

UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI MILANO

Facoltà di Scienze Agrarie e Alimentari

Corso di Laurea in Valorizzazione e Tutela dell'Ambiente e del Territorio Montano

(classe l-25)



**METODOLOGIE INNOVATIVE PER COLTIVAZIONE
DI FRAGOLE FUORI SUOLO**

Relatore: Chiar.ma Prof.ssa Ilaria MIGNANI

Elaborato Finale di:

Eric MOZZANINI

Matr. n. 810943

Anno Accademico 2014/2015

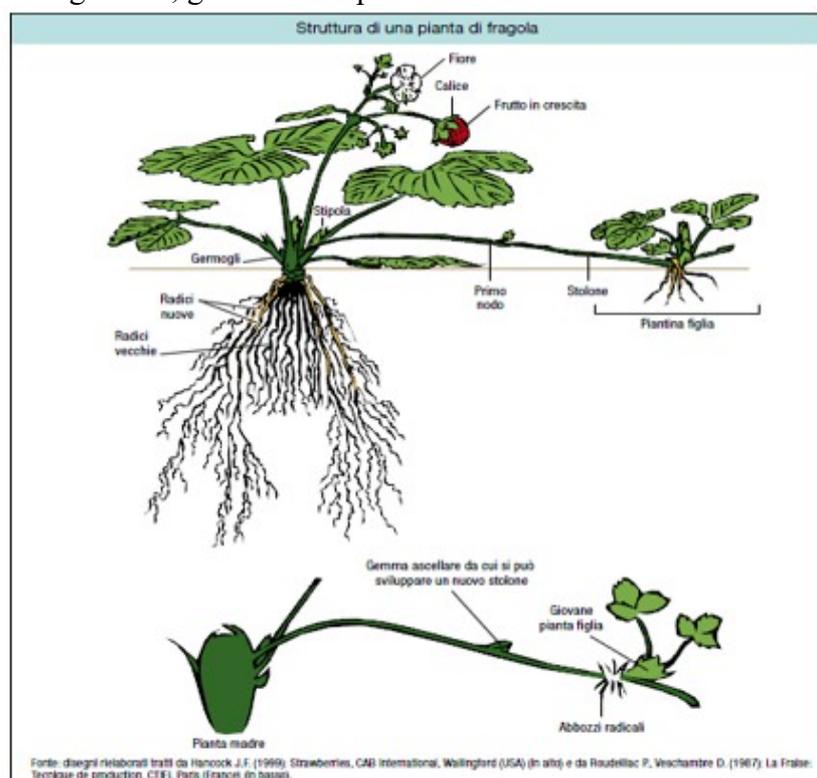
INDICE

1.0 – La Fragola	Pag.2
• 1.0.1 – Caratteristiche botaniche	Pag.2
• 1.0.2 – Le caratteristiche varietali e i produttori nel mondo	Pag.3
• 1.0.3 – Commercializzazione e aspetti economici	Pag.4
2.0 – Scopo del lavoro	Pag.5
3.0 – Analisi delle caratteristiche ambientali e territoriali	Pag.6
4.0 – Materiali e metodi	Pag.7
• 4.0.1 – I tunnel e loro realizzazione	Pag.7
• 4.0.2 – Le strutture	Pag.9
○ Totem	Pag.11
○ Barilotto	Pag.13
○ Culetta	Pag.15
• 4.0.3 – Tipologia di substrato	Pag.17
5.0 – Risultati e discussione	Pag.20
6.0 – Conclusione	Pag.21
7.0 – Bibliografia	Pag.22
8.0 - Ringraziamenti	Pag.23

