

**UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI
DI PADOVA**

**Dipartimento Agronomia, Animali, Alimenti, Risorse
naturali e Ambiente (DAFNAE)**

**Corso di laurea in Tecnica e Gestione delle Produzioni Biologiche
Vegetali**

Tesi di laurea

**SUBSTRATI PER LA PRODUZIONE VIVAISTICA DI
POMODORO E RISPOSTA PRODUTTIVA IN PIENO CAMPO**

RELATORE: prof. SAMBO PAOLO

CORRELATORE: prof. ZANIN GIAMPAOLO

LAUREANDO: LANCELLOTTI FEDERICO

Anno Accademico 2022-2023

INDICE

Riassunto.....	5
Abstract.....	7
1. Il pomodoro (<i>Solanum lycopersicum</i> L.)	
1.1. Origine e diffusione.....	9
1.2. Pomodoro in Italia.....	9
1.3. Produzioni.....	10
1.4. Caratteri botanici.....	10
1.5. Esigenze pedoclimatiche.....	11
1.6. Scelta varietale.....	12
2. Il pomodoro da industria – tecnica colturale	
2.1. Avvicendamento.....	14
2.2. Preparazione del terreno.....	14
2.3. Impianto.....	15
2.4. Vivaismo.....	15
2.5. Irrigazione.....	17
2.6. Controllo delle malerbe.....	18
2.7. Difesa dalle avversità.....	18
2.8. Raccolta.....	19
2.9. Conferimento e lavorazione industriale.....	20
3. Obiettivo della tesi.....	22
4. Materiali e metodi	
4.1. Coltivazione vivaistica.....	23
4.2. Sperimentazione in pieno campo.....	25
5. Risultati	
5.1. Fioritura.....	29
5.2. Invaiaatura.....	30
5.3. Maturazione e raccolta.....	32
6. Conclusioni.....	39
7. Bibliografia e sitologia.....	41

RIASSUNTO

La coltivazione del pomodoro da industria ha vissuto una crescita importante negli ultimi decenni, sia dal punto di vista delle tecniche di coltivazione sia dal punto di vista delle produzioni.

A livello globale la domanda di prodotti derivanti dalla lavorazione del pomodoro da industria non accenna a diminuire, anzi aumenta con l'incremento della popolazione, innalzando quindi la richiesta di prodotto fresco da lavorare da parte delle industrie di trasformazione. Importante diventa quindi la produzione in pieno campo, non solo in termini di ettari adibiti alla coltivazione, anche in termini di massimizzazione delle rese.

Le aziende che coltivano e producono pomodoro da industria basano il loro successo su tecniche avanzate e sempre più innovative. Bisogna però tenere in considerazione che al giorno d'oggi la grande maggioranza delle aziende, per iniziare il processo produttivo utilizza, piantine già formate, con circa 30 giorni di vita.

Le piantine vengono prodotte dai vivai, ovvero da aziende specializzate che si occupano di far germinare i semi e far crescere le plantule finché queste non saranno pronte per il trapianto. La semina avviene in appositi contenitori alveolati che vengono riempiti di un substrato solitamente composto da un miscuglio di torbe e concimi. Ai fini del risultato produttivo finale è molto importante la tipologia di substrato utilizzato perché questa fornirà non solo il sostegno nella fase di coltivazione vivaistica, ma anche nel momento del trapianto e post-trapianto influenzando così la buona riuscita di tutto il processo.

La sperimentazione si pone lo scopo di verificare la risposta produttiva del pomodoro da industria in relazione al substrato su cui si è sviluppata durante la fase vivaistica, prendendo in considerazione il peso finale dei pomodori sia sani che non vendibili, ma anche la precocità di fioritura e maturazione.

Dai risultati ottenuti si può affermare che l'utilizzo di substrati differenti, durante la fase vivaistica, ha influenza la crescita delle plantule durante tutte le fasi del ciclo vegetativo, ottenendo quindi dei risultati produttivi differenti. Bisogna comunque tenere in considerazione che questa sperimentazione si è protratta per una sola annata, i dati risultano quindi indicativi ed hanno bisogno di più anni di sperimentazione per essere confermati.

ABSTRACT

Substrates for tomato nursery production and response in the open field

The cultivation of processing tomato has experienced significant growth in recent decades, both from the cultivation techniques and the production point of view.

At a global level, the demand for product deriving from the industrial tomatoes shows no signs of declining; on the contrary it increases with the increase in population, therefore increasing the demand for fresh products to be processed by processing factories. Open field production, therefore, becomes important, not only in terms of hectares used for cultivation, but also in terms of maximizing yields.

Companies that grow and produce industrial tomatoes base their success on advanced and increasingly innovative techniques. However, it must be taken into consideration that the vast majority of companies use seedlings, with about 30 days of life, to start the production process.

The seedlings are produced by nurseries, i.e. specialized companies that germinate the seeds and grow the plantlets until they are ready for transplanting. To do that, they seeding occurs in special trays which contain a substrate usually composed by a mixture of peat and fertilizers. For final yield, the type of substrate used is very important because this will provide not only support in the nursery cultivation phase, but also at the time of transplanting and post-transplanting, thus influencing the success of the entire crop.

The experiment aims to verify the productive response of the industrial tomato crop in relation to the substrate on which it grows during the nursery phase, taking into consideration the final weight of both marketable and unmarketable tomatoes, and the earliness of flowering and ripening.

From the results obtained, it can be stated that the use of different substrates, during the nursery phase, can affect the growth of the seedlings during all phases of the vegetative cycle, thus obtaining different production results. However, it must be taken into consideration that this experimentation lasted for only one year, the data are therefore indicative and require several years of experimentation to be confirmed.

1. Il pomodoro (*Solanum lycopersicum* L.)

1.1. Origine e diffusione

Il pomodoro (*Solanum lycopersicum* L.) viene considerato la più importante coltura orticola al mondo tenendo in considerazione consumo fresco e trasformazione industriale. Appartiene alla famiglia delle Solanaceae, essa comprende più di 3000 specie tra cui piante economicamente importanti come la melanzana, la patata, il peperone, ecc...; il genere *Solanum* oltre ad essere il più grande della famiglia, diffuso su tutti gli areali tropicali e temperati, è anche il più importante economicamente parlando dato che raggruppa specie velenose e medicinali oltre a quelle coltivate (Dondarini et al., 2010).

L'origine esatta del pomodoro ad oggi rimane incerta, si può comunque definire un areale di domesticazione compreso tra Cile settentrionale, Ecuador e Perù; anche in Messico si hanno testimonianze della presenza di questa pianta come infestante del mais. Durante il XVI secolo venne introdotto in Europa dagli invasori spagnoli con a capo Cortés a scopo ornamentale essendo considerato non edibile e tossico; alla sua introduzione nel vecchio continente venne chiamato tomatl o xitomatl, denominazione usata dai messicani, poi nel 1753 venne classificato da Linneo con il nome *S. lycopersicum* nel genere *Solanum*.

1.2. Pomodoro in Italia

In Italia il pomodoro iniziò la sua diffusione partendo dalle regioni del sud dove trovò un clima adatto alle sue caratteristiche e molto simile a quello spagnolo. Anche nella nostra nazione venne utilizzato per molto tempo come oggetto di studi scientifici e venne conservato e coltivato in giardini botanici ed erbari, solo dalla fine del XVII secolo venne incorporato nelle ricette culinarie locali. Intorno alla metà del 1700 gli agricoltori spagnoli ed italiani iniziarono a coltivare e selezionare le varietà di pomodoro in base alle necessità produttive e qualitative. Agli albori la pianta si presentava strisciante sul terreno e di bassa taglia con una bacca di colore giallo, per questo venne chiamato "Pomo d'oro" da Pier Andrea Mattioli, medico e naturalista. Agli inizi del XIX secolo, mentre proseguiva la sua diffusione nel vecchio continente, il pomodoro entrò a far parte delle ricette culinarie come condimento e come

“conserva”, verso la fine del secolo iniziò anche la sua trasformazione industriale. A Parma nel 1888 nasce un derivato chiamato “estratto di pomodoro”, ovvero del succo di pomodoro concentrato posto in grandi recipienti di rame lasciati essiccare al sole; da quel momento si svilupperà una crescita esponenziale delle aziende conserviere in Italia, si arriverà ad averne una sessantina all’inizio della Grande Guerra con una produzione di un milione e mezzo di quintali di pomodoro trasformato.

1.3. Produzioni

Nel 2022, in Italia, la superficie destinata alla coltivazione del pomodoro da industria è diminuita del 8,4% mentre, rispetto al triennio 2019 – 2021, del 2,9%. L’industria di trasformazione invece, ha avuto un calo del 9,7% da imputare a una minor consegna di materia prima (Saadeh, 2023).

La resa produttiva media 2022 a livello nazionale si è attestata a 840 q/ha di pomodoro fresco; 920 q/ha nel Centro – Sud (dato più alto dopo il 2017 con 934 q/ha) e 779 q/ha nel Nord Italia (Saadeh, 2023).

L’Italia in termini di collocazione mondiale è al terzo posto con una produzione del 15% dopo California e Cina al 17%, la seguono più distaccate Turchia e Spagna con il 6%.

Per l’annata 2023 il WPTC (World Processed Tomato Council) stima una produzione mondiale di circa 37,3 milioni di tonnellate di pomodoro destinato all’industria di trasformazione con una diminuzione rispetto al 2022 del 5% a causa della riduzione produttiva di California (meno 2%), Italia (meno 10%) e Spagna (meno 34%); la quale però viene compensata dall’incremento della Cina (più 29% rispetto al 2021) (Saadeh, 2023).

1.4. Caratteri botanici

Il pomodoro presenta una formula genomica $2n = 2x = 24$.

La pianta può essere classificata come perenne in specifiche condizioni pedoclimatiche, se considerata come coltura ha una durata annuale.

Il pomodoro presenta un accrescimento annuale che può raggiungere i 2 metri di altezza, durante la crescita ha un portamento eretto che tende a diventare strisciante con la presenza e il peso dei frutti.

Le radici sono fittonanti e fusiformi, la pianta sviluppa una grande ramificazione radicale che può approfondirsi fino a 1,5 metri.

Il fusto è sarmentoso e semi-legnoso, pubescente come le foglie, con peli che producono un tipico aroma se strofinati.

Le foglie sono composte, a segmenti picciolettati, irregolarmente pennatosette con lembo inegualmente inciso-dentato.

