	3
1 INTRODUZIONE	5
1.1 <i>INQUINAMENTO E INQUINAMENTO DEL SUOLO</i>	5
1.2 <i>PROBLEMA DEI NITRATI NELLE ACQUE E NEL TERRENO</i>	7
1.3 <i>NITRATI E SALUTE</i>	8
1.4 <i>NITRATI NELLE PIANTE ORTICOLE</i>	10
1.5 <i>TECNICHE DI DISTRIBUZIONE E RIDUZIONE DEI CONCIMI</i>	16
1.6 <i>LA DIRETTIVA NITRATI</i>	19
1.7 <i>I CONCIMI</i>	22
1.8 <i>LA RUCOLA</i>	30
2 SCOPO DELLA PROVA	35
3 MATERIALI E METODI	37
4 RISULTATI	53
4.1 <i>PRIMO CICLO</i>	53
4.2 <i>SECONDO CICLO</i>	55
5 CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE	59
6 FIGURE	61
7 TABELLE	79
8 BIBLIOGRAFIA E SITOGRAFIA	85
9 RINGRAZIAMENTI	87

RIASSUNTO

La prova svolta consisteva nella valutazione del contenuto di nitrati in *Eruca sativa* Miller. I nitrati sono stati valutati in due varietà diverse di rucola da taglio: “Giove” (a basso tenore di nitrati) e “Venere”. La prova è stata effettuata in serra e prevedeva la valutazione del contenuto di nitrati in funzione alle diverse concimazioni applicate. In particolare sono state fatte quattro concimazioni: una classica tutta all’impianto (I), una classica con concimazione all’impianto e in copertura (IC), una linea “Cifo” con prodotti classici (CC) e una linea “Cifo” con prodotti biostimolanti (CB). Le concimazioni della ditta Cifo hanno avuto comunque una concimazione di base con prodotti classici e poi per fertirrigazione sono stati usati i prodotti “Cifo”. Nelle parcelle CC e CB c’è stata una riduzione di distribuzione del 14,28% di azoto (N) e del 14,66% di fosforo (P_2O_5). Per la prova la serra è stata divisa in quattro parti uguali, una per concimazione, ogni parte divisa in quattro parcelle, due “Giove” e due “Venere” in modo da avere per ogni concimazione due ripetizioni. Le parcelle totali erano sedici. Sono stati svolti due cicli uno primaverile - estivo dove sono stati fatti quattro sfalci e uno autunnale - invernale dove sono stati fatti due sfalci. I rilievi effettuati sono stati il peso fresco, il peso secco, la percentuale di sostanza secca, il contenuto di azoto, il tenore di nitrati, il contenuto in anioni e cationi e la misurazione della distribuzione oraria degli irrigatori. I risultati ottenuti fanno notare differenze per quanto riguarda il contenuto di nitrati in funzione delle diverse concimazioni nel secondo ciclo dove vediamo valori più alti nelle concimazioni della linea “Cifo”. Nel primo ciclo invece troviamo significatività e mediamente il valore del contenuto di nitrati nei due cicli è più alto in CC e il più basso I. Per quanto riguarda le varietà il contenuto di nitrati sembra essere molto simile; abbiamo invece qualche differenza nei diversi sfalci e

troviamo significatività in entrambi i cicli con dati molto variabili. Per quanto riguarda la produzione in g/m^2 in funzione delle concimazioni abbiamo differenze significative a favore del secondo ciclo, mentre nel primo ciclo vediamo piccole differenze, ma non significatività. Nel secondo ciclo in particolare troviamo significatività per quanto riguarda le concimazioni con valori di produzione per m^2 elevati nel trattamento IC, intermedi in CC e CB e più bassi in I. Troviamo significatività anche per quanto riguarda gli sfalci in entrambi i cicli. Inoltre vediamo nel secondo ciclo che il peso fresco in g/m^2 è più elevato e significativo nella varietà “Giove”. Visti i risultati ottenuti possiamo affermare come il comportamento varietale sia molto simile e i prodotti innovativi utilizzati non diano differenze apprezzabili sia quantitativamente che a livello del tenore di nitrati.

ABSTRACT

The test performed was to evaluate the content of nitrates in *Eruca sativa* Miller. Nitrates have been evaluated in two different varieties of a rocket cutting: “Giove” (low nitrate levels) and “Venere”. The test was carried out in the greenhouse and provided for the evaluation of the content of nitrates in function to the different fertilizers applied. In particular we have had four fertilization: a classic throughout the system (I), a classic with fertilization and plant cover (IC), a line “Cifo” with classic products (CC) and a line “Cifo” with biostimulating products (CB). The fertilization of the company Cifo nevertheless had a basic fertilization with classic products and then were used for fertigation products “Cifo”. In land CC and CB there was a reduction of distribution of 14.28% nitrogen (N) and of 14.66% of phosphorus (P_2O_5). For the test, the greenhouse was divided into four equal parts, one for fertilization, each part divided into four parcels, the two “Giove” and two “Venere” in order to have two repetitions for each fertilization. The parcels were sixteen total. Two cycles were one spring - summer where they were made four cuttings and an autumn - winter where two cuttings were made. The measurements were carried out on fresh weight, dry weight, percentage of dry matter, the nitrogen content, the nitrate content, the content of anions and cations and measuring the hourly distribution of the sprinklers. The results obtained point out differences as regards the content of nitrates in function of different fertilizing in the second cycle where we see the highest values in the fertilization of the line “Cifo”. In the first cycle instead we find significance and the average value of nitrate content in the two cycles is higher in CC and the lowest I. As regards the variety the nitrate content seems to be very similar, we have instead a difference in the different cuttings and we find significance in both cycles with very variable data. Regarding the production in

g/m^2 as a function of fertilization have significant differences in favor of the second cycle, while in the first cycle we see small differences, but no significance. In the second cycle, in particular, we find significance with regard to fertilizing with high production values per m^2 in the treatment IC, intermediate in CC and CB and lowest in I. We find also significance as regards the cuttings in both cycles. We also see in the second cycle that the fresh weight in g/m^2 is higher and significant in the variety "Giove". Given the results obtained, we can say that the behavior of variety is very similar and innovative products used do not give appreciable differences both quantitatively and at the level of nitrate.

1 INTRODUZIONE

1.1 Inquinamento e inquinamento del suolo

Già da tempo ormai si ha a che fare a livello globale con diverse forme di inquinamento che ci interessano direttamente o indirettamente. Le fonti inquinanti sono molteplici e di diverse tipologie e interessano tutti gli esseri viventi compresi animali e piante in qualsiasi comparto. Ultimamente il problema è molto sentito dall'opinione pubblica e dalla scienza in genere visto le problematiche che l'inquinamento crea a tutti i livelli biologici. Inquinamento significa alterazione dell'ambiente naturale o antropico e può essere altrettanto di origine antropica o naturale. Esso produce disagi temporanei, patologie o danni permanenti per la vita in una data area e può porre la zona in disequilibrio con i cicli naturali esistenti. L'alterazione può essere di svariata origine, chimica o fisica. Quindi oltre a nuove sostanze o componenti chimici spesso l'inquinamento è dato da sostanze non in equilibrio immesse nell'ambiente. Esistono diverse forme di inquinamento, che interessano il comparto atmosferico, idrico e il suolo, ma tutti strettamente collegati. In particolare l'inquinamento del suolo è un fenomeno di alterazione della composizione chimica e fisica del terreno causato dall'attività umana. Questo tipo di inquinamento porta all'alterazione dell'equilibrio chimico-fisico e biologico del suolo, lo predispone all'erosione e agli smottamenti e può comportare l'ingresso di sostanze dannose nella catena alimentare fino all'uomo. Quando si parla di ambiente molto spesso si citano soltanto aspetti biologici o chimici, ma ci si dimentica che l'ambiente è, prima di tutto, un contenitore fisico costituito dalle rocce e dalle forme in cui esse sono modellate; è, quindi, parte del sistema terra e ne riflette i complessi equilibri. Esso è una realtà molto complessa, è un insieme di diversi fattori

(esseri viventi, caratteristiche ambientali, interventi umani, ecc.) che permettono la vita; in esso anche un minimo cambiamento può causare gravi conseguenze. I problemi ambientali nascono proprio in situazioni che provocano variazioni di tali equilibri, che comportano trasformazioni del sistema. La funzione di maggiore importanza è svolta dall'uomo, il quale ha il potere, con i propri interventi, di risanare determinati aspetti dell'ambiente, ma anche di devastarne degli altri. Con l'attività umana vengono messe in circolazione alcune sostanze in quantità e concentrazioni così massicce da superare la capacità del pianeta di diluire queste sostanze fino a ridurle a concentrazioni innocue. In questo modo si assiste al problema dell'accumulo di sostanze e quindi alla difficoltà di gestire da parte del sistema terra il corretto smaltimento. Nel sistema dell'inquinamento del suolo entrano in gioco le diverse forme di inquinamento che arrivano al terreno attraverso l'aria, l'acqua, le piogge e lo scarico diretto nel suolo da parte dell'uomo principale causa dell'inquinamento globale. Uno dei diversi problemi legati all'inquinamento del suolo è dato dall'impatto dell'attività agricola e dalle sostanze chimiche impiegate in agricoltura, siano essi prodotti fitosanitari per la lotta alle malattie o malerbe, concimi chimici ma anche organici. Uno dei problemi legati all'utilizzo dei concimi riguarda l'inquinamento delle acque e del suolo. In particolare un problema deriva dall'utilizzo dei concimi azotati e dal conseguente accumulo dei nitrati. Questo problema si ripercuote, oltre al terreno, anche agli alimenti che da esso derivano e riguarda tutti noi nel momento in cui ci cibiamo. Questo problema però deve essere valutato caso per caso con le dovute conoscenze. Deve essere fatta chiarezza per il consumatore ma prima ancora a livello produttivo e di gestione del mercato alimentare globale. Inoltre devono essere messi a disposizione mezzi, per il consumatore per sensibilizzarlo ad un acquisto consapevole e mirato, da parte della

grande distribuzione, anche se a volte l'utilizzo del buon senso legato ad un po' di conoscenza limita di molto i rischi.

1.2 Problema dei nitrati nelle acque e nel terreno

Per parlare di inquinamento da nitrati nelle acque o inquinamento in genere bisogna tenere in considerazione l'inquinamento del suolo e prima ancora l'inquinamento atmosferico. Sembra però che il fenomeno comprenda di più il comparto suolo e acque. Suolo perché è lì che "parte" il problema, dato gli scarichi e dall'impiego di nitrati, e subito dopo interessa le acque per il dilavamento che come sappiamo esse effettuano nei confronti dei nitrati a differenza di altri composti che sono maggiormente trattenuti. La contaminazione delle acque di falda da parte dell'azoto nitrico è dovuta prevalentemente a fattori di origine antropica, dal dilavamento delle superfici agricole trattate con fertilizzanti azotati o con concimi organici, dallo smaltimento di reflui zootecnici, dalle perdite da discariche e da scarichi di reflui urbani e/o industriali. L'inquinamento idrico da nitrati è stato favorito anche da metodi di produzione agricola intensiva, che hanno portato ad un maggiore impiego di fertilizzanti chimici, e alla concentrazione di capi di bestiame in piccoli appezzamenti; inoltre le fonti di tale inquinamento sono diffuse e di difficile localizzazione. Dagli anni ottanta è stato registrato un aumento medio annuo di 1 mg/l nella concentrazione di nitrati nelle acque, riconducibile all'allevamento fuori terreno (polli, suini) in aree già saturate, e a colture intensive, che comportano il ricorso ad una concimazione massiccia. Per questo motivo il tema nitrati suscita problemi e preoccupazioni in tutti i paesi della comunità, per cui si è arrivati all'adozione della direttiva sul trattamento delle acque reflue urbane e della direttiva sui nitrati. Questo fenomeno si ripercuote oltre che alla salute umana per il consumo di acqua anche alla salute di pesci e animali presenti nel territorio inquinato. Si

verifica il fenomeno dell'eutrofizzazione che indica una condizione di ricchezza di sostanze nutritive in un dato ambiente in particolare l'abbondanza di nitrati e fosfati in ambiente acquatico. L'accumulo di elementi come l'azoto e il fosforo causa la proliferazione di alghe microscopiche che, a loro volta, non essendo smaltite dai consumatori primari, determinano una maggiore attività batterica; aumenta così il consumo globale di ossigeno, e la mancanza di quest'ultimo provoca alla lunga la morte dei pesci. Per quanto riguarda invece l'acqua potabile oltre ai parametri chimici, fisici e microbiologici viene monitorato il quantitativo di nitrati e la normativa di riferimento, ossia il decreto legislativo n.° 31 del 2001, prevede che la concentrazione non deve superare i 50 mg/l. In generale si può affermare (fonte WHO 2003) che concentrazioni al di sopra dei 9 mg/l per le acque sotterranee e 18 mg/l per le acque superficiali di solito indicano la presenza di apporti antropici, quali le attività zootecniche, il massiccio uso di fertilizzanti o scarichi di diverso tipo.

1.3 Nitrati e salute

Il nitrato è un anione NO_3^- che proviene dalla dissociazione dell'acido nitrico o è disciolto in acqua e i composti più diffusi in natura sono il nitrato di sodio e il nitrato di potassio. I nitrati sono molto importanti per la natura e per l'uomo e svolgono un'importante azione nei vegetali, sono un ottimo fertilizzante e mantengono tutti gli ecosistemi. Essi sono i costituenti di molecole presenti negli esseri viventi come gli amminoacidi, le proteine e il DNA. L'eccesso di queste sostanze derivate dal continuo e grande uso dei concimi azotati può portare ad effetti negativi, nell'ambiente prima di tutto, noti con il nome di eutrofizzazione. Inoltre anche i processi di combustione possono aumentare i nitrati e nitriti a causa dell'emissione degli ossidi di azoto che possono essere convertiti in nitrati e nitriti nell'ambiente. L'uomo assume nitrati

principalmente attraverso l'acqua potabile e le verdure e di per se sono innocui ma con lunghi tempi di conservazione, calore e pH acido possono trasformarsi in nitrito con effetti tossici per la salute. Questo può avvenire nel terreno, nell'acqua potabile, negli alimenti e nell'organismo umano. I nitriti e le ammine possono legarsi dando origine alle nitrosammine che sono composti cancerogeni. I nitriti vengono impiegati nella preparazione degli insaccati per esaltarne il sapore, il colore e per la conservazione delle carni in scatola. Le ammine sono presenti nelle carni, formaggi e salumi e sono prodotte dal nostro corpo nella digestione delle proteine. Invece le nitrosammine tal quali le troviamo anche in quantità elevate nelle carni sotto sale e negli insaccati. Il consumo quindi di acqua, ortaggi e prodotti contenenti nitrati e nitriti è ritenuto potenzialmente pericoloso per la salute umana e considerato un problema di salute pubblica. Nell'uomo il 5-10% di nitrati ingeriti è ridotto nella saliva e nel tratto gastrointestinale nel tossico nitrito. L'effetto principale prodotto dal nitrito è l'ossidazione dell'emoglobina nel sangue che si trasforma in metaemoglobina che non è più in grado di trasportare ossigeno ai tessuti provocando nei casi più gravi e soprattutto nei bambini fenomeni di asfissia. Inoltre nitrati e nitriti nelle persone particolarmente sensibili provocano una dilatazione dei vasi sanguigni cerebrali accompagnata dall'insorgenza di mal di testa e riducono il funzionamento della ghiandola tiroidea e possono portare a scarsità di vitamina A. Diversi autori suggeriscono che il rischio di sviluppare cancro allo stomaco è correlato positivamente con alti contenuti di nitrati nell'acqua potabile. Negli ultimi anni l'incidenza del cancro allo stomaco è diminuita probabilmente per la riduzione significativa delle concentrazioni di nitrati e nitriti nelle carni conservate, per l'uso di frigoriferi e congelatori perché la bassa temperatura riduce la trasformazione da nitrati a nitriti. Uno studio sulla correlazione tra fattori della dieta e cancro gastrico condotto in

diverse aree italiane ha messo però in luce l'associazione inversa tra l'incidenza del cancro e il consumo di ortaggi crudi, frutta e vitamina C e l'assenza di relazione con l'assunzione di nitrati. Ricordiamo inoltre che gli ortaggi oltre a contenere nitrati sono la principale fonte di micronutrienti essenziali ed antiossidanti che inibiscono la formazione dei composti nitrosi. Nello stomaco poi l'ossido nitroso che si forma in condizioni acide è fondamentale a bassa dose nella difesa del corpo umano contro i batteri patogeni. Esistono piccoli consigli ma utili per limitare l'assunzione di nitrati a giuste dosi: limitare il consumo di verdure ad alto contenuto di nitrati soprattutto nei mesi invernali, acquistare verdure di stagione, eliminare gambi e foglie esterne, ridurre l'acquisto di ortaggi coltivati in serra, utilizzare succo di limone per condire e infine consumare polifenoli e vitamina E presenti nei vegetali crudi, nelle noci, nell'olio extra vergine di oliva, nel vino rosso e nel buon aceto che inibiscono la formazione di composti nitrosi.

1.4 Nitrati nelle piante orticole

Il contenuto di nitrati elevato rappresenta un aspetto negativo per tutti i prodotti edibili poiché è attualmente considerato un potenziale pericolo per la salute umana. È ormai nota la pericolosità dei nitrati assunti con la dieta e i risultati di numerose ricerche mettono in evidenza che la loro assunzione nelle persone adulte avviene, in larga misura, quando nella dieta sono presenti alcuni ortaggi che ne rivelano concentrazioni consistenti, come ad esempio bietola da orto e da coste, sedano, lattuga, ravanella, spinacio e rucola. Sembra che gli ortaggi apportino circa l'85 - 90% del totale dei nitrati assunti con la dieta di un adulto e per tale motivo i legislatori di diversi paesi dell'Unione Europea hanno emanato regolamenti che ne fissano i contenuti massimi nelle specie orticole (tab. 1). In ogni caso, indipendentemente dai limiti di

commercializzazione imposti dalle leggi, il basso contenuto di nitrati negli ortaggi può essere considerato un fattore determinante la qualità intrinseca del prodotto. L'accumulo dei nitrati varia in modo consistente tra le diverse orticole. Quelle da foglia, pur appartenendo a famiglie diverse (Brassicacee, Asteracee, Valerianacee, Chenopodiacee), anche quando vengono utilizzate da taglio, devono essere considerate tra quelle che, nelle parti edibili, presentano le concentrazioni più elevate. Nell'ambito di questo raggruppamento di ortaggi sussistono differenze apprezzabili anche tra generi molto simili. A questo proposito è doveroso ricordare che, all'interno delle specie, è possibile individuare qualche cultivar che dimostra minore attitudine nei confronti di tale caratteristica e, di conseguenza, potrà rappresentare un punto di riferimento per il produttore. Il contenuto di nitrati oltre che variare nell'ambito delle specie e cultivar, varia anche in relazione alle diverse parti della pianta concentrazione di nitrati, anche se generalmente è superiore nei tessuti più vecchi, decresce passando da: piccioli, foglie, steli, radici, infiorescenze, tuberi, bulbi, frutti e infine i semi. Ciò dimostra che gli organi predestinati al trasporto delle sostanze nutritive non elaborate e quindi più ricchi di xilema, sono quelli che presentano le concentrazioni più elevate. Oltre a quanto sopra esposto, sembra opportuno accennare al potenziale osmotico della soluzione circolante a livello radicale, che può influenzare l'assorbimento dei nitrati in relazione agli ioni che determinano l'innalzamento della concentrazione salina. Altri fattori presenti nel terreno esplorato dalle radici possono influenzare il contenuto di nitrati delle piante come ad esempio la granulometria e reazione del terreno, il tipo ed entità della carica microbica e la quantità di sostanza organica presente. Infine ricordiamo che anche la conservazione post-raccolta può influenzare il contenuto di nitrati nella parte edibile. Il prodotto raccolto, conservato o trasformato, subisce variazioni del contenuto di nitrato dipendenti

dalle modalità di trasformazione e conservazione. In realtà il rischio maggiore è dovuto alla formazione di nitrito a partire dal nitrato presente alla raccolta. In generale, elevate temperature, scarsa ossigenazione (atmosfera ricca di CO₂ o N), elevata umidità relativa che si realizzano spesso nelle confezioni di quarta gamma aumentano la formazione di nitriti. La nutrizione azotata rimane, comunque, il fattore colturale più importante in grado di determinare la quantità di nitrati nei tessuti vegetali. Fra i principali aspetti legati alla concimazione che possono avere un ruolo nel determinare il contenuto di nitrati della parte edibile ricordiamo le dosi di azoto, le forme chimiche dell'azoto usato, l'uso di inibitori della nitrificazione, l'uso di concimi organici, l'uso di concimi a lento rilascio, la modalità di distribuzione e le sinergie e antagonismi con altri elementi nutritivi. Numerose sono le sperimentazioni che hanno evidenziato la relazione diretta fra quantitativo di azoto disponibile per le piante e contenuto di nitrato nei tessuti. Elevati apporti di azoto sono considerati un'esigenza per ottenere alte produzioni con buona qualità degli ortaggi. Non sempre, però, ad abbondanti disponibilità di azoto corrisponde un aumento di produzione. Il contenuto di nitrato nelle piante non è solo determinato dall'azoto apportato con la concimazione, ma dipende dalla quantità totale di tale elemento presente nel terreno e, in particolare, da quella "potenzialmente disponibile" per la pianta. Nei sistemi "senza suolo", esiste la possibilità di controllare la nutrizione della pianta. Eliminando l'azoto dalla soluzione nutritiva o alimentando le piante con sola acqua, in prossimità della raccolta, è possibile ridurre sensibilmente il contenuto di nitrati accumulati e la riduzione sembra sia correlata alla capacità delle piante di utilizzare per la sintesi proteica NO₃⁻ precedentemente accumulato nei vacuoli. Questo fatto si spiega con il concetto del cosiddetto "consumo di lusso" di azoto: le piante assorbono elementi nutritivi in eccesso rispetto ai fabbisogni in modo tale da