1.0 – La fragola

1.0.1 - Caratteristiche botaniche

La pianta di fragola è perenne e spesso è considerata, erroneamente, di tipo erbaceo. È costituita da un apparato radicale, da un fusto (rizoma o corona) e da un apparato fogliare [1.0]. L'apparato radicale inizia dalla corona vicino alla superficie del terreno e si approfondisce – in genere nelle coltivazioni su terreni leggermente argillosi – per circa 30 cm. Le radici si distinguono in primarie (si originano dalla corona) e secondarie (per diramazione dalla primaria) e hanno funzione di assorbimento degli elementi nutritivi e anche di immagazzinamento delle sostanze di riserva. La capacità di formazione di nuove radici è una caratteristica principalmente legata alla varietà. Il rizoma o corona sporge dal terreno, è anch'esso un organo di riserva, contiene i tessuti vascolari, si sviluppa formando altri germogli con relative radici. Anche la capacità di formare nuovi germogli e quindi di aumentare l'accestimento delle piante varia in funzione della varietà, del tipo di pianta e dell'ambiente culturale. Alcune vecchie varietà rifiorenti (longidurne), non in grado di emettere stoloni, si moltiplicano per divisione dei germogli. Alcuni cloni di *F. chiloensis* sono caratterizzati da piante che non accestiscono, ma che possono allungare il fusto fino a qualche decina di centimetri. Le foglie, pinnate o palmate, suddivise in tre o più fogliole, sono inserite su picciolo di lunghezza variabile. Sono molto ricche di stomi che permettono un'intensa traspirazione. In estate, una pianta con 10 foglie può traspirare fino a mezzo litro di acqua/giorno. Alla base delle foglie si formano gemme che – in base al numero di ore di luce giornaliera e dei valori di temperatura – potranno diventare produttive (differenziazione), dando origine a infiorescenze, oppure originare stoloni o nuovi germogli. L'*habitus* vegetativo della pianta può essere definito assurgente o espanso a seconda che il fogliame si collochi in posizione verticale (eretta) o prostrata; il fogliame a sua volta può essere definito rado o folto a seconda della sua densità. La fragola coltivata attualmente è propagata quasi unicamente per via vegetativa, grazie alla capacità – anche molto accentuata in molte cultivar unifere – di emettere stoloni. In genere la stolonizzazione avviene in estate durante la fase vegetativa, successiva a quella di fruttificazione. Nei casi in cui le piante non siano in grado di fruttificare (per esempio in seguito all'asportazione dei fiori), la capacità di emettere stoloni aumenta notevolmente in quanto tutte le gemme si orientano subito verso un'intensa attività meristemica vegetativa. Ogni stolone è formato da due internodi e da due nodi che sottendono il primo una gemma dormiente e il secondo una gemma pronta che genera un nuovo stolone.



1.0 - Caratteristiche principali della fragola

1.0.2 - Le caratteristiche varietali e i produttori nel mondo

La fragola appartiene alla famiglia delle Rosacee e al genere *Fragaria*, all'interno del quale si distinguono numerose specie, sia spontanee che derivate da incrocio, ma tutte caratterizzate dall'essere, riuniti in infiorescenze (steli fiorali), fiori appariscenti con numerosi stami e pistilli con ovario infero e frutti secchi indeiscenti chiamati acheni che contengono il seme. La parte carnosa ed edule è invece un falso frutto poiché deriva dall'accrescimento del ricettacolo con il quale sono cresciuti gli ovari inferi; l'impollinazione è entomofila (in alcuni casi anemofila) e la specie più diffuse sono autofertili. Tra quelle di origine europea la più diffusa è "*Fragaria vesca*", che cresce spontanea dalla Sicilia al Nord Europa, dotata di una notevole variabilità genetica, esistono biotipi uniferi e rifioranti, stoloniferi o no, ma tutti caratterizzati da frutti piccoli, molto saporiti a maturità, ampiamente vacuolarizzati e quindi leggeri e con numerosi acheni, tanto da poter risultare in alcuni casi indigesti. E' una pianta di sottobosco che predilige i terreni acidi; in quelli calcarei si adatta meglio un'altra specie, "*Fragaria viridis*", che è comunque meno diffusa. La terza specie spontanea in Europa ma diffusa soprattutto in Germania, Francia ed in Italia solo fino alla Pianura padana è "*Fragaria moschata*", che rappresentava fino all'avvento delle più recenti specie l'unica in grado di fornire frutti di discreta pezzatura (fino a tre grammi), di forma arrotondata e caratterizzati da un tipico aroma moscato.