I fiori si formano in numero variabile da 4 a 12 ad antesi scalare e sono raggruppati in infiorescenze a racemo ascellare o terminale, sono generalmente pentameri di colore giallo con ovario pluriloculare, gli stami sono saldati tra loro a formare un cono che racchiude stilo e stigma al suo interno. Data la particolare conformazione del fiore il polline esce dalle antere attraverso una fessurazione laterale e raggiunge lo stigma grazie alla posizione pendula del fiore, questa caratteristica unita ad una completa autocompatibilità fa sì che la fecondazione derivi prevalentemente dall'autoimpollinazione anche se è necessario che i fiori vengano mossi per permettere la caduta del polline, questo meccanismo può avvenire grazie al vento o grazie a insetti bottinatori (principalmente bombi).

Il frutto è una bacca di forma e dimensioni variabili, raggiunge la sua maturazione a 35-60 giorni dalla formazione e si presenta generalmente di colore rosso grazie alla presenza del licopene, un pigmento carotenoidico; al giorno d'oggi esistono però molte modificazioni per quanto riguarda il colore, si trovano infatti bacche gialle, arancio, viola e marroni. Il processo di maturazione si completa con la pigmentazione, con il rammollimento del frutto e con l'accumulo di zuccheri e acidi che donano il tipico sapore e aroma alla bacca. L'epicarpo è liscio e sottile, il mesocarpo è carnoso e succoso, l'endocarpo contiene i semi in numero variabile, essi sono di forma discoidale, tomentosi con un colore bianco-grigiastro. Il peso di 1000 semi varia dai 2,5 g ai 3,5 g.

1.5. Esigenze pedoclimatiche

Il clima ideale che la pianta di pomodoro predilige è temperato-caldo sviluppando la sua crescita nella stagione estiva. La specie ha un comportamento neutrodiurno anche se viene influenzata soprattutto in fase di fioritura e allegagione delle bacche da qualità e intensità luminosa.

La pianta è molto sensibile al gelo e alle basse temperature avendo un minimo letale

di 0-2 °C, per una corretta crescita necessita di 13-16 °C notturni e 22-26 °C diurni; temperature che superano i 30 °C portano ad avere difetti di allegagione, di pigmentazione delle bacche e di accumulo di licopene.

Il pomodoro ha un ciclo colturale di 130-170 giorni in relazione alle condizioni di allevamento e sviluppo, se invece parliamo di piante trapiantate la durata si riduce a 100-120 giorni.

Il pomodoro predilige un ambiente secco per sfavorire malattie e marciumi, con possibilità di irrigazione, un terreno neutro o sub-acido (range pH 5,5-7), fresco e fertile, ben drenante e con una buona struttura.

1.6. Scelta varietale

Per effettuare una corretta scelta varietale devono essere effettuate delle attente valutazioni sulle destinazioni commerciali del prodotto, tenendo in considerazione le condizioni ambientali e la tipologia di coltivazione con una particolare attenzione alla possibile meccanizzazione del ciclo produttivo.

Una grande scelta viene effettuata sulla tipologia di accrescimento in quanto la pianta di pomodoro può presentare uno sviluppo indeterminato o determinato, questi si differenziano tra loro per produzione di nuovi elementi vegetativi e riproduttivi.

Le varietà ad accrescimento indeterminato vengono tipicamente utilizzate per la produzione dei pomodori da consumo fresco tipicamente chiamati "da mensa". Durante tutto il ciclo produttivo il meristema apicale mantiene la capacità di formare foglie e infiorescenze. Questa caratteristica determina una crescita della pianta in altezza e comporta la necessità di creare dei sostegni per la crescita verticale, questo allevamento risulta di difficile meccanizzazione e di elevata manodopera in quanto vi sono due importanti operazioni da svolgere durante la coltivazione ovvero la scacchiatura o sfemminellatura cioè la rimozione dei germogli laterali e la raccolta che avviene in modo scalare. Il mercato del pomodoro da consumo fresco richiede frutti regolari, con polpa abbondante e soda, epicarpo sottile e pochi semi. Le bacche più apprezzate sono quelle tondo-lisce e costolute, anche se un'importante fetta di mercato appartiene al pomodoro "cherry" ovvero frutti tondi che non superano la pezzatura di una ciliegia.

Le varietà ad accrescimento determinato, generalmente utilizzate per il pomodoro da industria, presentano un apice meristemico che in un determinato momento del

ciclo, dopo aver completato la crescita vegetativa, si trasforma in un infiorescenza sbloccando la produzione di nuovi germogli all'ascella delle foglie precedentemente formate facendo acquisire alla pianta una taglia contenuta con un portamento cespuglioso che va a favorire la completa meccanizzazione del ciclo produttivo.

La scelta varietale nel pomodoro da industria dipende principalmente dalla destinazione industriale in quanto vi sono diverse tipologie di preparati che richiedono specifiche e differenti caratteristiche. I pomodori da pelati devono avere una forma allungata, una buccia spessa e soda che si stacca con facilità durante la pelatura, assenza di difetti; i pomodori per concentrati devono avere un colore rosso con pochi semi e poche bucce, un'alta resa industriale con alto contenuto di licopene, di zuccheri, di residuo secco e un sapore accentuato.

Negli ultimi anni un grande lavoro è stato effettuato sul miglioramento genetico per aumentare l'efficienza della coltivazione del pomodoro da industria: portamento cespuglioso con massa fogliare contenuta ma coprente, ben definito e quanto più possibile eretto per favorire la meccanizzazione soprattutto in fase di raccolta; fioritura abbondante, maturazione contemporanea con frutti resistenti alla sovraturazione e resistenti alle spaccature, di facile distacco dal peduncolo (carattere *jointless*), con buccia resistente agli urti; tolleranza e resistenza alle avversità biotiche e abiotiche.

2. Il pomodoro da industria – tecnica colturale

2.1. Avvicendamento

Nella rotazione colturale la pianta di pomodoro viene considerata una coltura da rinnovo. Viene consigliata una rotazione di almeno 3-4 anni prima di coltivare nuovamente il pomodoro sullo stesso appezzamento o altre specie della famiglia di solanaceae e cucurbitaceae, questo per poter evitare una crescita eccessiva della carica patogena di nematodi e parassiti fungini, per poter contenere la flora infestante e per evitare accumuli di composti fitotossici nel suolo.

2.2. Preparazione del terreno

La prima operazione che viene effettuata su un appezzamento destinato alla coltivazione del pomodoro è un livellamento del terreno, questa operazione elimina eventuali avvallamenti agevolando la buona riuscita di semina o trapianto e favorendo lo sgrondo delle acque; il ristagno idrico andrebbe infatti a favorire il proliferare di malattie fungine.

Le odierne lavorazioni del suolo partono nel periodo estivo-autunnale da una ripuntatura a 50-60 cm e una successiva aratura superficiale di 25-30 cm per favorire l'approfondimento radicale senza influire negativamente sulla fertilità del suolo, favorire l'interramento non troppo profondo dei residui favorendone l'umificazione, formare minori zollosità facilitando le successive operazioni andando anche ad aumentare la sostenibilità economica e ambientale dell'operazione rispetto alle vecchie lavorazioni che prevedevano profonde arature.

Le successive preparazioni del terreno, effettuate nel periodo autunnale e/o primaverile, hanno lo scopo di sminuzzare le zolle per preparare un buon letto di semina apportando un ulteriore piccolo livellamento e un'eliminazione di eventuali malerbe, il tutto cercando di effettuare minor passaggi possibili per evitare un eccessivo calpestamento e perdita di umidità. Le operazioni autunnali vengono effettuate con erpici a dischi o a denti fissi per andare ad ultimare la preparazione nel periodo primaverile con un passaggio di erpice rotante.

2.3. Impianto

La messa a dimora delle piante può essere effettuata attraverso due sistemi ovvero la semina diretta e il trapianto, negli ultimi anni viene maggiormente utilizzato il secondo per uniformità, scalarità e vigoria anche se la semina ha alcuni vantaggi come la minor richiesta di manodopera, il maggior approfondimento radicale e la rusticità.

La semina diretta viene effettuata con seminatrici di precisione evitando così il diradamento, pratica necessaria se si utilizzano seminatrici tradizionali, è un'operazione utilizzata solo per la coltivazione in pieno campo. Le dosi di seme variano dai 1-1,5 kg con diradamento ai 0,4-0,5 kg escluso diradamento, la profondità va da 1,5 cm a 3 cm in funzione del tipo di terreno, la distribuzione dei semi può essere effettuata in file singole con distanza 1,4-1,5 m (investimento 40000-60000 piante/ha) o in file binate (maggiormente utilizzate) con distanza di 30-40 cm tra le due file della bina e 1,5 m tra le bine (investimento 60000-80000 piante/ha); le bine forniscono diversi vantaggi quali il miglior ombreggiamento dei frutti, maturazione contemporanea, minori costi per l'impianto d'irrigazione, facilità di raccolta. La semina diretta viene effettuata dalla seconda metà di marzo alla prima metà di aprile quando il terreno ha raggiunto la temperatura minima di 12 °C. Questa operazione comporta alcuni svantaggi quali la preparazione di un letto di semina molto accurato, le maggiori quantità di seme utilizzato e il diradamento necessario in alcune occasioni.

Il trapianto parte con l'arrivo dai vivai di piantine allo stadio di 4-5 foglie con un'altezza di 10-15 cm a circa 40-60 giorni dalla semina. L'operazione avviene con apposite trapiantatrici che possono necessitare o meno di operatori, viene effettuata dalla metà di aprile fino alla fine del mese di maggio. Rispetto alla semina nel trapianto vengono ridotti gli investimenti andando da 25000-30000 piante/ha per le file singole a 35000-50000 piante/ha nelle file binate. Il trapianto rispetto alla semina ha i seguenti vantaggi: l'ottenimento di un investimento regolare e uniforme per ottenere quindi una maturazione omogenea e anticipata, una riduzione del ciclo, la possibilità di stendere le manichette per l'irrigazione a goccia e l'eventuale film pacciamante se utilizzato.

2.4. Vivaismo

La produzione vivaistica si basa sull'ottenimento di piante di alta qualità utilizzate per

il trapianto in pieno campo; i vantaggi che questo processo comporta si ripercuotono sul ciclo colturale beneficiando sulle produzioni e sulla qualità finale, questi vanno dalla rapida e genuina ripresa vegetativa post trapianto alla sicurezza sanitaria, la disponibilità nel periodo desiderato e l'uniformità di dimensione (Gianquinto et al., 2010).