garantire la crescita quando le disponibilità del mezzo di coltura diminuiscono. Le principali forme di azoto apportate con i fertilizzanti sono: l'ammonio (NH_4^+), il nitrato (NO_3^-) e l'urea ($\text{CO}(\text{NH}_2)_2$). In orticoltura si impiegano anche forme organiche poiché le piante assorbono anche amminoacidi. L'assimilazione di NO_3^- è dispendiosa dal punto di vista energetico ma l' NH_4^+ non è la forma preferita dalle piante. Su indivia l'apporto di azoto in forma ammoniacale ha dimostrato la possibilità di produrre cespi privi di nitrato. Nella maggioranza dei casi, tuttavia, l' NH_4^+ assorbito in eccesso rispetto alla capacità di assimilazione può causare tossicità. La preferenza d'uso di NO_3^- o NH_4^+ dipende da molti parametri quali: specie, età della pianta, condizioni ambientali, rapporto tra le due forme chimiche e concentrazione degli altri elementi nutritivi nel mezzo di crescita. L'effetto delle diverse forme di azoto è più evidente nelle colture fuori suolo dove, in casi particolari, si può sostituire l' NO_3^- con soluzioni a base di amminoacidi. I composti organici possono sostituire il nitrato nell'equilibrio osmotico vacuolare regolando l'assorbimento dell'azoto nitrico da parte delle piante. Gli inibitori della nitrificazione sono prodotti che influenzano direttamente i processi di ossidazione microbica che avvengono nel terreno con conseguente rallentamento della nitrificazione biologica. Da ciò consegue che lo ione ammonio, proveniente dalla concimazione o dalla mineralizzazione della sostanza organica, rimane nel terreno per un periodo più lungo. Tra le sostanze sintetiche capaci di inibire il processo di nitrificazione nel terreno si possono citare l'etridiazolo, la nitrapiridina (2-cloro-6 piridina), la diciano-diammide (DCD o Didin) e, da ultimo, il dimetil-pirazolo-fosfato (DMPP). L'efficacia dell'inibitore è influenzata dalla dose dello stesso in rapporto al volume del substrato e dal suo pH. Gli inibitori della nitrificazione, in combinazione con concimazioni ammoniacali, sono in grado di ridurre il contenuto di nitrati negli ortaggi, ma il loro

impiego trova una limitazione nel costo elevato. L'apporto di sostanza organica migliora le caratteristiche fisico-chimiche del terreno e riduce le perdite per dilavamento, rende però l'azoto disponibile in modo dilazionato a causa della mineralizzazione più o meno lenta. Ciò, associato al ciclo relativamente breve delle specie da taglio, porta in alcuni casi alla mancata disponibilità di azoto per le piante della coltura praticata subito dopo la distribuzione, rendendolo però disponibile per i cicli successivi. Ripetute concimazioni organiche possono, quindi, mettere a disposizione quote abbondanti di azoto con conseguente concentrazione di nitrati nelle foglie soprattutto nei periodi caldi. Quanto è l'esito di prove condotte su bietola che hanno messo in evidenza maggiore accumulo di nitrati nelle foglie quando l'azoto è stato distribuito con solo apporto di nitrato ammonico nei confronti di una concimazione organica e minerale. Risultati analoghi sono stati ottenuti anche su spinacio. Considerazioni analoghe a quelle riportate per la concimazione organica possono essere attribuite anche all'impiego di concimi a lenta cessione e a cessione programmata per i quali il rilascio di azoto risulta influenzato dalle condizioni di temperatura e umidità del terreno. Variazioni di tali due parametri ambientali nel corso dei diversi periodi stagionali rendono difficilmente controllabile il rilascio di azoto, con il rischio che le piante si trovino con abbondanti disponibilità soprattutto nella fase di raccolta. Inoltre è stato osservato che il contenuto di nitrati nelle foglie è tanto più elevato quanto più gli interventi di concimazione con ione nitrico vengono effettuati in prossimità della raccolta. Il contenuto di nitrati nelle piante, oltre a quanto già esposto, potrebbe essere influenzato dalla presenza o apporto di altri elementi nutritivi sotto forme diversificate che, in qualche modo, ne controllano l'assorbimento. Il K^+ , ad esempio, stimola l'assorbimento di NO_3^- , effetto sinergico che però viene ridotto quando

si somministra KCl anziché K_2SO_4 . Nella coltivazione fuori suolo infatti, un metodo verificato per contenere il contenuto di nitrato in lattuga, senza ridurre il peso fresco della produzione unitaria, è quello di sostituire parzialmente o totalmente nella soluzione nutritiva NO_3^- con Cl^- . Si è potuto inoltre osservare che anche la carenza di molibdeno inibisce il processo fotosintetico incrementando la concentrazione di nitrati. Sembra ora opportuno fornire alcuni utili consigli per il contenimento della concentrazione di nitrati nelle foglie analizzando sinteticamente i principali fattori di produzione. Considerato che si opera solitamente in ambiente protetto, si fa riferimento, in primo luogo, alle caratteristiche degli apprestamenti protettivi. Questi dovranno presentare materiale di copertura idoneo a garantire la massima trasmissione della radiazione luminosa e sistemi di raffrescamento tali da evitare eccessivi innalzamenti termici senza tuttavia ridurre drasticamente l'umidità relativa. Nelle colture effettuate nei periodi di scarsa luminosità può essere utile ricorrere ad impianti di illuminazione supplementare la cui applicazione risulta tuttavia condizionata dagli elevati costi di installazione e di esercizio. In merito alla densità di impianto si dovranno evitare eccessive numerosità di piante per unità di superficie che portano, per l'elevata competizione, ad una riduzione dell'intensità luminosa a livello della coltura. Elevate densità, inoltre, si traducono in fenomeni di filatura con anormale allungamento della foglia e incremento della quota di picciolo nel prodotto edibile dove si osserva la maggiore concentrazione di nitrati. Per quanto riguarda la concimazione, dovranno essere contenuti e mirati gli apporti di azoto soprattutto in forma nitrica. La raccolta, infine, sarà opportuno venga praticata nel pomeriggio, subito dopo le ore di massima insolazione, anche se ciò comporta l'ottenimento di un prodotto meno turgido, ma contraddistinto da maggiore conservabilità. L'altezza del taglio, infine, dovrà essere

regolata in modo da contenere la quota di picciolo nel prodotto finale. Nella tabella 1 sono riportate le concentrazioni massime di nitrato ammesse dal regolamento UE n.° 1258/2011 del 2 dicembre 2011 che modifica il regolamento CE n.° 1881/2006 per quanto concerne i tenori massimi ammissibili di nitrati nei prodotti alimentari commercializzati.

LIVELLI MASSIMI DI NITRATI AMMESSI PER LA COMMERCIALIZZAZIONE DI SPINACI E LATTUGHE		
PRODOTTO	PERIODO DELLA RACCOLTA	TENORI MASSIMI NO ₃ (mg/kg p.f.)
Spinaci freschi (<i>Spinacia oleracea</i>)	tutto l'anno	3500
Spinaci conservati o surgelati	tutto l'anno	2000
Lattuga fresca (<i>Lactuca sativa</i> L.)	dal 01-10 al 31-03	
	coltura protetta	5000
	pieno campo	4000
	dal 01-04 al 30-09	
	coltura protetta	4000
	pieno campo	3000
Lattuga (del tipo Iceberg)	tutto l'anno	
	coltura protetta	2500
	pieno campo	2000
Rucola (<i>Eruca sativa</i> , <i>Diplotaxis</i> sp, <i>Brassica tenuifolia</i> , <i>Sisymbrium tenuifolium</i>)	dal 01-10 al 31-03	7000
	dal 01-04 al 30-09	6000
Alimenti a base di cereali e altri alimenti destinati ai lattanti e ai bambini		200

Tabella 1. Limiti massimi di nitrati ammessi nelle diverse colture e periodi di raccolta; regolamento UE n.° 1258/2011.

1.5 Tecniche di distribuzione e riduzione dei concimi

La riduzione dei concimi ma soprattutto l'uso razionale è in questi ultimi tempi un importante pratica che viene proposta e applicata in diverse parti del mondo per ridurre l'impatto ambientale e l'inquinamento. Per fare ciò oltre a ridurre di fatto i quantitativi

dei concimi distribuiti, si valuta caso per caso effettuando periodicamente le analisi del terreno valutando poi le carenze, e andando ad effettuare concimazioni mirate. Ridurre inoltre significa andare a distribuire i concimi che in quel momento la pianta ha bisogno e con la miglior tecnica disponibile per limitare il dilavamento nelle falde soprattutto per quanto riguarda i concimi azotati. Un altro parametro da valutare è oltre al quantitativo di sostanze presenti anche la sua disponibilità che interferisce a volte con il pH. Riducendo i concimi inoltre abbiamo sicuramente un minor costo di produzione ma senza però andare a ridurre troppo riducendo le quantità prodotte. La concimazione classica attraverso l'impiego di concimi granulari, pellet o microgranuli è ancora la più utilizzata e per fare ciò si utilizzano diverse tipologie di spandiconcime; inoltre abbiamo anche seminatrici o zappatrici che effettuano la concimazione combinando più operazioni colturali. I fattori che influiscono sulle concimazioni sono il clima con particolare riferimento alla piovosità, al tipo di avvicendamento, al livello di fertilità e alle caratteristiche chimico - fisiche del terreno, alle perdite per dilavamento e alle esigenze e asportazioni in relazione alla coltura effettuata. Altre pratiche largamente utilizzate sono la fertirrigazione e la concimazione fogliare. La fertirrigazione è una tecnica di concimazione che prevede l'utilizzo di un concime dotato di elevata solubilità o liquido usato in associazione all'acqua di irrigazione. Si attua con appositi impianti di erogazione di diverso tipo ma i più classici sono tramite manichetta forata, "a goccia". Per fertirrigazione però si intende anche la concimazione con macchinari che portano organi assolcatori dotati di ugelli in grado di agire in modo localizzato e l'utilizzo di aspersori a pioggia semoventi e non. I vantaggi dati da questa tecnica sono diversi: si ha una immediata prontezza d'azione, si ha una disponibilità e distribuzione degli elementi a basse dosi ma continue per tutto il ciclo colturale, una possibilità di variare le dosi

apportate in relazione allo stadio della coltura, un completo assorbimento degli elementi nutritivi e un minor impiego di unità fertilizzanti. E' chiaro che con questa tecnica dovremo avere a disposizione di concimi bilanciati, facilmente utilizzabili, privi di sodio e cloro, e soprattutto la coltura deve essere una coltura irrigua avvantaggiata da periodiche irrigazioni. Per migliorare l'assorbimento vengono utilizzati preparati contenenti molecole organiche. La concimazione fogliare infine è effettuata attraverso l'impiego di macchine irroratrici di diverso tipo; si pensi ad esempio all'atomizzatore per il controllo delle malattie nei frutteti o alla classica irroratrice per i trattamenti antiparassitari o diserbanti. I risultati più evidenti di questa tecnica si hanno in associazione alla concimazione classica o fertirrigazione per stimolare le piante sottoposte a stress ambientali e fisiologici e per prevenire e curare le carenze nutrizionali. Si è visto che quasi tutte le piante si avvalgono della concimazione fogliare attraverso l'assorbimento, non solo attraverso l'apparato fogliare ma anche mediante parti verdi della pianta come piccioli, meristemi e altre parti. I fattori che influenzano la concimazione fogliare sono l'umidità dell'aria, la temperatura, il pH della soluzione, il livello di bagnatura, lo stato idrico della pianta e la luce che se elevata forma cuticole spesse e cere sulla foglia. La principale barriera per l'ingresso dei nutrienti è la cuticola che presenta uno strato esterno idrofobo composto da cutina e cere e uno interno idrofilo composto di cellulosa e pectine. L'umidità relativa dell'aria migliora la penetrazione attraverso la cuticola aumentando il grado di idratazione degli ioni e ritardando il disseccamento delle gocce. Per effettuare una buona concimazione fogliare bisogna utilizzare formulati di qualità, trattare nelle ore meno calde della giornata, utilizzare sostanze bagnanti e adesivanti e utilizzare grossi volumi di almeno mille litri di acqua ad ettaro da valutare in base al tipo di coltura. L'efficacia inoltre dipende anche

dalla purezza dei prodotti usati e dai rapporti nutritivi fra gli elementi. Questa tecnica impiega piccole dosi di prodotto per non danneggiare l'apparato fogliare e molto spesso è utilizzata su piante che richiedono molti trattamenti antiparassitari in modo da fare in un unico passaggio i due interventi.

1.6 La direttiva nitrati

Esiste già da tempo una direttiva per la regolazione dell'uso di azoto organico nei terreni derivante da liquami e letami, si tratta della direttiva nitrati comunitaria 91/676/CE. In Italia è stata recepita con il decreto legislativo dell'11 maggio 1999, n.°152 e il decreto ministeriale del 7 aprile 2006 che contiene le norme sull'utilizzo agronomico degli effluenti di allevamento e delle acque reflue. La direttiva comunitaria ha previsto la designazione di "zone vulnerabili da nitrati di origine agricola" (ZVN), nelle quali vi è il divieto di spargimento degli effluenti di allevamento e di quelli provenienti dalle piccole aziende agroalimentari, fino ad un limite massimo annuo di 170 kg di azoto per ettaro e inoltre la regolamentazione dell'utilizzazione agronomica degli effluenti di allevamento, con definizione dei "programmi d'azione", che stabiliscono le modalità con cui può essere effettuata tale utilizzazione nelle ZVN. Il decreto ministeriale del 7 aprile 2006 ha definito i criteri generali e le norme tecniche sulla base dei quali le regioni elaborano i "programmi d'azione" per le zone vulnerabili ai nitrati. La direttiva nitrati per il Veneto è regolata con il "primo programma d'azione" dalle delibere della giunta regionale n.° 2495 del 7 agosto 2006 e n.° 2439 del 7 agosto 2007 con l'individuazione delle zone vulnerabili e dei criteri di gestione dei liquami e letami in zone vulnerabili e non. Le zone vulnerabili in Veneto sono l'intero territorio della provincia di Rovigo, l'intero territorio del comune di Cavarzere, l'intero territorio del

bacino scolante di Venezia, l'intero territorio dei cento comuni dell'alta pianura veneta e i comuni della Lessinia e dei rilievi in destra Adige (fig. 1).

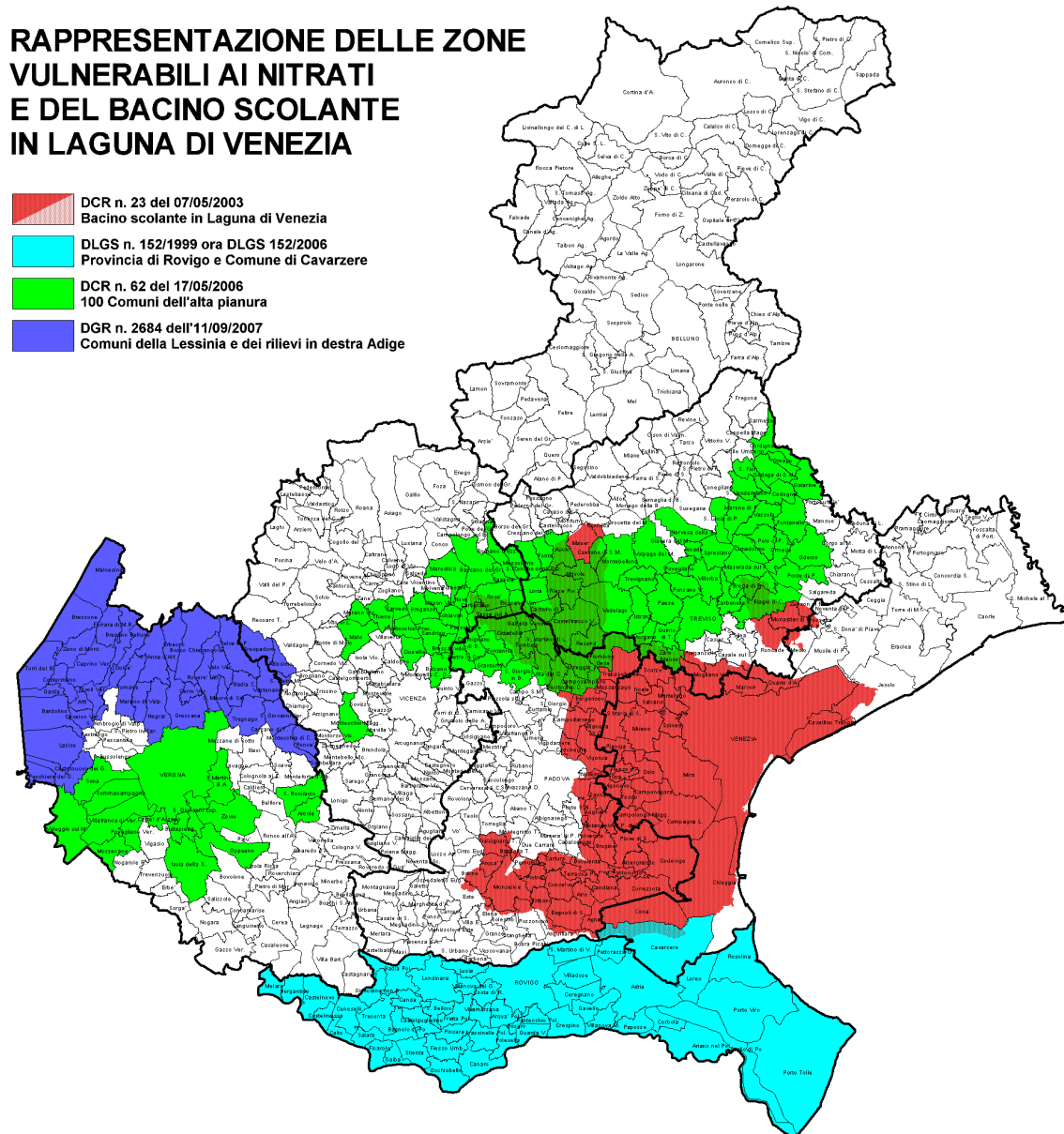


Figura 1. Zone vulnerabili ai nitrati nel Veneto.

Con la DGR n.° 1150 del 26 luglio 2011 in vigore dall'1 gennaio 2012 si è arrivati al "secondo programma d'azione" tuttora in vigore che apporta qualche novità. Nelle zone del Veneto che non sono state designate vulnerabili (zone ordinarie), resta valida la

normativa approvata nel 2006. Le modifiche introdotte con la DGR n.° 1150 riguardano in particolare le zone vulnerabili e regolano: le modalità di utilizzo sui terreni in pendenza, i divieti stagionali di spargimento, l'introduzione del "PUA" (Piano Utilizzazione Agronomica) annuale, l'introduzione del MAS (Maximum Application Standard) cioè gli apporti massimi azotati per ogni singola coltura, l'obbligo del rispetto di un valore minimo di efficienza degli effluenti (di conseguenza necessitano di conoscere la quantità degli apporti azotati per superficie, tipo di coltura, tipo di effluente, epoca e modalità di distribuzione) e di compilare il registro delle concimazioni. Si definiscono gli apporti massimi di azoto (MAS) come le quantità massime di azoto efficiente che possono essere somministrate alle colture con la fertilizzazione per conseguire la resa media indicata. Per la verifica del rispetto dei limiti di quantità massima di azoto da applicare alle colture deve essere calcolata la quantità di azoto efficiente somministrato alla coltura per mezzo della seguente formula: $\text{azoto utilizzato} = F_o * K_o + F_c$, dove F_o è uguale all'azoto totale da fertilizzazione organica, K_o è uguale all'efficienza dell'azoto da fertilizzazione organica (valori tabellari). Il K_o è la media delle applicazioni dell'anno; non inferiore a: 60% per i liquami suinicoli e avicoli, 50% per i liquami bovini e 40% per i letami. Il coefficiente di efficienza (F_c) dell'azoto distribuito con la concimazione minerale (kg/ha) è sempre pari a 1. Gli utilizzatori anche di soli concimi azotati, di cui al decreto legislativo n.° 75 del 2010, che ne impieghino annualmente quantità superiori a 3000 kg di azoto sono tenuti a registrare gli interventi di applicazione sui terreni in conduzione, e a riportare su un apposito registro le informazioni utili a verificare il rispetto dei quantitativi ammessi dalle disposizioni del presente provvedimento. Hanno l'obbligo della registrazione (decreto direzione agroambiente n.° 17 del 24 febbraio 2012) degli interventi di

fertilizzazione (organica e chimica) le aziende con superficie agricola utilizzabile, site in zona vulnerabile, maggiore a 14,80 ha e le aziende che hanno già l'obbligo del "PUA" per il quantitativo di azoto organico distribuito. La zona dove è stata svolta la prova si trova a Rosolina in provincia di Rovigo, ricade in zona vulnerabile, e superando i 14,80 ha di "SAU" ha l'obbligo della compilazione del registro di concimazioni (con riferimento alla tabella MAS per ogni coltura) e del "PUA" se usa azoto organico derivante da letami o liquami.

