



**UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI PADOVA  
FACOLTÀ DI AGRARIA**

Dipartimento Territorio e sistemi agro-forestali

TESI DI LAUREA IN SCIENZE E TECNOLOGIE AGRARIE

**DISTRIBUZIONE DI UN CONCIME FOSFATICO LIQUIDO  
LOCALIZZATO A DIVERSE PROFONDITA' E A DIVERSE DOSI  
SU INSALATINA DI QUARTA GAMMA**

Relatore:

Prof. Luigi Sartori

Correlatori:

Dott. Lorenzo Benvenuti, Dott. Enzo Barbujani

Laureando:

Michieletti Enrico

Matricola n. 506769

ANNO ACCADEMICO 2009 - 2010

## **RIASSUNTO**

La prova svolta consisteva nel valutare la risposta ad un concime fosfatico liquido (Cifo, Foxter 520) applicato a diverse dosi (30-60-90 l/ha) e profondità (0, 0-5, 10-15, 0-15 cm) con una macchina Forigo su insalatina di quarta gamma. La macchina oggetto di prova è prodotta da Forigo Roteritalia ed è denominata Mix Tiller modello MT35-170. La macchina è una sterilizzatrice-preparatrice ed è usata anche per la concimazione liquida del terreno. Il concime utilizzato è un concime liquido composto da: azoto ammoniacale 5%, anidride fosforica ( $P_2O_5$ ) 20%, manganese (Mn) e zinco (Zn). La prova è stata fatta nell'estate 2008 effettuando due cicli di coltivazione sulle medesime parcelle mantenendo inalterati dose e posizione del concime. In particolare sono stati misurati: l'emergenza, l'altezza, la consistenza, il peso unitario della pianta, il peso unitario della parte aerea, il peso unitario delle radici, il peso delle radici al metro quadro e la produzione della parte aerea al metro quadro. Inoltre sono state fatte le analisi del terreno all'inizio della prova (un campione omogeneo) su tutto il terreno, alla fine del primo ciclo e alla fine del secondo ciclo. Sulla macchina sono state misurate la velocità e la capacità di lavoro.

I risultati ottenuti indicano con sufficiente chiarezza la risposta dei diversi parametri della coltura soprattutto per quanto riguarda la posizione del concime e lasciano intravedere buone prospettive di applicazione localizzata del concime in base alle caratteristiche qualitative che si vogliono ottenere.



## **ABSTRACT**

### ***DISTRIBUTION OF A LIQUID PHOSPHATIC FERTILIZER AT DIFFERENT DEPTH AND RATE ON READY-PREPARED FRESH VEGETABLES***

Test was conducted to assess the response to a liquid phosphate fertilizer (CIFO, Foxter 520) applied at different doses (30-60-90 l/ha) and depth (0, 0-5, 10-15, 0-15 cm) using a special rotary harrow on ready-prepared fresh vegetable. The machine tested is produced by Forigo Roteritalia and is called Mix Tiller Model MT35-170. The machine could be used as sterilizer and also for liquid fertilizing the soil. The fertilizer used is a liquid fertilizer consisting of: ammoniacal nitrogen 5% phosphorus pentoxide ( $P_2O_5$ ) 20%, manganese (Mn) and zinc (Zn). The test was done in summer 2008 in two cycles of cultivation on the same plots while maintaining dose and location of the fertilizer. In particular were measured: emergence, plant height, leaf consistency, weight per plant, weight of aerial part, weight of single root, weight of roots per square meter and the production of the aerial part square meter. Were also made analysis of soil at the beginning of the test (a sample basis) and at the end of the first cycle and at the end of the second cycle. On the machine were measured speed and field capacity. The results show quite clearly the best mode of distribution for each parameter considered.



## 1) INTRODUZIONE

### 1.1) Insalatina di quarta gamma

#### *Descrizione e situazione in Italia*

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 (figura 1.1) o vaschette di plastica, a volte in atmosfera protettiva, prontamente refrigerati e commercializzati.



Figura 1.1 – Insalatina di quarta gamma.

Il mercato italiano è in continua crescita e ogni anno si contano incrementi dell'ordine del 10 % con un volume d'affari molto alto. Il mercato dei prodotti di quarta gamma negli ultimi dieci anni si è notevolmente espanso in tutta Europa e nel mondo. In Italia nel 2008 si sono raggiunti i 700 milioni di euro di giro d'affari complessivo: in quanto a fatturato l'Italia è divenuto il secondo mercato in Europa, dopo quello inglese. In quasi tutti i Paesi europei e negli Usa il mercato di questi prodotti è aumentato negli ultimi anni con tassi di crescita a due cifre. L'attuale crisi

finanziaria ha rallentato, ma non bloccato, la crescita di questo comparto, che oggi è ritenuto fondamentale: le insalate di quarta gamma non possono mancare negli scaffali dei supermercati, facendo spesso parte degli acquisti "programmati" dal consumatore prima dell'entrata nel punto vendita. Nel 2009 gli incrementi sono un po' calati e sono stati intorno al 6%. Le aziende che trasformano quarta gamma in Italia sono una trentina, di cui venti localizzate in Lombardia. Il livello di concentrazione è molto alto, con due o tre imprese dominanti. Il Sud è marginale rispetto alla trasformazione in quanto dispone di sole quattro imprese, ma fornisce una quota elevata di vegetali da trasformare, provenienti soprattutto da Campania e Puglia. La quarta gamma interessa prevalentemente la grande distribuzione vista con favore perché consente una migliore gestione di scaffale, l'uso di marchi propri e la riduzione dei costi. La quarta gamma non è un modo per valorizzare ortaggi di seconda categoria anzi rappresenta uno sforzo per elevare il livello dell'offerta dei prodotti orticoli freschi. Solo i vegetali di migliore qualità in termini di sviluppo, condizione fisiologica, aspetto e integrità possono reggere allo stress della lavorazione in modo da essere ancora appetibili e stuzzicanti fino alla fine della prevista durata commerciale. Sono ormai lontani i tempi nei quali le verdure pronte erano considerate un prodotto di emergenza, ritenuto di qualità inferiore rispetto agli ortaggi classici. Gli ortaggi della quarta gamma sono entrati stabilmente nelle abitudini d'acquisto degli italiani di tutte le età. D'altronde la tentazione è forte. Nei supermercati lo spazio dedicato alle insalate e verdure pronte è notevolmente aumentato negli ultimi anni. E al momento della spesa, le buste pronte da condire, rispetto al cespo tal quale, sono sicuramente più invitanti, soprattutto quando sono assortite e con un mix sfizioso. L'offerta è molto ampia. Ci sono confezioni mono varietali: lattuga, cappuccina, rucola, e via dicendo; e miscele di tutti i tipi che si prestano a diversi utilizzi. L'ultima novità sono le vaschette che contengono anche il condimento: si preme, si agita e si mangia. E poi gli snack: carote, bastoncini di sedano, verdure crude, a volte anche tutti insieme, con in più la bustina di salsa per intingerle. E sul mercato sono comparse da qualche tempo le verdure pronte da cuocere confezionate in una busta studiata per la cottura a microonde: si mette la confezione nel microonde, si avvia per 5-6 minuti e, voilà, una cottura a vapore perfetta. E il segmento quarta gamma include anche la frutta pulita e tagliata, pronta da mangiare al volo. Non c'è dubbio che i vantaggi siano numerosi. Il risparmio di tempo è il primo aspetto che in genere viene evidenziato ed è una caratteristica determinante per chi va sempre di corsa e, quando arriva a casa, deve mettere in tavola la cena in pochissimo tempo. Poi non ci sono scarti: quello che si compra si mangia tutto. A questo si aggiungono i "plus" salutari. Quando viene preparata un'insalata partendo dal prodotto tal quale,

per semplicità ne viene usata un solo tipo, al massimo con l'aggiunta di un altro ingrediente. Con quelle pronte si può facilmente ricorrere ai mix che includono molte varietà e questo permette di assumere una gamma più ampia di composti antiossidanti, aumentando così la capacità antiossidante complessiva. Possono essere facilmente trasportate e quindi consumate anche in luoghi diversi da casa, in ufficio, per il pic-nic, per lo snack dopo la palestra, aumentando così le occasioni di consumo di verdura, a tutto beneficio della salute. Non tutti apprezzano però i vantaggi di questi prodotti. Ci sono consumatori che non ricorrono mai alle verdure di quarta gamma, e sono poco più del 50 %. In gran parte si tratta di persone che hanno consumi più tradizionali e per abitudine non acquistano i prodotti innovativi. Certo, ci sono anche gli scettici e i diffidenti. Chi non si fida e tende a rilavare l'insalata in busta, perdendo così uno dei vantaggi di questi prodotti. Oppure ha dubbi sulla qualità e naturalità, pensando che ci siano conservanti. Chi lamenta che sono meno buoni e chi sente odori strani. Una critica ricorrente, e sicuramente vera, è il prezzo. Non c'è dubbio che le verdure di quarta gamma siano più care dell'equivalente fresco non lavorato: in genere costano 5-6 volte di più. D'altronde il servizio ha un prezzo. Ma è soprattutto il processo di produzione, dalla coltivazione alla distribuzione refrigerata, che ha un costo elevato. Le verdure destinate alla quarta gamma sono, infatti, coltivate ad-hoc per questo tipo di produzione, con sementi e tecniche controllate e specifiche. Per la qualità finale è determinante limitare al minimo il tempo che intercorre tra raccolta e lavorazione. La semina viene perciò programmata in modo da far arrivare la materia prima allo stabilimento in maniera continua, ma scaglionata. All'arrivo i vegetali sono refrigerati e passano quindi alla lavorazione. La prima fase è la mondatura e la cernita manuale. Poi segue il taglio e i lavaggi con acqua fredda batteriologicamente pura. Le verdure passano poi all'asciugatura in centrifuga o, nel caso di prodotti più delicati, in tunnel ad aria fredda, e infine al confezionamento. La confezione delle verdure di quarta gamma non è una semplice busta di plastica. Il materiale impiegato è stato studiato per ogni tipo di prodotto perché il film deve avere una permeabilità ai gas ben precisa. Questo perché i vegetali continuano a "respirare" dopo la raccolta, producendo acqua e anidride carbonica e consumando ossigeno. Se il film fosse impermeabile si formerebbe condensa e accumulo di CO<sub>2</sub>, condizione ideale per la crescita di batteri anaerobi. Se fosse invece troppo permeabile, si avrebbero disidratazione del prodotto ed eccesso di ossigeno. Controllare l'equilibrio tra anidride carbonica e ossigeno e mantenere il giusto grado di umidità dentro la confezione sono indispensabili per una conservazione ottimale. Quindi il materiale plastico usato è frutto di alta tecnologia, sia nel caso delle buste che delle vaschette chiuse in una busta e in quella

con coperchio termosaldato. Questi tipi di confezione sono da preferire alle semplici vaschette avvolte nella pellicola, ormai superate, che offrono meno garanzie. Le insalate e verdure di quarta gamma sono più deperibili degli equivalenti prodotti di prima gamma, ossia tal quali. Il mantenimento della catena del freddo è indispensabile per la loro conservazione, poiché non ci sono conservanti, tra l'altro proibiti dalla legge per questa categoria di alimenti. Le aziende più grandi sono in grado di far arrivare i prodotti fino alla distribuzione finale nel giro di 24-36 ore dalla raccolta. E fino a quel punto la refrigerazione a quattro gradi è garantita. Il punto debole è all'arrivo nei supermercati, dove capita che le cassette contenenti le confezioni siano lasciate a temperatura ambiente per anche un'ora o più prima di essere sistemate negli scaffali refrigerati. L'altro punto debole è il consumatore che magari non si preoccupa di riporre immediatamente in frigo la spesa. Gli sbalzi termici riducono la durata del prodotto perché si avviano dei processi ossidativi e la carica batterica inizia ad aumentare. Ed è proprio per la carica batterica che spesso vengono "incriminate" le verdure di quarta gamma. Frequentemente però viene fatta confusione tra flora batterica banale e microorganismi patogeni. Questi ultimi devono ovviamente essere assenti, come prescrive una normativa europea, e su quest' aspetto vengono fatti controlli continui durante la produzione, I batteri generici invece fanno naturalmente parte di qualsiasi vegetale "vivo", e si trovano normalmente ed in grande quantità su tutte le verdure tal quali. Parte di questi microorganismi sono allontanati con i lavaggi ai quali le verdure sono sottoposte per diventare "pronte all'uso". Ma la quota restante può aumentare se non viene garantita la catena del freddo. Infatti, se a quattro gradi non sono in grado di moltiplicarsi, quando la temperatura arriva a 12° C già inizia la crescita, sempre più rapida via via che aumenta la temperatura. In ogni caso l'aumento di questi batteri non è assolutamente pericoloso per la salute, il problema riguarda il prodotto che si deteriora più rapidamente, appassisce e all'apertura della busta si possono avvertire odori sgradevoli. Un altro aspetto controverso riguarda le vitamine. Molti pensano che in questi prodotti vadano perse in seguito ai trattamenti. Certamente durante il taglio e i lavaggi avviene una certa perdita di vitamine, ma questo succede anche a casa quando si fanno le stesse operazioni. Il decadimento di questi micronutrienti poi avviene inevitabilmente nel tempo. Si è visto che in un cespo di lattuga, dopo una settimana dalla raccolta, è rimasto solo il 10 % della vitamina C presente inizialmente. Forse non tutti sanno che le verdure che si comprano al supermercato o al mercato hanno già diversi giorni, ai quali si aggiungono quelli passati nel frigo domestico. Quindi il patrimonio vitaminico è in ogni caso inferiore rispetto al prodotto freschissimo. Le verdure di quarta gamma hanno una vita molto più breve dell'equivalente

"fresco", per cui alla fine è probabile che di vitamine ce ne siano di più. E poi il vantaggio di averle pronte aumenta di certo la quantità complessiva consumata ed anche la frequenza.

#### *Metodi di coltivazione e requisiti per coltivare la quarta gamma*

Per quanto riguarda i metodi di coltivazione le insalatine di quarta gamma richiedono un grosso impegno da parte del coltivatore e impiego di mezzi tecnici adeguati per arrivare a un prodotto finito idoneo per la lavorazione. Si parte innanzitutto da varietà di insalate seminate in maniera mirata in grado di soddisfare le esigenze del consumatore e di avere una buona resistenza agli stress di lavorazione. Sono da preferire le cultivar con basso livello di attività degli enzimi che contribuiscono ai processi degradativi (imbrunimento, afflosciamento, produzione di odori sgradevoli). Non devono essere presenti in un prodotto di quarta gamma sostanze estranee (insetti, terra, pietre, schegge di legno, metallo, ghiaia, erbe infestanti, capelli, ecc.) perché possono rappresentare dei pericoli per il consumatore. Inoltre si preferiscono varietà con bassa sensibilità al freddo e coltivabili in gran parte dell'anno, poco sensibili alla stagionalità per offrire un prodotto in maniera continua durante l'arco dell'anno. Il miglioramento genetico punta ad ottenere sempre migliori varietà in grado di ricevere parere favorevole sia dai consumatori sia dai coltivatori. Molto importante per la coltivazione di questi prodotti è un ambiente agro-climatico idoneo. Le coltivazioni non devono essere vicine a fonti di impurità chimiche o microbiologiche come a grande inquinamento automobilistico o in vicinanza a reflui di allevamenti animali o ad altre fonti di inquinamento. Un altro importante aspetto della localizzazione è la distanza dall'impianto di lavorazione per la necessità di una lavorazione immediata del prodotto o comunque un mantenimento in camion con celle frigo dove questo non sia possibile. La coltivazione di questi prodotti è effettuata sia in pieno campo sia in ambiente protetto; i terreni migliori per la coltivazione sono sicuramente quelli di medio impasto o sciolti in grado di consentire la lavorazione in ogni momento ed essendo drenanti evitano condizioni di asfissia o ristagno idrico pericolose per l'insorgere di diverse malattie fungine. Molto importante e da non sottovalutare perché è presente in tutto il percorso della filiera è il ruolo dell'acqua; questa ne determina in larga misura la qualità microbiologica del prodotto finale. Questo è un parametro non facile da controllare da parte del produttore perché molto variabile essendo soggetta a ruscellamenti e percolamenti di aree zootecniche ed eventuali contaminazioni di prodotti fitosanitari e di ogni sostanza scaricata al suolo. Per monitorare questo bisogna fare dei controlli e delle valutazioni preventive dei possibili scarichi a monte del prelievo dell'acqua. La qualità

dell'acqua usata dopo la raccolta deve essere potabile. Inoltre si deve eseguire periodicamente nell'acqua proveniente da fonti non controllate la presenza di un indicatore di inquinamento fecale come il batterio *Escherichia coli* e in minor frequenza valutare con analisi più complete la presenza di virus o protozoi. Le aziende che forniscono vegetali per la quarta gamma devono avere le strutture per l'imballaggio e l'eventuale refrigerazione dei prodotti e per l'igiene del personale, specialmente quello impegnato nella raccolta. Occorrono ambienti per l'imballaggio e il carico sui mezzi di trasporto che si possano mantenere ad adeguata temperatura, facilmente puliti e non diano ricetto ad animali vettori di contaminanti (es. topi, uccelli, ecc.). Gli imballaggi per il trasporto, preferibilmente di plastica, vanno lavati periodicamente e custoditi al riparo da fonti di sporcizia. Le attrezzature impiegate per la raccolta (contenitori, coltelli, stivali, guanti, ecc.) devono essere mantenute funzionali e pulite. Occorrerebbero locali igienici sistemati lontano da fonti di acqua irrigua, in luoghi da cui non sia possibile un ruscellamento delle acque di pioggia verso zone coltivate, e che tuttavia siano facilmente accessibili al personale ogni volta che ne abbia bisogno, per evitare che usi a tal fine altri luoghi dell'azienda. I reflui non devono finire in azienda, ma vanno immessi in un sistema adeguato di raccolta e smaltimento. I locali devono essere puliti regolarmente e provvisti di acqua corrente, carta igienica, sapone liquido, mezzi di asciugamento igienico (rotoli o tovaglioli di carta) e relativi contenitori di distribuzione e smaltimento.

### *Gestione dei processi produttivi*

La presenza di microrganismi patogeni per l'uomo, prima causa di insicurezza dei prodotti di IV gamma, dipende principalmente da pratiche di gestione dei processi produttivi e in particolare: uso irriguo di acque contaminate; impropria preparazione e applicazione di fertilizzanti organici; raccolta e lavaggio di prodotti con procedimenti insicuri. Oltre a soddisfare i requisiti igienici, che vanno considerati come un minimo, i vegetali per la IV gamma devono possedere le proprietà qualitative necessarie per fornire prodotti attraenti dopo aver subito i maltrattamenti della lavorazione. Avendo a disposizione idonee risorse produttive, la coltivazione va condotta in modo da fornire alla pianta un ambiente favorevole a un rapido e armonico sviluppo, operando tuttavia in modo che i requisiti dei prodotti siano soddisfatti senza aumentare i rischi per il consumatore e per l'ambiente. È opportuno rifarsi al Codice di Buona Pratica Agricola e ai disciplinari di produzione integrata. La coltivazione degli ortaggi su prode, pratica antica e molto diffusa, favorisce lo sviluppo delle piante grazie alla migliore abitabilità della zona radicale, che non è soggetta a ristagno idrico, riceve più ossigeno e si riscalda più facilmente. Le piante non rischiano

di rimanere a lungo in condizioni di saturazione idrica dopo le piogge e sono meno esposte alle infezioni da parte di funghi e batteri fitopatogeni. La maggiore regolarità di sviluppo della vegetazione consente di ottenere organi vegetali di consistenza ideale e di programmare efficacemente le produzioni. Per funzionare bene, le prode devono essere ben ferme, altrimenti si prosciugano troppo rapidamente e le piante vi affondano. Una consistenza adeguata può essere ottenuta con macchine che comprimono leggermente il suolo sollevato. In ambiente ventoso e asciutto la riduzione dell'umidità nelle prode può essere tale da richiedere sistemi di irrigazione continui o con frequenti adacquamenti. Questa pratica è applicabile sia nel pieno campo sia nelle colture protette, sia per specie da foglie che da radice.