Per il pomodoro da industria vengono utilizzati contenitori con un numero di alveoli elevato, da 160 a 336 fori con una maggioranza di impiego dei 209, 229 e 240 fori; le forme degli alveoli maggiormente utilizzate sono due: tronco-piramidale e tronco-conica, con una preferenza nei confronti della prima in quanto fornisce un aumento di volume del 30 % e un migliore sviluppo verticale dell'apparato radicale rispetto alla seconda.

I substrati comunemente utilizzati sono composti da miscugli di torbe bionde (60%), brune e nere (40%) con le seguenti caratteristiche: elevato potere tampone, buona porosità, capacità di aderire a seme e radici, pH compreso tra 5,5 e 6,5 e conducibilità elettrica (EC) che non supera gli 1,5 dS/m (Gianquinto et al., 2010).

Durante la fase di riempimento dei contenitori un'importante operazione è la pressatura del substrato per poter agevolare l'adesione con il seme e le radici, un altro vantaggio che si ottiene è la compattezza del pane di terra che durante il trapianto eviterà di sbriciolarsi.

Il processo di semina avviene in modo meccanico grazie a macchine automatizzate che, dopo aver riempito i contenitori e pressato, depositano un seme per ogni alveolo, bagnano con acqua e distribuiscono la vermiculite sopra per ridurre l'evaporazione. I contenitori finiti e accatastati vengono riposti in celle di germinazione per 36-72 ore dove persiste un ambiente buio con una temperatura di 22-26 °C e un U.R. del 90-100%, questo garantisce delle condizioni ideali per la germinazione. Nel momento in cui la radichetta fuoriesce dal seme e l'epicotile inizia ad allungarsi i contenitori vengono trasferiti nelle serre di allevamento, vengono riposti a terra su vasetti rovesciati o griglie metalliche ad un'altezza di 20-25 cm da terra per permettere lo sgrondo delle acque. Le temperature durante l'allevamento variano molto in base al periodo, alle condizioni climatiche e alla fase di crescita, solitamente si attestano sui 20-25 °C diurni e 14-17 °C notturni (Gianquinto et al., 2010).

Per una corretta crescita le piantine hanno bisogno di irrigazioni periodiche e di corrette concimazioni. Le esigenze nutritive non sono elevate, ma necessitano di una corretta programmazione e di un giusto utilizzo degli elementi a disposizione a partire

dell'emissione della prima foglia vera; la distribuzione avviene tramite fertirrigazione utilizzando soluzioni nutritive distribuite con gli impianti di irrigazione sovrachioma. Il ridotto volume dei cubetti di substrato comporta una grande attenzione nella gestione delle irrigazioni in quanto risulta difficile capire quale sia il momento e il volume irriguo giusto, inoltre durante il ciclo questi aspetti variano molto da fase a fase; un corretto modo di operare dovrebbe prevedere una progressiva riduzione del volume irriguo con un aumento della frequenza delle irrigazioni, bisogna per giunta inumidire uniformemente il substrato per ottenere una corretta crescita.

Il controllo fitosanitario è un altro punto fondamentale della coltivazione vivaistica in quanto micosi e batteriosi trovano un ambiente favorevole per il loro sviluppo grazie all'elevata umidità e alle giuste temperature, risulta necessario avere buoni sistemi di ventilazione e aperture laterali o sul colmo per permettere il ricircolo dell'aria.

2.5. Irrigazione

La carenza di acqua nel pomodoro determina un allungamento del ciclo produttivo stimolando la produzione di nuove foglie e infiorescenze, questa reazione si ripercuote sulle bacche già presenti andando a bloccarne la crescita con conseguente calo di resa quantitativa e qualitativa; determina inoltre lo svilupparsi di fisiopatie (Gianquinto et al., 2010). Il pomodoro è una specie isodrica ovvero ha una scarsa capacità di estrarre l'acqua dal suolo, essa risulta più sensibile ai deficit idrici durante la fioritura, l'allegagione e in fase di ingrossamento delle bacche; la frequenza e il volume degli interventi irrigui variano in base ad epoca di semina/trapianto, sistemi di distribuzione e andamento climatico; in mancanza di precipitazioni un'irrigazione post-trapianto per favorire l'attecchimento risulta necessaria. Importante sarà anche non avere eccessi idrici che favoriscono l'insorgere di patologie e portano ad una vegetazione eccessivamente rigogliosa a discapito di accrescimento e qualità dei frutti.

I principali metodi di irrigazione utilizzati sono:

- Irrigazione a pioggia: consiste nell'erogare l'acqua per aspersione ovvero sottoforma di piccole gocce distribuite sopra la coltura come se fosse pioggia, con questo metodo si riescono a coprire in un lasso di tempo mediamente basso grandi porzioni di terreno con buone quantità di acqua. Le due attrezzature utilizzate sono il rotolone e i ranger/pivot.

- Irrigazione a goccia: comporta la distribuzione di piccole quantità di acqua per un periodo prolungato e con turni ravvicinati tra loro, questo favorisce il mantenimento di un'umidità costante sul terreno riducendo il rischio di proliferazione di malattie fungine e diminuendo la diffusione di malerbe rispetto all'irrigazione per aspersione. Per questo metodo vengono utilizzate le manichette, distribuite su ogni fila/bina, collegate ad una linea principale che parte dal sistema di pompaggio e filtraggio.
- Irrigazione per scorrimento: metodo sempre meno utilizzato dato che necessita di un'adeguata preparazione del terreno (pendenze adeguate) ed elevati volumi di acqua senza poter regolare precisamente i volumi e la distribuzione.

2.6. Controllo delle malerbe

Le principali piante infestanti per la coltura del pomodoro sono *Amaranthus retroflexus* (amaranto comune), *Chenopodium album* (farinello comune), *Solanum nigrum* (erba morella) e *Portulaca oleracea* (porcellana comune) per quanto riguarda le dicotiledoni; mentre per le monocotiledoni sono *Sorghum halepense* (sorghetta) ed *Echinochloa crus-galli* (giavone) (Gianquinto et al., 2010). La pianta di pomodoro è sensibile all'antagonismo delle malerbe soprattutto nelle prime fasi del ciclo, proseguendo con lo sviluppo la coltura andrà poi a coprire una buona porzione di terreno limitando la crescita delle infestanti. I metodi per contenere le malerbe sono molteplici: corretta rotazione colturale, utilizzo di seme puro, contenimento eseguito prima dell'impianto con il metodo della falsa semina ovvero una preparazione anticipata del letto di semina per agevolare l'emergenza delle malerbe e poterle eliminare prima della messa a dimora delle piante, filtraggio delle acque utilizzate per l'irrigazione, lavorazioni meccaniche con coltura in atto come la sarchiatura, diserbo chimico (agricoltura convenzionale), controllo delle infestanti anche a fine coltura per evitare che vadano a seme.

2.7. Difesa dalle avversità

Le avversità che colpiscono la pianta di pomodoro sono molteplici e variano molto in base all'areale di produzione, ai metodi di coltivazione utilizzati e alle condizioni

climatiche; queste ultime in particolare sono un fattore determinante e di difficile previsione in quanto variano velocemente, per questi motivi è difficile utilizzare metodi e prodotti ad ampio spettro dovendo quindi essere sempre pronti ad intervenire nel modo e nel momento opportuno per non rischiare di compromettere la produzione.

Le malattie fungine di maggiore interesse sono la Peronospora (*Phytophthora infestans*) e l'Alternaria (*Alternaria solani*, *Alternaria tenuis*), septoriosi e Oidio sono invece di minore importanza (Gianquinto et al., 2010). La Peronospora è una patologia che attacca durante tutto il ciclo con particolare aggressività durante la fioritura e alla maturazione, le condizioni ideali sono bagnature prolungate (anche le irrigazioni per aspersione) e umidità elevata; l'Alternaria si sviluppa anch'essa con umidità elevata e alte temperature andando a colpire durante la maturazione danneggiando le bacche. Per combattere le malattie fungine vengono applicati prodotti a base di rame in prevenzione o prodotti sistemici in condizioni più adatte allo sviluppo fungino.

Le principali batteriosi che attaccano il pomodoro sono la maculatura batterica e il cancro batterico. Il principale danno causato dalle batteriosi e dalle virosi si ripercuote sulla qualità del prodotto finale; il controllo avviene solitamente in modo contenitivo poiché non vi sono sistemi risolutivi, per questo motivo si utilizzano metodi preventivi come il controllo della sanità del seme o delle piantine, l'attenzione a non provocare ferite alle piante e la corretta rotazione colturale per poter ridurre al minimo il potenziale d'inoculo del terreno.

I principali parassiti animali sono insetti (lepidotteri, afidi, elateridi), ragnetto rosso (*Tetranychus urticae*) e nematodi (*Meloidogyne spp.*). Gli insetti sono di facile controllo chimico con interventi eseguiti al superamento della soglia di guardia monitorata grazie all'uso di trappole; contro il ragnetto rosso vengono eseguiti trattamenti solo se si sviluppano evidenti focolai; la lotta ai nematodi è preventiva poiché grazie alle analisi del suolo si può monitorare la presenza utilizzando varietà resistenti, se necessario.

2.8. Raccolta

La raccolta viene effettuata quando le bacche sono mature ovvero quando hanno raggiunto la colorazione ideale e completato l'ingrossamento, dato che risulta impossibile avere tutte le bacche in condizioni ottimali si cercherà di raccogliere nel

momento in cui le bacche verdi, marcie o non commerciali saranno ridotte al minimo. L'epoca di raccolta, per coincidere con il periodo di lavorazione negli stabilimenti industriali, parte dall'inizio del mese di agosto per terminare a fine settembre.

La raccolta al giorno d'oggi viene eseguita a macchina con un unico passaggio e con un ridotto impiego di personale. Esistono due tipi di macchinari, semoventi e trainati, che agiscono con il medesimo sistema: il taglio viene effettuato da un pick-up anteriore che asporta tutta la pianta, la convoglia su un nastro trasportatore fino all'arrivo sul battitore che effettua il distaccamento delle bacche dalle piante, gli scarti vengono scaricati sul terreno mentre le bacche vengono convogliate nella zona cernita (effettuata con sensore ottico nelle macchine semoventi di nuova generazione) per poi essere portate direttamente sui rimorchi che viaggiano affiancati al macchinario, questi possono essere di piccole dimensioni e ribaltabili dato che vengono usati per manovre più difficili e dovranno poi essere scaricati su quelli più grandi o si possono utilizzare già quelli che verranno poi utilizzati per il conferimento in modo da evitare delle sollecitazioni ulteriori alle bacche dovute allo scarico da un rimorchio all'altro. Per garantire un cantiere di lavoro senza problematiche e con la massima efficienza è opportuno gestire al meglio il terreno delle fasi finali del ciclo, evitare per quanto possibile solchi eccessivi mantenendo un terreno piano per ridurre al minimo la contaminazione con zolle, controllare la flora infestante per agevolare il lavoro di taglio delle macchine e far sì che il terreno sia ben drenato per evitare ristagni idrici che comporterebbero difficoltà di passaggio dei mezzi e rallentamento delle operazioni di raccolta. Prima della raccolta bisogna inoltre togliere le manichette per l'irrigazione se vengono utilizzate, in quanto potrebbero ostacolare le macchine raccogliatrici.