1.7 I concimi

I concimi sono delle sostanze minerali, organiche o organo minerali di origine naturale o di sintesi che contengono uno o più elementi necessari per lo sviluppo delle piante. I concimi possono essere allo stato solido o fluido ed essere commercializzati in miscele fra i diversi elementi formando così concimi composti. Oltre a contenere gli elementi principali azoto, fosforo e potassio contengono anche elementi secondari come il calcio, il magnesio e lo zolfo possono contenere infine microelementi come il boro, il manganese, lo zinco, il rame, il molibdeno e il ferro. Oltre ai classici concimi si trovano preparati commerciali di diverse tipologie specifici per il nutrimento bilanciato di determinate colture o a base di un singolo elemento, soprattutto fra gli elementi secondari e i microelementi, che sono impiegati per la cura o la prevenzione di determinate fisiopatie. Inoltre possono contenere biostimolanti e matrici di origine organica. Questi concimi hanno un costo più elevato dei classici ma permettono in alcuni casi la riduzione delle unità distribuite, sono comodi e pratici nell'impiego e hanno un'azione più specifica. I concimi principali sono gli azotati, fosfatici e potassici e procediamo ora alla loro descrizione. I concimi azotati sono dei concimi che contengono espressamente dichiarato azoto in una o più forme di solubilità. Possono

inoltre contenere altri microelementi ma non fosforo o potassio in quantità dichiarabile. L'azoto è l'elemento principale per la crescita delle piante e esercita un'importante azione positiva sullo sviluppo delle piante. L'azoto esplica nelle piante un maggior rigoglio vegetativo, una colorazione più verde e una dinamica di accrescimento più elevata. Anche un eccesso di azoto però si ripercuote nella coltura allungando il ciclo vegetativo, favorendo l'allettamento andando anche a scapito di una buona fioritura e fruttificazione. L'azoto possiamo trovarlo nel terreno in diverse forme ma è la forma nitrica ad essere maggiormente assorbita dalle radici delle piante. I concimi azotati sono divisi in cinque gruppi: nitrici, ammoniacali, nitrico - ammoniacali, con azoto organico di sintesi e a lento effetto. Il titolo viene comunque espresso con il nome e con il simbolo chimico dell'elemento principale e accanto ad esso la forma in cui è presente l'elemento e la relativa percentuale. I concimi nitrici possiedono una prontezza d'azione perché lo ione nitrico è facilmente assorbito dalle piante che non si riscontra in altri fertilizzanti. Essi si prestano bene in copertura o in genere dove si vuole avere una veloce risposta da parte delle piante. Inoltre possiedono anche altre due importanti funzioni, sono antiasfissianti e anticongelanti. La funzione antiasfissiante è data dallo ione nitrico perché è ricco di ossigeno e sembra utile alla pianta quando cresce in ambiente umido e asfittico. Invece la funzione anticongelante è data perché l'elemento assorbito in grosse quantità aumenta la concentrazione della linfa e ne riduce il punto di congelamento evitando o riducendo possibili danni da freddo. Per questo questi concimi trovano largo impiego soprattutto in colture che vegetano durante l'inverno come può essere il frumento. Altra caratteristica è che lo ione nitrico non è adsorbito dal potere adsorbente del terreno per cui è notevolmente soggetto a perdite per dilavamento, per questo si consiglia l'utilizzo in distribuzioni frazionate. I principali concimi nitrici sono

il nitrato di calcio (15 - 16% N + 26% CaO), il nitrato di sodio (15 - 16% N), il nitrato del Chile (15 - 16% N), il nitrato di magnesio (11% di N + 15 - 16% MgO) e infine il nitrato di calcio e magnesio (13% N + 17% CaO + 6% MgO). A parte il nitrato del Chile ottenuto da giacimenti cileni gli altri sono ottenuti per via chimica dall'acido nitrico. I difetti di questi concimi sono un costo troppo alto in funzione del basso titolo di azoto. I concimi ammoniacali contengono invece azoto ammoniacale che è assorbito poco tal quale ma una volta arrivato nel terreno va incontro al processo di nitrificazione. I concimi appartenenti a questo gruppo hanno un'azione più lenta dei precedenti soprattutto se distribuiti in periodi freddi perché l'attività microbica del terreno è più blanda. Lo ione ammonio è adsorbito dai colloidi del terreno e non va incontro a perdite per dilavamento; essi sono concimi da distribuire alla semina ma non è raro l'impiego anche in copertura. I principali concimi ammoniacali sono il solfato ammonico, l'ammoniaca anidra e la soluzione ammoniacale. Il solfato ammonico è il classico concime azotato ammoniacale impiegato in Italia. Il concime contiene il 20 - 21% di azoto (N) e un 60% di zolfo (SO_3) e viene ottenuto saturando l'ammoniaca di sintesi con l'acido solforico. L'ammoniaca anidra è il concime azotato con il più alto titolo (82,3% N) ed è un composto di sintesi dal quale si può partire e ottenere i fertilizzanti azotati più conosciuti. Presenta il pregio di avere un prezzo contenuto ma non è molto diffuso data la sua forma gassosa, la sua pericolosità e deve essere conservato in contenitori sotto pressione. La soluzione ammoniacale è molto più facile da conservare e da distribuire ma il basso titolo e il maggiore ingombro la rendono meno interessante dei precedenti. Spesso si ricorre ad essa in miscela con altri composti in modo da alzare il titolo della soluzione (44 - 49% N). Parliamo ora dei concimi nitrici- ammoniacali; essi accorpano le caratteristiche dei concimi nitrici e di quelli ammoniacali e assieme al

costo relativamente modesto ne hanno fatto dei concimi di larghissimo uso anche in Italia. Essi contengono azoto sia nitrico che ammoniacale espressamente dichiarati. Il composto principale è certamente il nitrato ammonico commercializzato con titolo del 26 - 27% e 33,5% in azoto. Da noi è utilizzato praticamente sempre allo stato solido in copertura ma è disponibile anche come soluzione. Esistono poi altri concimi come lo stickstoff - magnesia; è un prodotto ottenuto per via chimica e contiene almeno il 19% di azoto (N), il 5% di magnesio solubile (MgO) e risulta particolarmente utile per la concimazione di terreni carenti di magnesio. Infine abbiamo il solfonitrato di ammonio che presenta come componenti essenziali il nitrato e il solfato di ammonio. Troviamo poi i concimi contenenti azoto organico di sintesi. Questi presentano caratteristiche agronomiche abbastanza simili ai composti ammoniacali, infatti subito dopo lo spargimento il loro azoto viene trasformato in ammoniacale. Essi si prestano bene ad essere utilizzati durante o prima della semina in quanto non hanno la prontezza d'azione dei nitrati e sono relativamente poco dilavati. Appartengono a questo gruppo due composti che sono la calciocianamide e l'urea. Quest'ultima è utilizzata anche in copertura. La calciocianamide (20-21% N) è un prodotto ottenuto per via chimica aggiungendo oltre alla calciocianamide, ossido di calcio e eventuali piccole quantità di sali di ammonio e di urea. E' stato uno dei concimi più utilizzati in passato perché esplica anche un'azione erbicida ed antiparassitaria. Oggi è poco utilizzato per le sue azioni secondarie, per il basso titolo e per il costo più elevato rispetto al nitrato ammonico o all'urea. E' commercializzato sotto forma di granuli grigiastri o di polvere e possiede reazione alcalina. In commercio si può trovare una sua variante la calciocianamide nitrata con un titolo dichiarato di azoto nitrico pari all'1 - 3% accanto al titolo in azoto totale. L'urea è un concime con un titolo del 46% di azoto ed è un

prodotto ottenuto per via chimica che contiene essenzialmente diammide carbonica e al massimo l'1 - 2% di biureto. Questo concime è molto usato perché possiede un alto titolo di azoto permettendo un risparmio nelle spese di trasporto, si distribuisce facilmente, possiede un'azione sufficientemente pronta ed è commercializzato ad un costo contenuto in relazione al titolo elevato. E' usato anche in soluzioni miscelato a nitrato ammonico. Il concime è prodotto in granelli bianchi che possono essere di diverso diametro. Infine nella grande famiglia dei concimi azotati troviamo i concimi azotati a lento effetto o "ritardanti". Questi concimi, dato il grande difetto dei concimi azotati di essere dilavati, cercano di ovviare a questa problematica rilasciando azoto e sciogliendosi in modo graduale permettendo alla pianta di avere sempre a disposizione l'elemento azoto. In questo modo si potrebbe pensare in maniera teorica ad una concimazione solo alla semina. Per fare ciò si sono utilizzati composti che rilasciano azoto molto lentamente, protetti i granuli con particolari sostanze che ritardano la solubilizzazione, impiegato preparati capaci di inibire la nitrificazione del terreno e usato tiosolfato di ammonio. I risultati ottenuti però non sono sempre stati quelli sperati dando risultati come l'urea o il nitrato ammonico e con un costo più elevato. Inoltre il prodotto a volte poteva non essere disponibile in quantità sufficiente nel momento di bisogno della pianta dato il suo graduale rilascio di azoto. Questi concimi hanno trovato un certo impiego nel settore ornamentale e nella formulazione di concimi composti. Citiamo ora i concimi fosfatici. I concimi fosfatici sono dei concimi minerali semplici contenenti fosforo espressamente dichiarato in una o più forme di solubilità. Possono anche contenere altri elementi ma non azoto e potassio in quantità dichiarabili. A livello microscopico il fosforo sostiene un processo importante ed entra a far parte delle lecitine e delle nucleoproteine che hanno un ruolo cardine nei processi riproduttivi delle

cellule. E' contenuto in sostanze di riserva come la fitina e i fosfatidi e partecipa alla composizione di composti ad elevato valore biologico come gli acidi nucleici e l'adenosintrifosfato inoltre interviene nella glicolisi degli zuccheri. Il fosforo è un attivatore di numerose reazioni enzimatiche ed entra nella composizione delle sostanze di riserva e delle vitamine. A livello macroscopico una carenza di fosforo può portare a fenomeni di nanismo, ritardo vegetativo o di stentata formazione dei semi mentre la sua presenza stimola la formazione dei fiori e delle radici. Le cause delle carenze di fosforo sono date: da una reale carenza dell'elemento, in terreni con pH alcalino e calcare elevato si formano composti insolubili come fosfato bi e tricalcico, in terreni acidi si formano composti insolubili come il ferro o l'alluminio, i ristagni idrici e i terreni freddi ne limitano l'assorbimento, i terreni argillosi lo adsorbono fortemente, infine possiamo avere poco fosforo per la scarsa disponibilità di sostanza organica. In generale i sintomi di carenza si riscontrano con un colore delle foglie alterato con sfumature porpora o bronzeo opache e la fisiopatia ha un andamento acropeto. I tessuti si presentano deboli, acquosi, poco lignificati e sensibili agli attacchi parassitari. Gli aspetti da non sottovalutare sono l'impiego di maggior sostanza organica valutando l'asporto del fosforo da parte dei prodotti dell'agricoltura intensiva come granelle e prodotti vari inoltre bisogna valutare attentamente la scarsa mobilità del terreno per intervenire con una tecnica esatta e nel momento di richiesta da parte della coltura. I concimi fosfatici sono molti e il titolo viene espresso come P_2O_5 e non deve essere inferiore al 10%; quasi sempre la P_2O_5 deve essere solubile in citrato ammonico e una frazione della stessa deve esserlo anche in acqua. Esponiamo brevemente i diversi tipi di concimi fosfatici. Il concime fosfatico più utilizzato è sicuramente il perfosfato semplice che viene ottenuto trattando i fosfati semplici con acido solforico e il titolo in fosforo varia dal 18% al

21%. Si trova sotto forma polverulenta e granulare, la leggera acidità del prodotto ne consiglia l'utilizzo nei terreni con pH 7 o più elevati. Inoltre contiene solfato di calcio e a volte tracce di microelementi. Il perfosfato d'ossa è formato a partire da ossa macinate e contiene piccole quantità di azoto. Il perfosfato concentrato invece è ottenuto utilizzando parzialmente l'acido fosforico al posto del solforico nella fase di attacco dei fosfati naturali; esso può contenere dal 25 al 38% di P_2O_5 solubile in citrato ammonico. Il perfosfato triplo è un prodotto ottenuto per reazione del fosfato naturale con l'acido fosforico e ha un titolo in fosforo che varia dal 38% al 48% di P_2O_5 solubile in citrato ammonico. Il perfosfato precipitato bicalcico diidrato è ottenuto dalla precipitazione dell'acido fosforico derivato dai fosfati naturali o d'ossa. Le scorie di defosforazione o scorie Thomas sono un prodotto ottenuto in siderurgia durante la lavorazione della ghisa fosforosa, il titolo in P_2O_5 solubile negli acidi minerali varia dal 12% al 20%, possiede un pH basico e può essere impiegato convenientemente in terreni acidi. Il fosfato termico è ottenuto per reazione termica del fosfato naturale mediante composti alcalini e acido silicico, il titolo minimo di P_2O_5 è del 25%. Il fosfato alluminio-calcico è ottenuto per trattamento termico e contiene fosfati di calcio e alluminio e il titolo minimo di P_2O_5 è del 30%. Anche l'acido fosforico è un concime fosfatico liquido, deve avere un titolo minimo del 28% di P_2O_5 e può servire come materiale di base per la preparazione di concimi composti fluidi. Infine troviamo i sali fosfatici misti e il fosfato naturale tenero o fosfite macinata. Parliamo ora dei concimi potassici. Sono dei concimi contenenti espressamente dichiarato potassio in una o più forme di solubilità. Possono contenere anche altri elementi secondari e microelementi ma non azoto o fosforo in quantità dichiarabili. Il potassio non è un elemento plastico ma esplica nella pianta funzioni molto importanti e di alto valore biologico. In particolare sembra interferire nel

ricambio idrico regolando il movimento stomatico, prende attività nel metabolismo degli idrati del carbonio, presiede alla sintesi degli amminoacidi e delle proteine, agisce sulla divisione cellulare e sembra influenzare l'attività fotosintetica. Assieme al fosforo limita gli effetti di una eccessiva concimazione azotata e determina una migliore lignificazione dei germogli, una maggiore resistenza all'allettamento e alle diverse avversità. Inoltre è molto importante in quanto migliora la qualità dei semi, dei frutti e dei fiori migliorandone le caratteristiche, il colore e il profumo. Migliora anche l'efficienza radicale, la resistenza agli stress idrici e previene gli arrossamenti fogliari estivi. Il potassio è un elemento che non è soggetto a fenomeni di dilavamento importanti ed è adsorbito fortemente dal terreno. La carenza di questo elemento nei terreni italiani, ricchi costituzionalmente di potassio, non è frequente ma con le minime lavorazioni e il poco impiego di sostanza organica si può arrivare a pericolose carenze. Le cause della carenza possono essere l'effettiva insufficienza di dotazione nel terreno, l'indisponibilità data da pH acidi, i terreni argillosi compatti e mal drenati, gli eccessi di umidità e basse temperature che ne limitano l'assorbimento e uno squilibrio con il contenuto di magnesio, che è antagonista del potassio, che con un rapporto Mg/K superiore a 5 ne impedisce un corretto assorbimento. La carenza sulle piante si manifesta con un andamento acropeto e le foglie più vecchie manifestano una decolorazione dei margini fogliari e una successiva necrosi. Gli apici e i margini fogliari presentano un ripiegamento a doccia ed un arricciamento marcato. Esistono in commercio tantissimi tipi di concimi potassici in diverse forme ma di seguito citiamo i più comuni. Il titolo dei concimi potassici è espresso in K_2O solubile in acqua e il valore minimo ammesso è pari al 10%. Il cloruro potassico è ottenuto sia da sali grezzi di potassio che per via chimica e ha titolo minimo del 37% in potassio. Il solfato potassico

invece è ottenuto da sali di potassio con titolo minimo di potassio 47% e malgrado il costo più elevato è preferito dagli agricoltori e dai tecnici per la presenza di zolfo e per lo scarso contenuto di cloro che può provocare antagonismi con l'azoto. Entrambi i concimi si presentano in forma cristallina e in alcune formulazioni possono contenere sali di magnesio. Altri concimi sono il sale grezzo di potassio, il sale grezzo di potassio arricchito con titolo più alto, i sali misti potassici e il sale potassico a basso contenuto in cloro.

1.8 La rucola

Diffusissima nell'antichità, non mancava mai sulle tavole dei romani: lo testimoniano poeti come Orazio, che attribuisce la scoperta delle sue virtù aromatizzanti a un suo amico, e Marziale che ne parla come di erba magica. La rucola non presenta particolari problemi di coltivazione, e cresce bene in tutti i tipi di terreno. Più il terreno è arido, più le foglie diventano piccanti e presentano una lamina spessa. La semina va da marzo a settembre, ma anche in inverno, in serra. Frequentemente si trova ai bordi delle strade o come pianta selvatica fino ai mille metri di altitudine. Si intende per rucola il prodotto rappresentato da foglie appartenente alla famiglia delle Brassicaceae caratterizzato da un sapore forte e piccante dovuto alla presenza di un glucoside che forma composti solfocianici. Il sapore può variare, anche di molto, in base a caratteristiche della specie, alla variabilità genetica e all'ambiente di coltivazione. Il consumo principale di questo ortaggio è sicuramente crudo in diverse preparazioni culinarie ma può essere anche cotto. La rucola è originaria del bacino del mediterraneo e dell'Asia occidentale. Esistono diverse varietà locali presenti e coltivate in determinati ambienti ma due sono le specie più importanti e conosciute. La prima, *Eruca sativa* Miller (*V. Bianco, F. Pimpinini - Orticoltura - Pàtron Editore, Bologna, 1990*), conosciuta anche con il nome

di rucola coltivata era conosciuta già dagli egiziani e antichi romani. E' una pianta erbacea annuale con una rosetta di foglie a livello del terreno lunghe fino a 200 mm e larghe fino a 60 mm spesse con una nervatura centrale evidente, lobi poco profondi dentati o incisi con picciolo corto. Lo stelo è 0,20 - 0,70 m peloso nella parte inferiore e glabro in quella superiore. Le foglie caulinari sono quasi sessili e si fanno sempre più sottili mano a mano che si avvicinano all'apice con lobi sempre più marcati e lunghi. La fioritura avviene nel periodo primaverile- estivo quando le temperature sono elevate e il fotoperiodo è lungo. Il seme è raccolto a fine estate e questo permette la semina autunnale. I fiori hanno un diametro di 25 mm, sono disposti in racemi spiciformi e portati da peduncoli molto corti. I petali sono quattro e di colore bianco, giallo chiaro con sottili nervature di colore marrone fino al porpora e presentano un allungamento che si inserisce nel calice. Il calice è formato da quattro sepali lanceolati di colore verde tendente al violetto. Lo stilo è molto allungato e il frutto è una siliqua lunga 20 - 25 mm con diametro di 5 - 7 mm quasi sempre glabra e contiene da 20 a 35 semi con forma da ovata ad ellittica di colore che varia dal giallo chiaro al marrone scuro. Il peso di mille semi varia da 1,7 a 2 g. L'impollinazione è entomofila e la temperatura ottimale per la germinazione è di 27 °C. Troviamo poi *Diplotaxis tenuifolia* Linneo (*F. Pimpini, M. Giannini, R. Lazzarin - Ortaggi da foglia e da taglio - Veneto Agricoltura*), conosciuta con il nome di rucola selvatica o ruchetta e simile come caratteristiche organolettiche all'*Eruca*. E' una pianta erbacea perenne che a livello del terreno forma una rosetta di foglie piuttosto spesse di colore verde intenso con nervatura centrale ben evidente, lobi poco profondi, dentati o incisi con picciolo corto. La pianta supera l'inverno con le radici che resistono al freddo e ricacciano in primavera. Le foglie possono essere lunghe 100 - 200 mm e larghe 15 - 25 mm e possono essere con contorno spatolato, pennato-

partito o pennato-lobate. I fiori sono portati da peduncoli lunghi da 5 a 15 mm con sepali gialli o verdastri carenati e petali gialli. La fioritura avviene dall'inizio dell'estate e procede fino all'autunno momento in cui è possibile procedere alla raccolta del seme. Al momento della raccolta della piena fioritura i fusti possono raggiungere 0,50 - 0,70 m di altezza. Il frutto è una siliqua lunga 20 - 40 mm e di 2 - 4 mm di diametro contenente dai 35 ai 50 semi di colore arancione tendente al bruno. Il peso di mille semi varia da 0,28 g a 0,30 g. La temperatura ottimale di germinazione è di 27 °C. Nella nostra prova è stata utilizzata *Eruca sativa* Miller perché è la classica specie impiegata per la coltivazione come rucola da taglio e utilizzata poi nei diversi mix prodotti dalle aziende che confezionano insalate di vario genere, per il consumo fresco. L'insalatina di quarta gamma è una nuova frontiera dell'orticoltura e dell'agricoltura più in generale e si sta affermando con successo negli ultimi tempi grazie al consenso dato dai consumatori. I prodotti di quarta gamma sono prodotti ortofrutticoli pronti al consumo lavati e tagliati, destinati alla piccola e grande distribuzione. Sono confezionati in sacchetti termosaldati di film plastico o vaschette di plastica, a volte in atmosfera protettiva, prontamente refrigerati e commercializzati. Molto spesso questi prodotti sono coltivati in serra ma non sono rari i casi di coltivazione in campo aperto. Per la coltivazione di questi prodotti generalmente c'è la necessità di avere terreni sabbiosi o di medio impasto per poter gestire meglio gli interventi nella coltura. Altri aspetti importanti sono sicuramente la buona preparazione del terreno con lavorazioni medie-profonde in base al tipo di substrato e poi la lavorazione superficiale con erpice rotante o altri mezzi. Oltre a ciò si procede con particolare attenzione alla preparazione del letto di semina operando con apposite macchine per formare un'aiuola di coltivazione, dove viene seminata la coltura, per evitare ristagni idrici. Infine si semina con seminatrici di

solito pneumatiche e si irriga subito dopo. Gli irrigatori sono a bassa portata posti di solito in alto nel centro della serra ed effettuano una irrigazione “a pioggia”. Dopo circa 20 - 40 giorni in funzione del tipo di coltura e del periodo si effettua la raccolta con apposite macchine che tagliano la foglia a 2 - 4 cm dal terreno e la convogliano in appositi recipienti. Il tutto dopo analisi della partita viene messo in lavorazione o prontamente refrigerato. Per ogni semina vengono effettuati da uno a quattro sfalci al massimo in base al periodo e alle condizioni della coltura. Inoltre un altro fattore molto importante oltre alle concimazioni e trattamenti antiparassitari è sicuramente la gestione dell’acqua di irrigazione per evitare ristagni e stress idrici. Infine bisogna porre molta attenzione ad inquinanti chimici, fisici e biologici.