### *Sistemi di protezione*

La pacciamatura con film plastici protegge la pianta dal contatto con il terreno, riduce le perdite d'acqua per evaporazione e le perdite di nutrienti per lisciviazione, riscalda il terreno con film chiari, aiuta a controllare le erbe infestanti con film scuri. I film alluminati, riflettenti, ostacolano l'insediamento di afidi sulle piante. Gli inconvenienti della pacciamatura plastica sono l'esclusione dell'acqua di pioggia dal terreno, il costo di acquisto e quello di smaltimento del materiale usato. A tale riguardo si trovano in commercio anche plastiche degradabili. Una pacciamatura efficace richiede terreno ben lavorato e pareggiato, precedentemente concimato e trattato se necessario con erbicidi o geodisinfestanti, con umidità portata a capacità di campo prima della copertura, se non si pratica, come è preferibile, l'irrigazione a goccia sotto la plastica. Questa deve aderire bene alla superficie del suolo, per controllare le erbe infestanti ed evitare di essere sollevata sotto i colpi del vento. I film di tessuto-non-tessuto vengono impiegati generalmente a pieno campo nei cicli precoci; sono sostenuti direttamente dalle piante e aumentano di qualche grado la temperatura a livello della vegetazione ed escludono afidi e simili insetti. Questi film sono asportati quando si innalzano le temperature o quando sono necessari interventi fitosanitari. Il loro impiego si lega soprattutto a indivie, scarole, lattughe e carote. I tunnel-serre riguardano una parte notevole della produzione di ortaggi per IV gamma. Il tunnel-serra è preferito per il buon compromesso tra costi e funzionalità e la possibilità, nelle aree meridionali, di essere utilizzato nella stagione fredda senza riscaldamento artificiale. La pausa estiva può essere impiegata per la solarizzazione del terreno, che consente di realizzare un buon controllo se al riscaldamento del terreno (pacciamato con plastica scura) contribuisce anche il calore dell'ambiente interno alla serra tenuta chiusa. Inoltre la quarta gamma è coltivata in serre classiche da ortaggi, con film trasparente (figura 1.2), con un

semplice impianto di irrigazione posto in alto nella serra e senza riscaldamento. Per beneficiare dei vantaggi offerti dal sistema serra evitandone i rischi, occorre uno stretto controllo dell'ambiente, volto a prevenire l'insorgenza di fitopatie e le infestazioni di parassiti, come pure le frequentazioni indebite di animali, attuato mettendo in atto tutti i metodi di difesa fisici, agronomici e biologici. A tali condizioni si potrebbe ottenere anche un basso livello di cariche microbiche sui vegetali prodotti e generalmente utilizzati per le coltivazioni di insalatine quali rucola, valeriana, lattughe da taglio, cicorino, eccetera.



Figura 1.2 – Serra di coltivazione insalatina.

### *La gestione della fertilità del suolo*

Il miglioramento della fertilità deve essere inquadrato in un programma globale di gestione del suolo, comprendente lavorazioni, rotazioni, controllo delle piante infestanti, correzione della reazione, irrigazione e drenaggio, perché alle carenze di questi fattori non si può rimediare con la somministrazione di fertilizzanti. La produzione di ortaggi di buona qualità riesce meglio in suoli

profondi, ben drenati e sistemati, con struttura stabile e reazione da subacida a neutra, come quelli di tessitura media con un buon contenuto di sostanza organica. Una struttura stabile favorisce il passaggio dell'aria e dell'acqua e resiste all'erosione, ma per essere conservata richiede che gli interventi di lavorazione siano ristretti al minimo indispensabile e condotti in condizioni opportune. Sono noti i benefici agronomici dell'avvicendamento colturale, ma difficilmente possono essere inserite in un sistema orticolo le colture più opportune per migliorare la condizione del suolo, come cereali, foraggere o leguminose. Nei casi più favorevoli si avvicendano specie orticole diverse per caratteristiche vegetative. Tuttavia, nelle aziende più specializzate anche questa soluzione, diventa difficile. Nel considerare costi e benefici dell'avvicendamento si deve tenere presente che l'uso ridotto o improprio della rotazione comporta comunque un peggioramento delle condizioni di habitat delle piante coltivate e si risolve alla fine in un minor rendimento dell'attività (cali di rese e di qualità, maggiori problematiche fitosanitarie, maggiori spese, ecc.).

#### *Fertilizzanti organici*

I letami forniscono macro e micronutrienti per le colture e composti organici per il suolo, contribuendo a mantenere la stabilità della struttura in un regime di frequenti lavorazioni. L'uso di letami comporta anche inconvenienti, soprattutto se si tratta di materiali non adeguatamente maturati. Uno è la diffusione di semi di specie infestanti. Un altro è l'apporto di elementi e sostanze che possono peggiorare la qualità biochimica dei prodotti, come i metalli pesanti, o squilibrare lo sviluppo delle piante, come sostanze organiche di tipo ormonico. Un altro ancora, particolarmente negativo per la qualità degli ortaggi di IV gamma, è l'aumento sui prodotti delle cariche di microrganismi associati alle deiezioni animali, inclusi quelli patogeni per l'uomo. Diversi patogeni riscontrati sugli ortaggi freschi (*E. coli*, *Salmonella*, *Cryptosporidium*) sono associati a deiezioni animali e in particolare a quelle dei ruminanti. Problemi analoghi presentano anche i materiali organici ottenuti dal compostaggio di reflui urbani. In considerazione del preminente requisito di sicurezza igienico-sanitaria e della difficoltà di evitare i suddetti inconvenienti nel contesto dell'impresa orticola, è preferibile non utilizzare letami o composti nelle colture per la IV gamma, perché i cicli colturali sono generalmente brevi e continui e in tali condizioni non è possibile una efficace gestione del rischio. Inoltre, la capacità dei processi di compostaggio di eliminare i microrganismi patogeni è un'ipotesi ancora da confermare sperimentalmente, essendosi finora le ricerche interessate principalmente agli effetti sulla fertilità del terreno e sulla

qualità organolettica dei prodotti. Come alternativa si possono considerare fertilizzanti derivati dalla trasformazione di materiali organici con processi di umificazione. Anche i sovesci possono migliorare la condizione del suolo e in alcuni casi ridurre le popolazioni di piante infestanti e di parassiti, ma il loro uso in un indirizzo orticolo è piuttosto problematico, sia per il costo in termini di spese e produzioni mancate, che per inconvenienti possibili alle colture successive, se impiantate a distanza troppo breve dall'incorporazione del materiale sovesciato. Anche se non si impiegano letami direttamente sulle colture per IV gamma, sono comunque necessarie alcune pratiche di profilassi per minimizzare il rischio di contaminazione connesso ai reflui animali.

- 1) Programmare la distribuzione di letami fisicamente e temporalmente lontano dalle colture di IV gamma ed escludere queste dai campi in vicinanza di aree di stoccaggio dei reflui o in posizione soggette a ruscellamenti provenienti da esse.
- 2) Installare opportune barriere e coperture per ridurre l'impatto di tali aree sull'ambiente circostante e la frequentazione delle stesse da parte di animali.
- 3) Prima di utilizzarli nei campi di ortaggi, pulire attrezzi e macchine con acqua ad alta pressione o vapore dopo l'uso o il passaggio in aree di stoccaggio dei reflui.
- 4) Ridurre, con coltivazione su prode e pacciamatura, il contatto con il terreno degli organi vegetali utilizzati come prodotti, soprattutto verso la raccolta.
- 5) Minimizzare la possibilità di contaminazione con feci animali, impedendo agli animali l'accesso alle colture e alle aree di gestione dei prodotti.

### *Analisi del terreno*

Per calibrare l'uso di fertilizzanti è necessario tenere sotto osservazione la dotazione di elementi assimilabili e la reazione del suolo, mediante esami con cadenza periodica comprendenti almeno: pH, sostanza organica, N, P, K, Mg, Ca. Se si modificano gli apporti di fertilizzanti da un anno all'altro, può essere opportuno far eseguire esami chimici del terreno a intervalli anche annuali. Gli ortaggi si sviluppano bene in terreni con pH compresi tra 5,5 e 7,5, intervallo che massimizza la disponibilità per i principali elementi e la restringe per i metalli tossici. Se la reazione del terreno si discosta sensibilmente da tali valori, è necessario applicare ammendanti, il cui dosaggio può essere determinato in base all'acidità scambiabile. Se le quantità da applicare sono di una certa consistenza è preferibile frazionare gli apporti in più periodi.

## *Fertilizzanti sintetici*

Per gli ortaggi l'elemento più critico è l'azoto, perché eventuali carenze ed eccessi peggiorano la quantità e la qualità dei prodotti. Le carenze portano a difetti di consistenza degli organi eduli, che risultano poco croccanti. Gli eccessi fanno ottenere prodotti più turgidi e croccanti, favorendo una maggiore ritenzione idrica dei tessuti, ma tendono a peggiorare la conservabilità e la qualità alimentare dei prodotti, aumentando la sensibilità alle cause avverse e i residui di nitrati. Eccessi o carenze possono verificarsi anche con concimazioni normali, se le modalità e i tempi di somministrazione non rispondono alle esigenze fisiologiche delle colture. Le varie forme di azoto somministrate al terreno sono presto convertite in quella nitrica esposta alla lisciviazione. Per limitare le perdite dal sistema agricolo verso altri sistemi ambientali è necessario usare l'azoto in modo efficiente, fornendolo alle piante in quantità idonee e quando serve per lo sviluppo, attenendosi ad alcuni criteri di base.

- 1) Evitare apporti eccessivi di azoto in una singola somministrazione.
- 2) Limitare le somministrazioni pre-impianto, soprattutto se comportano un interrimento profondo.
- 3) Distribuirlo in modo localizzato all'impianto o al momento di maggior assorbimento da parte delle piante.
- 4) Rapportare le dosi alla superficie effettivamente concimata, escludendo quella delle interfile.
- 5) Mettere in conto l'azoto fornito da matrici organiche.
- 6) Impiegare sovesci nei tempi morti per trattenere l'azoto nello strato di terreno lavorato e limitare le perdite per dilavamento.
- 7) Utilizzare fertilizzanti a lenta cessione.

La risposta degli ortaggi al fosforo è sensibile soltanto a livelli molto bassi della disponibilità nel suolo e, inoltre, le quantità assorbite sono le più basse tra quelle dei nutrienti primari e secondari. Per la fertilizzazione fosfatica vengono abitualmente raccomandate quantità non sempre giustificate dalla risposta dei vegetali, in base a considerazioni piuttosto teoriche, basate sull'ipotesi della rapida inattivazione dell'elemento, causa di limitata accessibilità delle piante alla riserva disponibile nel suolo. Nonostante l'adesione del fosforo alle particelle del terreno e la scarsa solubilità (ma quello presente nei composti organici è parzialmente solubile in acqua) non

sono rari i casi di inquinamento ambientale, dovuti soprattutto a dilavamento ed erosione del terreno. Per aumentare l'efficienza degli apporti di fosforo è opportuno seguire i seguenti criteri.

- 1) Tenere maggior conto della risposta delle piante, evitando somministrazioni puramente cautelative se non c'è risposta.
- 2) Distribuirlo in modo localizzato all'impianto.
- 3) Rapportare le dosi alla superficie effettivamente concimata.
- 4) Prevenire il dilavamento e l'erosione.

Anche per il potassio si può dire che la risposta delle colture è spesso modesta o assente, salvo che nei terreni poveri dell'elemento. Invece l'assorbimento può aumentare, anche se la produzione non viene modificata. La somministrazione dei fertilizzanti potassici può essere fatta a tutto campo o localizzata, preferibilmente alla preparazione del terreno per l'impianto della coltura. Applicazioni frazionate possono essere giustificate soltanto da un eccesso di precipitazioni durante lo sviluppo delle piante. Per un uso efficiente del potassio valgono gli stessi criteri indicati per il fosforo. I nutrienti secondari, il calcio, il magnesio e lo zolfo benché importanti per lo sviluppo al pari di quelli principali, non sono assorbiti in grandi quantità e raramente richiedono specifiche applicazioni, anche perché si trovano in molti concimi semplici. I micronutrienti sono altrettanto necessari, ma richiesti in quantità molto piccole, per cui bastano le dotazioni naturali del terreno, salvo casi di carenza, che possono capitare più facilmente in suoli con pH anomali, o con andamenti climatici particolari.

### *Irrigazione*

Per quanto riguarda le pratiche irrigue nei prodotti da taglio per la quarta gamma si effettua praticamente solo irrigazione per aspersione con irrigatori a basso volume per non andare a danneggiare le piccole piante soprattutto nella fase di emergenza. Le irrigazioni sono praticate da personale qualificato verificando ogni volta visivamente lo stato del terreno e l'umidità in esso presente. Indicativamente la quantità d'acqua usata in serra è di 45-55 mm per ogni ciclo colturale, tenendo presente l'umidità atmosferica, se soleggiato o nuvoloso e la temperatura esterna e non ultima la coltura andando ad evitare fenomeni di ristagno idrico. In particolare il volume usato è di 4 mm alla semina, 5 mm ogni giorno soleggiato e 5 mm ogni due giorni con cielo coperto. Gli stress idrici peggiorano la qualità dei vegetali e vanno evitati. La stima delle condizioni di bisogno che giustificano l'intervento irriguo può essere eseguita con modelli teorici o più

semplicemente sulla base dell'esperienza. Un buon sistema di irrigazione deve consentire di completare l'adacquamento in un tempo ragionevole, distribuendo l'acqua in modo uniforme e con un'intensità non superiore alla capacità di assorbimento del suolo. L'irrigazione a goccia, usata su certi tipi di ortaggi dove possibile specialmente se accoppiata alla pacciamatura, ha diversi vantaggi: è più efficiente, impiegando volumi minori rispetto agli altri metodi; riduce il rischio di lisciviazione dei nutrienti; consente la fertirrigazione, con una riduzione degli apporti di azoto; consente di evitare la bagnatura della vegetazione e il conseguente maggior rischio di fitopatie e di contaminazioni veicolate dall'acqua. I difetti sono: il costo elevato dell'impianto; la necessità di pulire più volte gli erogatori con acqua clorata per eliminarne le incrostazioni che ne riducono la funzionalità; la maggior frequenza degli interventi per i limiti del flusso di erogazione. Anche se quasi mai è possibile per l'agricoltore controllare i fattori che determinano la qualità dell'acqua nel percorso a monte dell'azienda, bisogna comunque esercitare un controllo nell'ambito aziendale, proteggendo canali, pozzi, pompe e condutture dall'accesso incontrollato di animali domestici e selvatici, allo scopo di limitare la possibilità di contaminazione con feci animali e dall'uso improprio di prodotti fitosanitari in prossimità della fonte irrigua. Il contatto degli organi eduli delle piante con acqua contaminata è tanto più rischioso per la qualità microbiologica dei prodotti quanto più è vicino al momento della raccolta.

#### *Controllo delle piante infestanti*

La flora infestante che si può sviluppare negli ortaggi e in quelli destinati alla IV gamma è molto variabile, in relazione al periodo e al tipo di coltivazione (pieno campo/protetto, colture seminate/trapiantate, rotazioni/monocolture, ecc.). Il contenimento può avvenire con mezzi agronomici (avvicendamento), con mezzi meccanici (scerbature, sarchiature) e, soprattutto, con mezzi chimici, impiegati sia in presemina/trapianto, che in post emergenza. Per la lotta alle infestanti con metodo chimico si seguono i disciplinari di produzione integrata e alle indicazioni riportate nelle schede tecniche allegate, avendo cura di utilizzare tutti gli accorgimenti che ne consentano un limitato uso (monitoraggio, riduzione delle dosi, riduzione dei volumi, ecc.).

#### *Difesa integrata dalle avversità*

Una grande varietà di patologie può risultare da condizioni di stress pre e post raccolta. Le fisiopatie e fitopatologie peggiorano direttamente la qualità dei prodotti in varia misura a seconda dell'agente patogeno e dello stato fisiologico della pianta. I patogeni possono anche rimanere in

una condizione di quiescenza fino al termine della trasformazione e attivarsi con effetti devastanti nelle condizioni favorevoli della IV gamma. Lo stato di sanità e integrità dei vegetali influenza la resistenza alle attività demolitrici dei microrganismi e la risposta a eventi di stress: in condizioni di resistenza affievolita anche deboli microrganismi ubiquitari, che in genere non darebbero fastidio, possono diventare un problema. Un'efficace protezione delle colture contro patogeni e parassiti è necessaria per assicurare l'idoneità dei vegetali per la IV gamma. I requisiti di sicurezza e igiene, in aggiunta a esigenze economico-sociali ed ecologiche, impongono inoltre di minimizzare il livello di residui dei fitofarmaci nei prodotti. Per contemperare queste diverse e contrastanti esigenze è necessario seguire criteri di difesa integrata. Tali criteri comportano l'identificazione delle cause avverse, la stima della loro incidenza sull'esito della coltura, la conoscenza della biologia e dell'ecologia di patogeni e parassiti e dei fattori ambientali da cui sono influenzate, in modo da scegliere le misure più opportune per conseguire un grado soddisfacente di controllo. Elementi essenziali di una difesa integrata sono:

- 1) la sorveglianza, per individuare i fattori avversi e stimarne il livello di presenza;
- 2) la previsione, basata generalmente su modelli meteorologici, per anticipare lo sviluppo delle avversità;
- 3) le soglie di danno, per ridurre il costo della difesa chimica;
- 4) i programmi di difesa, che devono integrare mezzi e pratiche di controllo (cultivar resistenti, mezzi fisici e agronomici, controllo biologico, controllo chimico);
- 5) le registrazioni, per costruire la mappa delle avversità e seguirne l'evoluzione nel tempo.

L'impiego dei prodotti fitosanitari nella lotta alle principali avversità animali e vegetali degli ortaggi destinati alla IV gamma, deve tenere conto dei principi della produzione integrata, ove presenti dei relativi disciplinari e nel caso specifico delle indicazioni riportate nelle schede allegate. Inoltre, molte catene distributive e fornitori di IV gamma ad essi collegati richiedono un livello di residui inferiore del 50% del R.M.A., restringendo, di fatto, ulteriormente le possibilità di trattamento a prodotti con scarsa residualità.

## 1.2) Tipologie di concimi fosfatici in orticoltura ed effetti sulle colture orticole

I concimi fosfatici, sono dei concimi minerali semplici, che contengono espressamente dichiarato fosforo in una o più forme di solubilità. Possono contenere inoltre anche altri microelementi o elementi secondari. Il fosforo nei vegetali partecipa come costituente di proteine fosforate (nucleoproteine, fosfoproteine, lecitine, fitine), a reazioni biochimiche nel metabolismo dei glucidi e trasporta energia nelle cellule (ATP); è molto importante nei processi riproduttivi delle cellule ed è un attivatore di numerose attività enzimatiche; entra nella composizione delle sostanze di riserva e delle vitamine. Le cause di carenza del fosforo possono essere riconducibili a diversi aspetti come: la reale carenza, ristagni idrici e terreni freddi, terreni argillosi con elevata capacità di scambio cationico che assorbono fortemente il fosforo, pH acido o alcalino e scarsa presenza di sostanza organica. A livello macroscopico una pianta con carenza di fosforo presenta foglie con sfumature porporine o bronzo-opache manifestandosi dal basso della pianta, nanismo, ritardo vegetativo, stentata formazione dei semi e difficoltà a lignificare. Il titolo del fosforo è espresso in  $P_2O_5$  e non deve essere inferiore al 10 %; l'anidride fosforica dichiarata deve essere solubile nel citrato ammonico e una frazione della stessa deve esserlo anche in acqua. Nel terreno assieme all'azoto partecipa allo sviluppo della pianta in particolare influisce sulla crescita dell'apparato radicale, favorisce la fioritura, fruttificazione, granigione, rende la pianta più resistente alle malattie, meno suscettibile all'allettamento, migliora la conservabilità dei frutti e migliora la qualità del prodotto dal punto di vista nutrizionale. Il fosforo è caratterizzato da una limitata mobilità nel suolo e si trova principalmente sotto forma di fosfato, fortemente trattenuto dal potere adsorbente del terreno che ne limita la diffusione e la disponibilità. Evidente la relazione che esiste tra alcune proprietà chimico-fisiche del terreno (umidità e pH) e le forme di fosforo in esso presenti. Persino nel caso in cui si distribuisce fosforo solubile in acqua si corre il rischio che sia retrogradato in forme non disponibili. I fosfati, con riferimento alla nutrizione delle piante, possono essere suddivisi in tre frazioni:

- 1) i fosfati solubili, la solubilità dei fosfati è regolata dal pH: a pH neutro si ha la massima solubilità dei fosfati mentre a pH basici e acidi si ha una precipitazione del fosforo rispettivamente sottoforma di fosfati di calcio e di ferro o alluminio;
- 2) i fosfati disponibili sono quelli adsorbiti dal potere di scambio cationico del terreno ed in equilibrio con i fosfati in fase liquida;

- 3) i fosfati insolubili sono quelli che molto lentamente possono essere rilasciati nel terreno. Apatiti, fosfati di ferro e di alluminio e composti organici del fosforo sono i principali costituenti di questa frazione. Fosfati adsorbiti e fosfati in soluzione si trovano in equilibrio dinamico.

Per il fosforo la solubilità è un fattore estremamente importante e ne condiziona le proprietà fertilizzanti. Generalmente i concimi sono prodotti per trasformazione industriale delle fosforiti (rocce sedimentarie fosfatiche), o per trattamento di sottoprodotti dell'industria siderurgica. Il materiale di partenza (fosforite) non è solubile in acqua, pertanto è necessario rendere solubile il fosforo prima di impiegarlo nei concimi. Abbiamo appena detto che le fosforiti hanno ridottissima capacità fertilizzante, la normativa sui concimi, però, ne prevede l'impiego e, tra l'altro sono ammesse in agricoltura biologica.