Possono considerarsi buone rese 80-100 t/ha che potrebbero arrivare a 120/140 t/ha in condizioni ambientali ottimali.

2.9. Conferimento e lavorazione industriale

Per il trasporto dai cantieri di raccolta alle fabbriche per la lavorazione vengono utilizzati rimorchi con scarico idraulico o grandi casse poste sui pianali, il vantaggio principale dell'utilizzare questi sistemi è il risparmio di manodopera anche se questi comportano alcuni svantaggi come l'integrità dei frutti in quanto subiscono molti urti, ciò comporta la necessità di avere varietà con bacche consistenti ed effettuare la

raccolta quando la maturazione non è ad uno stadio avanzato. Una volta arrivati in fabbrica i pomodori vengono stoccati nei cassoni utilizzati per il trasporto o in grandi vasche d'acqua in attesa di essere processati.

I parametri richiesti dalle fabbriche variano in funzione delle esigenze e dei contratti stipulati, oltre al peso vengono valutate altre caratteristiche qualitative che vanno ad incidere sul prezzo:

- Contenuto di sostanza secca, va ad incidere in modo inversamente proporzionale sulla % di acqua nelle bacche agevolando quindi l'ottenimento del prodotto finale;
- Grado Brix, deve essere elevato perché da esso dipendono le qualità organolettiche
- Contenuto di licopene
- Acidità
- Scarto, viene espresso in percentuale e tiene conto del materiale inerte come terra, vegetazione, ecc.. e prodotto di seconda categoria ovvero bacche che presentano difetti come una maturazione non completa, marcescenze, fango, lesioni, ecc...

Le bacche possono subire diverse tipologie di processi in funzione al derivato che si vuole ottenere: pomodori pelati ricavati da varietà a bacca allungata che viene privata della buccia e inscatolata, polpe e pomodori tritati dove il frutto viene tagliato in piccoli cubetti e confezionato con il succo dopo aver rimosso semi e buccia, succo naturale o aromatizzato ottenuto dalle polpe prive di bucce e semi, concentrato di pomodoro ovvero succo con più alta percentuale di residuo secco, disidratato ottenuto dalla disidratazione del succo di pomodoro per produrre polvere o fiocchi, salsa per condimento ("Ketchup") ricavata dal concentrato di pomodoro con aggiunta di aceto, spezie e zucchero.

3. Obiettivo della tesi

Il lavoro di tesi considera la coltivazione del pomodoro da industria, dalla produzione vivaistica alla raccolta. Le piante sono state coltivate in un vivaio specializzato dove la semina è avvenuta su quattro tipologie di substrato differente. Allo stadio di 4-5 foglia le plantule sono state trapiantate in campo per far proseguire lo sviluppo fino alla raccolta.

La sperimentazione si è posta lo scopo di osservare se l'utilizzo di differenti substrati in fase vivaistica influisce sulla crescita delle piante in campo e sulle produzioni finali, tenendo in considerazione l'epoca di fioritura e di maturazione, la scalarità e la produzione di bacche.

4. Materiali e metodi

4.1. Coltivazione vivaistica

La sperimentazione, nella fase vivaistica, ha avuto luogo in un vivaio specializzato nella produzione di piante di pomodoro da industria. L'azienda si chiama RovigoVivai il cui titolare è Casarotto Gianpaolo, è situata in via Grimana 1161, nel comune di Loreo (RO).

La varietà scelta ed utilizzata è Heinz 1307 (ibrido F1), pianta rustica con una genetica mirata sulla resistenza alle malattie (*Alternaria solani* e *Xanthomonas*, in particolare); è un ibrido di buona vigoria che non va però ad ostacolare la copertura del terreno, ciclo medio. I frutti hanno forma quadrata-ovale con polpa spessa e consistente, colore intenso sia internamente che esternamente, ottima pezzatura ed elevato grado Brix.

I substrati utilizzati sono stati quattro, di cui due presenti sul mercato e gli altri in fase di sperimentazione:

- Technic 50-50 (cod. Technic-A): composizione 50% torba nera gelata – 50% torba bionda baltica, struttura fine, concimazione 600 g/m³ pg-mix 15-10-20, addizione 4,9 kg/m³ Dolokal;
- Technic 50-50 Bio (cod. Technic-B): composizione 50% torba nera gelata – 50% torba bionda baltica, struttura fine, addizione 4,9 kg/m³ Dolokal;
- DB Compact LA (DB Compact-A): struttura fine, composizione torba bionda da mattonella – torba bruna baltica – torba nera tedesca dove la prima assicura una buona ritenzione idrica mentre le altre due favoriscono un elevato potere tampone, concimazione a basso contenuto di azoto con un buon complesso di microelementi per permettere una crescita compatta della plantula con prestazioni produttive ottimizzate fino alla conclusione del ciclo, pH 5,5 – 6.
- DB Compact Pom (DB Compact-B): struttura fine, composizione torba bionda da mattonella – torba bruna baltica – torba nera tedesca dove la prima assicura una buona ritenzione idrica mentre le altre due favoriscono un elevato potere tampone, concimazione a basso contenuto di azoto con un buon complesso di microelementi per permettere una crescita compatta della plantula con prestazioni produttive ottimizzate fino alla conclusione del ciclo, pH 5,5 – 6, indicata per la coltivazione del pomodoro;

I due substrati Technic sono già presenti in commercio, risultano uguali nella composizione delle torbe con l'unica differenza che il primo è concimato (600 g/m³ pg-mix) mentre il secondo no e per questo motivo è utilizzabile nell'agricoltura biologica.

I due substrati DB Compact sono ancora in fase di sperimentazione, sono simili nelle caratteristiche generali differendo in specifiche tecniche (non divulgate dalla ditta produttrice giacché ancora sperimentali) in quanto una risulta adatta alla coltivazione del pomodoro mentre l'altra ha un impiego generalizzato sulla maggior parte delle specie orticole.

Per ciascun substrato sono stati utilizzati 10 contenitori alveolati da 260 fori, in polistirolo, con dimensioni di 514 mm di lunghezza, 324 mm di larghezza e 57 mm di altezza. I fori erano di forma quadrato-piramidale con passo di 25 mm nel lato lungo e 24 mm nel lato corto.

La semina è avvenuta il 27 aprile 2023 con un macchinario automatico: questo preleva i contenitori alveolati vuoti, riempie e pressa il substrato (grazie ad un rullo crea i fori per poi inserire i semi attraverso un sistema pneumatico). In seguito, al di sopra dei contenitori viene distribuita la vermiculite, il tutto viene bagnato con acqua prima di essere riposto nella cella di germinazione. All'interno della cella i contenitori sono rimaste per circa 48 ore, ad una temperatura di 24 °C e una umidità relativa intorno al 95%. Nel momento in cui, grazie a dei rilievi manuali, si è constatato che i semi hanno emesso radichetta ed epicotile i contenitori sono stati portati nelle serre di coltivazione per essere stesi su griglie metalliche poste a 30 cm da terra.

Le piantine hanno proseguito la loro crescita in serra per circa quattro settimane dove sono state allevate con metodo biologico come tutte le altre piante presenti nella serra (Fig. 1). Queste sono state quotidianamente irrigate grazie alle ali gocciolanti automatizzate presenti e sono state inoltre trattate e concimate periodicamente come da protocolli aziendali.

La coltivazione in serra è terminata in data 29 maggio 2023 essendo le piante pronte per essere trapiantate.

Le piante sono state quindi valutate per il loro grado di accrescimento. Per ciascuno dei contenitori sono state prelevate 5 piantine e per ciascuna di queste è stato determinato l'altezza e il numero di foglie.

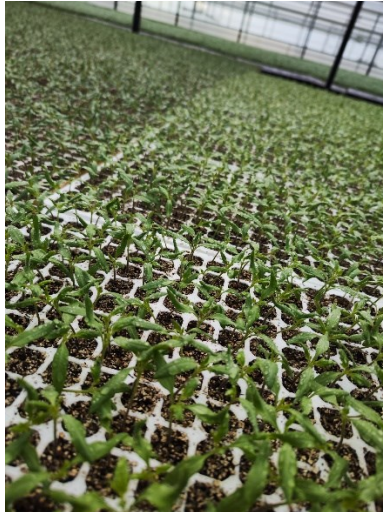


Figura 1. *Piantine di pomodoro durante la fase di crescita in vivaio*

4.2. Sperimentazione in pieno campo

La sperimentazione in pieno campo, dopo la fase vivaistica, è avvenuta in una piccola porzione di terreno destinata annualmente alla coltivazione di ortaggi per il consumo familiare. Si trova infatti all'interno dell'azienda agricola di famiglia del laureando situata in via U. Maddalena n. 77 nel comune di Pettorazza Grimani (RO).

Il terreno, di natura franco-sabbiosa, ha subito un passaggio con una fresa per trattore ad inizio primavera per preparare grossolanamente la superficie eliminando malerbe e residui presenti. Prima del posizionamento della pacciamatura è stata effettuata una concimazione di fondo a base di pollina biologica pellettata per sostenere la crescita dato che non sono più state effettuate concimazioni con coltura in atto. Di seguito è stato effettuato un passaggio con un piccolo motocoltivatore per incorporare il concime ed affinare il terreno.

Il posizionamento del telo pacciamante è avvenuto in data 22 maggio 2023. Come telo pacciamante è stato utilizzato un film biodegradabile (mater-B) di colore nero, largo 150 cm, per mantenere un metodo di coltivazione biologico. Sotto la pacciamatura sono state inoltre posizionate due manichette (una per fila), esse sono state quindi innestate alla linea principale collegata direttamente al pozzo artesiano utilizzato per l'irrigazione (Fig. 2).