2 SCOPO DELLA PROVA

Lo scopo della prova svolta è stato principalmente quello di valutare la concentrazione di nitrati e altri elementi all'interno di un prodotto coltivato, in questo caso si tratta di rucola da taglio (*Eruca sativa* Miller). La prova è stata effettuata all'interno di una serra e valutava due varietà di rucola in due cicli sottoposte a quattro tipi diversi di concimazione, due classiche (I e IC) e due proposte dalla linea "Cifo" (CC e CB). Per ogni ciclo sono stati fatti più sfalci e valutati diversi parametri. L'attenzione principale è stata rivolta, oltre alle produzioni, al contenuto di nitrati nel prodotto perché come sappiamo esistono dei limiti imposti per la commercializzazione. In particolare l'obiettivo della prova è stato quello di valutare i parametri misurati ma in particolare modo i nitrati con le diverse tecniche di concimazione riducendo l'apporto di nutrienti chimici, utilizzando concimazioni bilanciate e integrate con biostimolanti. La scelta delle due varietà inoltre ci ha permesso di valutare le differenze, in particolare per quanto riguarda il tenore in nitrati, in funzione delle concimazioni e degli sfalci. La specie scelta, rucola, perché come sappiamo presenta problemi per il medio e in alcuni casi elevato contenuto in nitrati come può in generale presentarsi in lattuga e spinacio.

3 MATERIALI E METODI

La prova è stata svolta presso il Centro Sperimentale Ortofloricolo “Po di Tramontana” di Veneto Agricoltura a Rosolina (RO). La tesi è stata eseguita in serra ed è stata scelta come coltura un’insalata da taglio, *Eruca sativa* Miller. E’ iniziata nella primavera del 2011 con il primo ciclo, per poi proseguire con un secondo ciclo iniziato in estate dello stesso anno e finito con l’ultimo sfalcio il 20 dicembre 2011. Per la prova sono state scelte due varietà di rucola: “Giove” (a basso contenuto di nitrati) e “Venere” (varietà classica) forniti dalla “T. & T. Produce” di Chioggia (VE). Per la prova è stato messo a disposizione tunnel doppio (42 x 14 m, fig. 2).



Figura 2. Serra dove è stata svolta la prova.

Il terreno messo a disposizione per ogni diversa concimazione è stato di 147 m² lordi e la superficie effettivamente seminata di 74,8 m². Ogni parcella di terreno è lunga 17 m e

larga 1,1 m. Questa divisione del terreno ci ha consentito per ogni diversa concimazione di fare due ripetizioni per le due varietà considerate. Alla fine ci siamo trovati ad avere 16 parcelle come si può vedere in figura 3. I trattamenti impostati sono stati quattro e prevedevano ognuno una concimazione differente. La prima, concimazione tradizionale, prevedeva una concimazione solo in presemina ed è chiamata “impianto” (I); la seconda prevedeva una concimazione in presemina e in copertura ed è chiamata “impianto e copertura” (IC); la terza, proposta dalla ditta Cifo, prevedeva una concimazione di fondo con prodotti tradizionali e successivamente una concimazione classica con linea “Cifo” ed è chiamata “Cifo classica” (CC); infine l’ultima, sempre proposta da “Cifo”, prevedeva l’utilizzo di prodotti classici e poi l’utilizzo di prodotti innovativi (biostimolanti e non) della linea “Cifo” ed è chiamata “Cifo biostimolanti” (CB). Per quanto riguarda la concimazione I e IC sono state distribuite per ettaro rispettivamente 70 - 75 - 70 unità di azoto, fosforo e potassio. Mentre nelle due concimazioni, CC e CB, le unità fertilizzanti totali utilizzate sono state rispettivamente 60 - 64 - 70 unità di azoto, fosforo e potassio con una riduzione del 14,28% di azoto e del 14,66% di fosforo. Le concimazioni effettuate nel primo e secondo ciclo, sono illustrate dettagliatamente in tabella 2. I rilievi effettuati in campo sono stati il peso fresco, il peso secco e la misura della quantità oraria di acqua distribuita dagli irrigatori per conoscere e verificarne il corretto funzionamento. Per fare questo sono stati messi in maniera casuale dei contenitori all’interno della coltura e irrigato per venti minuti. Successivamente l’acqua raccolta è stata misurata con un cilindro graduato e rapportata a l/h; i nostri irrigatori distribuivano mediamente 5,77 l/h.

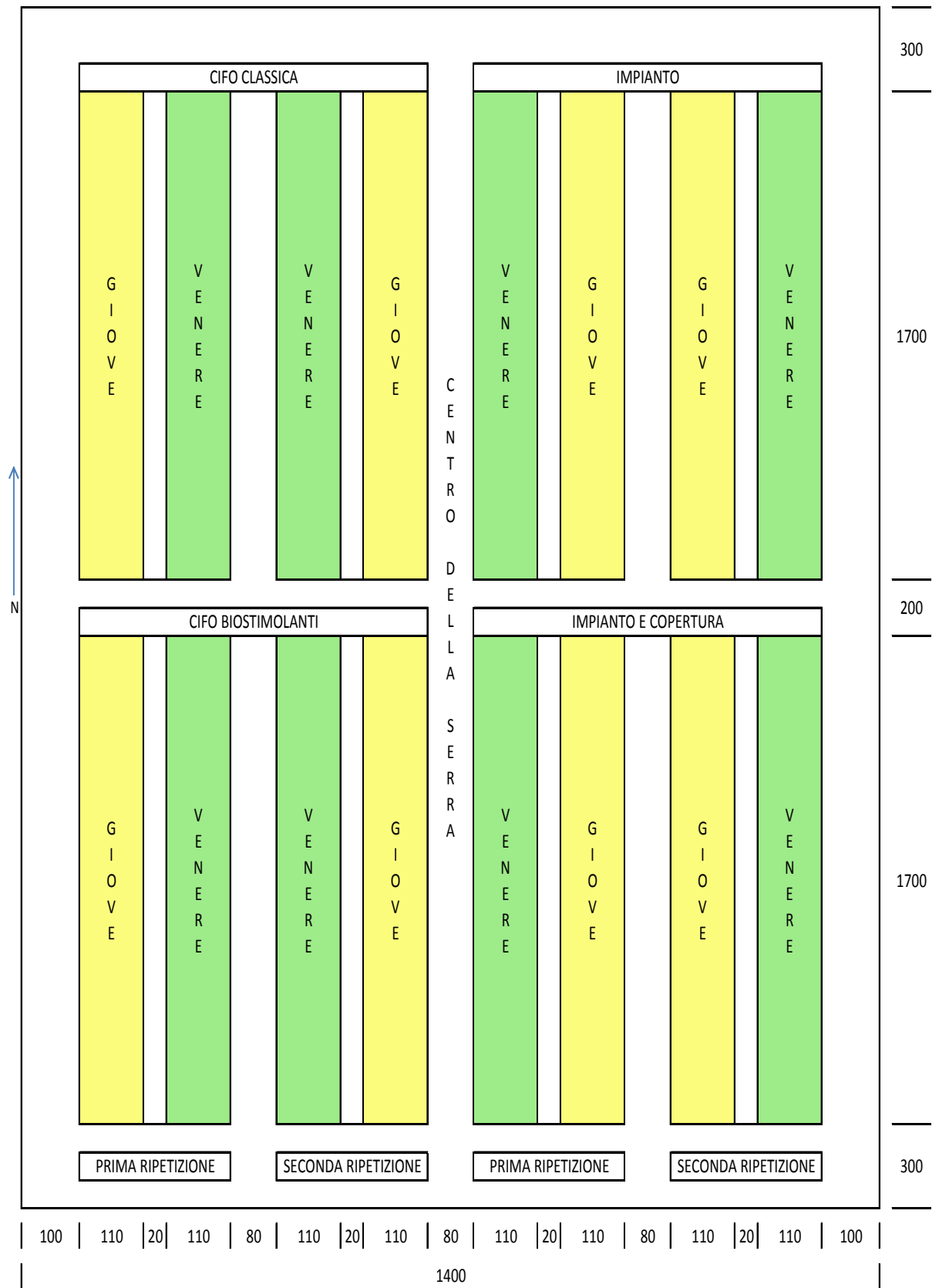


Figura 3. Mappa della prova effettuata (misura indicata in cm).

TIPO CONCIMAZIONE	NOME CONCIME	MODALITA' D'USO	DOSE q/ha	U.F. N	U.F. P	U.F. K
<i>Impianto (ciclo 1)</i>	BIOREX	PRE-SEMINA	25	70	75	50
	SOLFATO POTASSICO	PRE-SEMINA	0,4			20
	UNITA' FERTILIZZANTI TOTALI PER ETTARO			70	75	70
<i>Impianto (ciclo 2)</i>	BIONATURAL	PRE-SEMINA	35	70	30,5	29,1
	PERFOSFATO SEMPLICE	PRE-SEMINA	2,4		44,7	
	SOLFATO POTASSICO	PRE-SEMINA	0,8			41
	UNITA' FERTILIZZANTI TOTALI PER ETTARO			70	75	70
<i>Impianto e copertura</i>	TRIPLO	PRE-SEMINA	3,5	28	56	70
	PERFOSFATO SEMPLICE	PRE-SEMINA	1		19	
	NITRATO DI CALCIO	COPERTURA	2,71	42		
	UNITA' FERTILIZZANTI TOTALI PER ETTARO			70	75	70
<i>Cifo classica</i>	TRIPLO	PRE-SEMINA	2,85	22,8	45,6	57
	PERFOSFATO SEMPLICE	PRE-SEMINA	0,4		7,6	
	NITRATO DI CALCIO	PRE-SEMINA	0,85	13,2		
	<i>Unità fertilizzanti parziali per ettaro</i>			<i>36</i>	<i>53,2</i>	<i>57</i>
	FOXTER 520	PRE-SEMINA	0,3	1,5	6	
	N.S.Z. 26	FRAZIONATO A 7 E 12 GIORNI	0,65	16,9		
	VIVITER 4-11-13	FRAZIONATO A 7 E 12 GIORNI	0,4	1,6	4,4	5,2
	CALCISAN	DA SOLO, FRAZIONATO A 7 E 12 GIORNI	0,15	0,5		
	FERKAP	FRAZIONATO A 7 E 12 GIORNI	0,5	3,5		8
	<i>Unità fertilizzanti parziali per ettaro</i>			<i>24</i>	<i>10,4</i>	<i>13,2</i>
UNITA' FERTILIZZANTI TOTALI PER ETTARO			60	64	70	
<i>Cifo biostimolanti</i>	TRIPLO	PRE-SEMINA	2,85	22,8	45,6	57
	PERFOSFATO SEMPLICE	PRE-SEMINA	0,4		7,6	
	NITRATO DI CALCIO	PRE-SEMINA	0,85	13,2		
	<i>Unità fertilizzanti parziali per ettaro</i>			<i>36</i>	<i>53,2</i>	<i>57</i>
	FOXTER 5-20	PRE-SEMINA	0,3	1,5	6	
	MACYS BC 28	FRAZIONATO AD OGNI IRRIGAZIONE E CON CALCISAN A 7 E 12 GIORNI	0,15			
	N.S.Z. 26	FRAZIONATO A 7 E 12 GIORNI	0,65	16,9		
	VIVITER 4-11-13	FRAZIONATO A 7 E 12 GIORNI	0,4	1,6	4,4	5,2
	CALCISAN	CON MACYS, FRAZIONATO A 7 E 12 GIORNI	0,15	0,5		
	FERKAP	FRAZIONATO A 7 E 12 GIORNI	0,5	3,5		8
<i>Unità fertilizzanti parziali per ettaro</i>			<i>24</i>	<i>10,4</i>	<i>13,2</i>	
UNITA' FERTILIZZANTI TOTALI PER ETTARO			60	64	70	

Tabella 2. Concimazioni eseguite nel primo e nel secondo ciclo.

Esponiamo ora le principali caratteristiche dei concimi utilizzati e il loro titolo. Il perfosfato semplice utilizzato nella prova ha un titolo del 19% di anidride fosforica (P_2O_5), è un concime ottenuto trattando i fosfati naturali con acido solforico ed è in forma granulare. Il nitrato di calcio utilizzato ha un titolo di azoto (N) del 15,5%, è in forma granulare e contiene una buona percentuale di calcio (CaO), il 26%. E' stato utilizzato poi un concime triplo in forma granulare con un titolo dell'8% di azoto (N), del 16% di anidride fosforica (P_2O_5) e del 20% di ossido di potassio (K_2O). Il solfato potassico usato ha un titolo di ossido di potassio (K_2O) del 50%, contiene una buona quantità di zolfo e ha un basso contenuto in cloro. Inoltre sono stati utilizzati due

concimi quasi totalmente organici: “Bionatural” e “Biorex”. “Bionatural” è un concime organico composto dal 2% di azoto (N) organico, dallo 0,87% di anidride fosforica (P_2O_5) e dallo 0,83% di potassio (K_2O). E’ un concime ammesso in agricoltura biologica. “Biorex” è un letame di origine animale formulato per arricchire il terreno in sostanza organica stabile (humus). Le sue caratteristiche sono identiche a quella del letame di stalla tradizionale, ma la pellettizzazione ne permette una facile distribuzione con i normali spandiconcime. Il contenuto di “Biorex” è del 2,8% di azoto (N), del 3% di anidride fosforica (P_2O_5) e del 2% di ossido di potassio (K_2O). Inoltre contiene il 38% di carbonio (C) organico di origine biologica, il 65% di sostanza organica, ha un’umidità del 16%, il suo pH è 7 e il rapporto C/N 13. Per quanto riguarda invece le linee “Cifo”, oltre ad alcuni dei concimi sopracitati, per le concimazioni di base, sono stati utilizzati preparati specifici. E’ stato usato “Foxter 520” la cui composizione è del 5% di azoto (N) totale (ammoniacale), del 20% di anidride fosforica (P_2O_5) solubile in acqua, dello 0,1% di manganese (Mn) solubile in acqua, dello 0,1% di manganese chelato con EDTA, dello 0,01% di zinco (Zn) solubile in acqua e dello 0,01% di zinco chelato con EDTA. “Foxter 520” è un formulato appositamente studiato per fornire alle colture azoto e fosforo in una forma perfettamente assimilabile, per stimolare la radicazione, la germinazione e lo sviluppo vegetale. L’”N.S.Z. 26” è un concime azotato contenente zolfo e zinco. In particolare contiene il 26% di azoto (N) totale, di cui il 6% di azoto (N) nitrico, l’8% di azoto (N) ammoniacale, il 12% azoto (N) ureico; il 13% di anidride solforica (SO_3) solubile in acqua e lo 0,01% di zinco (Zn) solubile in acqua. “N.S.Z. 26” è un formulato appositamente studiato per apportare alle colture azoto, in forma totalmente assimilabile dalle piante tramite applicazione fogliare, al terreno e fertirrigazione. Il “Viviter 4-11-13” è un concime organo minerale N - P - K,

4 - 11 - 13, con boro (B), rame (Cu), manganese (Mn), molibdeno (Mo), zinco (Zn) a basso tenore di cloro. “Viviter 4-11-13” è un concime fluido, appositamente studiato per soddisfare la richiesta energetica delle piante nei periodi di crescita più intensa: prime fasi di sviluppo, fioritura, maturazione. La composizione è del 4% di azoto (N) totale, di cui l'1% di azoto (N) organico e il 3% di azoto (N) ureico; dell'11% di anidride fosforica (P_2O_5) solubile in acqua e citrato ammonico neutro, del 13% di ossido di potassio (K_2O) solubile in acqua, del 3% di carbonio (C) organico di origine biologica, dello 0,1% di boro (B) solubile in acqua, dello 0,1% di rame (Cu) solubile in acqua, dello 0,1% di rame (Cu) chelato con EDTA, dello 0,1% di manganese (Mn) solubile in acqua, dello 0,1% di manganese (Mn) chelato con EDTA, dello 0,01% di molibdeno (Mo) solubile in acqua, dello 0,1% di zinco (Zn) solubile in acqua e dello 0,1% di zinco (Zn) chelato con EDTA. E' composto per la parte minerale da urea, da un concime minerale composto da fosforo e potassio, e per la parte organica da epitelio animale idrolizzato fluido. Il “Calcisan” è un concime formato da carniccio fluido in sospensione. La composizione è del 3% di azoto (N) organico, del 2,8% di azoto (N) organico solubile, del 10% di carbonio (C) organico di origine biologica, del 10% di ossido di calcio (CaO) solubile in acqua e del 2% di ossido di magnesio (MgO) solubile in acqua. “Calcisan” è un formulato in grado di risolvere con efficacia le problematiche legate alle fisiopatie dovute alla carenza di calcio e magnesio. I due mesoelementi sono legati ad una matrice organica da legami organo - metallici formando così vere e proprie molecole chelate come avviene nei composti naturali. Tutto ciò consente di ottenere pareti cellulari più resistenti con conseguente maggiore consistenza e conservabilità di frutta e ortaggi. “Ferkap” è un concime contenente azoto (N) e potassio (K) con ferro (Fe) a basso tenore di cloro, ottenuto per miscelazione. E' composto in particolare dal

7% di azoto (N) totale (ammoniacale), dal 16% di ossido di potassio (K_2O) solubile in acqua, dal 40% di anidride solforica (SO_3) solubile in acqua e dal 7% di ferro (Fe) solubile in acqua. “Ferkap” è un formulato di nuova concezione, particolarmente efficace nella prevenzione e cura della clorosi ferrica, favorendo l'ottenimento di produzioni agroalimentari caratterizzate da elevati standard qualitativi. La combinazione degli elementi promuove lo sviluppo dei germogli e la formazione di un'efficiente apparato fotosintetico, conferendo ai tessuti vegetali maggiore robustezza e resistenza a stress ambientali e fisiologici, inoltre svolge una rapida e duratura azione rinverdente, con il risultato di riuscire a prevenire e curare efficacemente la clorosi ferrica. “Macys bc 28” è una specialità fogliare a base di *Macrocystis Integrifolia* (100%), alga tipica delle fredde e incontaminate acque canadesi. Caratterizzata da un processo produttivo che ne mantiene inalterate le componenti naturali, “Macys bc 28” si presenta come una sospensione concentrata di colore verde. Apporta solo le sostanze presenti nelle alghe che risultano importanti per le piante, tra cui i regolatori di crescita naturali e i carboidrati come l'acido alginico, per agire direttamente sulla fisiologia vegetale. L'utilizzo periodico di “Macys bc 28” permette di migliorare lo sviluppo di radici e germogli, aumentare la resistenza a stress ambientali e fisiologici, favorire lo sviluppo dei frutti con pezzatura uniforme e incrementare la produzione. Si utilizza tramite applicazioni fogliari nei momenti di massima richiesta energetica da parte della pianta.

Descriviamo ora la prova. La prova è iniziata con la semina del primo ciclo il giorno 28 aprile 2011 su terreno preventivamente lavorato a medie profondità e geodisinfestato. Il terreno presente nel tunnel e utilizzato per la prova è un terreno di medio impasto. Prima della semina il terreno è stato concimato come indicato in tabella 2. Per quanto riguarda

il trattamento I è stata fatta solo una concimazione in presemina, mentre in IC oltre alla concimazione in presemina è stato fatto un intervento con nitrato di calcio in copertura, il giorno 12 maggio 2011. Invece per le tesi CC e CB oltre alle concimazioni (tab. 2) di fondo sono stati effettuati interventi diversi. In particolare per la tesi CC si prevedeva l'utilizzo dei concimi indicati in tabella 2, utilizzando "Foxter 520" in pre-semina e utilizzando "Calcisan" da solo non miscelato agli altri prodotti. Per la tesi CB invece si prevedeva un ulteriore prodotto, "Macys bc 28" utilizzato assieme a "Calcisan" e da solo in ogni intervento irriguo e in presemina sempre "Foxter 520". Per tutte e due le concimazioni CC e CB i prodotti sono stati distribuiti per fertirrigazione (fig. 4) dopo sette e dodici giorni dalla semina o dallo sfalcio sia nel primo che nel secondo ciclo.



Figura 4. Miscelatore "Dosatron" utilizzato per la fertirrigazione.

A volte il secondo intervento a dodici giorni non è stato fatto perché il prodotto era pronto da raccogliere prima dei giorni necessari per l'intervento. Le altre tesi sono state irrigate con sola acqua in base alle esigenze della pianta da personale esperto. La semina è stata fatta con seminatrice meccanica "DEMA" (fig. 5); la seminatrice ha una larghezza di lavoro di 1,1 metri.



Figura 5. Seminatrice "DEMA".

Per la preparazione del letto di semina il terreno è stato lavorato con una fresa rotante (fig. 6) e poi leggermente rullato con la stessa seminatrice. Nella semina di tutta la prova, il 28 aprile 2011 per il primo ciclo, sono stati utilizzati per la varietà "Giove" 462 g ($3,08 \text{ g/m}^2$) e per la varietà "Venere" 421g ($2,81 \text{ m}^2$) di seme di *Eruca sativa* Miller. Dopo la semina sono state fatte subito le irrigazioni (fig. 7) per permettere al seme di idratarsi ed emergere.



Figura 6. Fresa rotante, manuale.



Figura 7. Irrigazione subito dopo la semina; si noti la cartellinatura delle parcelle.