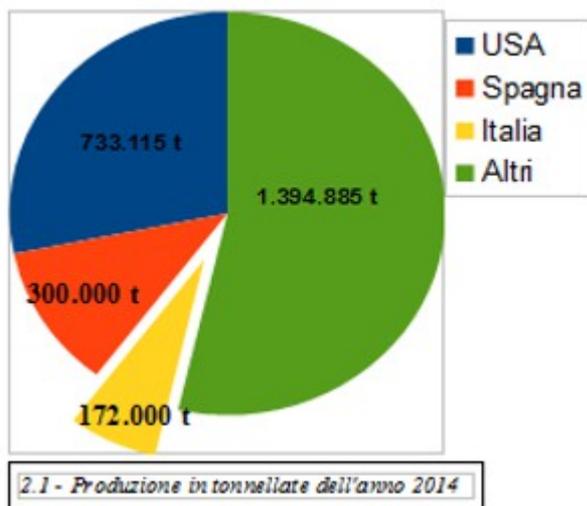
La fragola coltivata attualmente appartiene alla specie "*Fragaria x ananassa*", derivata dall'incrocio spontaneo verificatosi oltre due secoli fa tra due specie di origine americana, "*Fragaria chiloensis*" e "*Fragaria virginiana*". E' stato subito chiaro come questa nuova specie, dotata di frutti di grossa pezzatura, allungati, di colore rosso brillante o intenso, saporiti ed aromatici e con acheni piccoli e poco numerosi in rapporto alle dimensioni del frutto, fosse enormemente migliorativa rispetto alle fragole fino ad allora conosciute. E' stato in seguito utilizzata nel miglioramento genetico anche un'altra specie americana "*Fragaria ovalis*" che ha permesso di creare delle nuove varietà portatrici del carattere di "indifferenza al fotoperiodo" chiamate day neutral ma dette comunemente ed erroneamente rifioranti.

In base al periodo in cui inizia la differenziazione florale si possono distinguere tre gruppi di varietà:

1. Cultivar che cominciano la differenziazione in periodo di giorno corto (dopo il 23 settembre); sono chiamate unifere perché danno una fioritura e una fruttificazione concentrate nell'anno seguente;
2. Cultivar che effettuano la differenziazione in giorno lungo (dal 21 marzo al 23 settembre); sono chiamate rifioranti poiché fioriscono dalla primavera all'autunno nello stesso anno dell'induzione. Poiché durante la stagione vegetativa differenziano a fiore, producono pochi stoloni che a loro volta fioriscono (sfruttando questa peculiarità a volte vengono vendute come fragole rampicanti). Sono purtroppo molto sensibili all'oidio e difficili da propagare a causa della scarsa emissione di stoloni;
3. Cultivar che durante la stagione vegetativa effettuano la differenziazione indipendentemente dalla durata del fotoperiodo : sono chiamate day neutral e producono contemporaneamente fiori e stoloni bloccandosi solo per i freddi invernali. Differiscono dalle precedenti per essere più stolonifere e meno cicliche ma più costanti nelle fioriture.

Nelle cultivar unifere la durata e l'entità della fioritura e fruttificazione sono generalmente correlate alla durata del periodo di induzione e differenziazione; a Nord e nelle zone di montagna, il freddo blocca l'induzione precocemente e ciò si ripercuote in un periodo di raccolta breve; a Sud, al

contrario, gli autunni miti permettono una differenziazione molto allungata e di conseguenza una produzione più scalare. Inoltre, le varietà a basso fabbisogno di freddo, riprendono precocemente l'attività vegetativa (fine inverno) e riescono ad avere nella stessa stagione, indicativamente prima del 21 marzo, un secondo periodo a giorni corti e quindi una seconda differenziazione, la cui produzione si colloca dopo il raggiungimento del fabbisogno in freddo e allungando artificialmente il periodo di giorno corto, facendo sì che delle varietà unifere si comportino quasi come delle rifiorenti. A livello mondiale vengono prodotte annualmente circa 2.600.000 t [2.1] di fragole di cui il 26% sono gli USA (i maggior produttori mondiali), a livello europeo il maggiore è la Spagna con il 10,5% della produzione mondiale, mentre all'Italia si riconosce il 6,1%, nonostante questi dati si auspica una crescita di produzione a livello Italiano negli anni futuri.



1.0.3 – Commercializzazione e aspetti economici

Il mercato della fragola è un ambiente sviluppato e che trova impieghi sempre maggiori grazie alla facilità di utilizzo del prodotto sia da parte di consumatori del prodotto fresco che di industrie, le metodologie di conservazione sono molteplici, favorite dalle innovazioni tecnologiche.