Sono state predisposte quattro file binate, ciascuna delle quali ha rappresentato il blocco sperimentale. Tra le bine è stato mantenuto un corridoio di 80 cm, per

permettere il corretto sviluppo delle piante e il passaggio con il motocoltivatore per il contenimento delle infestanti.



Figura 2. *Posizionamento della pacciamatura.*

Il trapianto è avvenuto il giorno 29 maggio 2023.

Come detto, la coltivazione è avvenuta in file binate. Le piante sono state quindi disposte in due file distanti tra loro 30 cm, mentre sulle file le piante sono state spaziate di 50 cm.

Le bine erano lunghe 12 m; ciascuna bina è stata suddivisa in 4 parcelle lunghe 3 m entro cui sono state trapiantate le piante delle 4 tesi (Fig. 3). In definitiva, il disegno sperimentale adottato è stato il blocco randomizzato con 4 ripetizioni (blocco/bina).

Durante la crescita delle piante sono stati eseguiti tre passaggi nell'interfila con il motocoltivatore per eliminare le malerbe (Fig. 4 e 5); in concomitanza sono state anche eliminate manualmente le piante infestanti cresciute sulle file. Non sono state effettuate concimazioni e trattamenti fitosanitari; sono stati necessari alcuni interventi

irrigui anche se hanno provveduto alla maggior parte del fabbisogno irriguo le precipitazioni di giugno, luglio e inizio agosto.

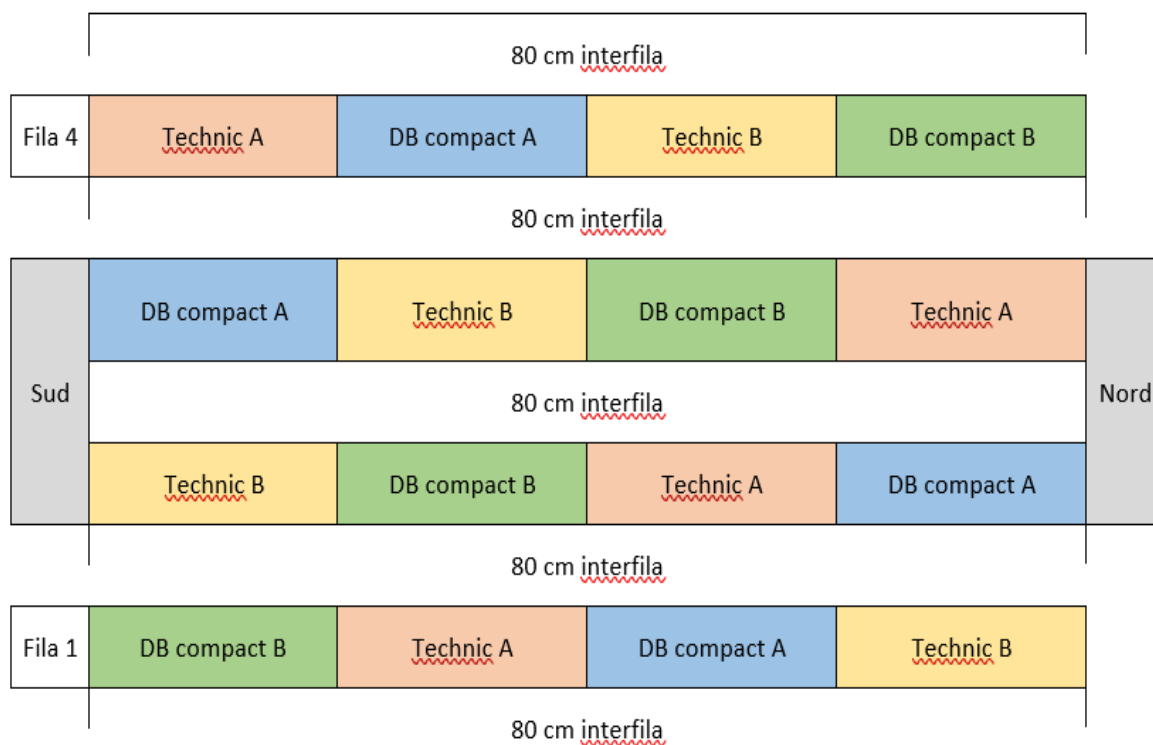


Figura 3. *Disposizione in campo di tesi e ripetizioni*



Figura 4. *Fresatura dell'interfila.*



Figura 5. *Risultato del contenimento delle infestanti.*

Le performace delle piatine allevate sui 4 diversi substrati sono state valutate attraverso il monitoraggio delle fasi fenologiche delle piante e la stima della resa e delle sue componenti.

Per le fasi fenologiche sono stati considerati due aspetti, l'inizio della fioritura e l'inizio dell'invaiaitura. Il primo aspetto è stato valutato il 20 giugno 2023, mentre il secondo è stato valutato in due date, il 29 luglio e il 5 agosto 2023.

Sono state considerate le 11 piante centrali di ciascuna parcella. Nel primo rilievo sono state contate le piante che si presentavano già fiorite. Nel secondo, è stato contato il numero di pomodoro per pianta che mostrava il cambiamento di colore. Inoltre, nel primo rilievo dell'invaiaitura è anche stata misurata la circonferenza dei frutti.

Infine, la raccolta è stata eseguita in tre interventi, intervallati tra loro di circa una settimana. Le valutazioni sono state fatte su 4 piante (le stesse per tutti e tre le raccolte), durante le raccolte sono stati pesati i pomodori maturi ammalati o sovraturati e pomodoro maturi e sani. Questi ultimo sono anche stati misurati in lunghezza e circonferenza.

I dati raccolti sono stati sottoposti ad analisi della varianza e le differenze tra le medie saggate con il test di Duncan. I dati percentuali sono stati trasformati nei rispettivi valori angolari prima dell'analisi.

5. Risultati

5.1. Coltivazione vivaistica

Alla fine della fase vivaistica, come detto, le piantine sono state valutate per accrescimento in altezza e per il numero di foglie.

I risultati della elaborazione dei dati raccolti hanno evidenziato che le plantule allevate nei diversi substrati non presentavano differenze statistiche nel numero di foglie (in media 4.35) mentre quelli dell'altezza hanno evidenziato valori maggiori nel caso dei due substrati DB Compact (in media, 11.4 cm), rispetto a quelli Technic. Con il substrato Technic-B, non si sono ottenuti risultati diversi, dal punto di vista statistico, rispetto a quelli degli altri substrati (Tab. 1).

Tabella 1. *Altezza delle plantule alla fine della fase vivaistica.*

Cod	Torba	Altezza (cm)
Technic-A	Technic 50-50	9.1 b
Technic-B	Technic 50-50 BIO	10.2 ab
DB Compact-A	DB compact LA	11.7 a
DB Compact-B	DB compact Pom	11.1 a

Valori con lettere diverse sono diversi dal punto di vista statistico per $p < 0.05$ (Test di Duncan).

5.2. Fioritura

Il monitoraggio delle piante fiorite è stato effettuato in data 20 giugno 2023, periodo nel quale le piante avevano iniziato la fioritura. Tale operazione ha avuto lo scopo di verificare se le diverse tipologie di substrato abbiano influenzato la precocità di fioritura, andando poi ad influenzare anche la precocità di maturazione.

Come si evince dalla figura 6 le due torbe Technic hanno comportato una presenza maggiore di piante con primo palco fiorito (in media, 50%) rispetto alle DB Compact (in media, 22.8%). Le differenze tra i due substrati della stessa ditta non sono risultate significative.

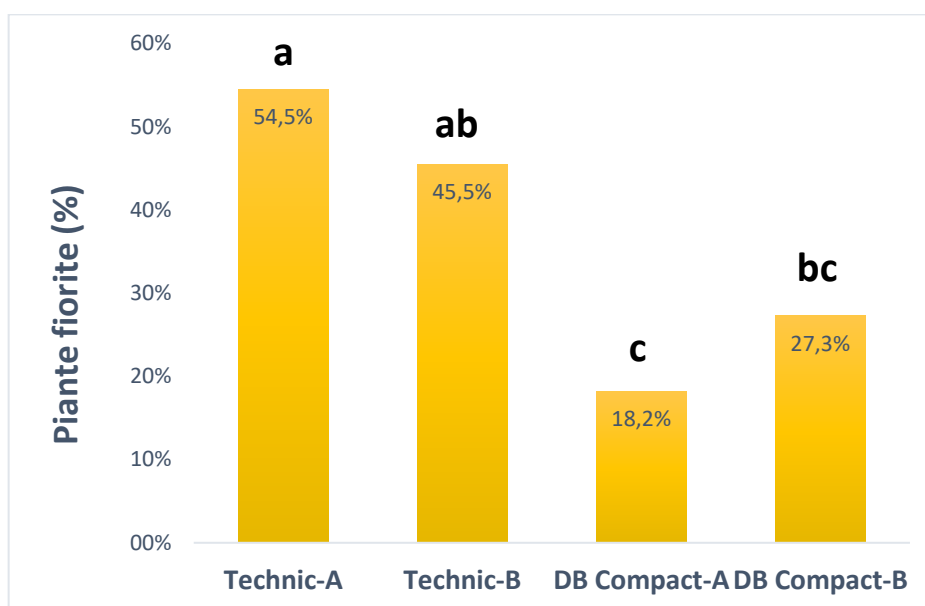


Figura 6. *Effetto dei substrati di coltivazione in fase vivaistica sulla percentuale piante con primo palco fiorito al 20/06/23. Valori con lettere diverse sono diversi dal punto di vista statistico per $p < 0.05$ (Test di Duncan).*

5.3. Invaiaatura

Durante il periodo dell'invaiaatura sono stati effettuati due rilievi tra loro distanti una settimana.

Il primo è stato svolto in data 29 luglio 2023, essendo ancora nelle prime fasi di invaiaatura sono stati conteggiati tutti i pomodori in cui il viraggio di colore (Fig. 7) era in corso, per ciascun substrato e replica. Questo primo monitoraggio ha avuto lo scopo di indagare se i substrati hanno avuto un'influenza su questo parametro e anche per capire se la precocità di fioritura ha anche determinato una precocità di invaiaatura.

I dati raccolti hanno dimostrato come le plantule allevate nel substrato Technic Bio (B) durante la fase vivaistica abbia avuto un ritardo nell'inizio della maturazione rispetto a quelle degli altri substrati (solo 0.11 pomodori invaiati per piante contro i 0.58 pomodori invaiati), facendo supporre che la pianta abbia bisogno di un periodo più lungo per portare i frutti a maturazione. Si può constatare inoltre che i substrati DB Compact, nonostante fossero risultati più lenti nell'entrare in fioritura, abbiano

avuto un numero di frutti in invaiatura simile rispetto a quelli del substrato Technic (A) (Fig. 8).