La coltura è emersa progressivamente nell'arco di una settimana presentando qualche problema di emergenza e omogeneità in diverse parcelle. Dopo circa 25 giorni, il 23 maggio 2011, la coltura si trovava ad essere intorno ai 7 - 12 cm pronta per il primo campionamento e per la raccolta. Nello stesso giorno è stato effettuato il primo campionamento solo sulle parcelle centrali (metà prova, otto parcelle) considerando solo una ripetizione perché la coltura non era emersa perfettamente (fig. 8), era disomogenea, per eventuali ristagni e per la semina troppo densa effettuata con seminatrice non proprio adatta per semi molto piccoli come *Eruca sativa* Miller.



Figura 8. Coltura non emersa in maniera omogenea.

Per questo sono stati fatti quattro campioni in ogni parcella, per avere comunque un valore più attendibile, e considerando le otto parcelle ci siamo trovati ad avere 32 campioni. Il campione è stato fatto con un quadrato di ferro di 0,5 x 0,5 metri di lato

(fig. 9), posto in maniera casuale nella coltura. Una volta posto a terra veniva fotografato e tagliato il prodotto a circa 2 - 3 cm dal terreno con una forbice, riproducendo per quanto possibile la raccolta meccanica. Poi è stato messo il prodotto in un sacchetto “da stufa” con apposito talloncino di identificazione.



Figura 9. Particolare del campionamento.

Fatto questo il prodotto veniva tagliato e raccolto con un classico rasaerba ad un'altezza di 2 - 3 cm per permettere alla pianta di ricrescere nuovamente e da questo momento in poi si proseguiva con le concimazioni della linea CC e CB effettuate con le stesse modalità sopracitate. Una volta fatto questo ogni campione veniva portato in laboratorio dello stesso struttura, pesato e registrato il dato privo della tara del sacchetto. Inoltre alla fine di questa operazione tutti i campioni venivano messi in stufa a 105° C e dopo 48 ore, o comunque fino al raggiungimento di un peso stabile per la totale perdita di acqua,

è stata fatta la misurazione del peso secco e la sua registrazione. Dai valori del peso fresco e del peso secco è stata poi ricavata la percentuale di sostanza secca. La bilancia utilizzata è una bilancia scientifica, periodicamente tarata. Il secondo campionamento, seguito poi dallo sfalcio, è stato fatto il 31 maggio 2011 e vista la seconda raccolta vicina alla prima, per la forte crescita della coltura, questo non ha permesso di effettuare la concimazione a dodici giorni in CC e CB. La coltura d'ora in poi si presentava abbastanza omogenea (fig. 10) e questo ha permesso di effettuare i campionamenti in tutta la prova considerando le due ripetizioni (come previsto) anche nel terzo e quarto sfalcio.



Figura 10. Coltura abbastanza omogenea ormai prossima alla raccolta.

In ogni parcella sono stati fatti due campioni, sempre con quadrato di ferro di 0,5 x 0,5 metri di lato, effettuando perciò 32 campioni. I rilievi sono proseguiti ugualmente anche

nel momento del terzo campionamento del 9 giugno 2011 e del quarto campionamento del 21 giugno 2011 che concluse il primo ciclo di prove. Alla fine del primo ciclo il terreno è stato lavorato e lasciato a riposo. Dopo una pausa estiva il giorno 5 ottobre 2011 è iniziato il secondo ciclo con la semina. Il secondo ciclo è stato effettuato con le stesse modalità del primo ciclo illustrate in figura 3 e per quanto riguarda le concimazioni in tabella 2. L'unica differenza di concimazione la notiamo in tabella 2 per i trattamenti "impianto" dove al posto di "Biorex" (usato in "impianto" del primo ciclo) è stato utilizzato un altro concime "Bionatural". Comunque questo non comporta variazioni e le unità fertilizzanti usate sono state le stesse. Per il resto le concimazioni, la collocazione delle tesi e delle varietà è rimasta la stessa. La semina è avvenuta con la stessa seminatrice "DEMA" (fig. 5), su terreno preparato precedentemente, e per il secondo ciclo sono stati utilizzati per la varietà "Giove" 405g (2,71 g/m²) e per la varietà "Venere" 477g (3,19 g/m²) di seme di *Eruca sativa* Miller. La coltura nel secondo ciclo ha avuto un'emergenza migliore e più omogenea. Nel secondo ciclo visto il periodo stagionale la crescita è stata più lenta e sono stati fatti due sfalci e di conseguenza due campionamenti. Il primo campionamento del secondo ciclo è stato fatto il 15 novembre 2011 infine il secondo il 20 dicembre 2011. Per ogni campionamento sono stati eseguiti tre campioni in ogni parcella con le stesse modalità del primo ciclo. La tesi in campo è terminata il 20 dicembre 2011. In laboratorio successivamente sono state fatte le analisi del contenuto di azoto e dei cationi e anioni. Per le due analisi sono stati uniti e mescolati i campioni fatti sulla stessa parcella. Ogni campione così ottenuto di prodotto secco è stato macinato e messo in stufa a 105° C per eliminare l'eventuale umidità assorbita. Successivamente è stato pesato, con bilancia scientifica a tre decimali, un quantitativo il più possibile vicino a 0,700 g ed

eventualmente se diverso è stato poi rapportato al valore. Per l'analisi dell'azoto è stato impiegato il metodo "Kjeldahl". Fatto questo per l'analisi degli anioni e cationi, con gli stessi campioni di prodotto secco macinato, sono stati pesati 200 mg di prodotto. Per quanto riguarda la determinazione del contenuto di anioni e cationi si è fatto riferimento alla cromatografia ionica usando un sistema cromatografico a gradiente (Dionex ICS-900), costituito da una pompa binaria e da un rivelatore di conducibilità (Dionex DS5) con soppressore anionico (AMMS 300, 4 mm) per l'analisi degli anioni e soppressore cationico (CMMS 300, 4 mm) per l'analisi dei cationi. La colonna "Ion Pac AS23" con dimensioni 4 x 250 mm è stata utilizzata per l'analisi degli anioni mentre la colonna "Ion Pac CS12A" con dimensioni 4 x 250 mm è stata utilizzata per l'analisi dei cationi. Entrambe sono precedute da una pre - colonna. I dati forniti da questo sistema sono stati raccolti ed elaborati usando il sistema "Chromeleon per sistemi LC". I 200 mg di campione secco macinato sono stati estratti in 50 ml di acqua e messi per 20 minuti su piastra rotante a 150 rpm. Il campione è stato quindi filtrato in un primo momento con carta da filtro "589 Schleicher" e successivamente con filtro per siringa in acetato di cellulosa da 0,20 µm. Le iniezioni sono state fatte usando un iniettore a valvole (Rheodyne) con un loop di 50 µl. Sono stati impiegati multi standard di anioni (Dionex), multi standard di cationi (Dionex), eluente concentrato "AS23" (Dionex), eluente concentrato "CS12A" (Dionex). L'eluente utilizzato è costituito dal 100% di sodio carbonato 4,5 mM, sodio bicarbonato 0,8 mM per l'analisi degli anioni e dal 100% di acido metansolfonico 20 mM per l'analisi dei cationi. Il flusso utilizzato è 1 ml/min e la colonna è mantenuta a temperatura ambiente.

4 RISULTATI

4.1 Primo ciclo

Analizziamo ora i grafici riportati da pagina 63 che descrivono il peso fresco, il peso secco, la percentuale di sostanza secca, il contenuto di azoto e il tenore di nitrati nel primo ciclo. In figura 11 notiamo la produzione in g/m^2 nelle diverse concimazioni e la differenza sembra essere molto poca anche se sembra esserci uno spostamento produttivo più alto nelle parcelle concimate in maniera classica. Per quanto riguarda invece la produzione in g/m^2 per sfalcio vediamo una grossa differenza e significatività tra lo sfalcio 1 e 2 con maggior produzione (circa il doppio), e gli sfalci 3 e 4 (fig. 12). La produzione in g/m^2 fra le due varietà invece sembra essere praticamente uguale (fig. 13). Anche il peso secco in g/m^2 rispecchia (fig. 14), per quanto riguarda il parametro concimazione, la produzione vista nel peso fresco e spostata con una produzione in g/m^2 più alta verso le tesi concimate con prodotti classici. Troviamo invece significativi i dati raccolti per quanto riguarda il peso secco in g/m^2 ricavato dalle diverse concimazioni, con valori intermedi per lo sfalcio 1 e 2, bassi per lo sfalcio 3 ed elevati per lo sfalcio 4 (fig. 15). Per il peso secco in g/m^2 fra le diverse varietà non notiamo differenze sostanziali (fig. 16). Notiamo invece significatività (fig. 17) per quanto riguarda la percentuale di sostanza secca con valori più alti e simili per le concimazioni con prodotti classici, intermedi per la concimazione CB e più bassi per la concimazione CC. Per quanto riguarda la percentuale di sostanza secca in funzione degli sfalci vediamo valori significativi e bassi nello sfalcio 1 e 2 e alti negli sfalci 3 e 4 (fig. 18). In figura 19 vediamo che non ci sono differenze fra la percentuale di sostanza secca fra le varietà “Giove” e “Venere”. Ora in figura 20 vediamo la percentuale di azoto nelle diverse

concimazioni e non riscontriamo differenze. Mentre per quanto riguarda la percentuale di azoto nei diversi sfalci (fig.21) notiamo una significatività, nello sfalcio 1, 2 e 4 valori più bassi e simili e nello sfalcio 3 valori leggermente più alti. Per quanto riguarda la percentuale di azoto fra le diverse varietà non troviamo differenze (fig. 22). Il contenuto di nitrati fra le diverse concimazioni è diverso (fig. 23) e troviamo valori significativi, più bassi e simili per le concimazioni CB e I, e valori più alti e anch'essi simili per le concimazioni CC e IC. Vediamo ora la figura 24 e notiamo le differenze significative fra i valori del contenuto di nitrati nei diversi sfalci; in particolare notiamo valori alti nello sfalcio 3, diversi e intermedi nello sfalcio 2 e simili e più bassi negli sfalci 1 e 4. Per quanto riguarda il contenuto di nitrati nelle diverse varietà sembra esserci un accumulo leggermente maggiore in "Giove" e minore in "Venere", al contrario delle aspettative (fig. 25).

Ora analizziamo la tabella 3 di pagina 81, dove sono riportati i risultati del contenuto in anioni nel prodotto nel secondo ciclo. Troviamo valori significativi per quanto riguarda il contenuto di cloruri nelle diverse concimazioni con valori più alti nei trattamenti I e valori più bassi e simili in CB, CC e IC. Sempre in tabella 3 notiamo una differenza significativa nel contenuto di fosfati nei diversi sfalci con valori più bassi negli sfalci 1 e 2 e più alti negli sfalci 3 e 4. Anche i solfati nella medesima tabella presentano significatività e in particolare abbiamo, per quanto riguarda gli sfalci, valori più bassi nello sfalcio 1 e 2 e valori più alti negli sfalci 3 e 4. Ora vediamo la tabella 4 di pagina 81, dove si riportano i dati del contenuto in cationi del prodotto analizzato. In particolare vediamo il contenuto di ammonio come risultato significativo e più alto nello sfalcio 4, intermedio negli sfalci 1 e 3 e più basso nello sfalcio 2. Per quanto riguarda il contenuto di magnesio, sempre in tabella 4, la differenza fra gli sfalci è ancora

significativa e troviamo valori bassi e simili negli sfalci 1 e 2 e più elevati negli sfalci 3 e 4. La differenza nel contenuto di calcio in tabella 4 per quanto riguarda gli sfalci è anch'essa significativa e con valori bassi negli sfalci 1 e 2, diversi e intermedi nello sfalcio 3 e ancora diversi e più alti nello sfalcio 4.

4.2 Secondo ciclo

Analizziamo ora i grafici riportati da pagina 70 che descrivono il peso fresco, il peso secco, la percentuale di sostanza secca, il contenuto di azoto e il tenore di nitrati nel secondo ciclo. In figura 26 vediamo la produzione di peso fresco in g/m^2 attestarsi su livelli abbastanza elevati, con valori significativi e alti nella concimazione IC, intermedi e simili nelle due concimazioni CC e CB, e più bassi e simili nella concimazione I. Per quanto riguarda la diversa produzione in g/m^2 fra gli sfalci vediamo valori significativi, più elevati nello sfalcio 1 e più bassi nello sfalcio 2 (fig. 27). Anche la differenza fra le varietà per la produzione di peso fresco in g/m^2 da risultati significativi e spostati a favore di “Giove” con valori più elevati e “Venere” con valori più bassi (fig. 28). In figura 29 vediamo significatività nel peso secco in g/m^2 fra le diverse concimazioni; in particolare abbiamo la concimazione IC con valori di peso secco in g/m^2 più elevati, intermedi e simili per le concimazioni CB e I e leggermente più bassi e simili per la concimazione CC. Anche in figura 30 vediamo una grossa differenza e significatività fra lo sfalcio 1, con valori bassi di peso secco in g/m^2 , e lo sfalcio 2 con valori molto più elevati. La media del peso secco in g/m^2 per quanto riguarda le due varietà (fig. 31) ha valori più elevati nella varietà “Giove” e più bassi in “Venere” ma non risultano significativi. Ora vediamo in figura 32 significatività per quanto riguarda la percentuale di sostanza secca fra le diverse concimazioni e troviamo valori più elevati nel trattamento I e valori più bassi e simili tra loro fra le altre concimazioni. La percentuale

di sostanza secca per quanto riguarda gli sfalci è molto diversa (fig. 33), significativa e si attesta su valori bassi per lo sfalcio 1 e alti per lo sfalcio 2. Notiamo invece poche differenze sulla percentuale di sostanza secca fra le due varietà (fig. 34). La percentuale di azoto non sembra molto diversa anche se è leggermente maggiore nei due trattamenti concimati con prodotti della linea “Cifo” (fig. 35). Il contenuto invece di azoto negli sfalci è significativo e ha valori più alti nello sfalcio 2 e più bassi nello sfalcio 1 (fig. 36). Nelle due varietà vediamo come il contenuto di azoto sia simile (fig. 37). Notiamo ora in figura 38 il diverso contenuto di nitrati con valori simili e molto più alti nelle concimazioni “Cifo”, in particolare CC, e più bassi nelle tesi che utilizzavano concimi tradizionali, I e IC. Negli sfalci abbiamo una differenza notevole (fig. 39) per quanto riguarda il tenore di nitrati con valori significativi; in particolare troviamo valori elevati per lo sfalcio 2 e bassi per lo sfalcio 1. Per quanto riguarda le varietà il valore dei nitrati sembra essersi attestato a valori molto simili (fig. 40).

Ora analizziamo la tabella 5 di pagina 82, dove sono riportati i risultati del contenuto in anioni nel prodotto nel secondo ciclo. Vediamo una differenza significativa per quanto riguarda il contenuto di cloruri fra le concimazioni; in particolare troviamo valori più bassi in CC, intermedi e simili in CB e IC e più elevati e simili nella concimazione I. Sempre in tabella 5 vediamo una significatività nel contenuto di fosfati in relazione agli sfalci e notiamo valori più elevati nello sfalcio 2 e molto più bassi nello sfalcio 1. Vediamo ora la tabella 6 di pagina 82 che riporta il contenuto in cationi del prodotto analizzato. Troviamo una differenza significativa per quanto riguarda le concimazioni in sodio, ammonio e potassio. Nel tenore in sodio vediamo valori più alti in CC, intermedi e simili fra loro in CB e I e più bassi nella concimazione IC. Nel contenuto di ammonio troviamo invece valori più alti nelle due concimazioni “Cifo”, intermedi in I e più bassi

in IC. Nel contenuto di potassio infine notiamo valori più alti in CC, intermedi in CB e I e più bassi nella concimazione IC. Ora vediamo sempre in tabella 6 le differenze significative per quanto riguarda gli sfalci nel contenuto in magnesio e calcio. Nel tenore di magnesio troviamo nello sfalcio 2 valori più elevati e nello sfalcio 1 valori più bassi. Anche il quantitativo di calcio si comporta allo stesso modo con valori più elevati nello sfalcio 2 e più bassi nello sfalcio 1.

5 CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE

La tesi svolta non ha rilevato differenze sostanziali nel contenuto di nitrati per quanto riguarda le varietà considerate e anche le differenze varietali di peso fresco, peso secco, percentuale di sostanza secca e contenuto di azoto sono trascurabili. Le diverse concimazioni hanno riportato differenze fra i valori del contenuto di nitrati e significatività (primo ciclo) con risultati diversi nei due cicli. Per quanto riguarda invece gli sfalci troviamo differenze significative ma non sono certamente da attribuire alle concimazione o alle varietà ma sostanzialmente alle differenze stagionali fra i due cicli e gli sfalci. Nel secondo ciclo per quanto riguarda il contenuto di nitrati in funzione delle concimazioni troviamo una differenza importante e in particolare vediamo come le concimazioni “Cifo” si attestino a valori ben più elevati rispetto alle concimazioni classiche. Mentre per quanto riguarda il primo ciclo il contenuto dei nitrati in funzione alle concimazioni è variabile con valori significativi e più elevati e simili in CC e IC e più bassi e simili in CB e I. Per la concimazione I notiamo valori bassi sul contenuto di nitrati sia nel primo che nel secondo ciclo. Mediamente nei due cicli la concimazione CC è quella che da contenuto di nitrati maggiore. Le produzioni in peso fresco g/m^2 nel primo ciclo fanno notare significatività di produzione solo fra gli sfalci. Nel secondo ciclo troviamo invece significatività con valori in realtà non molto diversi in funzione delle diverse concimazioni, in particolare vediamo come la produzione in peso fresco g/m^2 nella parte aerea sia maggiore in IC, intermedia in CC e CB e bassa in I. Sempre nel secondo ciclo troviamo inoltre significatività per quanto riguarda la produzione nei diversi sfalci con valori più alti nello sfalcio 1 e più bassi nello sfalcio 2. Infine per quanto riguarda le varietà nel secondo ciclo notiamo valori significativi, con valori più alti di produzione per “Giove” e più bassi per “Venere”. Visti i risultati ottenuti

possiamo affermare come il comportamento varietale sia molto simile e i prodotti innovativi utilizzati non diano differenze apprezzabili sia quantitativamente che a livello del tenore di nitrati. Il tenore di nitrati, comunque, in tutte le quattro concimazioni e in entrambi i cicli rientra ampiamente nei limiti di legge (tab. 1, pag. 16). Inoltre si può smentire il fatto che la varietà “Giove” sia a basso contenuto di nitrati perché nella nostra prova si è comportata diversamente, con valori, nel primo ciclo, addirittura più alti della varietà “Venere”.

6 FIGURE

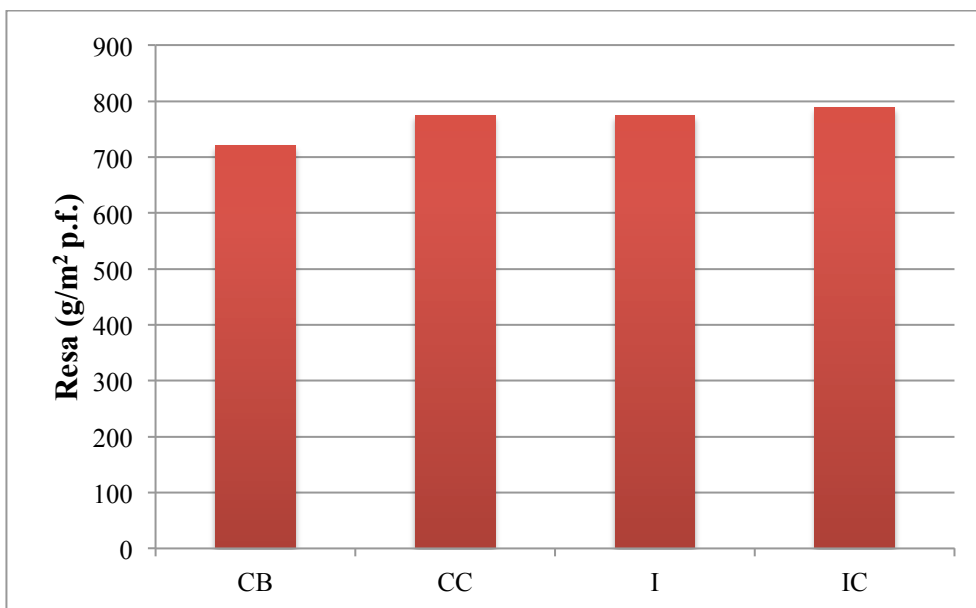


Figura 11. Effetto del trattamento fertilizzante sul peso fresco della pianta (parte aerea) nel primo ciclo.

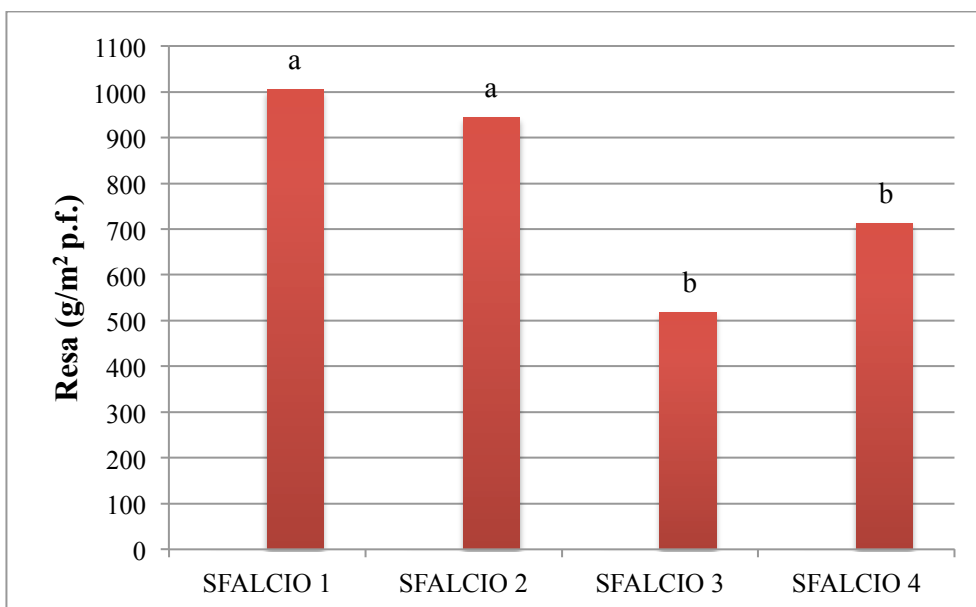


Figura 12. Effetto dello sfalcio sul peso fresco della pianta (parte aerea) nel primo ciclo. A lettere diverse corrispondono valori statisticamente diversi secondo il test di Duncan per $P \leq 0,05$.