L'unica strategia per concorrere con il “normale” mercato è quella di presentare un prodotto che offra nuove emozioni o che ne richiami di vecchie, infatti, la volontà che abbiamo ricercato è stata quella di ottenere un prodotto “vero”, che racchiuda i sapori della fragola senza impiego di prodotti di sintesi che minerebbero alla salubrità e all'aroma. Ciò ovviamente comporta una minore produzione a favore di una qualità insuperabile (come hanno dimostrato coloro che hanno potuto acquistare il prodotto).

Infatti in molti paesi la qualità della produzione di fragole è stata considerata un elemento secondario a discapito di altre caratteristiche come la capacità produttiva e l'aspetto: con il mutare però delle esigenze e delle necessità legate soprattutto ai gusti dei consumatori di fragole ed al mercato ortofrutticolo la qualità delle fragole oggi rappresenta un elemento d'enorme importanza, sempre più protagonista nei programmi di miglioramento genetico. Dolcezza, acidità ed aroma sono infatti i principali componenti del gusto del frutto, ed il loro equilibrio influenza l'apprezzamento del consumatore.

2.0 – Scopo del lavoro

Il tirocinio ha riguardato gli aspetti evolutivi di alcune tecniche di coltivazione della fragola.

L'attività e le analisi non si sono svolte solo nel periodo vegetativo (primavera, estate), ma anche nel periodo invernale, per la progettazione e costruzione dei “contenitori” innovativi.

L'anno di svolgimento del tirocinio è stato il 2014, caratterizzato, come noto, da un clima anomalo, molto piovoso, gravato di un eccesso di umidità già elevata negli ambienti lacustri che ci ha obbligato a prestare maggiori accortezze per evitare il manifestarsi di fitopatologie.

Lo scopo del lavoro è indicare le differenze presenti tra metodo totem, barilotto e culletta in termini di costi di produzione (materiali impiegati), comodità di raccolta, quantità e qualità del prodotto fragola e intensità/ m^2 .

Si sono presentate alcune problematiche (di cui discuterò in seguito) e per le quali sono state individuate soluzioni non invasive.

L'esperienza svolta sul campo ha lo scopo di analizzare la coltivazione ex suolo (in questo caso fragole ma il discorso è applicabile anche ad altre colture) che risulta essere un punto sviluppato e sviluppabile a livello mondiale per ovviare all'insufficienza della normale superficie coltivabile terrestre e all'impoverimento dei suoli. Per marcare l'importanza di questa metodologia si ricorda che pure nell'Esposizione Mondiale, svoltasi a Milano nel 2015, sono state numerose le tecnologie di coltivazione fuori suolo presentate come hanno voluto ben sottolineare i padiglioni appartenenti a Spagna e USA.

La novità che accompagna il seguente “progetto” è il recupero di materiali inutilizzati e/o destinati a discarica che hanno permesso la realizzazione delle strutture ad un costo prossimo allo zero.

3.0 - Analisi delle caratteristiche ambientali e territoriali

Il Comune di Verbania occupa il settore sud-occidentale della Provincia del Verbano Cusio

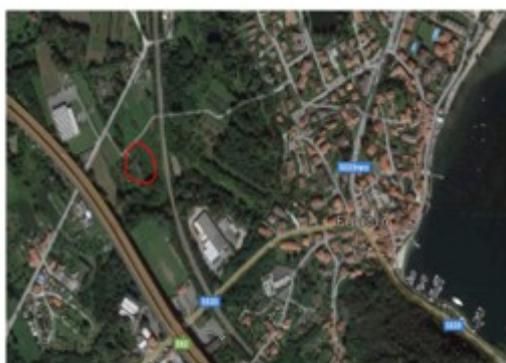
Ossola e comprende una superficie di poco superiore ai 2374 ettari, le cui peculiarità sono determinate dalla sua posizione geografica, dai caratteri meteo climatici e da quelli geomorfologici.