Figura 7. Frutti in invaiatura.

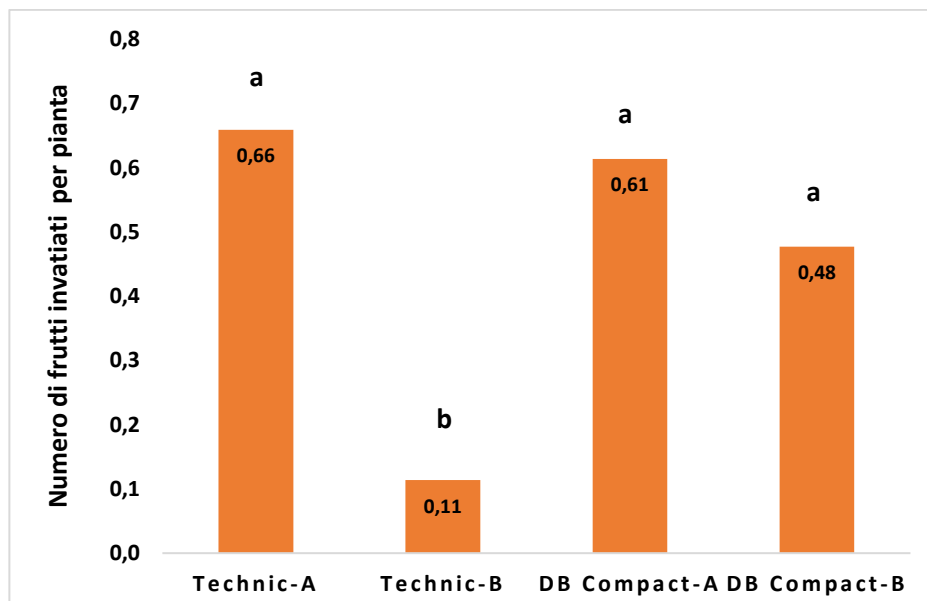


Figura 8. Effetto dei substrati di coltivazione in fase vivaistica sul numero di frutti di pomodoro invaiati per pianta al 19/07/23. Valori con lettere diverse sono diversi dal punto di vista statistico per $p < 0.05$ (Test di Duncan).

In questo primo rilievo di invaiatura era anche stata presa la circonferenza dei frutti invaiati. Questo parametro non è risultato influenzato dai substrati e, in media, è stato di 12.8 cm.

In data 5 agosto è stato effettuato il secondo rilievo per l'invaiaitura. Dalla figura 9, si osserva che il substrato DB Compact-A è risultato quello che ha determinato una minor presenza di frutti invaiati rispetto agli altri (6.8 rispetto a 10.2). Un'altra importante considerazione si può fare sul substrato Technic Bio (B) in quanto nel precedente monitoraggio era risultato essere in una fase di invaiatura arretrata, mentre ora ha presentato un buon numero di frutti in invaiatura, considerando il dato in relazione agli altri tre substrati.

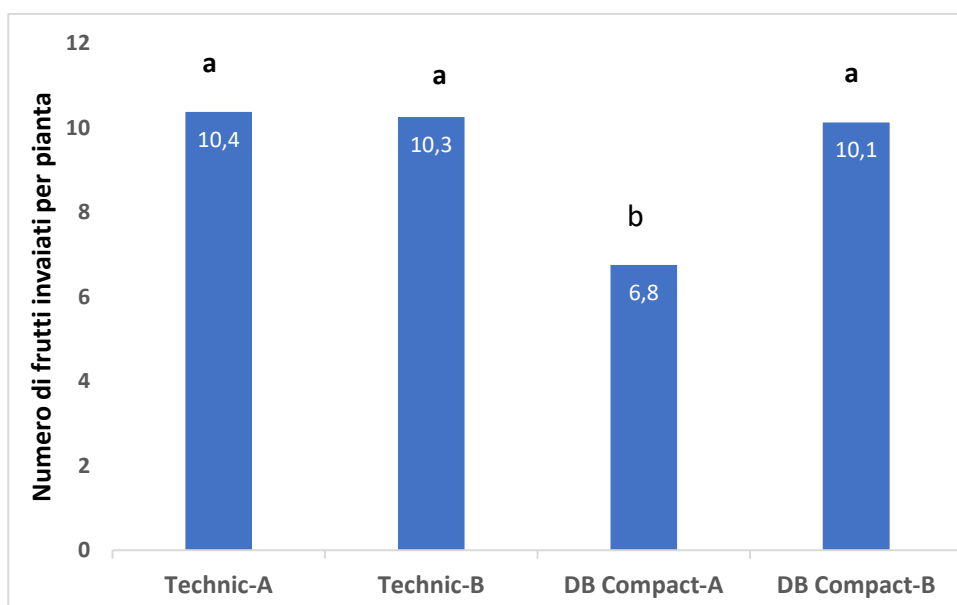


Figura 9. Effetto dei substrati di coltivazione in fase vivaistica sul numero di frutti di pomodoro invaiati per pianta al 05/08/23. Valori con lettere diverse sono diversi dal punto di vista statistico per $p < 0.05$ (Test di Duncan).

5.4. La raccolta

Per un corretto prelevamento dei dati in fase di maturazione sono state effettuate tre raccolte separate, intervallate tra loro di circa una settimana. In ogni raccolta sono stati prelevati e pesati i pomodori maturi sani e i pomodori maturi colpiti da malattie o sovramaturi (marci) per avere una quantificazione completa quantitativa e qualitativa della produzione.

La prima raccolta è stata effettuata in data 19 agosto, la successiva in data 28 agosto e l'ultima il giorno 4 settembre 2023.

Come si può notare dai risultati della prima raccolta (Fig. 10) il substrato Technic (A)

ha riportato una maggiore produzione di frutti maturi sani, rispettando agli altri substrati (0.51 kg/pianta contro una media di 0.24 kg/pianta). Questo in qualche modo conferma la maggiore precocità che le piante allevate in questo substrato hanno sempre mostrato a tutte le fasi fenologiche.

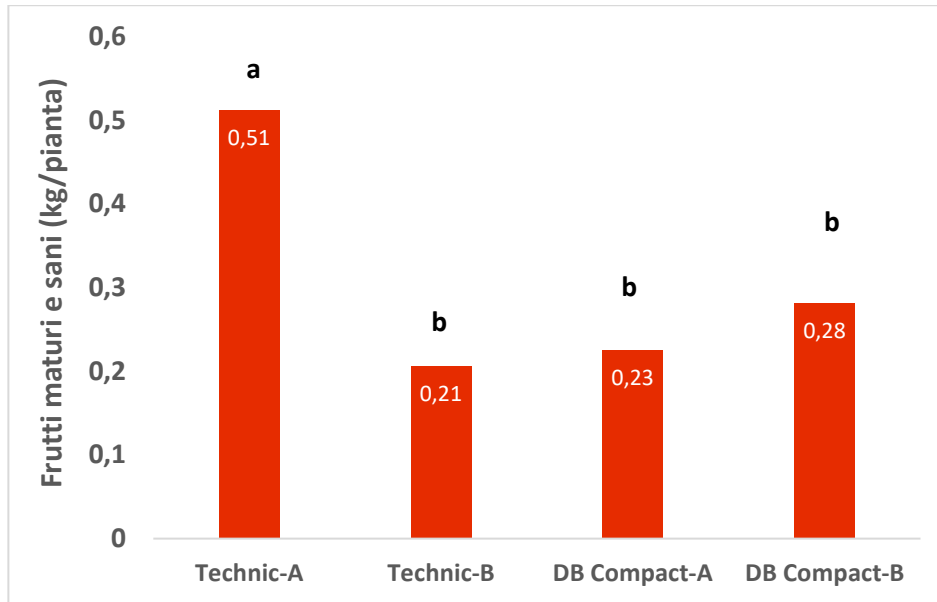


Figura 10. *Effetto dei substrati di coltivazione in fase vivaistica sulla produzione utile di pomodoro, alla prima raccolta (19/08/23). Valori con lettere diverse sono diversi dal punto di vista statistico per $p < 0.05$ (Test di Duncan).*

Alla seconda raccolta (Fig. 11), ancora una volta il substrato Technic (A) ha dato le maggiori produzioni in assoluto (1.00 kg/pianta) ma, in questo caso, i valori non sono risultati diversi da quelli dei substrati Technic (B) e DB Compact (A). Con il substrato DB Compact (B), invece, sono state ottenute le produzioni minori (soli 0.24 kg/pianta).

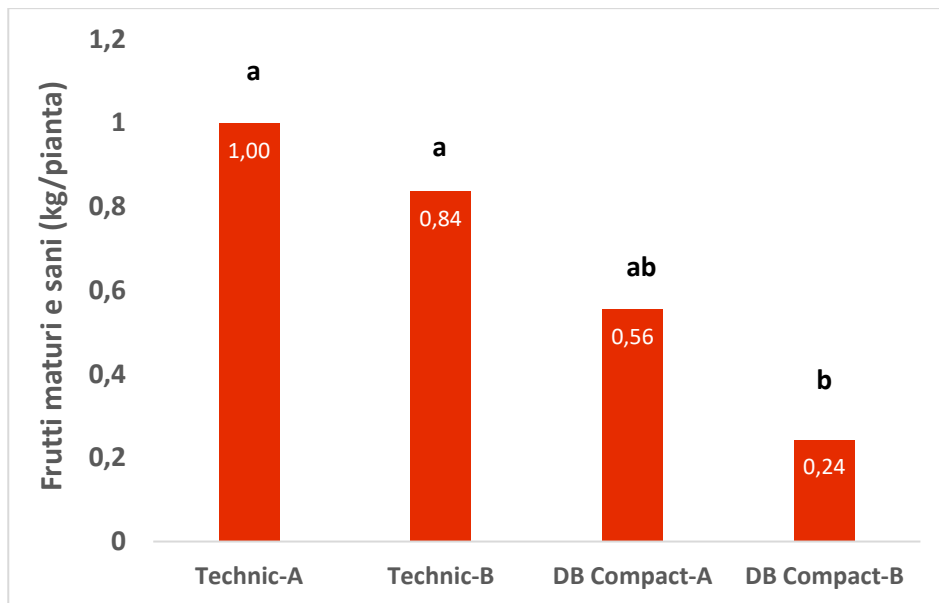


Figura 11. *Effetto dei substrati di coltivazione in fase vivaistica sulla produzione utile di pomodoro, alla seconda raccolta (28/08/23). Valori con lettere diverse sono diversi dal punto di vista statistico per $p < 0.05$ (Test di Duncan).*

Trend opposto si è riscontrato alla terza raccolta (Fig. 12): Con il substrato Technic (A) è stata ottenuta la minore produzione (0.28 kg/pianta) e con il substrato DB Compact (B), quella maggiore (0.61 kg/pianta).