I minerali fosfatici possono subire tre tipi di trattamento: attacco acido, macinazione, calcinazione. Le fosforiti essendo solubili solo in acidi minerali, se ne prevede la macinazione (almeno il 90% con diametro inferiore agli 0,063 mm) per aumentare le superfici di contatto con i reagenti del suolo e rendere così lentamente disponibile il fosforo in esse contenuto. Per ovviare a questo problema e produrre concimi con fosforo solubile in acqua, si ricorre ad acidi che attaccano le fosforiti, composte prevalentemente da fosfato tricalcico, facilitando la formazione di fosfato monocalcico solubile in acqua. Dopo un certo periodo di maturazione si procede alla granulazione del prodotto finito. Gli acidi impiegati per la produzione dei concimi fosfatici sono due: l'acido solforico, il cui uso è previsto nella fabbricazione del perfosfato semplice, e l'acido fosforico, utilizzato per il perfosfato triplo. In merito ai minerali costituenti le fosforiti (apatiti), vi sono alcune distinzioni necessarie per comprendere al meglio le proprietà chimiche. In relazione al luogo d'origine, correlato alla natura geologica e alla genesi delle rocce stesse, non solo dipende la natura delle fosforiti stesse ma, ovviamente, anche la qualità dei concimi prodotti utilizzandole quali materia prima. In Italia s'importano sia fosforiti grezze sia prodotti finiti contenenti fosforo. Le prime sono utilizzate tanto per la produzioni di concimi previo attacco con acidi quanto per l'uso tal quale da sole, in miscela o per i concimi compattati; i secondi si usano, in prevalenza direttamente, oppure per la preparazione di miscele e compattati. In tali prodotti è sempre presente il cadmio che è considerato elemento tossico ed esistono vari metodi per la sua eliminazione dai concimi, nessuno ne garantisce la totale asportazione ma le soglie ammesse, persino in agricoltura biologica, sono molto più elevate dei valori riscontrati.

I fertilizzanti fosfatici, in funzione della solubilità e della capacità di apportare nutrienti al terreno, possono essere classificati come:

- 1) di media solubilità - superfosfati di calcio, scorie Thomas;
- 2) idrosolubili - fosfati di ammonio, acido;
- 3) di scarsa solubilità - fosfati naturali.

#### *I perfosfati minerali o superfosfati di calcio*

Si preparano facendo reagire le fosforiti con acidi. Si utilizza acido solforico per la produzione di perfosfato semplice, e si utilizza acido fosforico per la produzione del perfosfato triplo. Sono commercializzati due tipi di perfosfati e si utilizzano per la concimazione di fondo o di presemina o all'impianto delle colture, considerata la loro scarsa mobilità nel terreno.

#### *Perfosfato semplice*

E' il primo concime chimico della storia ed è definito il "concime" per eccellenza; sino a qualche decina di anni fa era uno dei concimi più utilizzati; attualmente è uno dei pochi concimi prodotti ancora in Italia. Il titolo in fosforo (anidride fosforica) è del 19% con un'ottima solubilità in acqua (90%). Contiene considerevoli quantità di zolfo (derivante dall'anidride solforica) e calcio (solfato e ossido), microelementi in tracce, per cui presenta anche proprietà correttive; è un concime leggermente acido. E' un miscuglio di fosfato monocalcico e di solfato di calcio. Il costo dell'unità fertilizzante è abbastanza contenuto, ma elevato se paragonato con concimi fosfatici più concentrati. Altre proprietà chimiche, però, contribuiscono a giustificare tale maggior investimento soprattutto per le colture a semina autunno-invernale in terreni tendenzialmente calcarei e a reazione alcalina (es. grano duro nel sud Italia); nei terreni acidi forma sali insolubili, per cui è inadatto in tali suoli. Polverulento (18-20%, ma sempre più raro) o granulare (19-21%), ad azione quasi pronta.

#### *Perfosfato triplo*

E'ottenuto per reazione del fosfato naturale con acido fosforico. Concime totalmente importato, in forma polverulenta o granulare. Prodotto analogo al perfosfato semplice, ma con un contenuto in zolfo e microelementi in tracce e molto più elevato in fosforo (esclusivamente fosfato monocalcico). Il suo titolo elevato (varia dal 38 al 48%) consente economie nei trasporti e nella distribuzione (costo inferiore dell'unità fertilizzante) ma ne può rendere difficile l'uso quando sia necessario distribuire dosi ridotte di fosforo, sia manualmente sia, soprattutto, con spandiconcime

centrifughi. Adatto per concimazioni di fondo o presemina. A pronto effetto o azione quasi pronta. Inadatto in terreni acidi.

#### *Altri concimi fosfatici*

Quasi tutti gli altri concimi minerali fosfatici sono autorizzati per l'agricoltura biologica. Si tratta, generalmente, di prodotti a bassa e bassissima solubilità che trovano impiego in suoli acidi, devono essere finemente macinati proprio per aumentare la superficie di contatto fra il concime e la soluzione circolante.

#### *Scorie Thomas o Scorie di defosforazione*

Sottoprodotto dell'industria siderurgica come scarto della defosforazione dell'acciaio, ottenuto mediante trattamento della ghisa fosforosa, contiene silico-fosforiti di calcio. Alcuni anni fa erano una realtà significativa del panorama italiano, oggi il processo Thomas non si usa più e le scorie sono rare. Sono state il primo concime fosfatico, si presenta in forma polverulenta o granulare. Ha un titolo in fosforo variabile dal 12 al 20% e contiene piccole quantità di magnesio e di micronutrienti. Presenta uno dei più alti costi per unità fertilizzante. Solubilità molto scarsa, poco mobile nel terreno e a lento effetto, la loro azione è meno rapida di quelle dei perfosfati: bisognerà interrarele prima e meglio di questi. Da impiegare in aratura e in presemina. La presenza di fosforo solubile in acido citrico e l'elevato contenuto di ossido di calcio, ne facevano il concime ideale per i terreni acidi e poco ossigenati (fisiologicamente alcalino), per colture calcicole e di durata poliennale; importante è la finezza di macinazione del prodotto. Reazione alcalina in soluzione acquosa.

#### *Fosfato allumino-calcico*

Contiene fosfati di calcio e di alluminio. In Italia l'uso è quasi inesistente: mentre l'impiego in agricoltura biologica è regolato dalla Circolare 8/99 che stabilisce che il pH del suolo debba essere maggiore di 7,5 e che il contenuto in cadmio sia inferiore a 90 mg per Kg di P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>. Il titolo minimo è del 30% solubile in acidi minerali, di cui almeno il 75% solubile in citrato ammonico alcalino di Joulie.

#### *Fosfati naturali*

Vengono utilizzate le fosforiti naturali, seccate, macinate e setacciate. Si utilizzano per la concimazione di fondo all'impianto delle colture e per la preparazione di fertilizzanti organo minerali destinati all'agricoltura biologica. La sua efficacia è modesta e influenzata dalla finezza di macinazione.

### *Perfosfato d'ossa*

E' un concime molto simile al perfosfato semplice che utilizza però le ossa macinate come materiale di partenza e contiene piccole quantità di azoto.

### *Fosfato termico*

E'ottenuto per reazione termica del fosfato naturale mediante composti alcalini e acido silicico; i componenti essenziali sono il fosfato di calcio alcalino e il silicato di calcio. Il titolo minimo è del 25% solubile in citrato ammonico alcalino di Peterman.

### *Perfosfato concentrato*

E'ottenuto rimpiazzando parzialmente l'acido solforico con l'acido fosforico nella fase di attacco dei fosfati naturali. Può contenere dal 25 al 38% di  $P_2O_5$  solubile in citrato ammonico. I componenti principali sono il fosfato monocalcico e il gesso.

### *Acido fosforico*

E' l'unico concime fosfatico liquido. E'ottenuto con attacco dei fosfati naturali e contiene principalmente acido ortofosforico. Il titolo minimo consentito è pari al 28% di  $P_2O_5$  totale da acido ortofosforico. Può servire anche come materiale di base per ottenere concimi composti fluidi.

## **1.3) Metodi ed epoche di distribuzione dei concimi fosfatici in orticoltura**

Le macchine per la distribuzione dei concimi appartengono a categorie anche molto diverse fra loro vista la diversa natura dei concimi presenti sul commercio che possono essere solidi, liquidi o gassosi. In base alla posizione di distribuzione possiamo trovare macchine che spargono il fertilizzante su tutta la superficie e macchine che lo spargono in un posto ben preciso e quindi localizzato di solito vicino alla fila di piante. I distributori possono essere: centrifughi, pneumatici, a fondo ascendente, a coclea, a fondo rotante, a piatti rotanti, a griglia oscillante, a caduta, a rullo rotante, a fondo mobile, a catena, eccetera. Già da qualche tempo si fanno applicazioni con l'uso dell'elettronica sui macchinari per permettere la distribuzione mirata del concime con ottimi risultati. La macchina spandiconcime classica è portata tramite il sollevatore della trattrice o trainata e azionata dalla presa di potenza della stessa. Lo spandiconcime deve essere di materiale di non facile corrosione, maneggevole, regolabile con facilità, di buona capacità lavorativa, di facile pulizia, di buona capienza e di semplicità ma robustezza costruttiva. Per la distribuzione di concimi liquidi o gassosi invece si ricorre a macchine di diverso tipo. I concimi gassosi (in realtà non molto presenti sul mercato e usati per la difficoltà di distribuzione) vengono distribuiti con macchine

apposite che interrano direttamente il concime con appositi assolcatori per permettere la sua incorporazione. Per i concimi liquidi invece vengono usate soprattutto le normali pompe a barra orizzontali per i trattamenti antiparassitari e diserbanti. Infine possiamo sicuramente affermare la presenza di numerose soluzioni offerte in commercio per la distribuzione dei concimi insieme con un'altra lavorazione nel terreno come possono essere la seminatrice, una macchina per la preparazione del letto di semina e via dicendo, effettuando così in un unico passaggio due lavorazioni necessarie risparmiando soldi, lavoro e in ultimo cosa molto importante riducono il calpestio del terreno da non sottovalutare su terreni particolarmente sensibili. Inoltre in base alla posizione di distribuzione possiamo trovare macchine che distribuiscono il concime localizzato a diverse profondità. La localizzazione del concime è un'operazione molto comune e consiste nella sua distribuzione in bande in modo da creare delle zone ad elevata concentrazione di principio fertilizzante. I vantaggi che si attribuiscono a questo modo di procedere sono innumerevoli. Come primo effetto la localizzazione riduce la distanza media fra fase solida del concime ed apparato assorbente della pianta, mentre accresce la distanza media fra il concime stesso e la fase solida del terreno; come conseguenza di tutto ciò risulta che la radice verrà a trovarsi in una zona di più elevata concentrazione, dove la disponibilità dell'elemento sarà difficilmente al di sotto del valore di carenza. Le radici presentano una più rapida proliferazione nelle zone di maggiore disponibilità alimentare con conseguente potenziamento della dinamica di assorbimento. La piantina appena nata trova subito alimento disponibile per cui può accrescersi con facilità e superare la fase iniziale che le vede generalmente più vulnerabile agli attacchi parassitari, alla competizione di malerbe ed alle avversità climatiche. Il problema riguardante l'interramento o meno dei fertilizzanti si pone in termini diversi a seconda che si considerino quelli a base di fosforo e/o di potassio e quelli azotati. L'interramento dei concimi fosfatici e potassici, infatti, è necessario perché essi sono poco mobili nel terreno e quindi la distribuzione superficiale non ne potrebbe permettere il necessario contatto con le radici. Un altro metodo di distribuzione dei concimi è la concimazione fogliare ossia l'irrorazione sulle piante di una soluzione acquosa contenente principi nutritivi che verranno assorbiti dalla parte epigea delle stesse. Questo tipo di concimazione può essere abbinato se non esiste incompatibilità alla distribuzione di trattamenti antiparassitari. La parte epigea delle piante è in grado di assorbire, soprattutto attraverso le foglie, elementi nutritivi in soluzione ed anche alcune molecole organiche, ma il fenomeno varia considerevolmente in funzione della specie coltivata, dell'età della foglia, del prodotto impiegato e delle condizioni ambientali. La penetrazione nelle foglie può avvenire per via cuticolare o per via stomatica, in qualche caso

prevalentemente attraverso la pagina inferiore della foglia, in altri casi invece indifferentemente. Per quanto riguarda i principali elementi della fertilità è stato osservato che l'assorbimento dell'azoto e del potassio sono migliori rispetto a quello del fosforo. Un altro metodo di distribuzione dei concimi organici o minerali è la loro distribuzione attraverso l'acqua irrigua, si parla in tal caso di fertirrigazione. Un impianto di questo tipo, molto usato in ambiente protetto e in pieno campo su colture orticole, frutticole e in floricoltura, è costituito da un normale impianto a goccia, a pioggia o di altro tipo entro il quale oltre all'acqua di irrigazione si immette il concime più adatto in quel determinato periodo e della diversa coltura. Messa a confronto con la normale tecnica di concimazione la fertirrigazione presenta diversi vantaggi: poco lavoro per lo spargimento, non si calpesta il terreno con le macchine, si interviene anche quando non è possibile intervenire in altro modo. Esistono però anche aspetti negativi: necessità di un attrezzato e preciso impianto di irrigazione, relativa difformità con dosi modeste di concime, limitazione applicativa alle sole colture irrigue, per le normali colture erbacee di pieno campo la distribuzione del fosforo e del potassio deve essere eseguita prima della semina, indipendentemente dalla fertirrigazione, al fine di ottenere il necessario approfondimento nel terreno. Anche per quanto riguarda l'epoca di distribuzione bisogna distinguere il fosforo e il potassio dall'azoto. Normalmente, infatti, tranne i casi di colture poliennali, il fosforo e il potassio vanno distribuiti prima della semina o contemporaneamente a essa. In orticoltura comunque essendo di fronte a diversi cicli bisogna tenere presente dell'effettiva disponibilità di fosforo nel terreno e delle asportazioni della coltura e gli interventi possono sensibilmente variare e alle volte fatte una volta solo per più cicli di produzione.

## **2) OBIETTIVI**

Gli obiettivi della prova sono stati quelli di valutare l'effetto su una coltura di quarta gamma (insalatina) di dosi crescenti (30-60-90 l/ha) di un concime liquido composto (5% N e 20% P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>) distribuito localizzato a diverse profondità nel suolo. Questo è reso possibile grazie all'utilizzo di un'attrezzatura combinata specificatamente predisposta per la distribuzione frazionata di prodotti liquidi e solidi nel campo dell'orticoltura.

La finalità è quindi la definizione delle modalità più efficaci per la distribuzione di concimi liquidi su prodotti da taglio di quarta gamma.

Queste verifiche sperimentali hanno avuto anche lo scopo di valutare, attraverso le analisi condotte sulla coltura, la piena funzionalità della macchina e l'effettiva omogeneità nella distribuzione dei prodotti.

### **3) MATERIALI UTILIZZATI**

#### **3.1) Foxter 520**

Il concime utilizzato nella prova è un concime liquido della linea Cifo agricoltura. Il concime in questione è denominato Foxter 520. Questo è un concime liquido composto da: azoto (N) totale 5% di cui azoto ammoniacale 5%, anidride fosforica ( $P_2O_5$ ) solubile in acqua 20%, manganese (Mn) solubile in acqua chelato con EDTA 0,1%, zinco (Zn) solubile in acqua chelato con EDTA 0,01%. L'EDTA di manganese è stabile nell'intervallo di pH tra 3 e 10 mentre l'EDTA di zinco è stabile nell'intervallo di pH tra 2 e 10. 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. La distribuzione al terreno di Foxter 520, effettuata tramite attrezzature irroranti o manichette, consente di ottenere i seguenti vantaggi: distribuzione facilitata grazie alla formulazione liquida e ai bassi dosaggi, posizionamento degli elementi nutritivi nello strato di suolo esplorato da radici/semi, creazione di un microambiente ottimale attorno alle radici/semi, dato dal pH subacido che favorisce l'assorbimento degli elementi nutritivi, EFFETTO STARTER ancora più efficace grazie alla presenza di innovativi coformulanti e a specifici microelementi (zinco e manganese), l'azoto è in forma ammoniacale così da essere disponibile per le prime fasi di sviluppo del seme, il fosforo, presente in alta quantità e in forma totalmente disponibile per le colture, influisce positivamente sulla radicazione, la germinazione dei semi e sull'aumento della resistenza delle giovani piante alle sollecitazioni meccaniche (vento) e termiche. Foxter 520 si può applicare anche in post-emergenza e in concimazione fogliare come integratore nutrizionale per il miglioramento della fioritura, della formazione dei semi e per l'anticipo della maturazione. I trattamenti con questo prodotto vanno eseguiti nelle ore più fresche della giornata. Il prodotto è miscibile con gran parte dei prodotti fitosanitari.

### 3.2) Mix Tiller

La macchina oggetto di prova è prodotta dalla ditta Forigo Roteritalia di Ostiglia (MN); è denominata STERILIZZATRICE MIX TILLER MT35-170. Mix Tiller è usato oltre che per la concimazione liquida anche per la sterilizzazione del terreno. Il suo peso è di 1000 Kg. Il modello MT35-170, in particolare, presenta una larghezza di lavoro pari a 1,60 m ed è dotato di 48 zappe montate su flange. Per questo specifico modello la ditta consiglia l'abbinamento a una trattrice di potenza compresa tra 48 e 60 kW (60-75 CV).

La macchina è costituita da:

- 1) Un corpo principale (figura 3.1, 3.2) costituito da una interratrice modello G35-170 (della stessa ditta Forigo roteritalia) con le seguenti principali caratteristiche meccaniche.
  - Un attacco a tre punti universale di 2° categoria.
  - Un attacco per una presa di potenza (P.T.O.) con regime nominale pari a 540 g/min.
  - Un riduttore centrale e trasmissione laterale con catena in bagno d'olio.
  - Un rotore con diametro di 500 mm e con verso di rotazione opposto rispetto a quello di avanzamento del trattore. Il rotore è munito di flange che montano 6 zappe, ciascuna caratterizzata da un profilo angolare; la controflangia è in acciaio.
  - Un carter di protezione del rotore, costituito da un doppio fondo in acciaio in modo tale che, in presenza di pietre, sia solo quella interna a sopportarne l'urto e l'eventuale deformazione che ne possa conseguire. La parete interna è realizzata in acciaio inox per resistere alla corrosione. Il carter e la rotazione delle zappe guidano il terreno verso la griglia posteriore
  - Una griglia selezionatrice (figura 3.3) alloggiata su quattro incavi ricavati nel telaio e mantenuta in sede da due molle (una per lato) che conferiscono a quest'organo, particolarmente sollecitato in presenza di pietre, la possibilità di assorbire anche urti particolarmente violenti. Inoltre, questo sistema di aggancio consente alla griglia di vibrare durante il lavoro in modo da mantenerla pulita ed efficiente anche operando in terreni tendenzialmente umidi. Questo sistema di aggancio consente, infine, la sua rapida estrazione per effettuare eventuali controlli o per la sua sostituzione; infatti l'interratrice può essere munita di griglia con denti distanti da 15 a 30 mm, ma l'azione di vagliatura di entrambe può essere modificata diradando a piacere i denti estraibili manualmente.

- Una barra livellatrice posteriore, chiude il processo di interrimento ed è regolabile manualmente mediante due manovelle laterali.
- Un rullo posteriore azionato dall'impianto idraulico dell'interratrice, che provvede a livellare e a comprimere il terreno. La trasmissione è costituita da un motore orbitale con riduttore epicicloidale. Il verso di rotazione è uguale a quello compiuto dalla ruota del trattore durante l'avanzamento. Il rullo, di larghezza di lavoro superiore a quello del rotore, può traslare su entrambi i lati sporgendo rispetto alla macchina di circa 200 mm in modo tale da eliminare il sopralzo che tende a formarsi fra due passate contigue, senza costituire un ostacolo nei passaggi in prossimità dei pilastri delle serre. E' possibile inoltre modificare sia la pressione esercitata sul terreno che la velocità di rotazione di quest'organo.

La profondità di lavoro della macchina viene regolata agendo sia sull'attacco a tre punti del trattore che sulla posizione del rullo posteriore rispetto al rotore, registrabile mediante due bracci facilmente raggiungibili dall'operatore.



Figura 3.1 – Mix Tiller e corpo principale, anteriore.



Figura 3.2 – Mix Tiller e corpo principale, posteriore.



Figura 3.3 – Griglia selezionatrice.

2) Un apparato irroratore, costituito da:

- Un serbatoio in PE alta densità, posizionato sopra al cofano della macchina, posteriormente al serbatoio dell'olio dell'impianto idraulico. Il serbatoio è caratterizzato da una capacità di 400 l (o inferiore) che alloggia al suo interno altri due serbatoi, di cui uno destinato alla pulizia dell'impianto ed un altro con funzione lavamani.
- Una pompa a membrane, Bertolini modello Poly 2136 VS da 126 l/min e 15 bar (a 540 giri/min della p.d.p.), azionata dall'albero di trasmissione dell'interratrice, caratterizzata da una struttura in alluminio rivestita all'interno in polipropilene (particolarmente resistente alle sostanze corrosive, e in particolare a quelle alcaline come il Metam potassio ed il Metam sodio) e dotata di membrane anch'esse in polipropilene. La pompa opera sia in mandata sia in aspirazione e, pertanto, consente di effettuare sia il carico che lo scarico del serbatoio riducendo per l'operatore le occasioni di contatto con i prodotti chimici. Queste operazioni sono facilitate dalla posizione ergonomica dei comandi e dall'attacco a innesto rapido delle tubazioni. Le tubazioni sono tutte in gomma EDPM (ethylene propylene diene Monomer (M-class) rubber). La posizione del filtro, inoltre, ne consente la pulizia senza perdite di prodotto.
- Un impianto, che dispone di una valvola principale e quattro valvole secondarie che sovrintendono a quattro circuiti separati e precisamente: uno per la distribuzione con la barra anteriore, uno per la gestione della barra sotterranea, uno per la distribuzione attraverso la barra sottocofano e un ultimo per la barra posteriore di distribuzione superficiale. Ciascun circuito è gestibile in maniera indipendente dall'altro. Tutti gli ugelli sono ceramici del tipo antigoccia, facilmente sostituibili in funzione della portata prevista.
- Una barra di distribuzione anteriore al rotore dell'interratrice (figura 3.4): gli ugelli, posti trasversalmente rispetto alla direzione di avanzamento, all'interno del cofano protettivo dell'organo rotante, effettuano la distribuzione sul terreno non lavorato pochi istanti prima dell'azione del rotore; in questo modo si ottiene una omogenea miscelazione del prodotto in tutto lo strato lavorato (da 0 a 15 cm) ed è una soluzione che può risultare idonea alla distribuzione di tutti i prodotti gestibili da questa attrezzatura, in particolare quando risulta necessario eliminare le malerbe ed è ritenuta accettabile una certa diffusione in atmosfera.