Dal punto di vista climatologico, l'area appartiene al tipo sublitoraneo alpino ed è caratterizzata soprattutto dal notevole influsso termico e mitigante del Lago Maggiore. Sotto il profilo morfologico, il territorio comunale appare nettamente distinto in tre aree: lacuale, collinare e di fondovalle con pianure attuali, recenti e terrazzate. Per quanto riguarda invece l'assetto geologico, nella regione verbanese è possibile riconoscere sia un substrato roccioso affiorante o sub affiorante (formato da micascisti, paragneiss e granito), sia terreni di copertura di vario spessore costituiti da depositi di diversa origine, alluvionali, glaciali e detritici di versante (naturali o antropici).

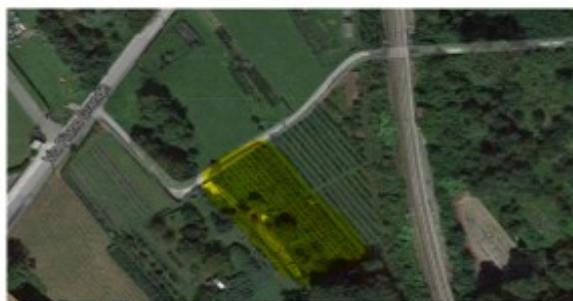
La rete idrografica del Comune di Verbania è costituita, oltre che dal bacino del Lago Maggiore, da numerosi corsi d'acqua; quelli principali – Fiume Toce, Torrenti S. Giovanni, S. Bernardino e Stronetta – si sviluppano in piana di fondovalle, mentre i rii minori, provenienti dai versanti collinari, presentano in genere morfologie incise e dinamica anche intensa in occasione di piogge eccezionali. Nel complesso, risulta un'unione geo-ambientale di particolare pregio che espleta i suoi valori principali in armonia tra unità paesaggistiche rilevanti sotto il profilo della loro valenza geomorfologica, storico-culturale e naturale.

Gli elementi strutturali e funzionali del territorio comunale portano a riconoscere sei macro-strutture paesistico ambientali così identificate, suddivise poi in sub aree omogenee:

1. Habitat naturali
2. Habitat semi naturali con insediamenti edilizi sparsi
3. Nuclei urbani compatti su matrice storica
4. Nuova urbanizzazione a carattere compatto
5. Urbanizzazione rada
6. Grandi comparti industriali



3.1 – Generale con terreno di interesse in evidenza



3.2 – In giallo il terreno luogo di svolgimento del tirocinio

4.0 – Materiali e metodi

4.0.1 – I tunnel e loro realizzazione

La scelta portante del progetto è stata quella di affrontare la costruzione di una struttura di copertura interamente con materiali di recupero in modo da ottenere benefici, quali l'ammortamento dei costi e, fatto di altrettante rilevanza, il possedere dei tunnel dei quali si conoscessero perfettamente i limiti di carico massimi che le strutture ospitanti le fragole avrebbero raggiunto: un peso prossimo ai 50-60 kg (in base alla presenza o meno di acqua).

Si è adottato la scelta di ricoprire il terreno per rendere nulla la crescita dell'erba nell'area delle serre. [4.1]

Le serre hanno permesso inoltre di completare un areale del terreno mantenuto a prato e quindi improduttivo aumentando la diversificazione produttiva della zona. [4.2]

La scelta di adottare delle serre è stata dettata dalla volontà del progetto di coltivazione fuori suolo e quindi dalla necessità di regolare il più possibile l'umidità per mantenere la soglia di contaminazione patogena minima (muffa grigia). Nonostante la fragola sia coltivata dalla pianura fino ad oltre i 1000 m di quota, essa necessita di condizioni ambientali specifiche ottenibili creando sistemi tampone verso e per l'esterno: infatti le forti insolazioni estive possono provocare una caduta anticipata delle foglie (filloptosi anticipata), disseccamenti, frutti deformi, scuri, di scarsa pezzatura e consistenza. Durante la fioritura la pianta di fragola necessita di temperature miti ed uniformi, mentre forti sbalzi termici tra il giorno e la notte e le precipitazioni contribuiscono invece ad ostacolarla. Una buona serra è necessaria per valutare oggettivamente l'esperimento poiché permette regolazioni veloci in relazione al cambiamento climatico per poter mantenere la temperatura interna il più costante possibile.