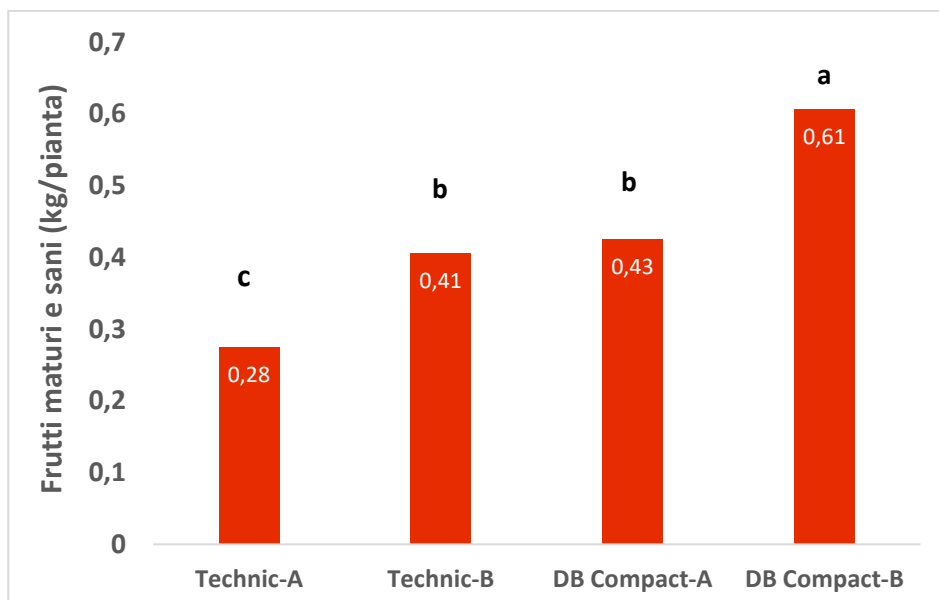


Figura 12. *Effetto dei substrati di coltivazione in fase vivaistica sulla produzione utile di pomodoro, alla terza raccolta (04/09/23). Valori con lettere diverse sono diversi dal punto di vista statistico per $p < 0.05$ (Test di Duncan).*

In ogni caso, la maggiore produzione totale per pianta (Fig. 13) è stata comunque riscontrata con il substrato Technic (A) (1.79 kg/pianta), che si è differenziato dal Technic (B), mentre con i substrati DB Compact (indifferentemente dall'A e dal B) si è avuta quella minore (1.17 kg/pianta, in media).

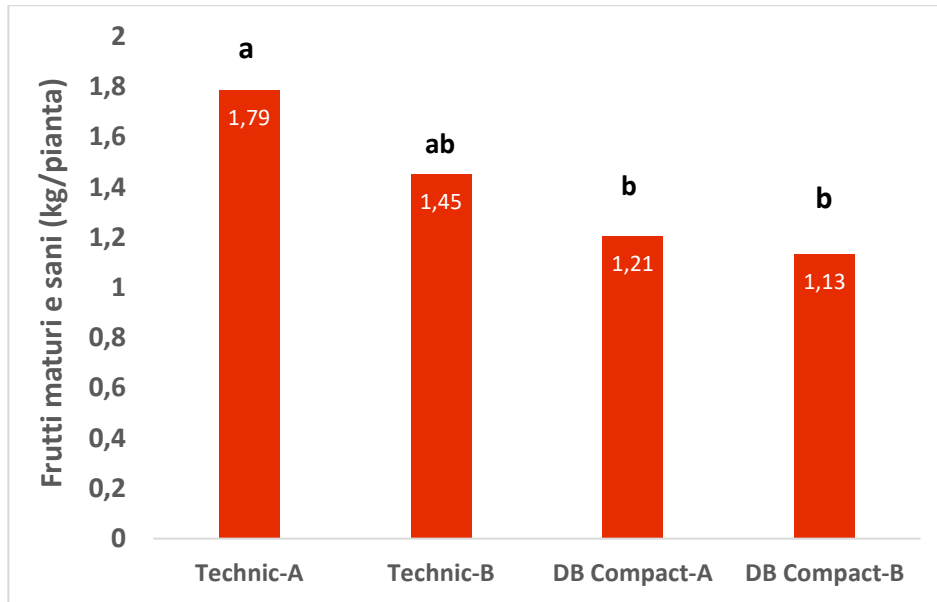


Figura 13. *Effetto dei substrati di coltivazione in fase vivaistica sulla produzione totale utile di pomodoro. Valori con lettere diverse sono diversi dal punto di vista statistico per $p < 0.05$ (Test di Duncan).*

Relativamente ai pomodoro malato o marci, alla prima raccolta come per quelli sani, il maggior peso è stati riscontrati con il substrato Technic (A) (0.56 kg/pianta contro i 0.29 kg/pianta degli altri substrati) (Fig. 14). Alla seconda raccolta, invece, il peso è stato simile per tutti i substrati (in media, 0.47 kg/pianta).

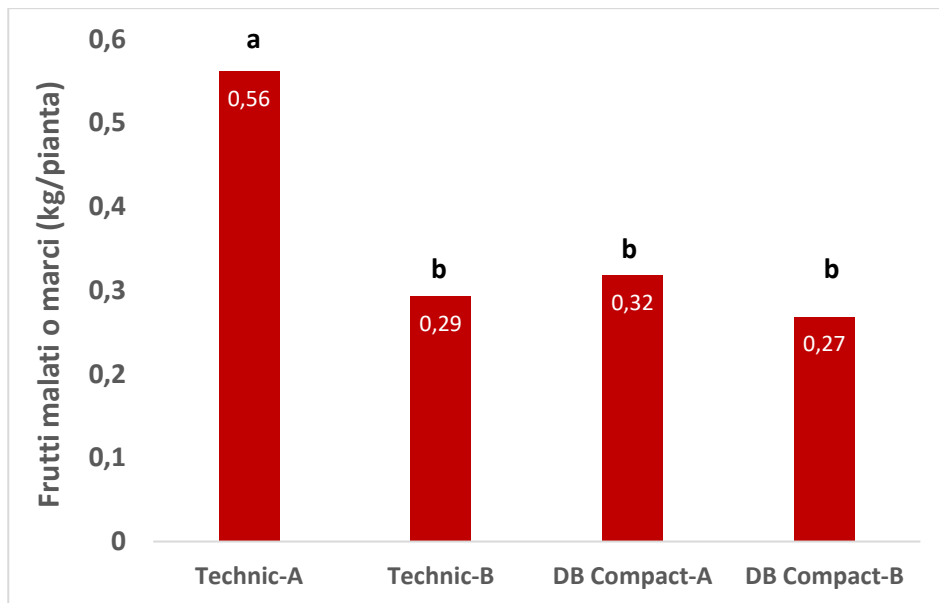


Figura 14. *Effetto dei substrati di coltivazione in fase vivaistica sulla produzione di pomodoro malati o marci, alla prima raccolta (19/08/23). Valori con lettere diverse sono diversi dal punto di vista statistico per $p < 0.05$ (Test di Duncan).*

Alla terza raccolta il trend ha ricalcato quello del prodotto utile, con il substrato Technic (A) che ha fatto registrare i valori minori (0.19 kg/pianta) e il substrato DB Compact (B) quelli maggiori (0.42 kg/pianta) (Fig. 15).

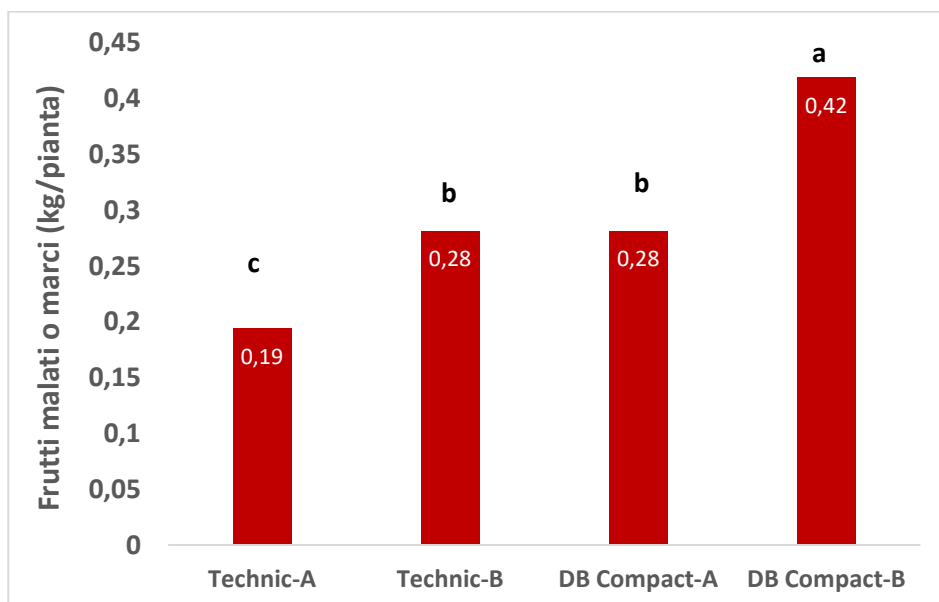


Figura 15. *Effetto dei substrati di coltivazione in fase vivaistica sulla produzione di pomodoro malati o marci, alla terza raccolta (04/09/23). Valori con lettere diverse sono diversi dal punto di vista statistico per $p < 0.05$ (Test di Duncan).*

Complessivamente la produzione non utile prodotta dalla pianta ha presentato lo stesso trend descritto per quella utile (Fig. 16), ovvero i valori più elevati sono stati riscontrati con il substrato Technic (A) (1.36 kg/pianta), seguito dal Technic (B) (senza troppe differenze) e quelli inferiori, ed uguali per i due substrati, con i substrati Compact (indifferentemente dall'A e dal B) (0.97 kg/pianta, in media).