- Una barra sotterranea e posteriore al rotore (figura 3.5), prima della griglia: in questo caso il prodotto è distribuito in profondità (da 10 a 15 cm) nel solco del rotore. E' una soluzione appropriata all'impiego di liquidi fumiganti, in quanto riduce notevolmente le emissioni di gas in atmosfera.
- Una barra posteriore alla griglia (figura 3.6) per la distribuzione sottosuperficiale di diserbanti ad azione antigerminativa (es. Benfluralin). Questa barra consente di distribuire il diserbante direttamente nello strato di terreno (da 0 a 5 cm) dove i semi delle malerbe possono germinare. In questo modo si evita la lavorazione superficiale del terreno, normalmente condotta dopo la distribuzione, per evitare la volatilizzazione e la decomposizione della sostanza attiva (è fotolabile).
- Una barra posteriore collocata dopo il rullo per la distribuzione in superficie (a 0 cm). Tale soluzione è finalizzata prevalentemente alla concimazione liquida (figura 3.7).
- Una ruota metallica posta lateralmente all'interratrice (figura 3.8) per rilevare la velocità di avanzamento.
- Un computer, posizionabile sul trattore, atto alla gestione integrale dell'impianto. Esso fornisce indicazioni sulla velocità di avanzamento, sulla portata, sulla superficie lavorata, e consente di modificare rapidamente e localmente la portata effettiva agli ugelli. La regolazione della dose distribuita è automatica e proporzionale alla velocità di avanzamento rilevata dalla ruota metallica, mentre la misura della portata viene effettuata in modo diretto con un flussometro magnetico (molto più preciso dei misuratori di pressione, che offrono una misura indiretta); questo permette di rilevare quando l'irroratrice non riesce ad adeguare la portata ai valori richiesti dalla dose impostata, suggerendo all'operatore di modificare la velocità di avanzamento oppure di sostituire gli ugelli con altri più consoni alla portata e pressione con cui si intende operare. Il computer dell'irroratrice consente inoltre di ripartire la dose, secondo i bisogni, su due barre contemporaneamente.

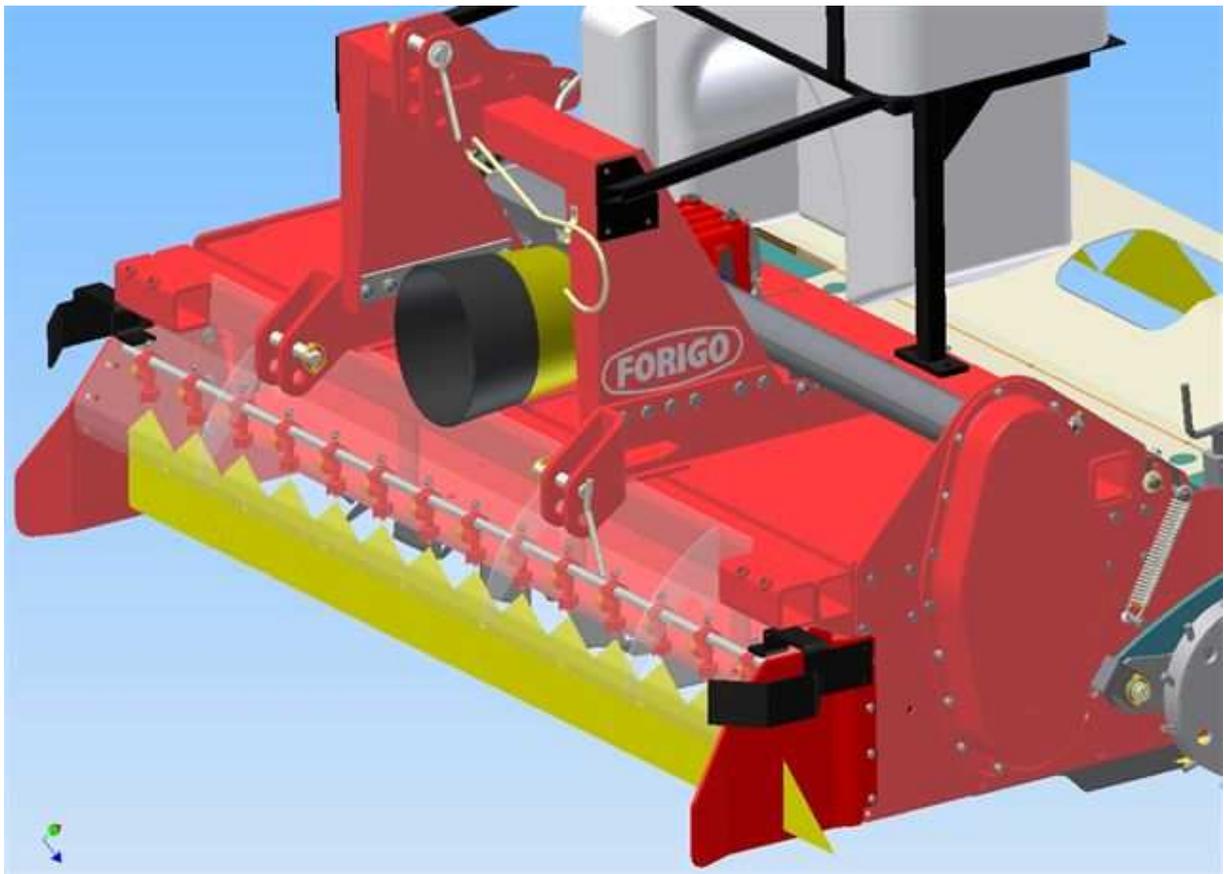


Figura 3.4 – Barra anteriore.

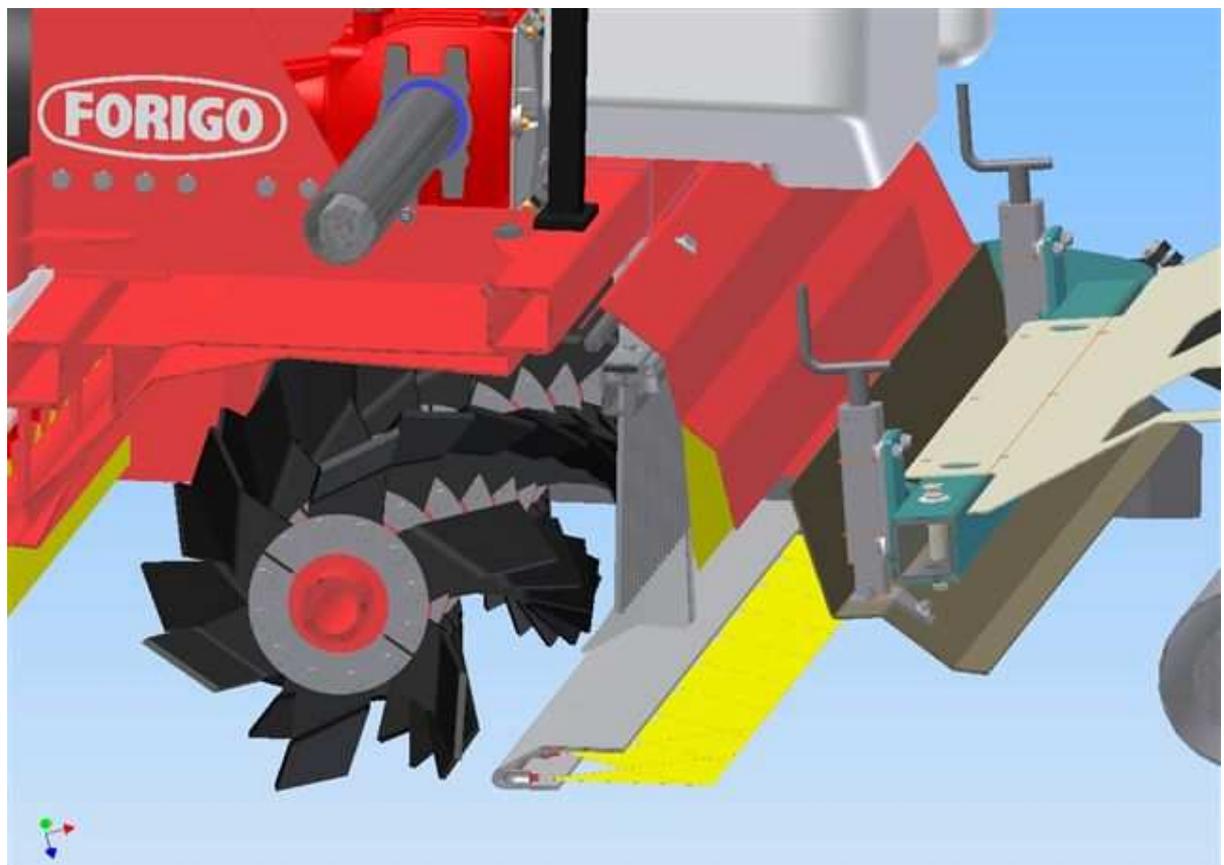


Figura 3.5 – Barra sotterranea.



Figura 3.6 – Barra sottocofano.

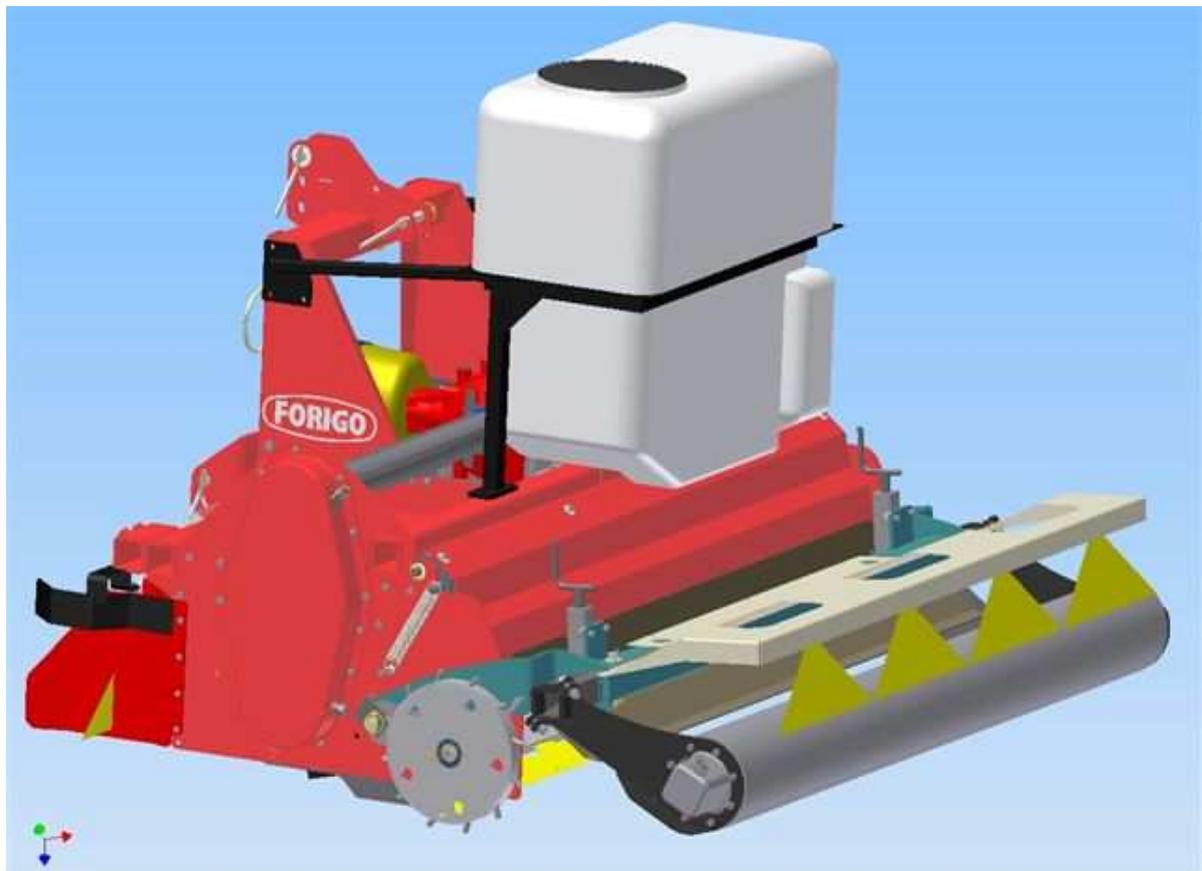


Figura 3.7 – Barra posteriore.



Figura 3.8 – Ruota di misurazione della velocità di avanzamento.

Le zappe sollevano il terreno da una profondità regolabile fra i 150 e i 240 mm e lo scagliano sulla griglia posteriore, che ha il compito di effettuare una selezione dimensionale. In questo modo le pietre e le zolle di maggiori dimensioni cadono per prime nel solco, collocandosi a profondità superiori ai 100 mm, mentre la terra fine si deposita in superficie. In studi precedenti sono state condotte delle prove su terreno privo di scheletro e tendenzialmente sabbioso allo scopo di verificare il grado di miscelazione di un prodotto liquido: su una porzione di terreno sono stati distribuiti 10 litri d'acqua colorata di blu, dopodiché è stato effettuato un passaggio con il Mix Tiller; il risultato ottenuto ha evidenziato che il prodotto viene distribuito in modo omogeneo sull'intero profilo lavorato, garantendo la piena efficacia sia dei prodotti fumiganti che dei concimi (Benvenuti, 2005). La barra livellatrice posteriore permette di completare l'azione di ricoprimento del solco prodotto dal rotore ed effettua una prima azione di livellamento. Inoltre, durante il trattamento con prodotti fumiganti, il rullo è in grado di formare una pellicola di terreno la cui permeabilità ai gas viene notevolmente ridotta.

I vantaggi offerti da questa macchina riguardano:

- ✓ Il miglioramento dell'efficacia dei prodotti fumiganti e la semplificazione della loro distribuzione. La rapida incorporazione e l'energica e uniforme compressione del terreno consente di ridurre la dose distribuita in percentuali comprese fra il 20 e il 25% (indicazioni fornite dalla ditta che commercializza prodotti a base di Metam sodio e Metam potassio), perché si riduce notevolmente la quota del principio attivo che volatilizza direttamente in atmosfera senza aver esplicato la sua azione.

Fino a oggi la distribuzione di queste tipologie di prodotto è stata realizzata mediante:

- a) impianto di irrigazione a barra in serre e "serre tunnel" con diluizione prossime a 1:20 su terreno preparato per la semina e successiva copertura con film plastici per pacciamatura e/o isolamento dell'apprestamento protettivo;
- b) irroratrici da diserbo per la distribuzione in superficie, successivo passaggio con attrezzature per la lavorazione del terreno e, quando richiesto, rullatura;
- c) zappatrici rotative combinate con irroratrici;
- d) macchine fumigatrici costituite da un telaio portante, da un serbatoio per il liquido, da una pompa, da una serie di tubi adduttori con relativi ugelli terminali e da un corrispondente numero di ancore, in grado di "aprire la strada" agli ugelli erogatori. La pompa, di norma, è azionata da una catena collegata ad un asse trasversale alla direzione di avanzamento, il quale è provvisto di due ruote gommate che poggiano a terra e ruotano in folle (per trascinamento da parte del trattore).

Rispetto alla distribuzione di tipo "a" i vantaggi più evidenti sono:

- 1) riduzione nell'impiego del principio attivo ottenuta riducendo la dose distribuita grazie alla istantanea e completa immissione del prodotto all'interno del terreno e offrendo la possibilità di modificare con precisione e rapidità la dose grazie a un dispositivo elettronico di regolazione della portata. Tutto ciò senza incrementare il lavoro, dato che l'intervento con questa macchina equivale, in termini di capacità di lavoro, a quello necessario alla preparazione del letto di semina richiesto da questa tecnica.
- 2) miglioramento dell'efficacia del principio attivo determinato dalla uniforme distribuzione del prodotto e ciò è particolarmente utile in suoli tendenzialmente argillosi o limosi che ostacolano la traslocazione orizzontale del gas.
- 3) riduzione della dispersione in atmosfera del principio attivo grazie al suo interrimento istantaneo;

4) possibilità di applicare il prodotto anche in apprestamenti protettivi non dotati di impianto di irrigazione o in pieno campo.

Rispetto alla distribuzione di tipo “b” i vantaggi più evidenti sono:

- 1) riduzione della dispersione in atmosfera e, quindi, dell’impiego del principio attivo grazie al suo interrimento istantaneo e alla efficace azione del rullo posteriore azionato idraulicamente;
- 2) riduzione del rischio di contatto con il principio attivo perché vengono eliminati i passaggi effettuati dopo la distribuzione, cioè quando una quota elevata del principio attivo è già evaporata;
- 3) riduzione della permanenza degli operatori nell’area soggetta a trattamento e miglioramento della produttività del lavoro, potendo realizzare l’intera operazione in unico passaggio;
- 4) miglioramento dell’azione fumigante anche in suoli ricchi di scheletro o con residui vegetali perché, grazie al loro interrimento, viene facilitata la formazione di uno strato compatto sulla superficie.

Rispetto alle macchine combinate (distribuzione di tipo “c”) ed alla distribuzione di tipo “d”, i vantaggi offerti dalla Mix Tiller sono riconducibili all’azione combinata dell’interrasassi e del rullo idraulico posteriore. Infatti, è grazie a questi organi che la macchina è in grado di creare una pellicola sulla superficie del terreno poco permeabile al passaggio dei gas. Solo così il principio attivo evaporato riesce a esplicare completamente la sua azione prima di raggiungere l’atmosfera, permettendo di migliorare l’efficacia del trattamento e di ridurre la dose distribuita.

- ✓ La riduzione del rischio determinato dal contatto uomo-prodotto, già evidenziata nel punto precedente; questo è reso possibile grazie alla possibilità di riempimento meccanico del serbatoio, alla particolare tecnica di distribuzione, alla possibilità di effettuare più operazioni in un unico passaggio (interrimento dei residui colturali precedenti, irrorazione, preparazione del letto di semina o trapianto, rullatura ed eventuale stesura del film pacciamante) evitando il rientro in campo o serra.

Lo stesso vantaggio si ha anche nei confronti degli animali e nella salvaguardia dell’ambiente (grazie anche alla possibilità di ridurre le dosi), come previsto dalla nuova direttiva europea sull’uso sostenibile degli agrofarmaci.

- ✓ Il miglioramento della produttività del lavoro, con riflessi positivi in termini economici grazie all'esecuzione di più operazioni in un unico passaggio e alla possibilità di ridurre le dosi di prodotto. La macchina consente di operare fino a 4 km/h.
- ✓ La versatilità della macchina, che è stata progettata per gestire la distribuzione di prodotti chimici liquidi sostitutivi del bromuro di metile, ma può operare efficacemente anche la distribuzione di fertilizzanti liquidi e prodotti biologici o può essere impiegata per la sola lavorazione del terreno, escludendo o smontando l'apparato irroratore.

#### *Descrizione degli altri allestimenti disponibili*

La macchina descritta precedentemente risponde all'allestimento usato nella prova sperimentale. Esiste tuttavia la possibilità di configurare la macchina in modo differente, sia in termini di capacità di lavoro che di accessori disponibili.

Per quanto riguarda la dimensione della macchina, sono previste capacità di lavoro comprese tra 130 e 420 cm, mentre è possibile personalizzare l'operatività della macchina con i seguenti accessori:

- 1) Un sistema per la gestione della variabilità: è necessario predisporre delle mappe che evidenzino, all'interno di un appezzamento, aree con differenze significative in termini di entità di una certa problematica (diverso grado di infestazione da un parassita, da un patogeno o da malerbe oppure diverse caratteristiche chimico-fisiche del terreno) così da permettere una distribuzione variabile degli input (agrofarmaci o fertilizzanti). La Mix Tiller è predisposta per "l'agricoltura di precisione" consentendo di modificare la portata ai singoli ugelli, in campi di variazione definiti e ristretti se non si modifica la velocità di avanzamento, o all'interno di intervalli molto più ampi, modificando anche la velocità di avanzamento (Benvenuti e Sartori, 2008). Infatti, se la tipologia di ugello installato non è in grado di assecondare la variazione di portata, il computer segnala la necessità di variare la velocità.
- 2) Il rullo può essere sagomato per formare aiuole di coltivazione di differenti larghezze. Esiste anche la possibilità di distribuire il prodotto in bande, soluzione che permette di ridurre ulteriormente la dose distribuita e, quindi, il costo della fumigazione, concentrando il prodotto solo sulle fasce coltivate.