4.1 – Allestimento della serra



4.2 – Particolare della serra dopo la messa a dimora delle fragole

La costruzione delle serre ha occupato un lasso temporale di due mesi in quanto si è necessitato effettuare operazioni di recupero materiale e di saldatura. I processi si sono evoluti dall'interno verso l'esterno portando poi a completamento l'opera collocando delle aste curve sulla sommità della stessa. Una volta definita l'area della futura serra abbiamo posizionato i 3 pali portanti nella zona centrale ed equamente distanziati tra loro sulla cui sommità abbiamo posto dei tubi in ferro per mantenere una curvatura, linearità e buona distribuzione della futura struttura, successivamente in una zona di deposito e fusione di materiale ferroso abbiamo reperito tutti i paletti che delimitano il perimetro della serra distanziati l'uno dall'altro di 2 m (i quali svolgono una funzione di dispersione

e scarico del peso della struttura). A questo punto abbiamo posizionato la parte superiore, creata mediante curvatura e successiva saldatura di aste di ferro pieno, una ogni paletto laterale.

Il passo successivo è stata la saldatura di sbarre piatte poste lungo la lunghezza superiore della serra per ottenere un'intelaiatura più fitta per favorire la collocazione del telo di copertura ed evitare futuri ristagni da acqua piovana.

Giunti a tale punto abbiamo deciso di posizionare un'ulteriore linea sui lati della serra che, durante il periodo estivo, abbiamo usato per affrancare il telo laterale permettendo così un maggiore arieggiamento a favore di minore umidità e temperatura. Per poter affrancare il telo ad un'altezza di 1 m abbiamo avvolto il telo in eccesso su di un'asta dotata di manopole che, come detto, ci ha permesso di avvolgere in estate ma, anche, di svolgere in inverno assumendo inoltre una supplementare funzione tirante del telo stesso.

Ultimate le fasi di costruzione della struttura abbiamo potenziato i punti di ancoraggio dei futuri contenitori (totem e cullette) e abbiamo effettuato una divisione in settori (di numero 4) per poter gestire non solo la disposizione dei contenitori, ma anche l'impianto di irrigazione, che necessitava di essere suddiviso per poter possedere la pressione necessaria per irrigare tutta la colonna dei totem. L'acqua è stata reperita da un pozzo da cui si attinge fin dalla nascita dell'azienda, ma si sono pure impiegate irrigazioni manuali per poter sfruttare l'acqua piovana accumulata nei serbatoi collocati attorno alla serra. Uno dei progetti futuri sarà quello di potenziare la capacità di accumulo delle acqua piovane attraverso una modifica della serra stessa che permetta, attraverso la creazione di un serbatoio posto alla sommità della serra, una tecnica di irrigazione dotata di maggiore celerità ed ingegnosità che porterà ad un'ammortamento dei costi totali di mantenimento del progetto.

4.0.2 – Le strutture



4.3 - Totem



4.4 - Barilotto



4.5 - Culetta

Le strutture si sono ispirate a tecniche adottate da altri Paesi europei ed in particolare da Spagna ed Olanda che sono stati ideatori rispettivamente di cullette e totem. La nostra idea di usare pure una terza tipologia contenitiva ha permesso una raccolta di dati sui metodi ex-suolo molto più completa.

Le strutture sono realizzate con materiale plastico (PVC) [4.6] in quanto sono tubazioni dismesse o recuperate in zone di deposito temporaneo, i vari processi di ideazione vengono affrontati singolarmente ed in seguito ho confrontato i loro pregi e difetti.



4.6 – Tipologia di tubi impiegata

Per la creazione abbiamo impiegato tubi del diametro minimo di 20 cm e massimo 50 cm in base alla disponibilità. I “fornitori” di questo materiale hanno accolto con notevole favore la nostra disponibilità di ritiro di queste tubazioni, anche perché, la maggior parte sono stati recuperati tra materiale danneggiato di cantieri evitando loro costi per lo smaltimento.

I barili impiegati per creare i “barilotti” sono stati in parte reperiti presso aziende che li manteneva inutilizzati in magazzino ed in parte acquistati (10 euro al pezzo).

Accortezza generale applicata a tutte le componenti ritirate è stata di avere un materiale non contaminato da agenti chimici nocivi e che quindi risultasse idoneo alla destinazione agricola.

Argomento fulcro del progetto è la coltivazione ex-suolo.