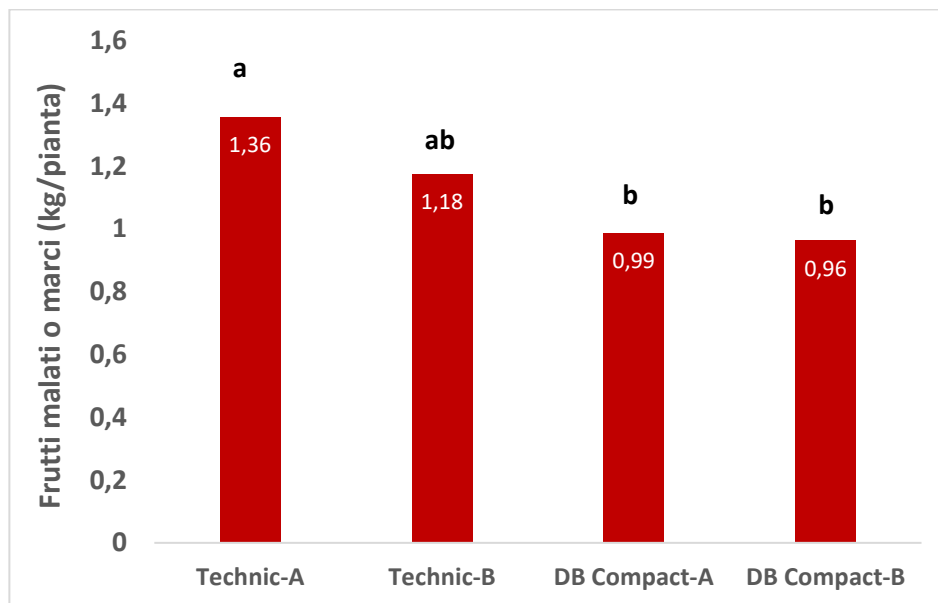


Figura 16. *Effetto dei substrati di coltivazione in fase vivaistica sulla produzione totale di pomodoro malati o marci. Valori con lettere diverse sono diversi dal punto di vista statistico per $p < 0.05$ (Test di Duncan).*

Per valutare le produzioni di biomassa complessiva allocata ai frutti, sono anche state sommate le produzioni di tutte e tre le raccolte e di tutte e due le qualità (sani e marci), e i risultati sono riportati in figura 17. Ancora una volta, le maggiori produzioni in assoluto sono state riscontrate con il substrato Technic (A) (3.14 kg/pianta), e le inferiori da punto di vista statistico con i due substrati Compact (2.09 kg/pianta, in media) (Fig. 17).

Va fatto notare che la produzione di scarto è stata in generale elevata, rappresentando in media il 44.6%. Va ricordato però che la coltura è stata condotta con un approccio biologico e questo ha portato, inevitabilmente, un aumento dell'incidenza di malattie e, in particolare, di peronospora.

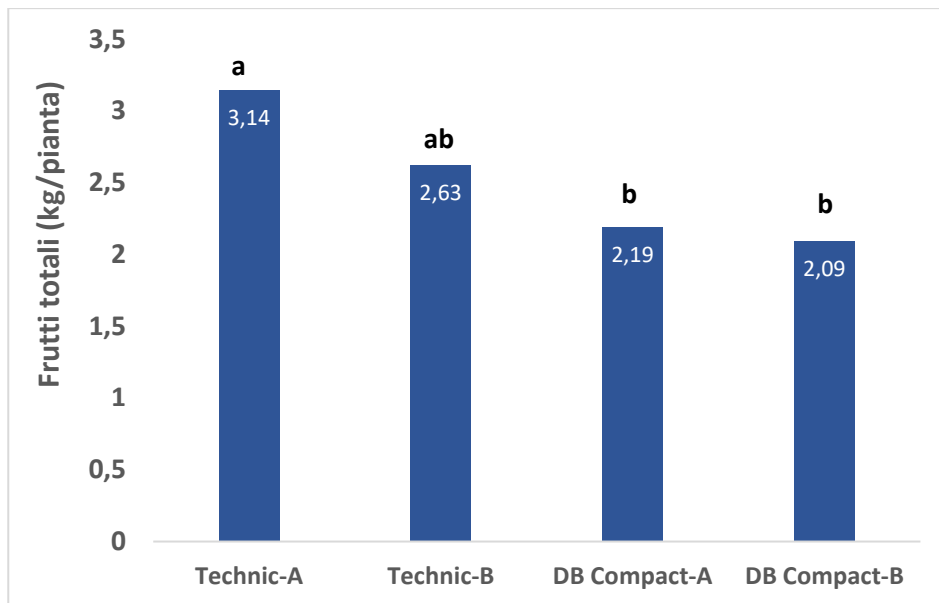


Figura 17. *Effetto dei substrati di coltivazione in fase vivaistica sulla produzione totale utile di pomodoro. Valori con lettere diverse sono diversi dal punto di vista statistico per $p < 0.05$ (Test di Duncan).*

6. Considerazioni e conclusioni

Dalla sperimentazione eseguita si può concludere che la scelta e l'utilizzo di substrati con diverse caratteristiche intrinseche ed estrinseche durante la fase di produzione vivaistica delle piante, destinate alla produzione del pomodoro da industria, non solo determina il trapianto in campo di piantine con un accrescimento diverso, ma questo comporta anche una differente performance delle plantule una volta poste in campo. Un'importante considerazione deve essere dedicata alle condizioni meteorologiche; nel corso di quest'anno, e in particolare durante i mesi in cui la sperimentazione si è condotta, l'andamento climatico è stato altalenante per quanto concerne precipitazioni e temperature. Da un lato, le precipitazioni sono state abbondanti e adeguate in quanto hanno provveduto alla maggior parte del fabbisogno idrico della coltura. Dall'altro occorre tenere in considerazione che l'aumento dell'umidità nell'aria e delle temperature dopo le ultime precipitazioni, ha notevolmente favorito la proliferazione di agenti patogeni nocivi, agevolati anche dall'assenza di trattamenti fitosanitari e dallo sviluppo quasi eccessivo dell'apparato vegetativo delle piante. Questi agenti patogeni hanno perciò incrementato la presenza di malattie, soprattutto fungine, portando ad una presenza considerevole di frutti non raccogliabili.

Un appunto da fare riguarda l'apparato vegetativo sopraccitato. È stato notato come, nel corso della sperimentazione, le piante abbiano avuto una crescita maggiore rispetto alle tradizionali coltivazioni andando ad occupare tutto l'interfila tra una ripetizione e la successiva. Questo sviluppo si può attribuire a più fattori tra cui le abbondanti piogge delle prime settimane dopo il trapianto e il luogo della sperimentazione in quanto ci si trova su un terreno compreso nell'orto domestico ma raramente utilizzato che risulta quindi ricco di sostanza organica. Ad un terreno già ricco ha fatto seguito una concimazione standard che non ha certo frenato l'accrescimento delle piante. Va detto, comunque, che questo eccessivo rigoglio (Fig. 18) è stato osservato su tutte le tesi e su tutte le ripetizioni e quindi possiamo ipotizzare che questo non abbia alterato l'effetto delle tesi a confronto.



Figura 18. *Livello di sviluppo dell'apparato vegetativo.*

Tornando all'effetto dei substrati, si può concludere che i due substrati Technic, che ricordo essere già in commercio, hanno avuto in generale delle buone performance. Essi hanno permesso di ottenere plantule da trapiantare più basse e compatte, e questo forse ha favorito un rapido affrancamento delle plantule. Questo è parso tradursi in un leggero anticipo delle fasi fenologiche e sicuramente in una maggiore produzione. Ovviamente si possono notare delle piccole differenze per quanto concerne i due substrati con il Technic Bio (B) che, è apparso leggermente meno produttivo del "fratello", probabilmente a causa della mancata concimazione di fondo del substrato. Parlando dei due substrati DB Compact, bisogna considerare che sono ancora in fase di sviluppo e potranno avere migliori risposte dal mercato nei prossimi anni quando il prodotto sarà ottimizzato e commercializzato. Osservando i risultati ottenuti si deduce come non vi è un substrato tra i due che prevale sull'altro. Al momento, la formula del substrato che doveva essere ritagliato proprio sul pomodoro (DB Compact Pom.) non è parsa migliore di quella del "fratello" generalista. In conclusione si evince che le piante di pomodoro da industria cresciute durante la fase vivaistica su substrati differenti possono avere delle risposte in campo diverse, e di questo occorre quindi tenere conto. Bisogna comunque tenere presente che per una risposta definitiva occorre ripetere la sperimentazione per alcuni anni, e questo è tanto più vero in questa specifica prova dove le particolari condizioni hanno in parte alterato il comportamento vegeto/produttivo della pianta.

7. Bibliografia e Sitologia

- Masetti M. 2017. Pomodoro da industria. Guida alla coltivazione. Guaresi <http://www.guaresi.com/wp-content/uploads/guaresi-pomodoro-da-industria.pdf>
- Regione Toscana, 2010. La coltivazione del pomodoro da industria
- ASIPO (Associazione Interprovinciale di Produttori Ortofrutticoli Società Agricola Cooperativa), Organizzazione Produttori dal 1974
- Rivoli M. 2019. Stima del fabbisogno irriguo attraverso l'assimilazione di dati derivati da immagini satellitari in un modello agro-idrologico (Tesi di Laurea Sperimentale). Università di Napoli Federico II
- Dondarini R., Dodoni M., Zalum Cardon M e Pascale Antonio. 2010. Il Pomodoro – Storia e arte. In Angelini R. e Magnifico (eds). Pomodoro. Coltura Cultura, Milan, Italy.
- Coltura e Cultura, Il Pomodoro – Storia e arte. Ronaldo Dondarini e Marta Dondini.
- Gianquinto G., Mastroilli M., Palumbo A.D., Sambo P., Sannino L., Guarino, A., Castagnoli M., Santonicola L., Simoni S., Espinosa B., Vovlas N., Basile M., Infantino A., Loreti S., Barba :m, Martelli G., Tomassoli L., Gallitelli D., Di Serio F., Pasquini G., Pardossi A., Viggiani P., Montemurro P., Rapparini G., Campagna G., 2010. Il Pomodoro – Coltivazione (vivaismo). . In Angelini R. e Magnifico (eds). Pomodoro. Coltura Cultura, Milan, Italy.
- Saadeh I. 2023 Pomodoro da industria (monografia) - Rivista bimestrale Terremerse. N. 2, 2023.
- Maccioni 1939. Le Solanacee: Il Pomodoro (*Solanum Lycopersicum L.*), Rivista della Società Toscana di Orticoltura.
- Sodi F., Agraria.org, Francesco Sodi. <https://www.agraria.org/> (ultimo contatto 10.09.2023)