- 3) Un telaio con funzione baulatrice integrabile subito dopo all'interratrice. Questo permette di formare aiuole di coltivazione di maggiore altezza rispetto a quelle realizzate con il rullo sagomato.
- 4) Un dispositivo per stendere film di copertura. Questo può essere destinato alla pacciamatura convenzionale (film scuro, anche in "Mater-bi"), al contenimento del fumigante (quando si vuole effettuare un trattamento superficiale riducendo al minimo le emissioni gassose) o alla solarizzazione (film trasparente). Quest'ultima tecnica, combinata alla distribuzione di fumiganti tipo i Metam, consente di ridurre i tempi dell'applicazione e le dosi del prodotto chimico.
- 5) È disponibile una versione che monta un erpice rotante in sostituzione dell'interratrice. Tale soluzione comporta alcuni vantaggi rispetto all'interratrice, relativi a un minor ingombro longitudinale e ad un minor assorbimento di potenza. L'impiego di questa versione però va limitata alla distribuzione di diserbanti ad azione antigerminativa, a concimi liquidi o a prodotti biologici poco soggetti alla volatilizzazione, perché l'erpice rotante realizza un interrimento meno efficace del prodotto distribuito.
- 6) È disponibile una versione denominata Mix Tiller Deeper, priva di interratrice, quindi più leggera e con un minor assorbimento di potenza. Questa consente il carico diretto del "tank" con il carrello elevatore ed è destinata alla distribuzione di prodotti chimici ad azione fumigante solo nello strato più profondo (da 25 a 35 cm), in modo da evitare le fughe di gas in atmosfera.
- 7) Un telaio anteriore provvisto di ancore capaci di distribuire, tramite gli ugelli erogatori, il prodotto liquido o solido fino a 35 cm di profondità. Il telaio è composto da una barra trasversale dove sono fissate le ancore; queste sono costituite da una lama inclinata terminante con un utensile a pianta larga che da alloggio ad un ugello erogatore.

## 4) METODOLOGIE UTILIZZATE

### 4.1) Descrizione della prova

La sede dove sono stato gentilmente ospitato per svolgere la prova è sita a Taglio di Po, provincia di Rovigo, in via San Basilio n. 129 e la sua denominazione è "Società Agricola CASA VERDE". La società è stata fondata nel 2006 dal dottor Oliviero e dai fratelli Boscolo. L'azienda ha un'estensione di circa 7,73 ha di SAU e coltiva insalate da taglio destinate alla quarta gamma. Si suddivide in due blocchi di serre fra di loro distanziati uno biologico ed uno convenzionale, il primo con 40 ed il secondo con 65 serre. Inoltre possiede diversi appezzamenti per la coltivazione delle insalate nel periodo più favorevole. L'azienda dispone di due semplici ricoveri macchine e attrezzi, di una piccola officina, di un ripostiglio sementi, di un ripostiglio fitofarmaci e antiparassitari, di spogliatoi, di un ufficio e di servizi per i dipendenti. A circa 2 km si trova il centro di lavorazione dei fratelli Boscolo che ha diversi uffici per i dipendenti di "CASA VERDE". Il parco macchine e attrezzi è composto da quattro trattori tutti con trazione a quattro ruote motrici, tre di potenza intorno ai 37 kW (50 CV) e uno di 71 kW (95 CV), inoltre è presente un muletto semovente, un atomizzatore, una macchina per il pirodiserbo, una baulatrice, un'interrasassi, un polverizzatore, una vangatrice, una barra sfalcio erba, un erpice rotante, due raccoglitrice uno per la valeriana e uno per le altre insalate, una seminatrice pneumatica, un dissodatore, un erpice a molle, uno spandiconcime, una macchina che serve per correggere la superficie di taglio dopo la raccolta tagliando e aspirando le foglie secche e altri attrezzi. I terreni presenti in azienda sono molto diversi ma per la maggior parte sabbiosi; per quanto riguarda lo sgrondo delle acque l'azienda è dotata di scoline presenti nelle testate delle serre e nei terreni. L'acqua per l'irrigazione è prelevata da pozzi interni all'azienda fatti per tale scopo. Gli irrigatori in serra sono posti longitudinalmente in alto in mezzo alla serra mentre negli appezzamenti sono presenti irrigatori fissi che coprono otto metri di diametro disposti in modo da coprire tutta la superficie utilizzata.

La prova è stata fatta nell'estate 2008. Sono stati fatti due cicli di prova con la stessa quantità e posizione del concime in ogni ciclo, sulle medesime parcelle e la stessa varietà di insalata seminata. Il primo ciclo è iniziato il 22/07/2008 con la lavorazione-concimazione del terreno seguita dalla semina; i rilievi finali sono stati condotti l'11/08/2008, la raccolta è stata fatta il 13/08/2008. Il secondo ciclo è iniziato il 21/08/2008 e si è svolto sui medesimi appezzamenti e le stesse modalità, i rilievi finali sono stati eseguiti il 10/09/2008 e la raccolta (figura 4.1) è avvenuta

dopo 2 giorni. La trattrice usata per la prova è a quattro ruote motrici e ha una potenza di 71 kW (95 CV). La superficie di terreno messa a disposizione dell'azienda per la prova è di circa 640 m<sup>2</sup>. Il terreno messo a disposizione è sabbioso. La prova fatta consisteva nel valutare la reazione di un'insalatina verde varietà "BATAVIA" a un concime fosfatico distribuito in pre-semina in diverse dosi e in diverse posizioni. Il terreno è stato preventivamente lavorato con vangatrice (figura 4.2) e diserbato (figura 4.3). L'appezzamento è stato prima di tutto suddiviso in 12 parcelle lunghe almeno 15 metri e larghe 1,6 metri. La concimazione eseguita in pre-semina insieme alla baulatura, per la preparazione del letto di semina, fatta con Mix Tiller (figura 4.4) prevedeva la distribuzione del concime in quattro diverse profondità.

- 1) A 0 cm (rasoterra).
- 2) Da 0 a 5 cm (superficiale).
- 3) Da 10 a 15 cm (profondo).
- 4) Da 0 a 15 cm (mix).

Le dosi scelte per la concimazione fosfatica sono 30 l/ha, 60 l/ha e 90 l/ha ognuno rispettivamente per le quattro localizzazioni sopra indicate. La miscela preparata in entrambi i cicli è di 12 litri di Foxter 520 su 110 litri di acqua (concentrazione del 10% vol., peso specifico pari a 1,194 kg/l). La miscela usata in entrambi i cicli è stata di 39 litri. Dopo aver messo la miscela nella macchina, abbiamo iniziato la prova vera e propria. La distribuzione è stata eseguita correttamente e il terreno era pronto per la semina. La semina è stata fatta nello stesso giorno in entrambi i cicli con seminatrice semi-pneumatica matermac (figura 4.5) 30 file a riga continua, la distanza fra le file è di 5 cm. La velocità di avanzamento è di 4,39 km/h. Il seme utilizzato è di un insalata verde di varietà "BATAVIA" con una germinazione dell'85% e una purezza del 99%. Il seme usato è di 1106 grammi per ciclo, pari a 18,5 kg/ha.



Figura 4.1 – Macchina in raccolta.



Figura 4.2 – Vangatrice al lavoro.



Figura 4.3 – Distribuzione del diserbante.



Figura 4.4 – Mix Tiller al lavoro.



Figura 4.5 – Semina insalatina.

#### 4.2) Rilievi effettuati

I rilievi effettuati sono stati i seguenti.

##### 1) NEL TERRENO

Sono state fatte le analisi del terreno (pH, elementi nutritivi, contenuto in sostanza organica, ecc.) complessive prima dell' inizio della prova per valutare lo stato generale del terreno; l' analisi del terreno alla fine del primo ciclo su tutte le parcelle e infine l'analisi alla fine del secondo ciclo su tutte le parcelle per un totale di 25 analisi (1+12x2). Le analisi del terreno hanno permesso di valutare la distribuzione del fosforo nelle parcelle, valutare lo stato di partenza e le asportazioni nei due cicli. Il prelievo del terreno per le analisi è stato fatto prendendo con la vanga i primi 15 cm di terreno e scartando una piccola parte in superficie (residui colturali) e i campioni prelevati subito messi in sacchetti con un cartellino di riferimento alla parcella.

Gli elementi chimici misurati nel terreno sono stati: azoto totale, fosforo assimilabile, potassio scambiabile, magnesio scambiabile, calcio scambiabile, sodio scambiabile, ferro assimilabile, manganese assimilabile, zinco assimilabile, rame assimilabile, boro solubile e cloruri solubili.

Mentre per quanto riguarda le caratteristiche del terreno sono stati misurati: la quantità di sabbia, limo e argilla, il pH, il calcare totale, il calcare attivo, il carbonio organico, le sostanze organiche, il rapporto C/N, la capacità di scambio cationico, l'E.S.P., il S.A.R., il rapporto Mg/K e la salinità (EC 1:2).

## 2) NELLA MACCHINA

Durante la prova è stato fatto il rilievo della velocità di avanzamento della macchina. Il dato è stato misurato con cronometro considerando una distanza nota e ricavandone il valore in km/h (es.: spazio = 0,1 km, tempo 0,05 h (3 minuti), calcolo velocità = spazio/tempo = 0,1 km/0,05 h = 2 km/h). Una volta a conoscenza della velocità è stata misurata la larghezza di lavoro e moltiplicandoli si è ricavata la capacità di lavoro (es.: 2 km/h = 2000 m x 1,6 m larghezza = 0,32 ha).

## 3) NELLA COLTURA

I rilievi fatti nella coltura sono stati:

- 1) velocità di emergenza della coltura;
- 2) stato della coltura alla raccolta (peso fresco della pianta intera, dell'apparato radicale e della parte aerea, altezza della parte aerea);
- 3) stima a vista della consistenza effettuata da un esperto aziendale attribuendo un punteggio da 1 a 5 (principale parametro organolettico per le insalate da foglia).

La prova dell'emergenza è stata fatta in entrambi i cicli e consisteva nella conta delle piante dal momento in cui spuntavano le prime fino al momento della completa emergenza e stabilizzazione del numero di piante nate. In entrambi i cicli, l'emergenza è durata quattro giorni. La prova è stata svolta ogni giorno alla stessa ora. Su ogni parcella si svolgevano tre conte. La conta è stata fatta nella stessa area delimitata da dei paletti all'interno della parcella. Per la prova è stato utilizzato un quadrato di 15 centimetri di lato ( $225 \text{ cm}^2$ , figura 4.6) per facilitare la conta e riportato poi al metro quadro.

La prova di produzione unitaria è stata effettuata appena prima il momento della raccolta in entrambi i cicli. Per la prova si procedeva nel seguente modo.

- a) Con la vanga in ogni parcella si prelevavano tre campioni (figura 4.7) sparsi al suo interno con un numero variabile da 20 a 40 piante circa.
- b) Da ogni campione raccolto erano delicatamente sradicate le piantine dalla zolla e subito contate.
- c) Si procedeva poi a lavarle e con una normale centrifuga manuale ad asciugarle.
- d) Si eseguiva una foto rappresentativa per ogni campione (figura 4.8).
- e) Venivano poi pesate le piante intere.
- f) Si tagliava all'altezza del colletto e venivano pesate le radici.

Con questi rilievi si sono ricavati diversi dati: peso unitario pianta, peso unitario parte aerea, peso unitario radici, peso radici al metro quadro e produzione della parte aerea a metro quadro.

Inoltre su ogni parcella, ripetuto sempre volte tre per avere un dato più veritiero, è stata fatta la misurazione dell'altezza.

Infine la stima della consistenza, parametro importante per la quarta gamma, eseguita per i due cicli è stata fatta tre volte ogni parcella attribuendo un valore da 1 a 5 (1= inconsistente, 2= poco consistente, 3= consistenza sufficiente, 4= buona consistenza, 5= dura), da un esperto dell'azienda. Questo parametro è importante e valuta la resistenza ai diversi stress di lavorazione.



Figura 4.6 – Rilievo emergenza.



Figura 4.7 – Prelievo campione.



Figura 4.8 – Foto rappresentativa del campione.

## 5) RISULTATI

### 5.1) Situazione pedologica e climatica

L'andamento climatico della zona, sulla base dell'ultimo decennio, si caratterizza per una precipitazione media annua di 914,16 mm, con un massimo stagionale in autunno (novembre, 135 mm) e un minimo in inverno (febbraio, 19 mm). La temperatura media annua si aggira sui 13,3° C, con un valore massimo mensile di 23,5° C in giugno, e un minimo di 3,2° C in gennaio (grafico 5.1).

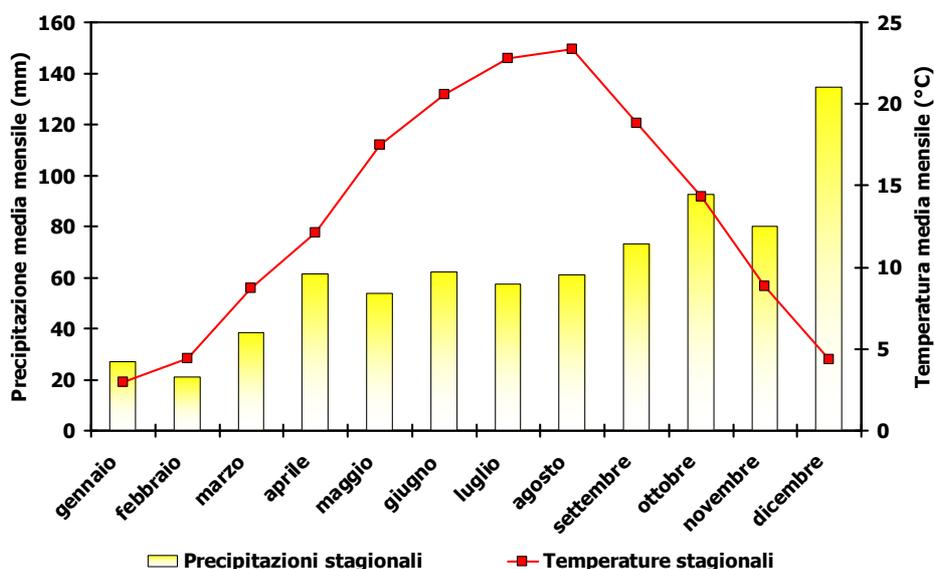


Grafico 5.1 – Precipitazioni e temperature medie.

Come si evince dalle tabelle seguenti (tabelle 5.1, 5.3, 5.5, 5.6), che riportano i risultati delle analisi iniziali, del primo ciclo e del secondo nelle varie tesi, nonché le asportazioni avvenute nelle fasi di coltivazione, la dotazione iniziale di elementi nutritivi era buona e ridotta era la variabilità fra le diverse parcelle (se si esclude il potassio, il calcare attivo ed alcuni elementi minori non riportati in tabella statistica 5.6).

Il terreno presentava una tessitura sabbiosa (mediamente 79% di sabbia - CV 3,9%, tabella 5.2, 5.4).

<b>CICLO 1</b>		<b>Legenda</b>		Molto scarso	Scarso	Medio	Elevato	Molto elevato						
<b>Elemento nutritivo</b>	<b>Unità di misura</b>	<b>Dotazione dell' elemento nel suolo</b>												
		<b>Partenza</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>7</b>	<b>8</b>	<b>9</b>	<b>10</b>	<b>11</b>	<b>12</b>
Azoto totale	g N/Kg	0,90	1,11	1,02	0,96	0,92	0,81	0,90	0,87	1,02	0,95	0,90	1,06	0,95
Fosforo assimilabile	mg P2O5/Kg	320,60	338,92	320,60	302,28	265,64	219,84	247,32	238,16	283,96	329,76	338,92	357,24	311,44
Potassio scambiabile	mg K2O/Kg	344,00	596,00	546,00	478,00	411,00	512,00	562,00	546,00	638,00	520,00	596,00	579,00	630,00
Magnesio scambiabile	mg Mg/Kg	441,00	366,00	368,00	396,00	441,00	411,00	467,00	476,00	430,00	400,00	402,00	482,00	389,00
Calcio scambiabile	mg Ca/Kg	4690,00	4550,00	4200,00	4060,00	4130,00	4200,00	4900,00	4550,00	4270,00	3290,00	3150,00	4830,00	4270,00
Sodio scambiabile	mg Na/Kg	95,00	112,00	105,00	95,00	105,00	115,00	95,00	120,00	115,00	122,00	126,00	131,00	120,00
Ferro assimilabile	mg Fe/Kg	10,30	10,22	8,57	8,96	8,48	7,26	7,65	10,61	10,43	11,30	10,74	15,26	12,17
Manganese assimilabile	mg Mn/Kg	2,60	2,45	2,02	1,92	2,12	1,60	1,92	2,28	2,52	2,67	2,28	3,92	2,52
Zinco assimilabile	mg Zn/Kg	4,17	4,30	3,23	3,06	3,56	2,99	3,11	3,06	4,00	3,85	3,88	3,86	4,33
Rame assimilabile	mg Cu/Kg	1,47	1,41	1,21	1,16	1,20	0,95	1,03	1,21	1,47	1,53	1,43	1,67	1,51
Boro solubile	mg B/kg	0,19	0,42	0,33	0,40	0,35	0,32	0,23	0,40	0,24	0,45	0,60	0,45	0,29
Cloruri solubili	mg Cl/Kg	10,00	7,10	5,20	8,10	10,20	5,20	6,10	5,30	9,20	11,50	10,12	11,00	10,20

Tabella 5.1 – Dotazione in elementi nel primo ciclo.

Caratteristiche del terreno														
Parametri	Unità di misura	Partenza	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Sabbia (2mm>Ø>20µm)	g/Kg	830,00	850,00	830,00	780,00	800,00	820,00	820,00	810,00	830,00	810,00	820,00	810,00	830,00
Limo (20µm>Ø>2µm)	g/Kg	70,00	90,00	100,00	130,00	100,00	90,00	90,00	70,00	80,00	100,00	90,00	100,00	80,00
Argilla (Ø<2µm)	g/Kg	100,00	60,00	70,00	90,00	100,00	90,00	90,00	120,00	90,00	90,00	90,00	90,00	90,00
pH		7,24	7,09	7,27	7,05	7,33	7,25	7,38	7,30	7,31	7,11	7,29	7,28	7,19
Calcare totale	g CaCO3/Kg	12,00	16,00	12,00	24,00	16,00	28,00	16,00	16,00	12,00	16,00	16,00	12,00	16,00
Calcare attivo	g CaCO3/Kg	8,00	12,00	10,00	10,00	12,00	8,00	8,00	9,00	8,00	12,00	10,00	8,00	9,00
Carbonio organico	g/Kg	14,00	13,70	13,30	14,80	16,20	12,60	13,00	13,50	12,30	13,50	13,00	15,50	14,10
Sostanze organiche	g/Kg	25,50	23,60	22,90	25,50	27,90	21,70	22,40	23,30	21,20	23,30	22,40	26,70	24,30
Rapporto C/N		16,40	12,30	13,00	15,40	17,60	15,60	14,40	15,50	12,10	14,20	14,40	14,60	14,80
Capacità scambio cat.	meq/100 g	28,21	27,51	25,64	24,98	25,60	25,96	29,94	28,34	26,73	21,37	20,86	29,90	26,40
E.S.P.	%	1,50	1,80	1,80	1,70	1,80	1,90	1,40	1,80	1,90	2,50	2,60	1,90	2,00
S.A.R.		0,11	0,14	0,13	0,12	0,13	0,14	0,11	0,14	0,14	0,17	0,18	0,15	0,15
Rapporto Mg/K		4,90	2,40	2,60	3,20	4,10	3,10	3,20	3,40	2,60	3,00	2,60	3,20	2,40
Salinità EC 1:2	mS/cm	0,32	0,41	0,30	0,27	0,26	0,25	0,24	0,26	0,27	0,28	0,31	0,27	0,30

Tabella 5.2 – Caratteristiche del terreno nel primo ciclo.