I benefici sono:

- una minore presenza di parassiti;
- migliore specificità di intervento, data dalla velocità di individuazione di problematiche, di concimazione, operazioni di pulizia e operazioni di risanamento;
- riduzione di marciumi sia sulla pianta che sul carpo, operata da migliore aerazione per maggiore superficie di contatto;
- individuazione diretta ed immediata dei frutti maturi;
- migliore gestione degli stoloni;
- comodità di svolgimento delle operazioni.

La tecnica della coltivazione della fragola in fuori suolo, sebbene applicata su una piccola superficie, ha consentito una produzione di qualità e continua per tutta la stagione agraria. Gli aspetti negativi sono correlati alla necessità di una elevata capacità tecnica da parte dell'imprenditore agricolo e del continuo e costante controllo di tutti i parametri tecnici.

Totem

La metodologia di costruzione del contenitore secondo metodo Olandese è alquanto laboriosa, sia nella preparazione primaria (esecuzione di fori) che in quelle secondaria e terziaria (separazione delle camere e riempimento).



4.7 – Particolare che evidenzia la disposizione dei fori sul contenitore e metodo di collocazione in serra

Il primo lavoro da compiere è quello di calcolo delle distanze delle future camere che devono rigorosamente essere effettuate ad una distanza idonea tra loro (in altezza), in modo da garantire uno spazio sufficiente all'inserimento del substrato minimo vitale della pianta, tale misura è stata calcolata essere di cm 10 [foto 4.7].

La collocazione delle camere è di due opposte ogni 10 cm in modo che ogni 20 cm si riesca ad avere una camera su ogni lato fino a completamento del totem.

La costruzione della struttura è stata completata con il fissaggio di un fondo forato alla base della struttura.

Il totale dei fori presenti su ogni contenitore è di 20 (due fori opposti ogni 10 cm).

Ultimata la preparazione primaria abbiamo pensato a come separare le camere tra loro in modo da evitare la caduta del substrato dalla camera superiore a quella inferiore, a tale scopo abbiamo adottato dei panni che permettessero il passaggio dell'acqua ma che al contempo ne trattenessero una parte per mantenere umido il suolo ed evitare eccessive e continue irrigazioni giornaliere.

Terminati i primi due processi è stata effettuata la collocazione in serra (un totem ogni metro, disposti su due file alternate tra loro per garantire comodità di passaggio per effettuare le varie lavorazioni sia di cura che di raccolta) per poter attuare l'operazione di riempimento.

La preparazione terziaria è stata applicata manualmente ed è stata dispendiosa in termini di tempo, il quantitativo di substrato impiegato è di 35 kg.

PRO	CONTRO
<ul style="list-style-type: none">• Numero adeguato di piante per superficie di terra disponibile (1 per ogni foro)• Ridotto impiego di substrato• Non si necessita di un sesto di impianto per la coltura• Facilità di raccolta• Nessuna manifestazione di marciumi• Facilità di gestione degli stoloni	<ul style="list-style-type: none">• Ridotto numero di piante (20 max per 2m)• Complessità di irrigazione• Non facilmente accessibile a tutti a causa dell'altezza• ΔT differente tra le piante più alte e quelle basse• Intercettazione luminosa limitata ad alcune ore al giorno

Come mostrano le foto, [4.8] nell'anno dell'impianto si è presentata una grande capacità produttiva a causa delle concimazioni effettuate in vivaio che evidentemente possedevano un rapporto C/N sbilanciato, ciò ha gravato sulla pezzatura del raccolto senza però intaccare le qualità sensoriali che si desiderava offrire. A seguito di conoscenze acquisite in un secondo momento, abbiamo favorito una regolare concimazione basata principalmente su apporti minerali che conferivano una più celere e specifica integrazione delle sostanze consumate dalle piante, attraverso questa regolare lavorazione siamo riusciti a normalizzare la composizione del substrato giungendo, verso la fine della stagione, ad una percentuale di apparato fogliare idonea alla capacità produttiva, tale fattore si è ritrasmeso nell'annata successiva permettendo una ripresa vegetativa perfetta confermando le ottime operazioni eseguite nell'annata precedente.