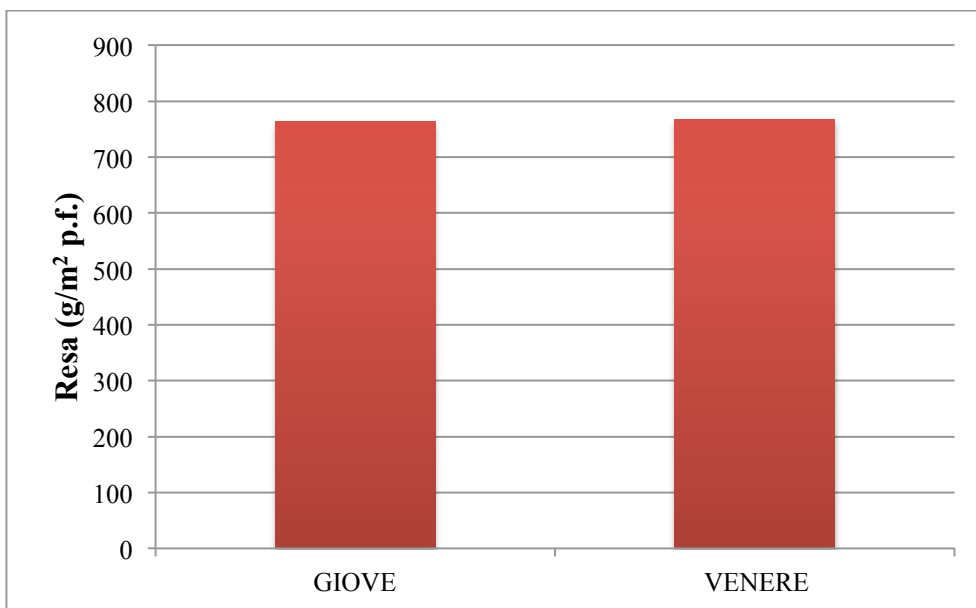


Figura 13. Effetto della varietà sul peso fresco della pianta (parte aerea) nel primo ciclo.

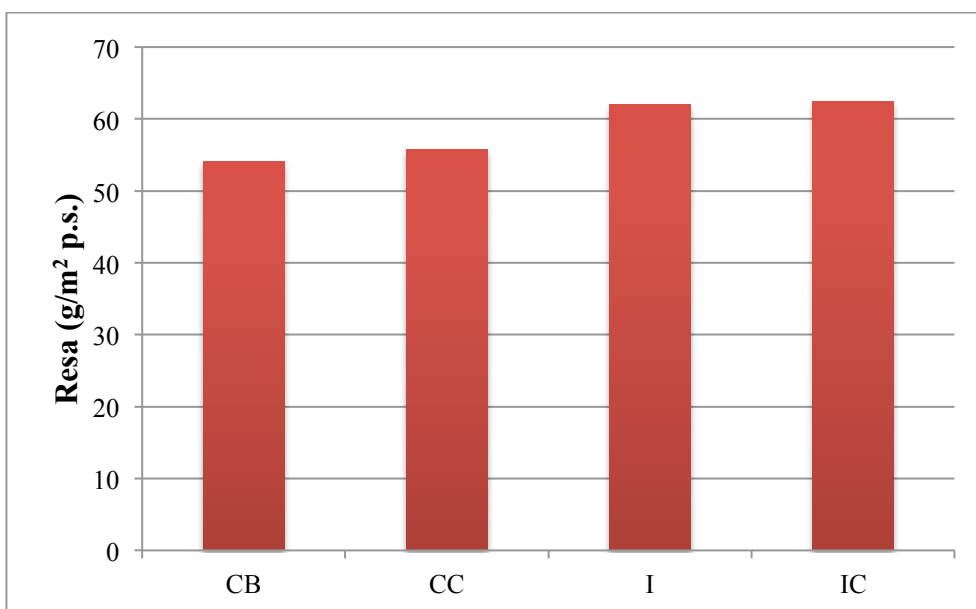


Figura 14. Effetto del trattamento fertilizzante sul peso secco della pianta (parte aerea) nel primo ciclo.

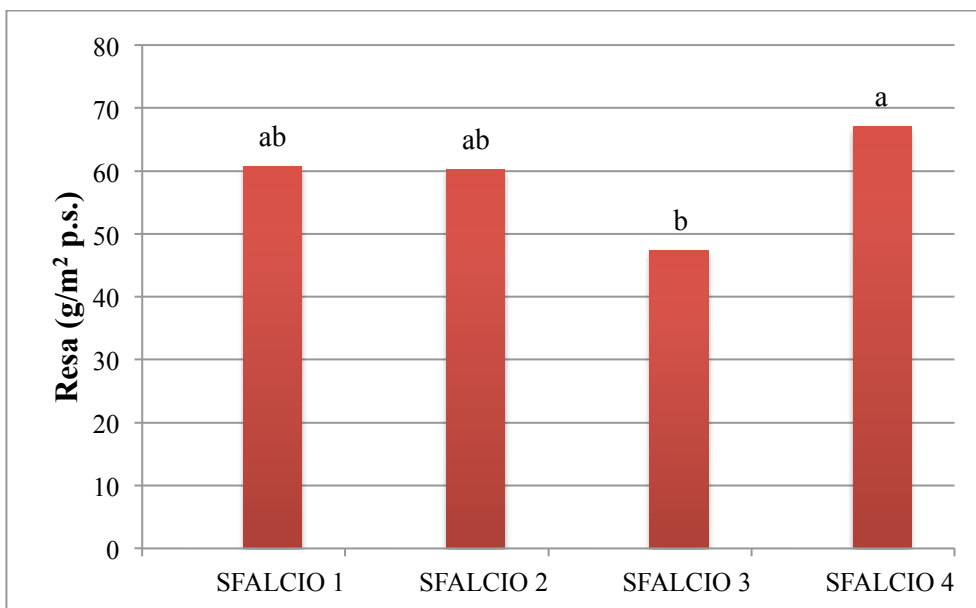


Figura 15. Effetto dello sfalcio sul peso secco della pianta (parte aerea) nel primo ciclo. A lettere diverse corrispondono valori statisticamente diversi secondo il test di Duncan per $P \leq 0,05$.

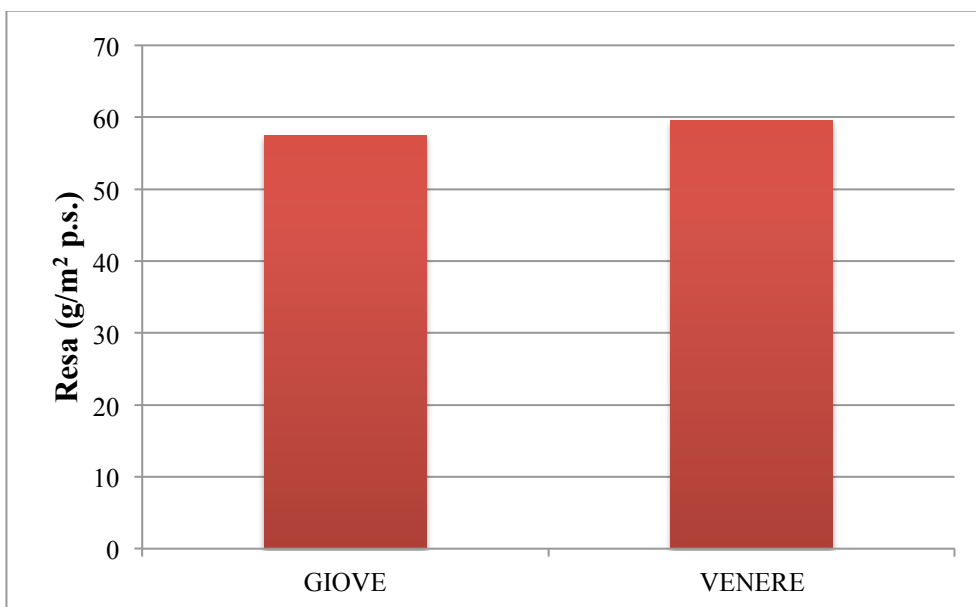


Figura 16. Effetto della varietà sul peso secco della pianta (parte aerea) nel primo ciclo.

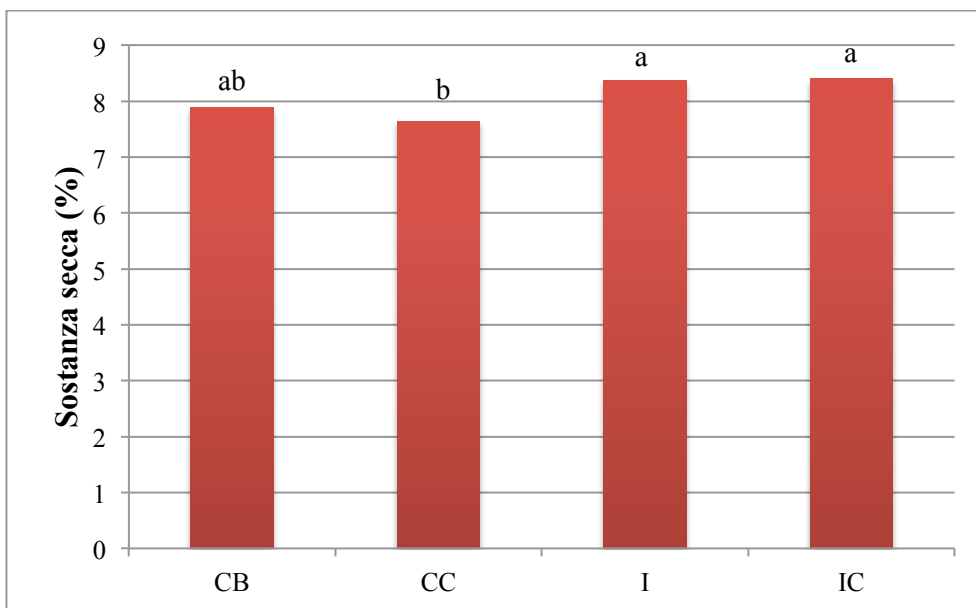


Figura 17. Effetto del trattamento sul contenuto di sostanza secca (%) nella pianta (parte aerea) nel primo ciclo. A lettere diverse corrispondono valori statisticamente diversi secondo il test di Duncan per $P \leq 0,05$.

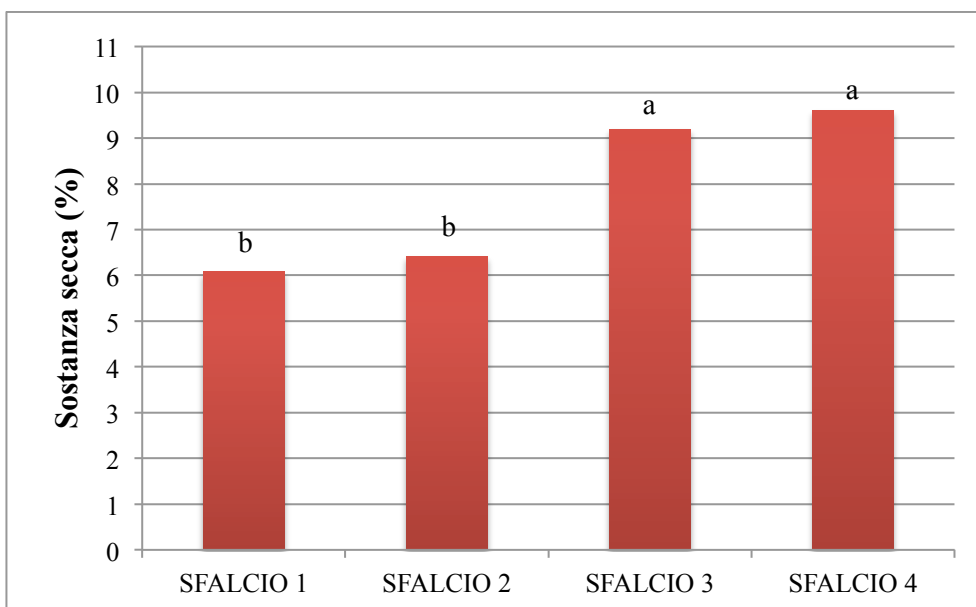


Figura 18. Effetto dello sfalcio sul contenuto di sostanza secca (%) nella pianta (parte aerea) nel primo ciclo. A lettere diverse corrispondono valori statisticamente diversi secondo il test di Duncan per $P \leq 0,05$.

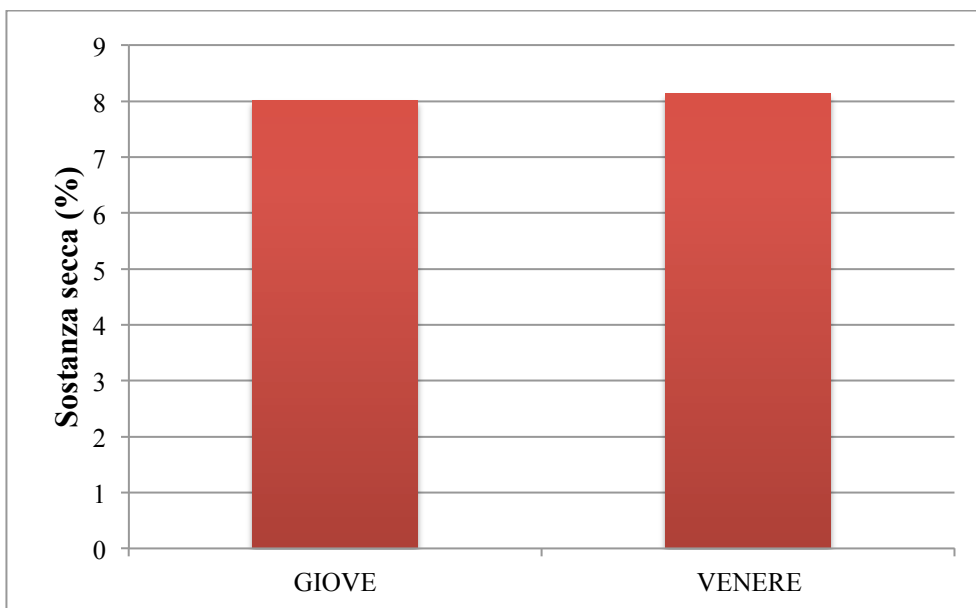


Figura 19. Effetto della varietà sul contenuto di sostanza secca (%) nella pianta (parte aerea) nel primo ciclo.

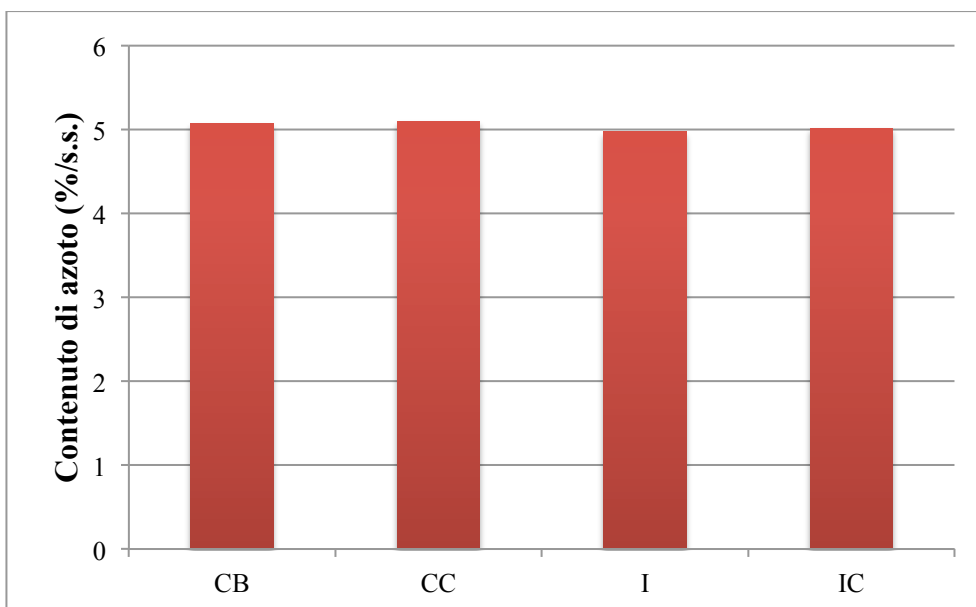


Figura 20. Effetto del trattamento fertilizzante sul contenuto di azoto (%) della pianta (parte aerea) nel primo ciclo.

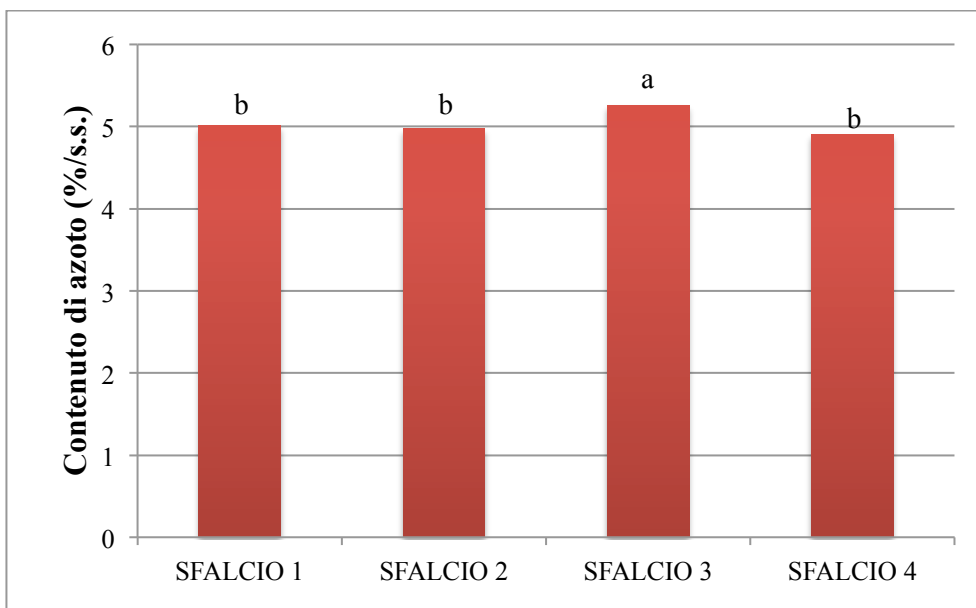


Figura 21. Effetto dello sfalcio sul contenuto di azoto (%) della pianta (parte aerea) nel primo ciclo. A lettere diverse corrispondono valori statisticamente diversi secondo il test di Duncan per $P \leq 0,05$.

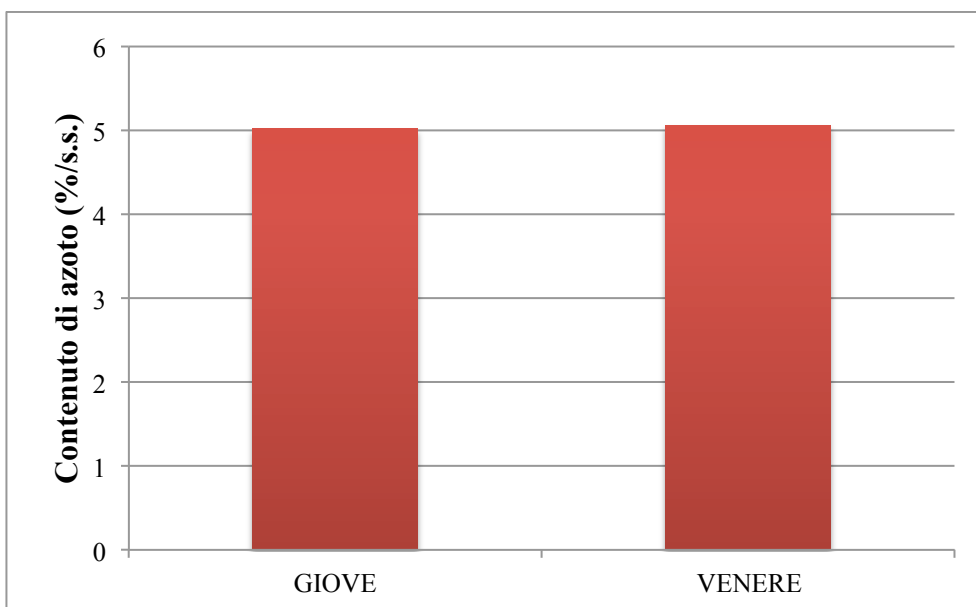


Figura 22. Effetto della varietà sul contenuto di azoto (%) della pianta (parte aerea) nel primo ciclo.