<b>CICLO 2</b>		<b>Legenda</b>	Molto scarso	Scarso	Medio	Elevato	Molto elevato						
<b>Elemento nutritivo</b>	<b>Unità di misura</b>	<b>Dotazione dell' elemento nel suolo</b>											
		<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>7</b>	<b>8</b>	<b>9</b>	<b>10</b>	<b>11</b>	<b>12</b>
Azoto totale	g N/Kg	0,75	0,81	0,70	0,85	0,70	0,72	0,80	0,81	0,70	0,95	0,81	0,72
Fosforo assimilabile	mg P2O5/Kg	201,00	220,00	338,00	265,00	219,00	192,00	183,00	236,00	283,00	274,00	302,00	265,00
Potassio scambiabile	mg K2O/Kg	249,00	355,00	288,00	249,00	345,00	297,00	326,00	336,00	326,00	336,00	297,00	259,00
Magnesio scambiabile	mg Mg/Kg	389,00	510,00	562,00	420,00	452,00	476,00	463,00	439,00	325,00	318,00	560,00	402,00
Calcio scambiabile	mg Ca/Kg	4136,00	5027,00	4264,00	3691,00	4455,00	3882,00	4264,00	3245,00	2991,00	3309,00	4264,00	3436,00
Sodio scambiabile	mg Na/Kg	86,00	92,00	97,00	82,00	78,00	96,00	85,00	91,00	86,00	84,00	82,00	87,00
Ferro assimilabile	mg Fe/Kg	7,70	8,47	11,70	9,80	10,00	10,33	6,87	13,33	12,70	18,33	13,57	12,03
Manganese assimilabile	mg Mn/Kg	2,66	2,82	2,84	3,16	3,83	3,46	2,66	3,48	3,19	3,44	3,83	3,25
Zinco assimilabile	mg Zn/Kg	3,69	3,28	3,12	3,40	3,05	2,83	2,60	3,24	4,08	3,61	3,52	3,69
Rame assimilabile	mg Cu/Kg	0,95	0,93	0,89	0,95	1,00	0,89	0,68	0,93	1,07	1,03	1,40	1,16
Boro solubile	mg B/kg	1,22	1,25	1,16	1,17	0,92	1,42	1,50	1,02	1,40	1,39	1,40	1,32
Cloruri solubili	mg Cl/Kg	4,80	5,10	4,30	5,00	4,20	5,00	3,80	4,20	3,00	4,00	3,60	4,20

Tabella 5.3 – Dotazione in elementi nel secondo ciclo.

Caratteristiche del terreno													
Parametri	Unità di misura	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Sabbia (2mm>Ø>20µm)	g/Kg	770,00	760,00	770,00	770,00	750,00	750,00	760,00	750,00	770,00	780,00	770,00	760,00
Limo (20µm>Ø>2µm)	g/Kg	140,00	130,00	130,00	140,00	160,00	160,00	140,00	140,00	150,00	120,00	130,00	150,00
Argilla (Ø<2µm)	g/Kg	90,00	110,00	100,00	90,00	90,00	90,00	100,00	110,00	80,00	100,00	100,00	90,00
pH		7,99	8,05	7,79	8,00	8,13	8,03	7,91	7,97	7,88	7,84	7,87	7,86
Calcare totale	g CaCO3/Kg	16,00	12,00	5,60	4,80	5,60	7,20	8,00	4,80	5,60	7,20	8,00	4,80
Calcare attivo	g CaCO3/Kg	4,10	4,20	3,80	2,40	2,10	4,60	4,20	4,30	3,80	5,10	3,60	2,10
Carbonio organico	g/Kg	15,10	15,50	15,10	14,80	12,10	14,80	12,80	13,00	10,00	13,80	12,40	11,40
Sostanze organiche	g/Kg	26,00	26,70	26,00	25,50	20,90	25,50	22,10	22,40	17,20	23,80	21,40	19,70
Rapporto C/N		20,10	19,10	21,60	17,40	17,30	20,60	16,00	16,00	14,30	14,50	15,30	15,80
Capacità scambio cat.	meq/100 g	24,77	30,47	26,96	22,78	27,05	24,36	26,18	20,94	18,69	20,23	26,90	21,41
E.S.P.	%	1,50	1,30	1,60	1,60	1,30	1,70	1,40	1,90	2,00	1,80	1,30	1,80
S.A.R.		0,11	0,10	0,12	0,11	0,09	0,12	0,10	0,13	0,13	0,12	0,10	0,12
Rapporto Mg/K		6,00	5,50	7,50	6,50	5,00	6,20	5,50	5,00	3,80	3,60	7,30	6,00
Salinità EC 1:2	mS/cm	0,23	0,24	0,28	0,24	0,25	0,26	0,27	0,26	0,25	0,24	0,26	0,25

Tabella 5. 4 – Caratteristiche del terreno nel secondo ciclo.

Le asportazioni principali sono riportate nello schema che segue.

	Azoto totale g N/kg				Fosforo assimilabile mg P2O5/Kg				Potassio scambiabile mg K2O/Kg				Magnesio scambiabile mg Mg/Kg			
<b>Partenza</b>	0,90		delta g N/kg		320,60		delta mg P2O5/Kg		344,00		delta mg K2O/Kg		441,00		delta mg Mg/Kg	
<b>Ciclo</b>	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2
<b>1</b>	1,11	0,75	0,21	-0,36	338,92	201,00	18,32	-137,92	596,00	249,00	252,00	-347,00	366,00	389,00	-75,00	23,00
<b>2</b>	1,02	0,81	0,12	-0,21	320,60	220,00	0,00	-100,60	546,00	355,00	202,00	-191,00	368,00	510,00	-73,00	142,00
<b>3</b>	0,96	0,70	0,06	-0,26	302,28	338,00	-18,32	35,72	478,00	288,00	134,00	-190,00	396,00	562,00	-45,00	166,00
<b>4</b>	0,92	0,85	0,02	-0,07	265,64	265,00	-54,96	-0,64	411,00	249,00	67,00	-162,00	441,00	420,00	0,00	-21,00
<b>5</b>	0,81	0,70	-0,09	-0,11	219,84	219,00	-100,76	-0,84	512,00	345,00	168,00	-167,00	411,00	452,00	-30,00	41,00
<b>6</b>	0,90	0,72	0,00	-0,18	247,32	192,00	-73,28	-55,32	562,00	297,00	218,00	-265,00	467,00	476,00	26,00	9,00
<b>7</b>	0,87	0,80	-0,03	-0,07	238,16	183,00	-82,44	-55,16	546,00	326,00	202,00	-220,00	476,00	463,00	35,00	-13,00
<b>8</b>	1,02	0,81	0,12	-0,21	283,96	236,00	-36,64	-47,96	638,00	336,00	294,00	-302,00	430,00	439,00	-11,00	9,00
<b>9</b>	0,95	0,70	0,05	-0,25	329,76	283,00	9,16	-46,76	520,00	326,00	176,00	-194,00	400,00	325,00	-41,00	-75,00
<b>10</b>	0,90	0,95	0,00	0,05	338,92	274,00	18,32	-64,92	596,00	336,00	252,00	-260,00	402,00	318,00	-39,00	-84,00
<b>11</b>	1,06	0,81	0,16	-0,25	357,24	302,00	36,64	-55,24	579,00	297,00	235,00	-282,00	482,00	560,00	41,00	78,00
<b>12</b>	0,95	0,72	0,05	-0,23	311,44	265,00	-9,16	-46,44	630,00	259,00	286,00	-371,00	389,00	402,00	-52,00	13,00

Tabella 5.5 – Asportazioni principali nel primo e nel secondo ciclo.

	Manganese assimilabile mg Mn/Kg				Zinco assimilabile mg Zn/kg				pH			
<b>Partenza</b>	2,60		delta mg Mn/Kg		4,17		delta mg Zn/kg		7,24		delta pH	
<b>Ciclo</b>	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2
<b>1</b>	2,45	2,66	-0,15	0,21	4,30	3,69	0,13	-0,61	7,09	7,99	-0,15	0,90
<b>2</b>	2,02	2,82	-0,58	0,80	3,23	3,28	-0,94	0,05	7,27	8,05	0,03	0,78
<b>3</b>	1,92	2,84	-0,68	0,92	3,06	3,12	-1,11	0,06	7,05	7,79	-0,19	0,74
<b>4</b>	2,12	3,16	-0,48	1,04	3,56	3,40	-0,61	-0,16	7,33	8,00	0,09	0,67
<b>5</b>	1,60	3,83	-1,00	2,23	2,99	3,05	-1,18	0,06	7,25	8,13	0,01	0,88
<b>6</b>	1,92	3,46	-0,68	1,54	3,11	2,83	-1,06	-0,28	7,38	8,03	0,14	0,65
<b>7</b>	2,28	2,66	-0,32	0,38	3,06	2,60	-1,11	-0,46	7,30	7,91	0,06	0,61
<b>8</b>	2,52	3,48	-0,08	0,96	4,00	3,24	-0,17	-0,76	7,31	7,97	0,07	0,66
<b>9</b>	2,67	3,19	0,07	0,52	3,85	4,08	-0,32	0,23	7,11	7,88	-0,13	0,77
<b>10</b>	2,28	3,44	-0,32	1,16	3,88	3,61	-0,29	-0,27	7,29	7,84	0,05	0,55
<b>11</b>	3,92	3,83	1,32	-0,09	3,86	3,52	-0,31	-0,34	7,28	7,87	0,04	0,59
<b>12</b>	2,52	3,25	-0,08	0,73	4,33	3,69	0,16	-0,64	7,19	7,86	-0,05	0,67

Continua tabella 5.5 – Asportazioni principali nel primo e nel secondo ciclo.

Statistiche descrittive	Azoto totale g/kg	Fosforo assimilabile mg/kg	Potassio scambiabile mg/kg	Magnesio scambiabile mg/kg	Calcio scambiabile mg/kg	Sodio scambiabile mg/kg
Conteggio	71	71	71	71	71	71
Media	0,86	271	427	432	4055	100
Deviazione standard	0,12	51	134	62	566	16
Coeff. di variazione	14%	19%	32%	14%	14%	16%
Minimo	0,70	183	249	318	2991	78
Massimo	1,11	357	638	562	5027	131
Range	0,41	174	389	244	2036	53
Asimmetria std.	0,92	-0,14	0,67	1,1	-1,1	1,5
Curtosi std.	-1,47	-1,91	-2,71	-0,1	-1,4	-2,1

Tabella 5.6 - Dotazione iniziale dei principali elementi nutritivi, valori statistici.

## 5.2) Prestazioni della macchina

Mix Tiller (figura 5.1) ha una velocità di avanzamento misurata di 2,0 km/h. La macchina è caratterizzata da una larghezza di 1,7 m, in grado di eseguire un'auola di coltivazione di 1,6 m di larghezza utile. Considerando 1,6 m di larghezza effettiva alla velocità di 2 km/h il nostro Mix Tiller ha una capacità di lavoro effettiva di 0,32 ha/h.



Figura 5.1 – Mix Tiller in avanzamento; si noti l'auola di coltivazione.

## 5.3) Dati aggregati

I parametri rilevati analizzando le singole piante (peso della pianta intera, dell'apparato radicale, della parte aerea, altezza della parte aerea, emergenza e consistenza) hanno manifestato complessivamente una elevata variabilità anche all'interno di ogni singola tesi.

Statistiche descrittive	Peso unitario pianta g	Peso unitario parte aerea g	Peso unitario radici g	Altezza cm
Conteggio	71	71	71	71
Media	2,28	2,19	0,084	10,27
Deviazione standard	1,01	0,99	0,027	1,91
Coeff. di variazione	44%	45%	33%	19%
Minimo	0,80	0,77	0,039	6
Massimo	6,27	6,12	0,158	14
Range	5,47	5,35	0,120	8
Asimmetria std.	3,64	3,73	1,377	-0,36
Curtosi std.	3,51	3,60	-0,316	-1,45

Tabella 5.7 –Risultati relativi all’investimento e all’analisi condotta sulle singole piante.

L’investimento (o emergenza) è risultato sufficientemente omogeneo in tutte le tesi. Infatti, a fronte di un numero di piante medio per metro quadro di 1214 piante, il coefficiente di variazione è stato pari al 16 % (tabella 5.8). I valori mediamente maggiori per questo parametro sono stati rilevati nel secondo ciclo e nelle tesi nelle quali la distribuzione del concime è stata superficiale.

Maggiore è risultata la variabilità per i parametri produttivi (produzione parte aerea e di radici valutate per metro quadrato) con scarti dai valori medi indotti dal ciclo, dalla dose e dalle modalità di distribuzione.

L’analisi statistica dei risultati medi rilevati per i principali parametri sono riportati nelle tabelle 5.7 e 5.8.

Statistiche descrittive	Investimento finale piante m <sup>2</sup>	Produzione parte aerea kg/m <sup>2</sup>	Produzione radici g/m <sup>2</sup>	Consistenza
Conteggio	71	71	71	71
Media	1214	2,61	100,69	3,05
Deviazione standard	196,6	1,1	32,2	0,44
Coeff. di variazione	16%	42%	32%	14%
Minimo	667	1,08	40,3	2
Massimo	1733	5,98	194	3,5
Range	1067	4,9	153,7	1,5
Asimmetria std.	1,9	2,71	1,91	-3,34
Curtosi std.	1,4	0,54	0,75	0,91

Tabella 5.8 – Risultati riguardanti la produttività e la consistenza.

## 5.4) Emergenza

Nella tabella 5.9 e nei grafici da 5.2 a 5.4 è visualizzato l'andamento dell'emergenza nei giorni appena successivi alla semina dal quarto al settimo, giorno in cui si è stabilizzato il numero delle nascite.

Si nota nel grafico 5.2 una differenza significativa tra il primo e il secondo ciclo, che è risultato avere una velocità di emergenza inferiore rispetto al primo. Per quanto riguarda la dose di concime non sembrano esserci differenze in fatto di emergenze (grafico 5.3), mentre nel grafico 5.4 si nota una velocità di emergenza maggiore nella posizione del concime interrato superficialmente (da 0 a 5 cm) e minore (la più bassa) nella posizione del concime rasoterra. Considerando la scarsa mobilità dell'elemento considerato sembra che il seme si sia giovato della presenza del fertilizzante posto nella fascia più vicina.

Media in %	PRIMO CICLO				SECONDO CICLO			
	4	5	6	7	4	5	6	7
Superficiale 30l/ha	93,6	96,0	100,0	100,0	77,9	88,9	100,0	100,0
Superficiale 60l/ha	93,1	100,0	100,0	100,0	75,3	88,3	100,0	100,0
Superficiale 90l/ha	93,4	102,9	100,0	100,0	76,4	88,1	98,9	100,0
0-5 30l/ha	94,7	98,0	100,0	100,0	82,2	94,1	100,0	100,0
0-5 60l/ha	96,6	97,3	100,0	100,0	89,2	99,7	100,0	100,0
0-5 90l/ha	90,0	102,9	100,0	100,0	103,8	109,0	109,0	100,0
10-15 90l/ha	98,9	98,9	100,0	100,0	80,3	90,5	101,3	100,0
10-15 60l/ha	95,5	100,0	100,0	100,0	90,8	101,3	100,0	100,0
10-15 30l/ha	91,2	98,8	100,0	100,0	84,1	95,0	100,0	100,0
0-15 90l/ha	91,2	97,5	100,0	100,0	75,9	92,5	100,0	100,0
0-15 60l/ha	93,1	98,6	98,6	100,0	92,5	100,0	100,0	100,0
0-15 30l/ha	95,7	102,7	102,7	100,0	96,0	97,9	100,0	100,0

Tabella 5.9 – Valori emergenza in percentuale.

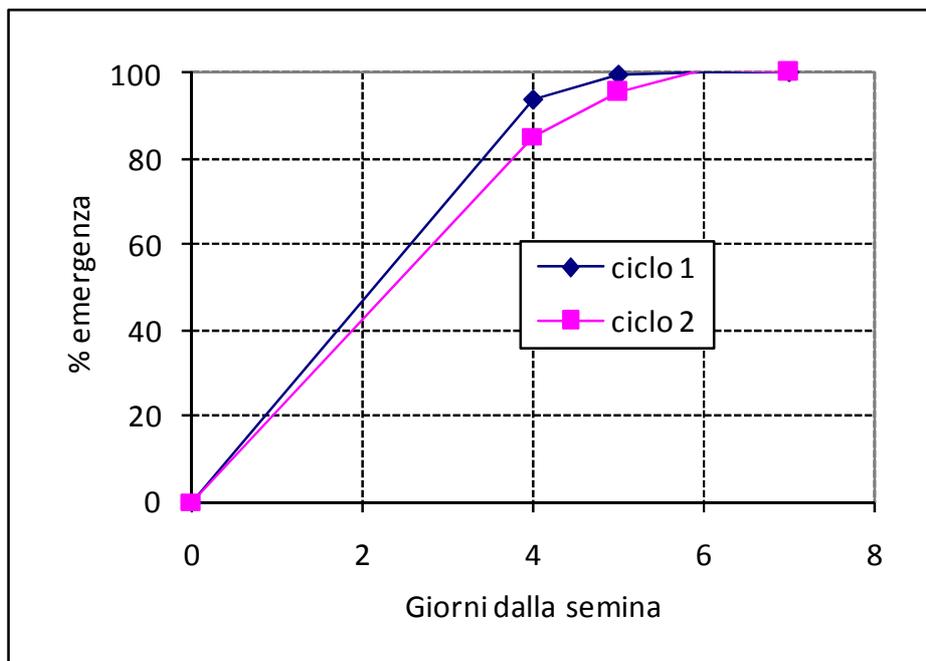


Grafico 5.2 – Emergenza media in percentuale primo e secondo ciclo.

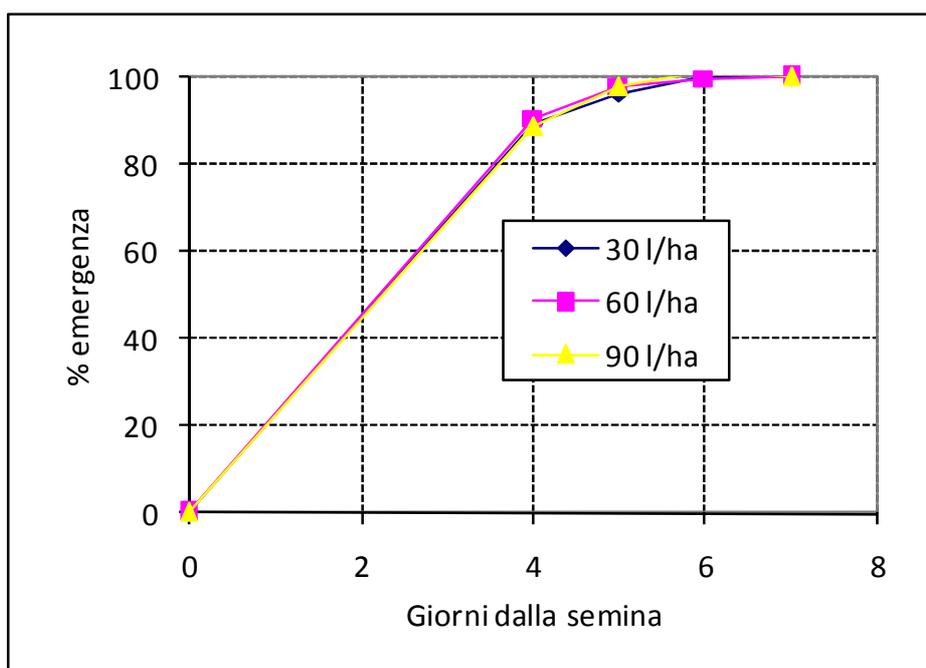


Grafico 5.3 – Emergenza media in percentuale in base alla dose di concime.

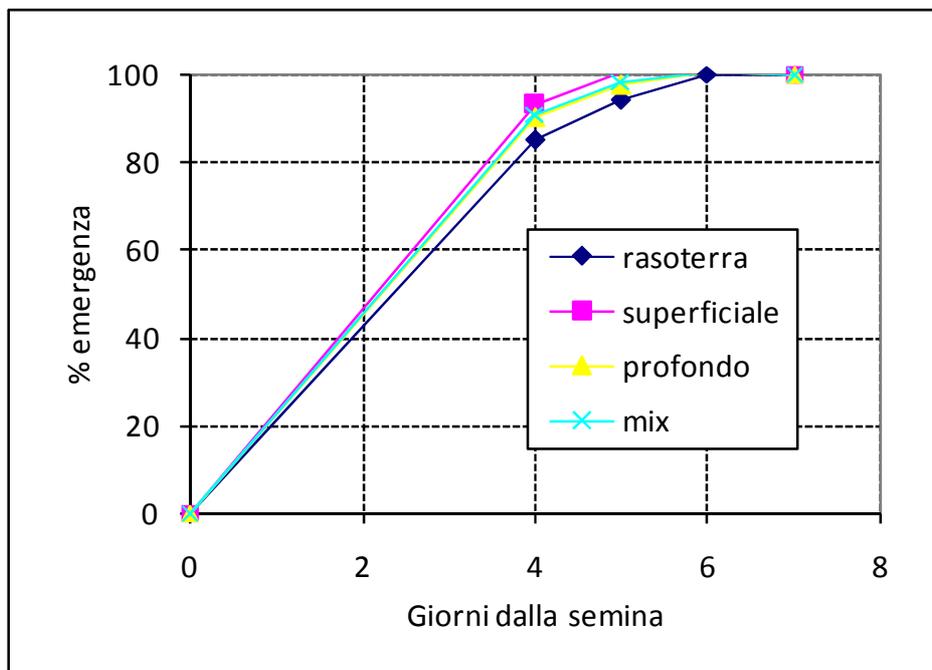


Grafico 5.4 – Emergenza media in percentuale in base alla posizione del concime.

## 5.5) Investimento finale

Per quanto riguarda l'investimento finale si nota una differenza significativa fra i due cicli (tabella 5.10 e grafico 5.5). Questo è sicuramente il risultato di una semina più accurata nel secondo ciclo e quindi di una nascita maggiore. Pur non essendo significative le differenze tra la posizione del concime e la dose, si nota un leggero maggior investimento nel posizionamento del concime interrato in superficie (0-5 cm) con valori di 1274 piante/m<sup>2</sup> e i peggiori risultati con il posizionamento completo in profondità (10-15 cm) con 1163 piante/m<sup>2</sup>.

Livello	Media	Limite inferiore	Limite superiore	
MEDIA COMPLESSIVA	1216,05			
CICLO				
1	1161,73	1105,97	1217,48	aA
2	1270,37	1214,62	1326,12	bB
POSIZIONE CONCIME cm				
MIX	1207,41	1128,56	1286,26	a
PROFONDO	1162,96	1084,11	1241,81	a
RASOTERRA	1219,75	1140,90	1298,60	a
SUPERFICIALE	1274,07	1195,23	1352,92	a
DOSE CONCIME				
30	1229,63	1161,34	1297,91	a
60	1205,56	1137,27	1273,84	a
90	1212,96	1144,68	1281,25	a

Tabella 5.10 – Valori statistici e significatività dell'investimento finale (piante/m<sup>2</sup>). Le lettere diverse a fianco di ciascun parametro indicano differenze significative con  $p < 0,05$  (minuscole) e  $p < 0,01$  (maiuscole).

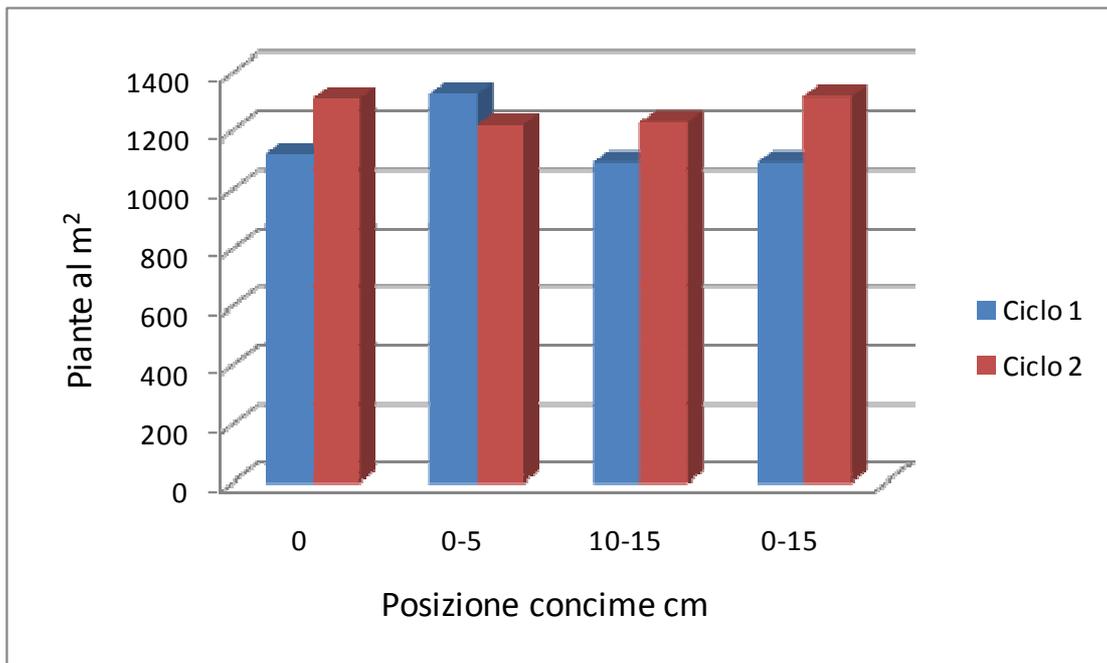


Grafico 5.5 – Investimento finale in base alla posizione del concime.

## 5.6) Peso unitario parte aerea

Il peso unitario della parte aerea concorre alla formazione della produzione per unità di superficie assieme all'investimento finale. Le considerazioni di nota riguardano gli effetti del ciclo e della posizione del concime. Per il primo, infatti, si evidenzia (grafico 5.6 e figura 5.2, 5.3) una notevole differenza tra il primo e il secondo ciclo che presenta pesi unitari inferiori (1,44 g) rispetto al primo (2,96) anche per effetto del maggiore investimento. Per il secondo (grafico 5.7) si nota un peso unitario maggiore della parte aerea (2,50 g) nella posizione del concime 0-15 cm nella media dei due cicli.



Figura 5.2 – Foto rappresentativa della parte aerea nel primo ciclo.



Figura 5.3 – Foto rappresentativa della parte aerea nel secondo ciclo.

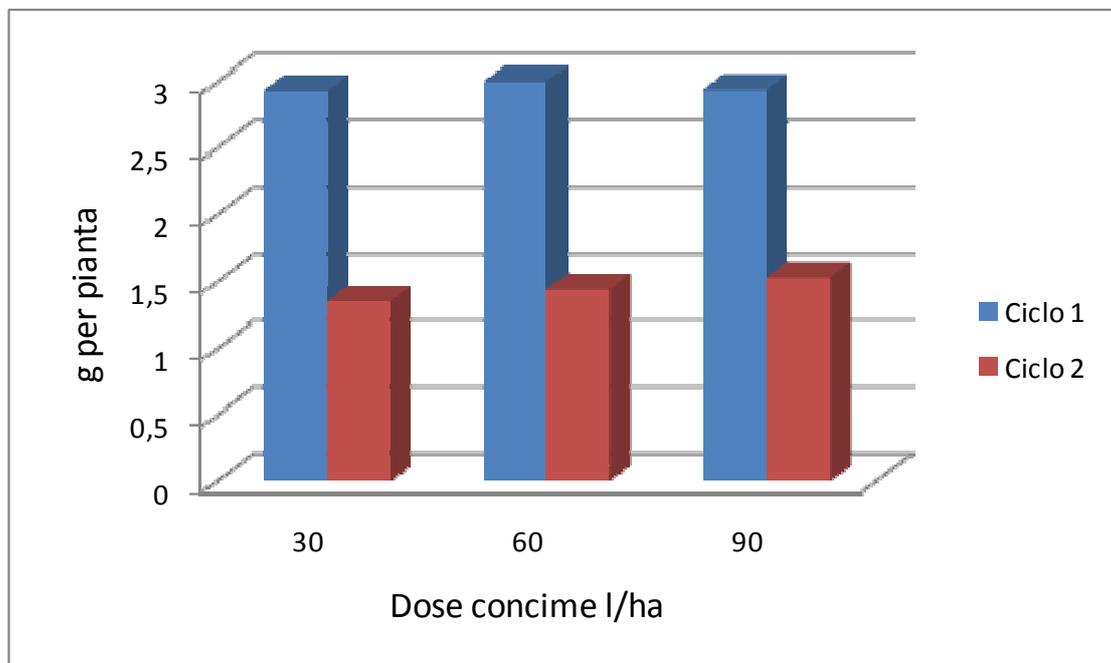


Grafico 5.6 – Peso unitario parte aerea in base alla dose del concime.

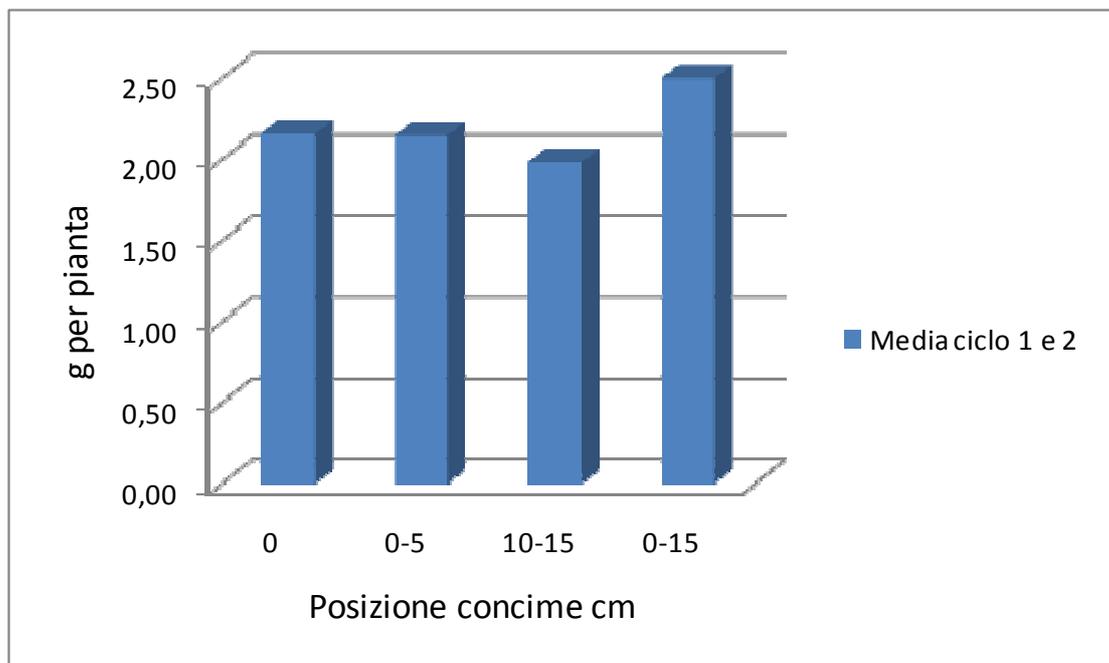


Grafico 5.7 – Peso unitario parte aerea in base alla posizione del concime.

## 5.7) Produzione parte aerea

Per quanto riguarda la produzione della parte aerea, abbiamo una differenza significativa (grafico 5.8 e tabella 5.11) fra il primo e il secondo ciclo.

È possibile che la variazione dell'insolazione e della temperatura fra i cicli non abbia permesso alla coltura di estrinsecare tutte le sue potenzialità produttive e di conseguenza di sfruttare le migliori condizioni agronomiche e nutrizionali indotte sia dalla dose maggiore e sia dalla modalità di distribuzione sull'intero strato lavorato, come è avvenuto nel primo ciclo.

Inoltre nel grafico 5.9 e tabella 5.11 si rileva una produzione maggiore ( $2,89 \text{ kg/m}^2$ ) nella posizione del concime 0-15 e inferiore nella posizione 10-15 ( $2,26 \text{ kg/m}^2$ ), probabilmente per la maggior disponibilità di elementi in tutto lo strato esplorato dalle radici.

Infine la dose non ha dato risultati evidenti tanto che si nota nel grafico 5.10 una produzione massima nella tesi 0-15 con 90 l/ha di concime e minima nella posizione 10-15 con 90 l/ha di concime utilizzato.

Tabella delle medie dei minimi quadrati con intervalli di confidenza al 95,0%	PRODUZIONE parte aerea $\text{Kg/m}^2$			
		Limite inferiore	Limite superiore	
Livello	Media			
MEDIA COMPLESSIVA	2,56904			
CICLO				
1	3,30537	3,05333	3,55741	aA
2	1,83271	1,58067	2,08475	bB
POSIZIONE CONCIME cm				
MIX	2,88431	2,52788	3,24075	bA
PROFONDO	2,26504	1,90861	2,62148	aA
RASOTERRA	2,53859	2,18215	2,89503	abA
SUPERFICIALE	2,58821	2,23177	2,94464	abA
DOSE CONCIME				
30	2,42708	2,11839	2,73576	aA
60	2,65869	2,35	2,96737	aA
90	2,62135	2,31267	2,93004	aA

Tabella 5.11 – Valori statistici e significatività della produzione della parte aerea ( $\text{kg/m}^2$ ). Le lettere diverse a fianco di ciascun parametro indicano differenze significative con  $p < 0,05$  (minuscole) e  $p < 0,01$  (maiuscole).

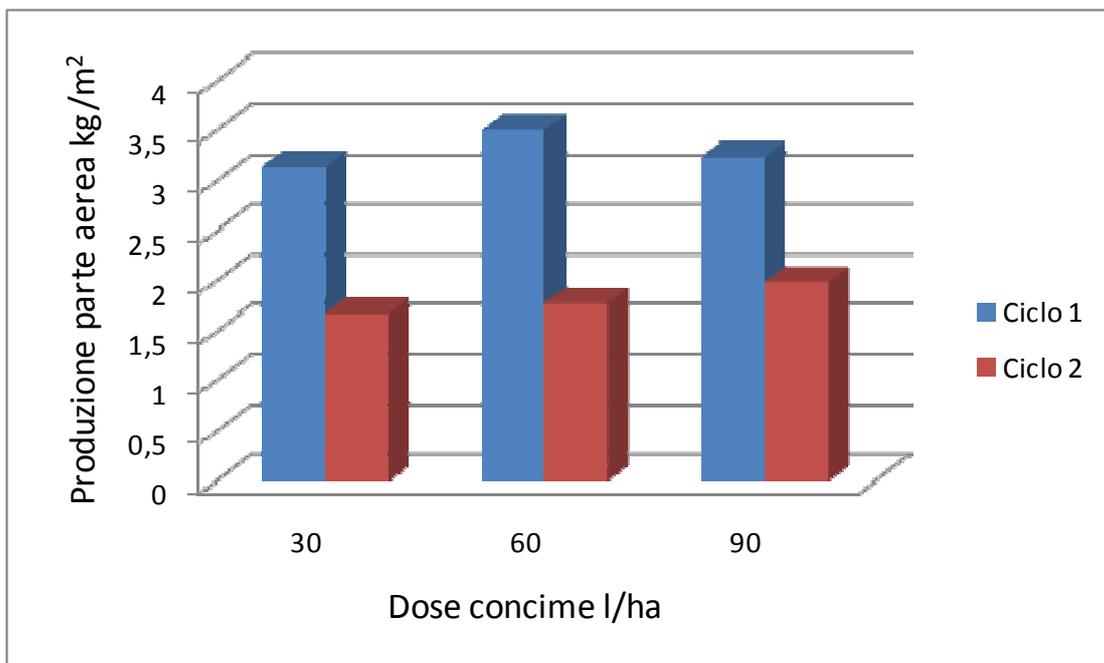


Grafico 5.8 – Produzione parte aerea in base alla dose del concime.

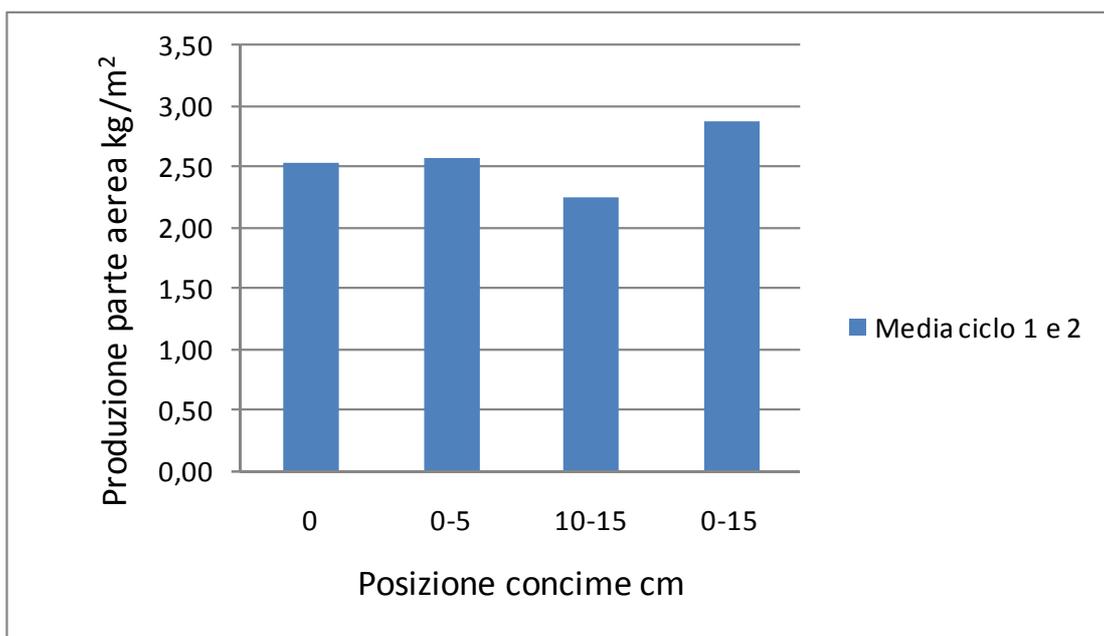


Grafico 5.9 – Produzione parte aerea in base alla posizione del concime.

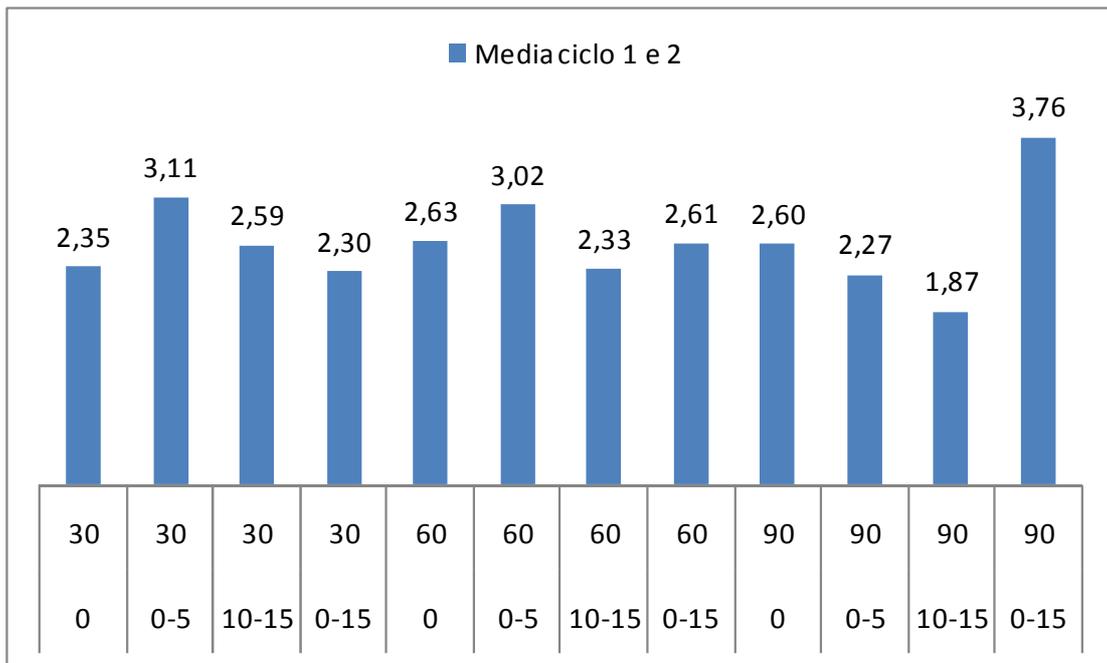


Grafico 5.10 – Produzione parte aerea (kg/m<sup>2</sup>) in tutte le parcelle.

## 5.8) Peso unitario radici

Nella tabella 5.12 é rilevata una differenza significativa di peso unitario delle radici fra i due cicli.

Nel grafico 5.11 e tabella 5.12 viene evidenziata una certa correlazione positiva fra le dosi del concime e il peso unitario delle radici. Si ha in peso di 0,075 g con 30 l/ha di concime e un peso di 0,090 g con 90 l/ha di concime. Questo andamento conferma l'effetto positivo del fosforo sullo sviluppo radicale.

Per quanto riguarda il posizionamento del concime, risulta che la distribuzione superficiale favorisce lo sviluppo delle radici meglio della distribuzione in profondità. Interessante notare che in questo caso lo sviluppo radicale sembra essere correlato negativamente con il peso della parte aerea.

Tabella delle medie dei minimi quadrati con intervalli di confidenza al 95,0%	PESO UNITARIO RADICI g			
		Limite inferiore	Limite superiore	
Livello	Media			
MEDIA COMPLESSIVA	0,0843226			
CICLO				
1	0,103833	0,0988237	0,108843	aA
2	0,0648119	0,0599035	0,0697204	bB
POSIZIONE CONCIME cm				
MIX	0,073182	0,0662404	0,0801236	aA
PROFONDO	0,0740472	0,0671055	0,0809888	aA
RASOTERRA	0,0982989	0,0913573	0,105241	bB
SUPERFICIALE	0,0917625	0,0845375	0,0989876	bB
DOSE CONCIME				
30	0,0767591	0,0705625	0,0829557	aA
60	0,0876425	0,0816309	0,0936542	bA
90	0,0885663	0,0825547	0,0945779	bA

Tabella 5.12 – Valori statistici e significatività del peso unitario delle radici (g). Le lettere diverse a fianco di ciascun parametro indicano differenze significative con  $p < 0,05$  (minuscole) e  $p < 0,01$  (maiuscole).