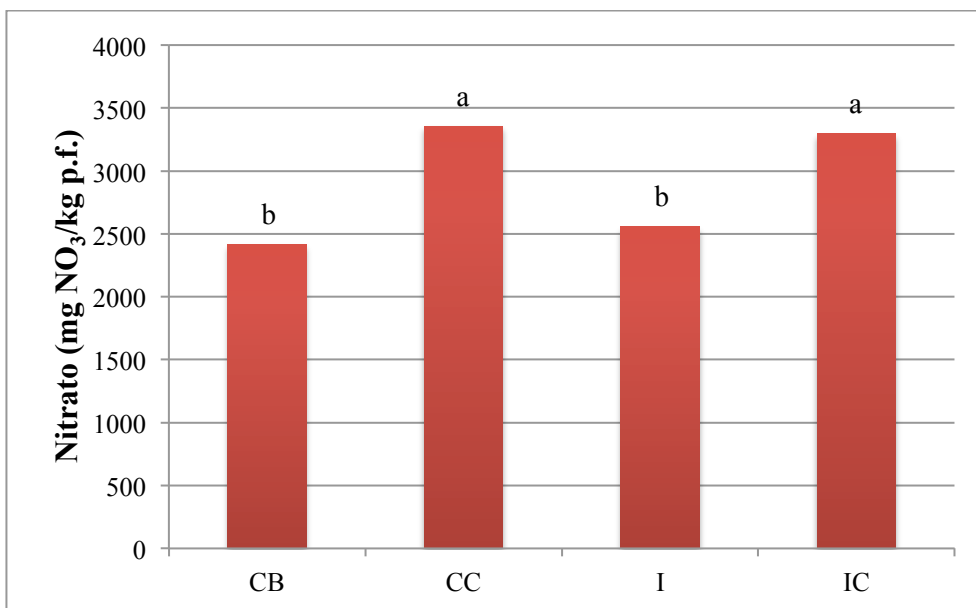


Figura 23. Effetto del trattamento fertilizzante sul contenuto di nitrati della pianta (parte aerea) nel primo ciclo. A lettere diverse corrispondono valori statisticamente diversi secondo il test di Duncan per $P \leq 0,05$.

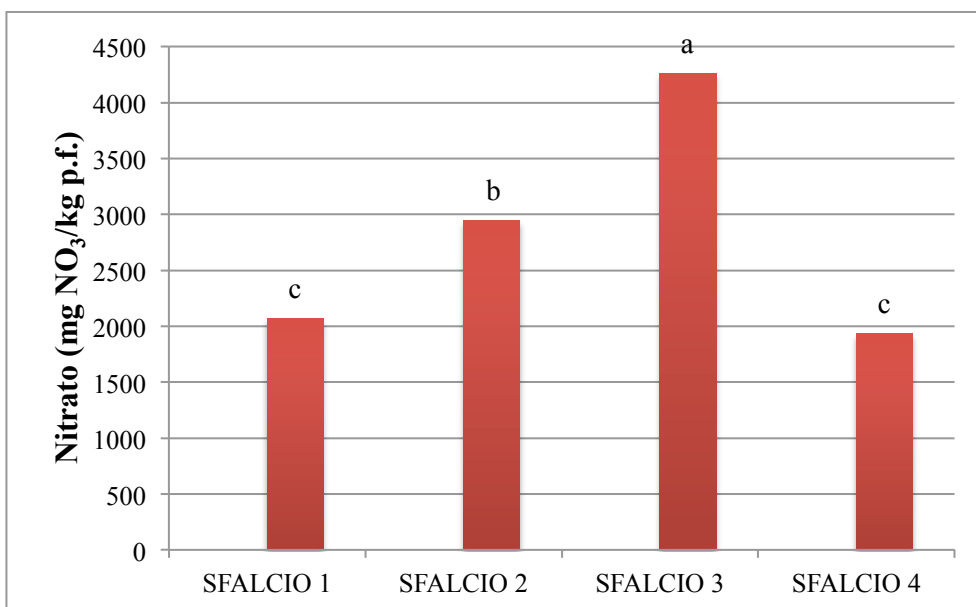


Figura 24. Effetto dello sfalcio sul contenuto di nitrati della pianta (parte aerea) nel primo ciclo. A lettere diverse corrispondono valori statisticamente diversi secondo il test di Duncan per $P \leq 0,05$.

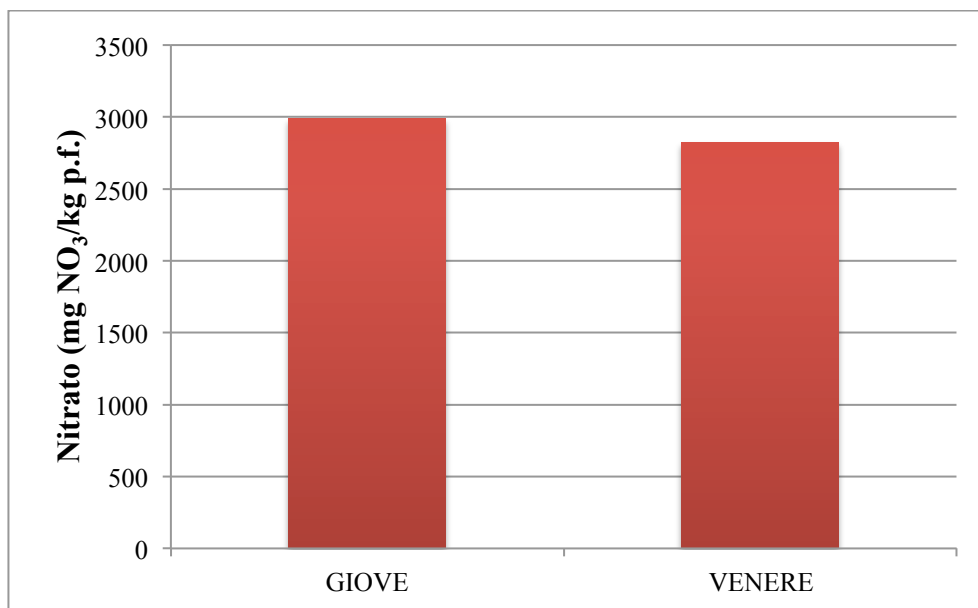


Figura 25. Effetto della varietà sul contenuto di nitrati della pianta (parte aerea) nel primo ciclo.

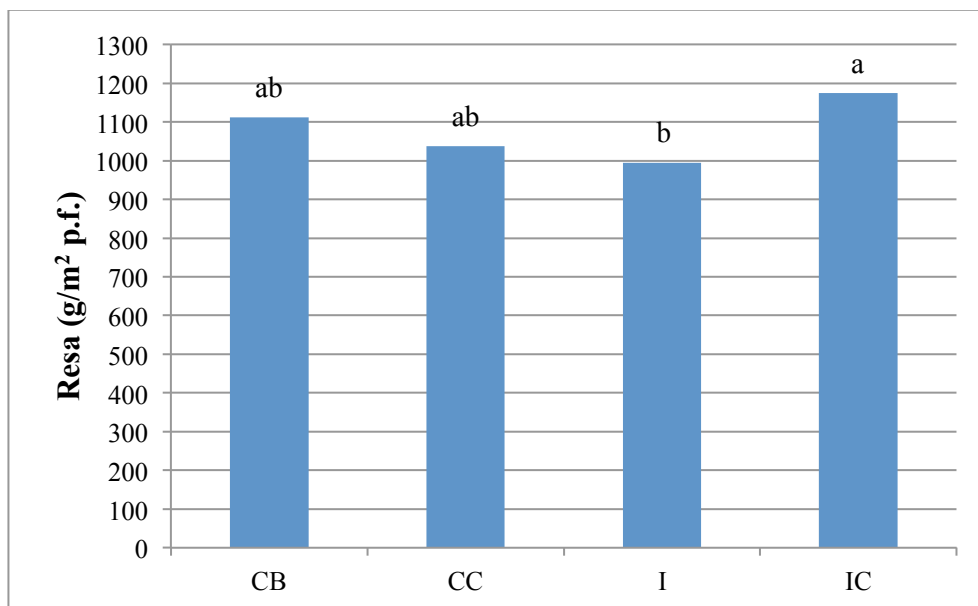


Figura 26. Effetto del trattamento fertilizzante sul peso fresco della pianta (parte aerea) nel secondo ciclo. A lettere diverse corrispondono valori statisticamente diversi secondo il test di Duncan per $P \leq 0,05$.

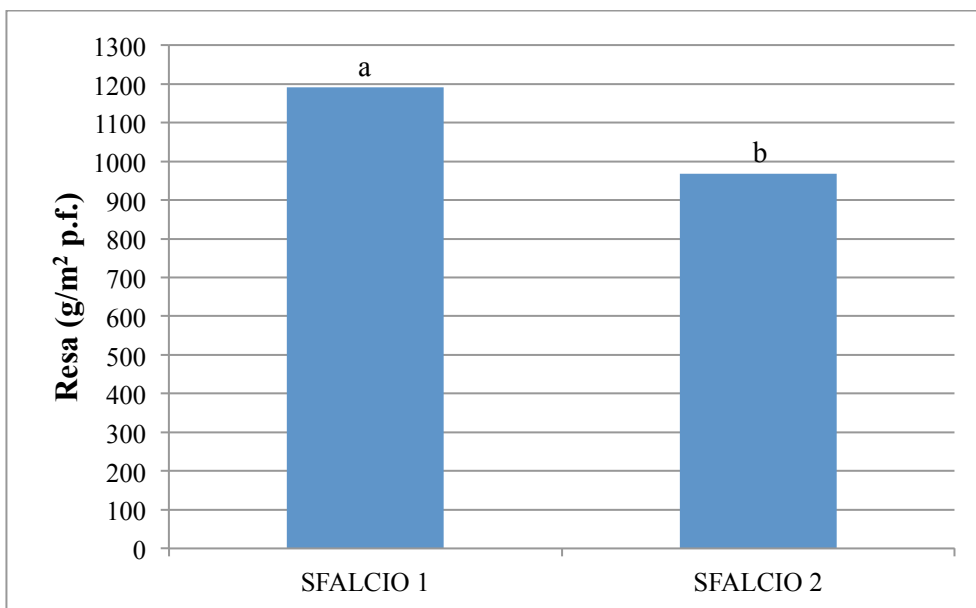


Figura 27. Effetto dello sfalcio sul peso fresco della pianta (parte aerea) nel secondo ciclo. A lettere diverse corrispondono valori statisticamente diversi secondo il test di Duncan per $P \leq 0,05$.

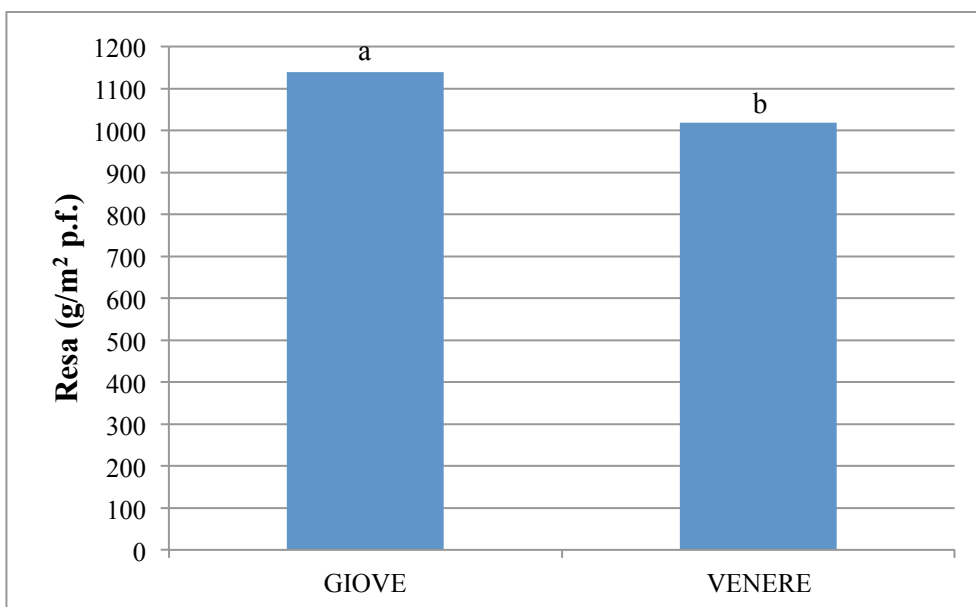


Figura 28. Effetto della varietà sul peso fresco della pianta (parte aerea) nel secondo ciclo. A lettere diverse corrispondono valori statisticamente diversi secondo il test di Duncan per $P \leq 0,05$.

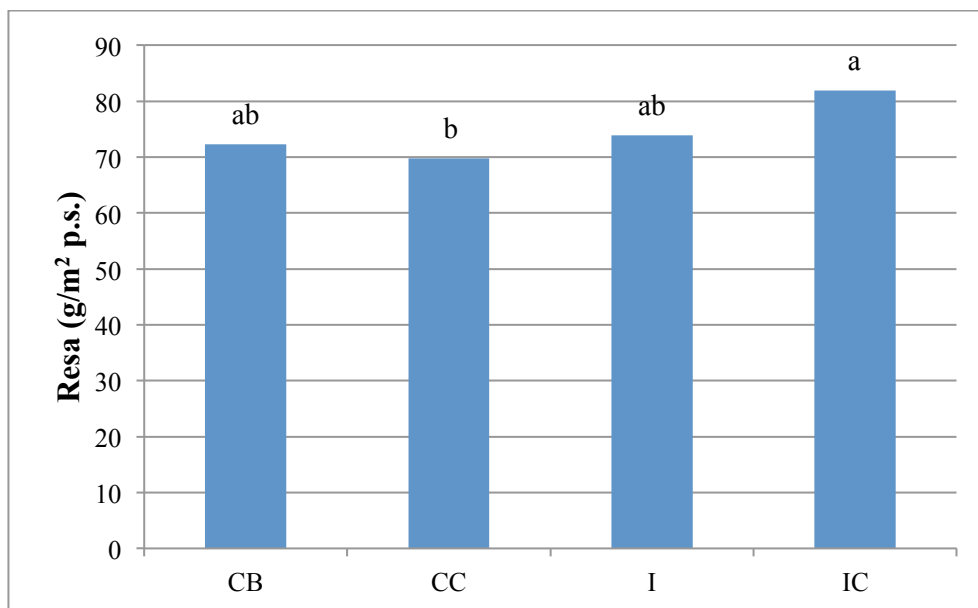


Figura 29. Effetto del trattamento fertilizzante sul peso secco della pianta (parte aerea) nel secondo ciclo. A lettere diverse corrispondono valori statisticamente diversi secondo il test di Duncan per $P \leq 0,05$.

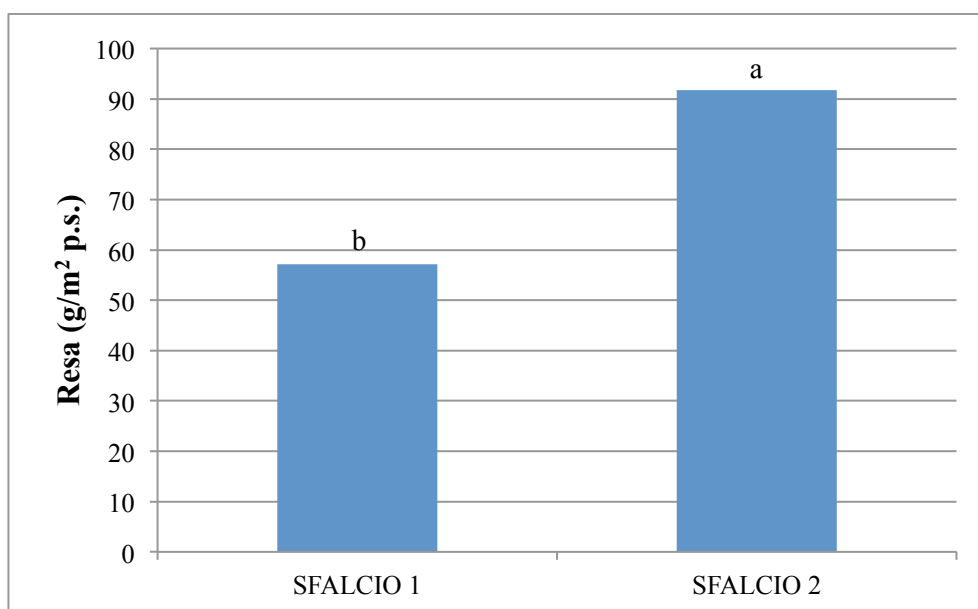


Figura 30. Effetto dello sfalcio sul peso secco della pianta (parte aerea) nel secondo ciclo. A lettere diverse corrispondono valori statisticamente diversi secondo il test di Duncan per $P \leq 0,05$.

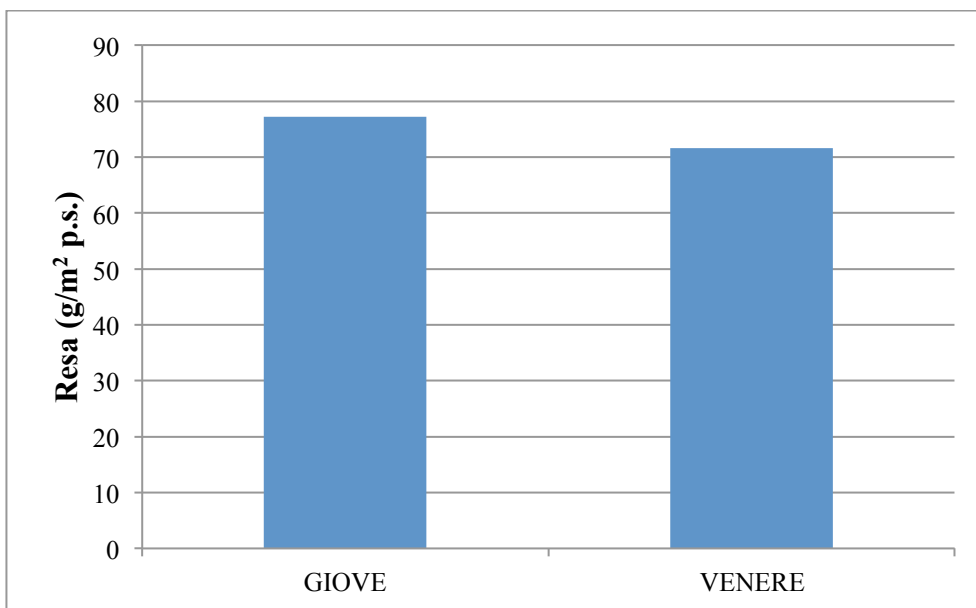


Figura 31. Effetto della varietà sul peso secco della pianta (parte aerea) nel secondo ciclo.

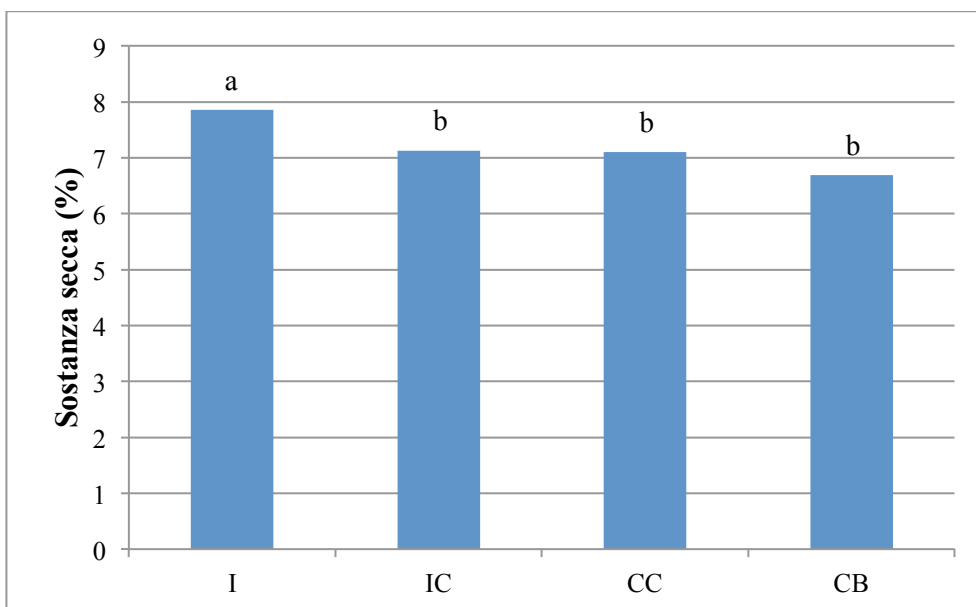


Figura 32. Effetto del trattamento fertilizzante sul contenuto di sostanza secca (%) nella pianta (parte aerea) nel secondo ciclo. A lettere diverse corrispondono valori statisticamente diversi secondo il test di Duncan per $P \leq 0,05$.

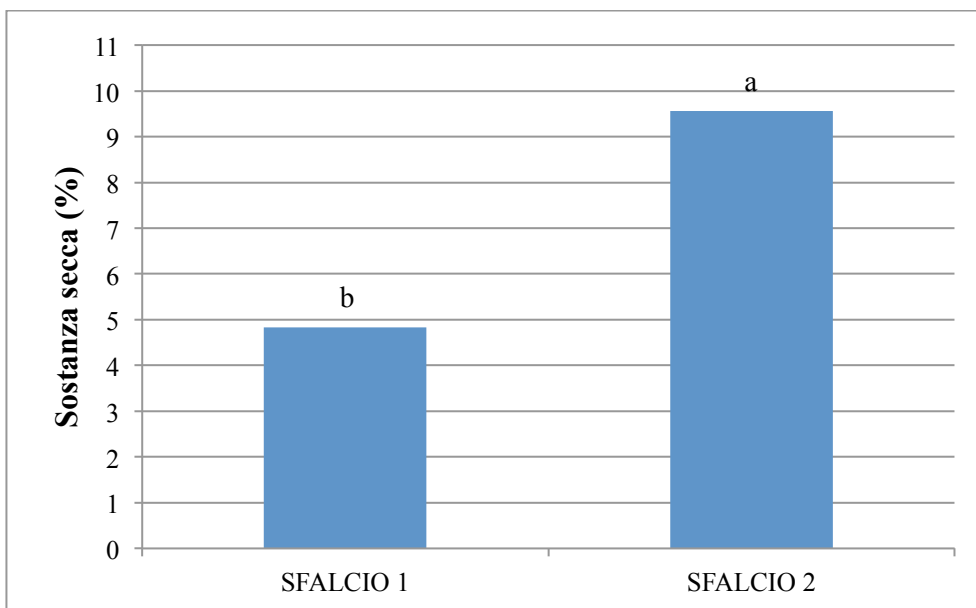


Figura 33. Effetto dello sfalcio sul contenuto di sostanza secca (%) nella pianta (parte aerea) nel secondo ciclo. A lettere diverse corrispondono valori statisticamente diversi secondo il test di Duncan per $P \leq 0,05$.