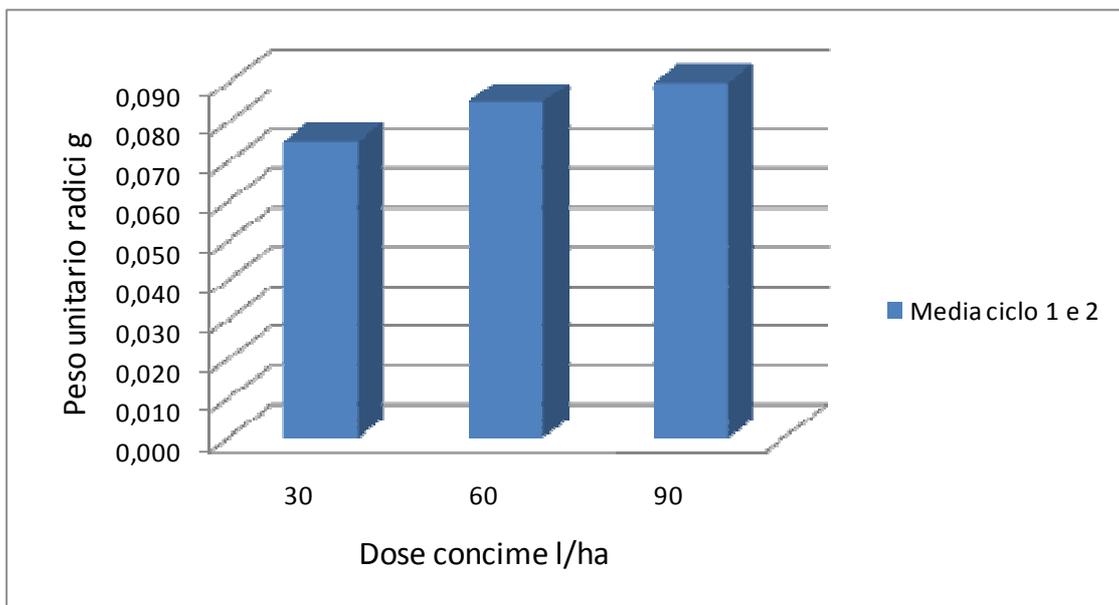


Grafico 5.11 – Peso unitario delle radici in base alla dose del concime.

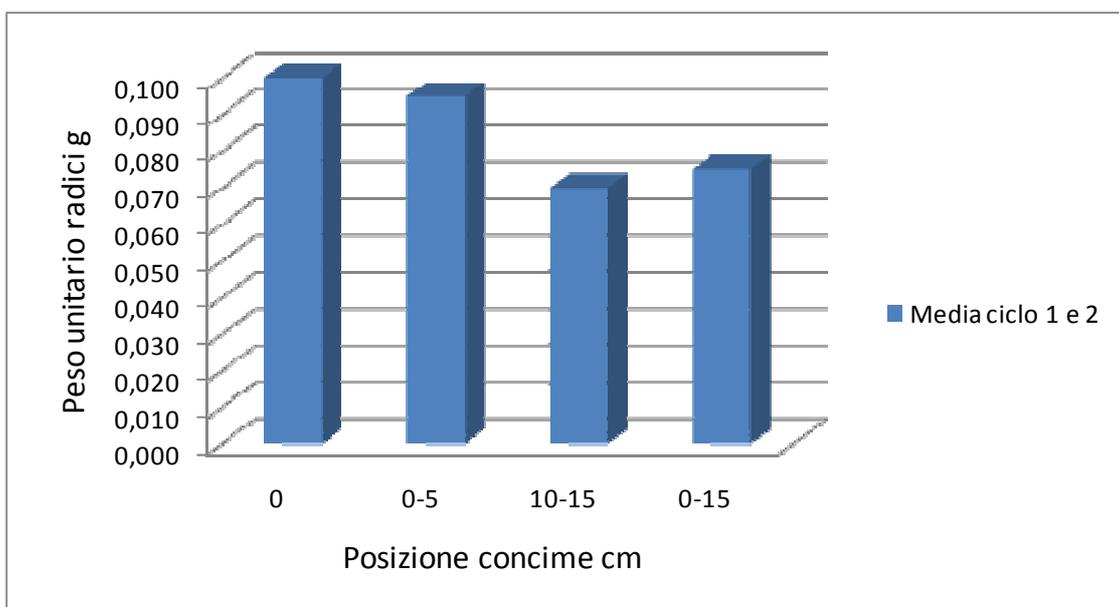


Grafico 5.12 – Peso unitario delle radici in base alla posizione del concime.

## 5.9) Altezza

Dalla tabella 5.13 e dal grafico 5.14 si nota una differenza significativa dell'altezza in base alla posizione del concime; in particolare nella posizione 0-5 cm abbiamo un'altezza massima e di poco inferiore nella posizione 0 cm, mentre le posizioni 10-15 cm e 0-15 cm sono abbastanza inferiori e simili.

Tabella delle medie dei minimi quadrati con intervalli di confidenza al 95,0%		ALTEZZA cm		
Livello	Media	Limite inferiore	Limite superiore	
MEDIA COMPLESSIVA	10,2917			
CICLO				
1	10,6111	10,024	11,1982	aA
2	9,97222	9,38512	10,5593	aA
POSIZIONE CONCIME cm				
MIX	9,66667	8,83638	10,497	aA
PROFONDO	9,55556	8,72527	10,3858	aA
RASOTERRA	10,6111	9,78083	11,4414	abAB
SUPERFICIALE	11,3333	10,503	12,1636	bB
DOSE CONCIME				
30	10,2083	9,48928	10,9274	aA
60	10,5833	9,86428	11,3024	aA
90	10,0833	9,36428	10,8024	aA

Tabella 5.13 – Valori statistici e significatività dell'altezza (cm). Le lettere diverse a fianco di ciascun parametro indicano differenze significative con  $p < 0,05$  (minuscole) e  $p < 0,01$  (maiuscole).

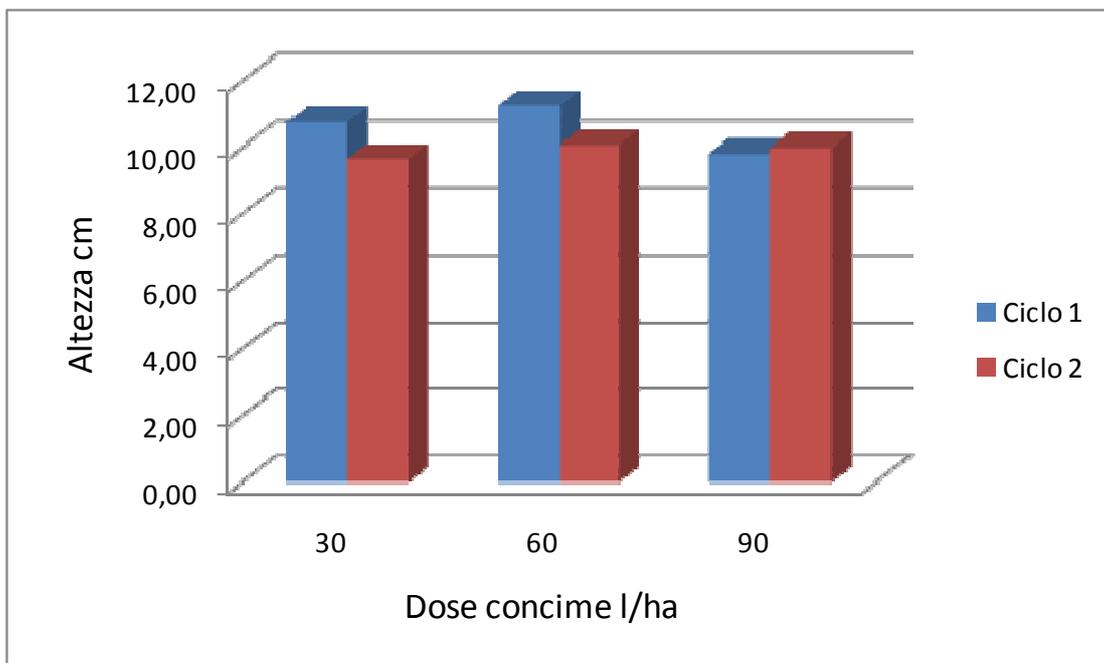


Grafico 5.13 – Altezza in base alla dose del concime.

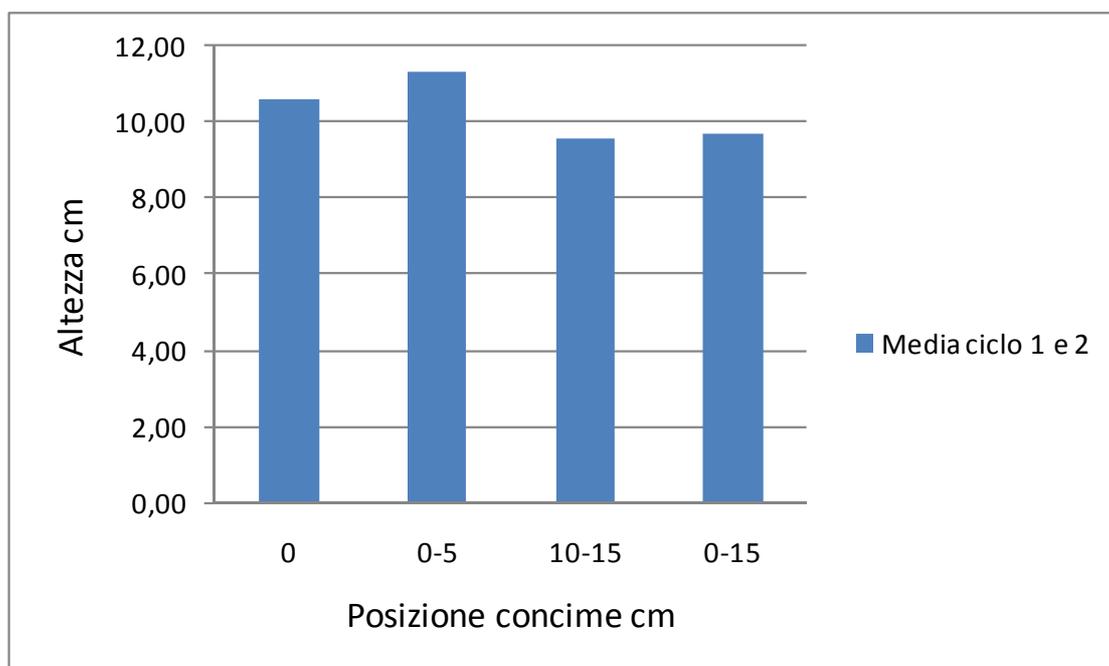


Grafico 5.14 – Altezza in base alla posizione del concime.

## 5.10) Consistenza

Non ci sono differenze tra il primo e il secondo ciclo con valori qualitativi medi rispettivamente di 2,97 e 2,96 (grafico 5.15). Leggermente più consistenti risultano le tesi in cui il concime viene distribuito in profondità o miscelato (grafico 5.16).

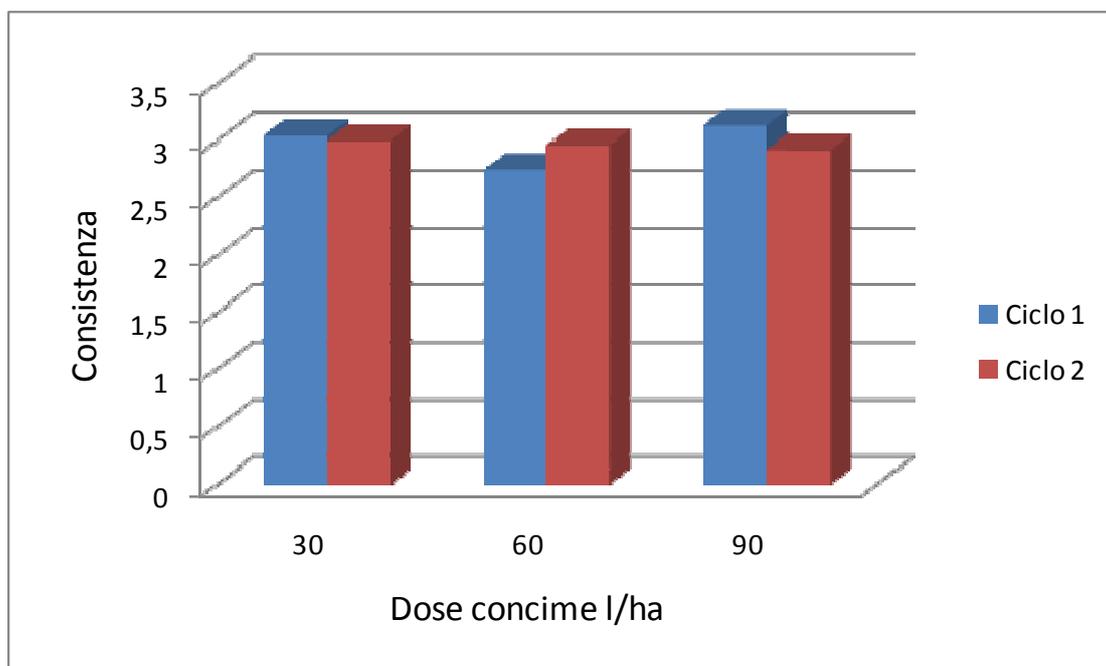


Grafico 5.15 – Consistenza in base alla dose del concime.

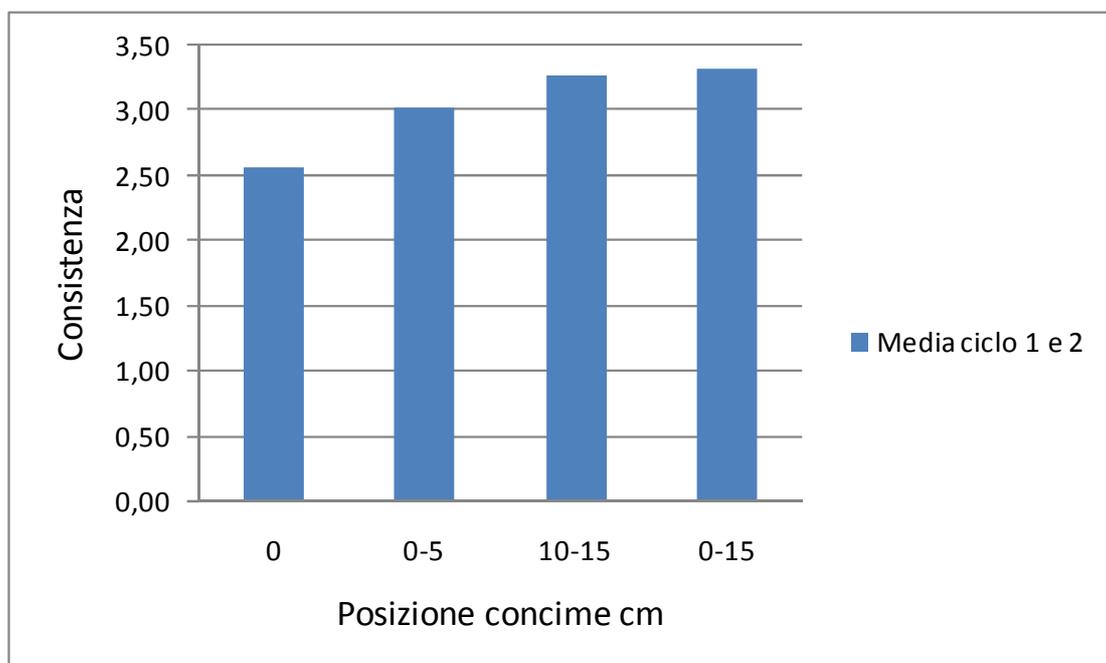


Grafico 5.16 – Consistenza in base alla posizione del concime.

## 6) CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE

La sperimentazione ha permesso di attestare la piena la piena funzionalità della macchina.

Il primo ciclo (condotto in luglio - agosto) è risultato migliore per la produzione sia delle radici che della parte area rispetto al secondo ciclo (condotto in agosto - settembre). La differenza fra i cicli è risultata significativa ed evidente per tutti i parametri considerati.

Inoltre le differenze fra le diverse parcelle sono risultate maggiori nel primo ciclo, mentre nel secondo è emerso un certo appiattimento fra le diverse tesi. È possibile che la variazione dell'insolazione e della temperatura fra i cicli non abbia permesso alla coltura di estrinsecare tutte le sue potenzialità produttive e di conseguenza di sfruttare le migliori condizioni agronomiche e nutrizionali indotte sia dalla dose maggiore e sia dalla modalità di distribuzione sull'intero strato lavorato, come è avvenuto nel primo ciclo.

L'analisi statistica dei dati disaggregati per tesi indica un ridotto effetto della dose sulla produzione e su gran parte dei parametri considerati, che in prima istanza potrebbe essere imputato alla buona (ottima) dotazione di fosforo assimilabile presente nei terreni. L'unico parametro che sembra rispondere alla dose è quello riguardante lo sviluppo radicale.

L'effetto indotto dalle modalità di distribuzione è invece stato più interessante ai fini produttivi (peso della parte aerea) nel confronto fra la distribuzione nell'intero strato lavorato, che ha fornito i migliori risultati, e quella limitata allo strato profondo che ha fatto registrare le peggiori performances. Le altre due modalità di distribuzione (in superficie e nello strato superficiale) si sono poste ad un livello intermedio. In particolare i seguenti parametri rispondono a positivamente al posizionamento del fertilizzante nell'intero strato lavorato: produzione, consistenza e peso unitario della parte aerea. Altri parametri rispondono in maniera diversa rispetto al posizionamento del fertilizzanti. Questi sono l'emergenza, l'investimento, l'altezza e il peso unitario delle radici che si avvantaggiano del posizionamento in superficie o dell'interramento superficiale.

Da questi primi risultati appare chiaro che un interrimento superficiale di un concime quale il fosforo non presenta vantaggi produttivi rispetto ad una distribuzione sulla superficie, mentre qualche effetto si nota in aspetti meno rilevanti commercialmente quali l'emergenza, l'investimento, l'altezza e peso unitario delle radici.

La distribuzione con miscelazione in tutto lo strato lavorato ha invece conferito un vantaggio produttivo. Infatti, la maggior produzione è stata ottenuta in entrambi i cicli sulla parcella trattata con la dose massima e operando una distribuzione per miscelazione in tutto lo strato lavorato.

In sintesi i risultati ottenuti indicano con sufficiente chiarezza come il migliore modo di distribuzione sia stato quella che miscela il concime liquido nell'intero strato lavorato.

Questa prima esperienza ha permesso di valutare il concetto di distribuzione frazionata e il posizionamento del fertilizzante dove richiesto dalla coltura evitando concimazioni di fondo, riducendo i costi, riducendo il calpestio, riducendo la perdita dei fertilizzanti per dilavamento e aumentando l'efficienza del concime.

Inoltre questa tecnica ha permesso di valutare la diversa risposta ai parametri valutati soprattutto per quanto riguarda la posizione del concime e in futuro può essere un buon punto di partenza per localizzare il concime in base alle caratteristiche qualitative che si vogliono ottenere.

## **BIBLIOGRAFIA E SITOGRARFIA**

- 1) *Giardini Luigi – Agronomia Generale – Pàtron Editore, Bologna (2004)*
- 2) *Le carenze nutrizionali in agricoltura (cifo s.p.a.)*
- 3) *Catalogo prodotti per l'agricoltura (cifo s.p.a.)*
- 4) *Furlan Graziano - Macchine innovative per l'applicazione di fumiganti nel terreno: efficacia nel controllo di Meloidogyne su Nicotiana tabacum, Tesi di Laurea Magistrale in Scienze e Tecnologie Agrarie, Università di Padova, relatore prof. Luigi Sartori, a.a. 2009-2010*
- 5) *<http://www.cristinabarbagli.it>*
- 6) *<http://www.venetoagricoltura.regione.veneto.it>*
- 7) *<http://www.stapacepicaavellino.com>*
- 8) *<http://www.forigo.it>*
- 9) *<http://www.agricoltura24.it>*
- 10) *<http://www.largoconsumo.info>*

## **INDICE**

<b>RIASSUNTO .....</b>	<b>1</b>
<b>ABSTRACT .....</b>	<b>3</b>
<b>1) INTRODUZIONE .....</b>	<b>5</b>
1.1) Insalatina di quarta gamma.....	5
1.2) Tipologie di concimi fosfatici in orticoltura ed effetti sulle colture orticole .....	19
1.3) Metodi ed epoche di distribuzione dei concimi fosfatici in orticoltura.....	23
<b>2) OBIETTIVI .....</b>	<b>25</b>
<b>3) MATERIALI UTILIZZATI .....</b>	<b>26</b>
3.1) Foxter 520 .....	26
3.2) Mix Tiller.....	27
<b>4) METODOLOGIE UTILIZZATE.....</b>	<b>39</b>
4.1) Descrizione della prova .....	39
4.2) Rilievi effettuati.....	43
<b>5) RISULTATI .....</b>	<b>48</b>
5.1) Situazione pedologica e climatica .....	48
5.2) Prestazioni della macchina .....	55
5.3) Dati aggregati .....	55
5.4) Emergenza.....	57
5.5) Investimento finale .....	60
5.6) Peso unitario parte aerea.....	62
5.7) Produzione parte aerea.....	65
5.8) Peso unitario radici.....	68
5.9) Altezza .....	70
5.10) Consistenza.....	72
<b>6) CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE .....</b>	<b>73</b>
<b>BIBLIOGRAFIA E SITOGRAFIA .....</b>	<b>75</b>
<b>RINGRAZIAMENTI.....</b>	<b>77</b>

## **RINGRAZIAMENTI**

*Il Prof. Luigi Sartori*

*Il Dott. Lorenzo Benvenuti*

*Il Dott. Enzo Barbujani*

*Cifo s.p.a.*

*Il tecnico del dipartimento TeSAF Claudio Nerva*

*La ditta Forigo Roteritalia e Sandro Forigo*

*Il Dott. Giampaolo Oliviero e i fratelli Boscolo*

*Il Dott. Nicola Pancaldi*

*I miei genitori Giorgio e Daria*

*Mio fratello Simone e sua moglie Silvia*

*La mia ragazza Giada e la sua famiglia*

*I nonni Ilario e Rosa e tutta la mia famiglia*