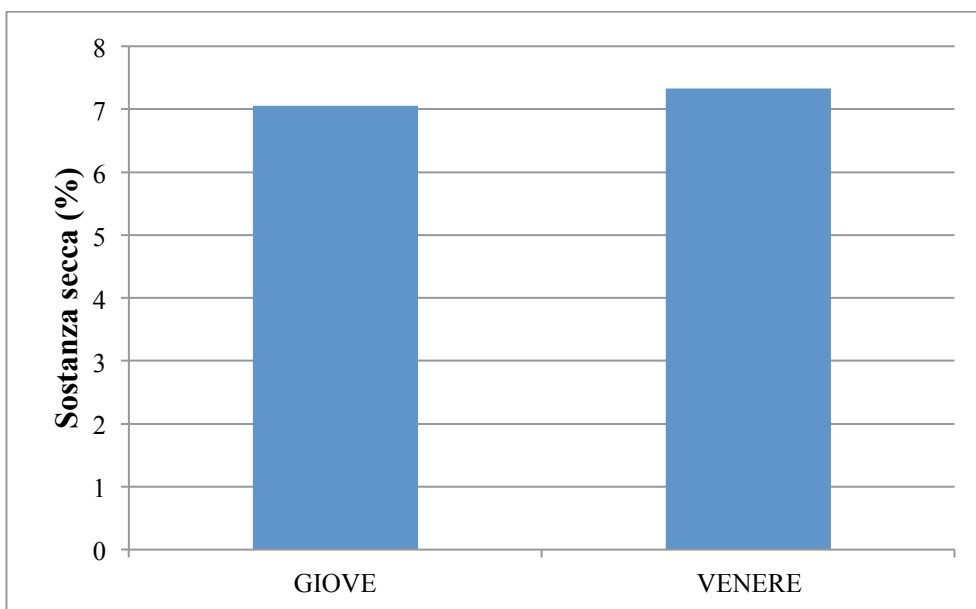


Figura 34. Effetto della varietà sul contenuto di sostanza secca (%) nella pianta (parte aerea) nel secondo ciclo.

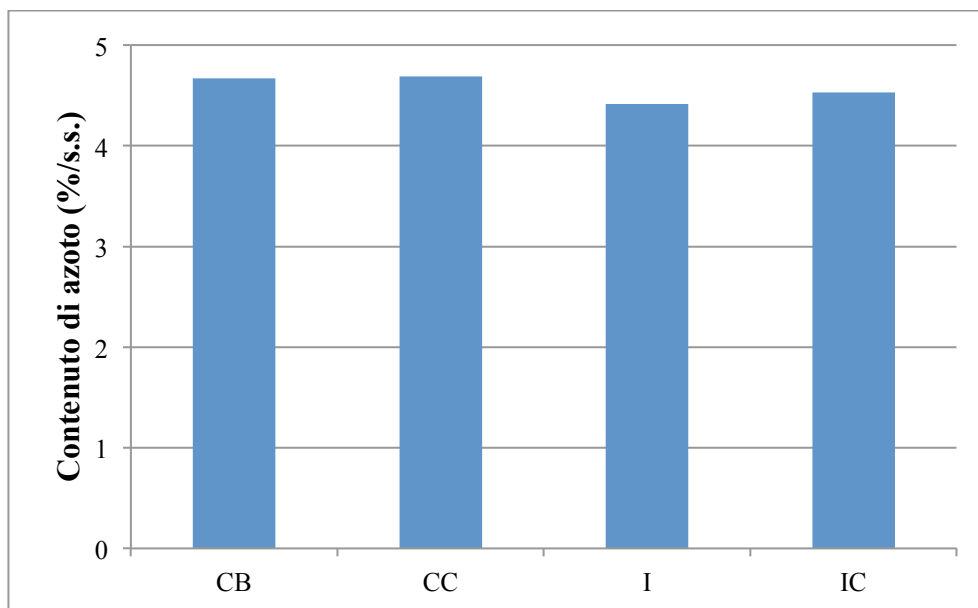


Figura 35. Effetto del trattamento fertilizzante sul contenuto di azoto (%) della pianta (parte aerea) nel secondo ciclo.

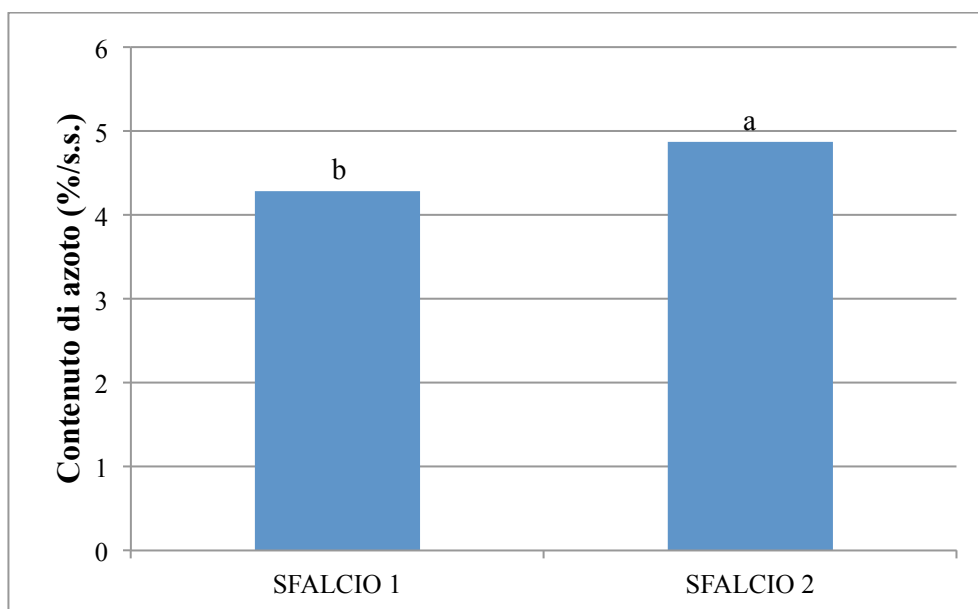


Figura 36. Effetto dello sfalcio sul contenuto di azoto (%) della pianta (parte aerea) nel secondo ciclo. A lettere diverse corrispondono valori statisticamente diversi secondo il test di Duncan per $P \leq 0,05$.

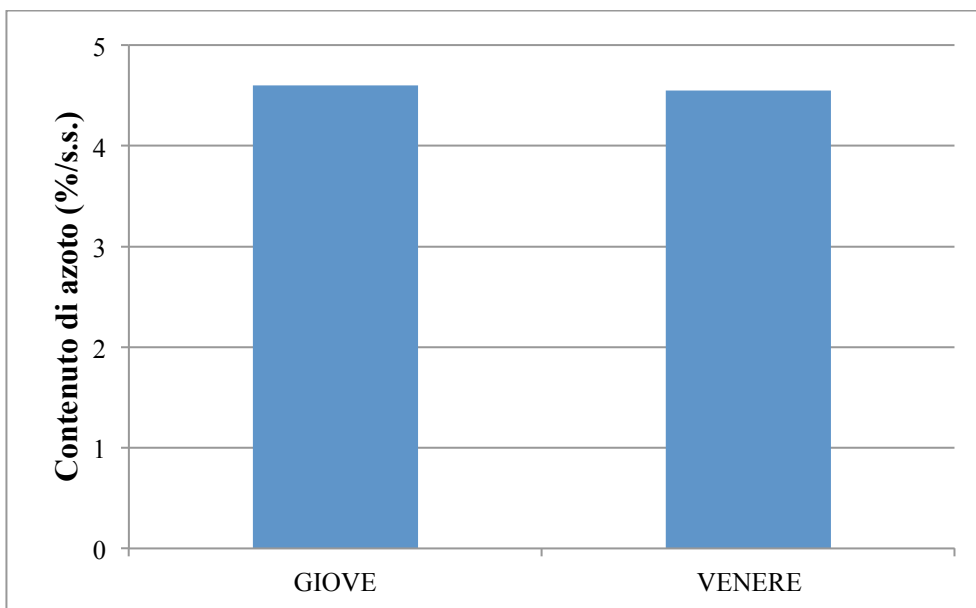


Figura 37. Effetto della varietà sul contenuto di azoto (%) della pianta (parte aerea) nel secondo ciclo.

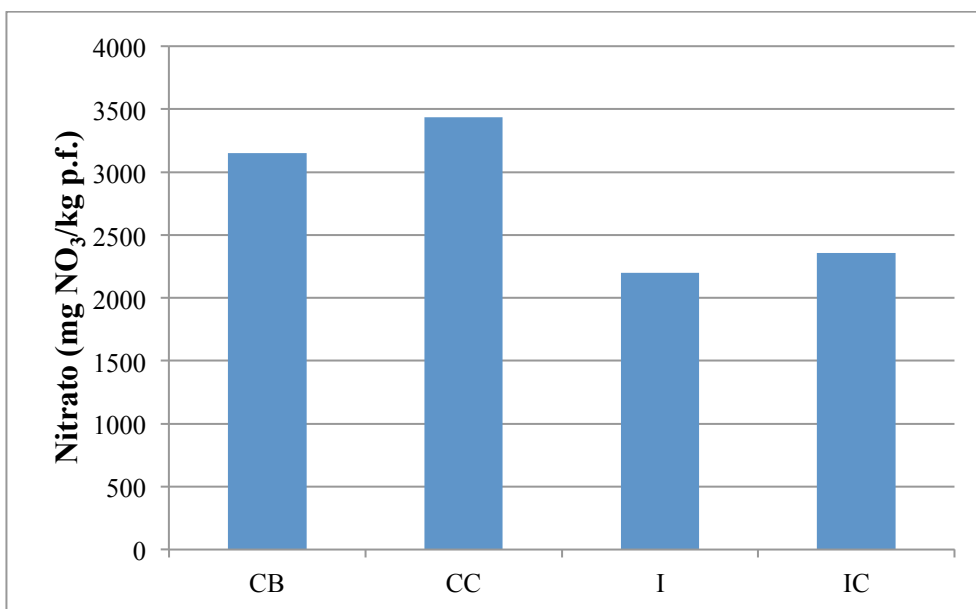


Figura 38. Effetto del trattamento fertilizzante sul contenuto di nitrati della pianta (parte aerea) nel secondo ciclo.

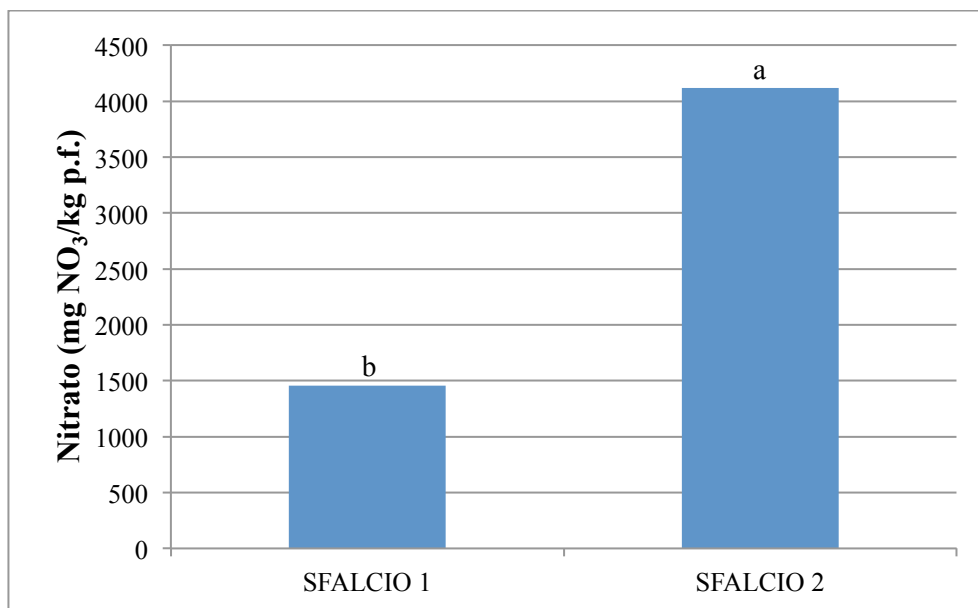


Figura 39. Effetto dello sfalcio sul contenuto di nitrati della pianta (parte aerea) nel secondo ciclo. A lettere diverse corrispondono valori statisticamente diversi secondo il test di Duncan per $P \leq 0,05$.

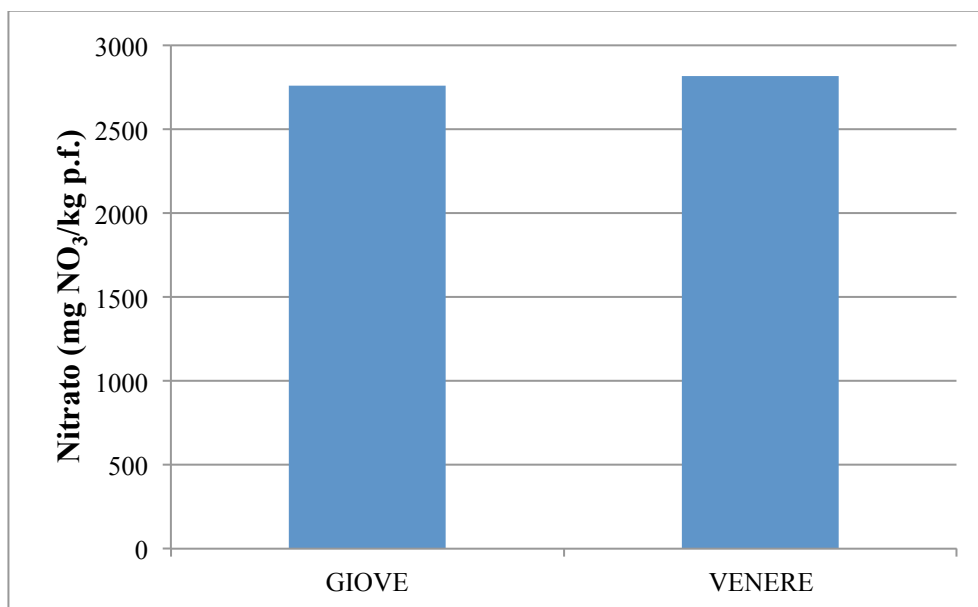


Figura 40. Effetto della varietà sul contenuto di nitrati della pianta (parte aerea) nel secondo ciclo.

7 TABELLE

Anioni	Cloruri	Bromuri	Fosfati	Solfati
Cifo biostimolanti	1526 b	37,8	881	3124
Cifo classica	1564 b	36,5	971	3300
Impianto	2092 a	52,5	1069	3706
Impianto e copertura	1570 b	36,9	956	3189
Sfalcio 1	1545	36,9	782 b	2647 b
Sfalcio 2	1500	43,7	776 b	3002 b
Sfalcio 3	1737	36,5	1171 a	3536 a
Sfalcio 4	1898	44,6	1054 a	3793 a
Giove	1768	42,6	954	3329
Venere	1608	39,3	985	3331

Tabella 3. Media degli anioni (mg/kg di peso fresco) nel primo ciclo in funzione della concimazione, dello sfalcio e della varietà. A lettere diverse corrispondono valori statisticamente diversi secondo il test di Duncan per $P \leq 0,05$.

Cationi	Sodio	Ammonio	Potassio	Magnesio	Calcio
Cifo bistimolanti	634	139	4145	281	1450
Cifo classica	851	133	4203	293	1509
Impianto	791	135	5195	315	1423
Impianto e copertura	600	122	4586	303	1613
Sfalcio 1	625	117 ab	3728	193 b	830 c
Sfalcio 2	633	115 b	4098	245 b	1097 c
Sfalcio 3	788	129 ab	4801	332 a	1703 b
Sfalcio 4	783	161 a	5099	369 a	2030 a
Giove	735	127	4609	293	1457
Venere	703	138	4455	303	1540

Tabella 4. Media dei cationi (mg/kg di peso fresco) nel primo ciclo in funzione della concimazione, dello sfalcio e della varietà. A lettere diverse corrispondono valori statisticamente diversi secondo il test di Duncan per $P \leq 0,05$.

Anioni	Cloruri	Bromuri	Fosfati	Solfati
Cifo biostimolanti	931 ab	21,8	475	1845
Cifo classica	822 b	10,5	475	1597
Impianto	1316 a	20,2	575	1855
Impianto e copertura	951 ab	17,4	484	1514
Sfalcio 1	872	24,1	234 b	1848
Sfalcio 2	1138	10,8	770 a	1557
Giove	1061	18,2	478	1702
Venere	949	16,7	526	1703

Tabella 5. Media degli anioni (mg/kg di peso fresco) nel secondo ciclo in funzione della concimazione, dello sfalcio e della varietà. A lettere diverse corrispondono valori statisticamente diversi secondo il test di Duncan per $P \leq 0,05$.

Cationi	Sodio	Ammonio	Potassio	Magnesio	Calcio
Cifo biostimolanti	835 b	232 a	4783 ab	262	994
Cifo classica	1048 a	243 a	5220 a	282	1032
Impianto	832 b	177 ab	4630 ab	229	767
Impianto e copertura	666 c	150 b	4018 b	223	775
Sfalcio 1	867	195	4504	206 b	551 b
Sfalcio 2	824	206	4822	292 a	1233 a
Giove	822	197	4624	241	839
Venere	869	204	4702	257	945

Tabella 6. Media dei cationi (mg/kg di peso fresco) nel secondo ciclo in funzione della concimazione, dello sfalcio e della varietà. A lettere diverse corrispondono valori statisticamente diversi secondo il test di Duncan per $P \leq 0,05$.

8 BIBLIOGRAFIA E SITOGRAFIA

- 1) *Giardini Luigi - Agronomia Generale - Pàtron Editore, Bologna (2004)*
- 2) *F. Pimpini, M. Giannini, R. Lazzarin - Ortaggi da foglia e da taglio - Veneto Agricoltura*
- 3) *Catalogo prodotti per l'agricoltura (cifo s.p.a.)*
- 4) *V. Bianco, F. Pimpini - Orticoltura - Pàtron Editore, Bologna (1990)*
- 5) *<http://www.cifo.it>*
- 6) *<http://www.ciboecibo.it>*
- 7) *<http://www.naturopataonline.it>*
- 8) *<http://www.vegplace.net>*

9 RINGRAZIAMENTI

Giunti a questo punto eccomi ancora a scrivere, dopo tre anni, i ringraziamenti ma in maniera un po' più estesa. La strada è stata lunga e dura ma la costanza e la perseveranza mi hanno aiutato in questo obiettivo. Scrivendo queste righe la sensazione è piacevole ma allo stesso tempo ansiosa perché segna la fine di un percorso e forse l'inizio di qualcosa di nuovo e stimolante. Con queste parole voglio ringraziare tutti quelli che mi sono stati vicini e hanno permesso il raggiungimento di questo traguardo sperando vivamente di non dimenticare nessuno. Ringrazio il professor Paolo Sambo per i preziosi consigli, la disponibilità e la gentilezza nella guida alla stesura della tesi. Ringrazio il dottor Franco Tosini per la disponibilità, l'accoglienza e la precisione dedicata al suo lavoro. Ringrazio anche i tecnici e il personale del centro sperimentale dove è stata svolta la tesi. Ringrazio il dottor Enzo Barbujani per la disponibilità e la prontezza nel rispondere alle mie domande. Ringrazio la dottoressa Silvia Santagata e il dottor Carlo Nicoletto per l'importante collaborazione data nel lavoro di laboratorio. Ringrazio il dottor Vittorio Volpicelli e Cifo s.p.a. per la consulenza e per i prodotti forniti. Ringrazio il professor Luigi Sartori, mio relatore alla laurea triennale, per la disponibilità, l'umiltà e gli utili consigli dati anche al di fuori dell'ambito accademico. Ora vorrei ringraziare di cuore chi mi ha permesso di studiare e raggiungere questi obiettivi: i miei genitori Giorgio e Daria che mi hanno sostenuto in questi anni e lasciato libero nelle scelte compiute. Ringrazio mio fratello Simone e sua moglie Silvia per essermi stati vicini e sostenuto. Ora vorrei ringraziare una persona molto speciale che sta con me da più di nove anni, che attendeva da tanto questo momento e vede in questa tappa una svolta per i nostri progetti: la mia fidanzata Giada. Dedico a lei questa tesi perché in questi anni mi è stata vicina con tanto amore, mi ha supportato

nelle scelte e nei momenti di sconforto regalandomi sempre un sorriso e una parola buona e nello stesso tempo mi ha spronato per raggiungere l'obiettivo sperato. Grazie per aver condiviso questi bellissimi nove anni assieme. Mille grazie vanno anche alla sua famiglia in particolare a Guido, Fabiola, Elia e Jessica, e Deborah che in questi anni mi hanno accolto in famiglia, ospitato e riservato molte attenzioni. Un grazie anche ai miei nonni Ilario e Rosina che in questo periodo di studio mi hanno sempre aiutato stando dalla mia parte e trasmettendomi valori buoni. Ringrazio anche tutta la mia famiglia. Un grazie ai compagni di avventure Matteo, Massimo e Martino che mi hanno accompagnato in questo percorso di studio. Ringrazio anche chi dimentico e si sentono partecipi di questo momento. Infine un grazie particolare, ma non meno importante lo vorrei fare a me stesso per essere riuscito in questo traguardo affrontando le difficoltà senza mai abbattermi.

Michieletti Enrico

L'uomo deve perseverare nell'idea che l'incomprensibile sia comprensibile; altrimenti rinunciarebbe a cercare. (J. W. Goethe)