La situazione nella primavera 2015 [4.9] è risultata quindi positiva sia per la costituzione delle piante ma pure per la bassissima mortalità (2% causata da irrigazioni terminate precocemente nell'autunno 2014). Il problema della mortalità è stato risolto con il reimpianto degli stoloni della precedente stagione opportunamente conservati e cresciuti in vaso direttamente in azienda e conservati in serra.



4.8 – Mostra la tendenza a produzioni abbondanti a scapito della pezzatura e del apparato epigeo



4.9 – Situazione di della coltivazione nella primavera 2015

Barilotto

La creazione del barilotto è risultata ancora più lunga rispetto a quella per il totem. Sono state create due tipologie di questo contenitore, una piccola [4.10] ed una grande [4.11] per testarne le capacità di contenimento e la possibilità di gestione.



4.10 – Tipologia piccola



4.11 – Tipologia grande

Le differenze sono ovviamente legate ai fori disponibili (15 nel piccolo e 21 nel grande) ed è per tale motivo che abbiamo creato le due varianti in quanto volevamo testare la resistenza delle piante e la loro capacità di crescita in una modalità “intensiva”. Le operazioni di creazione del contenitore sono le medesime applicate nel metodo totem (calcolo, foratura e riempimento) ad eccezione del processo di separazione delle camere che qui non è stato effettuato, infatti il barilotto necessita di un quantitativo di substrato maggiore (40 e 45 kg), la qual cosa crea problematiche per lo spostamento una volta riempito.

Le operazioni di irrigazione sono anche qui effettuate manualmente, risultano celeri grazie alla connessione diretta del substrato interno alla struttura, fattore che coadiuva l'attuarsi dei normali processi pedologici che si presenterebbero in un terreno.

Risulta chiaro che i costi ed il tempo sia di creazione che di mantenimento sono maggiori rispetto agli altri metodi a causa anche di necessari reintegri di suolo che si sono dovuti effettuare per effetto della compressione legata al processo di irrigazione.

PRO	CONTRO
<ul style="list-style-type: none">• Elevato numero di piante per superficie di terra disponibile• Non si necessita di un sesto di impianto per la coltura• Facilità di raccolta• Nessuna manifestazione di marciumi• Facilità media di irrigazione• ΔT differente tra le piante più alte e quelle basse	<ul style="list-style-type: none">• Problematiche di gestione degli stoloni• Difficile maneggevolezza a causa del peso• Intercettazione luminosa limitata ad alcune ore per ogni lato• Elevato impiego di terra• Impossibilità di rialzare la struttura ad un'altezza comoda• Coltivazione intensiva

Grazie al mantenimento della struttura ad un'altezza non superiore a 40 cm si è potuto sfruttare il contenitore per riempire gli spazi presenti nella serra e quindi renderla "completa", ma, come già detto, sono risultate difficoltose molte delle operazioni basilari per la coltivazione.

Le problematiche di maggiore rilevanza si sono riscontrate a metà della stagione, nel periodo che coincide con lo sviluppo dell'apparato fogliare dopo la prima fioritura, in quanto le piante sono entrate in concorrenza tra di loro per opera di un ombreggiamento reciproco che ha comportato uno sviluppo disomogeneo delle piante presenti ma anche la necessità di intervento sia sulle piante che sullo spostamento dei barilotti per favorire l'irraggiamento di tutti i loro ospiti.

L'uso di questo contenitore è stato progressivamente ridotto a zero a favore di uno sviluppo delle cullette.

Culetta

Ideata seguendo il metodo Spagnolo è risultata essere la metodologia di coltivazione dotata di maggior velocità costruttiva. Il contenitore finale è di facile ottenimento (pochi minuti), in quanto da un tubo in pvc si ricavano numero 2 cullette, i processi che accompagnano la creazione sono quindi immediati e si necessita essenzialmente di una smerigliatrice angolare e trapano.

Ottenuti i tubi li abbiamo tagliati in modo da ricavare due culle di uguali dimensioni, successivamente abbiamo forato le basi (3-4 fori), per permettere la fuoriuscita dell'acqua in eccesso, e abbiamo praticato dei fori pure sui lati delle cullette (2 cm al di sotto dei bordi sia a destra che sinistra) nei punti di inizio, fine e mediani delle stesse, dove abbiamo inserito dei ganci a S zincati per poter agganciare le cullette alle catene appese alla struttura di copertura. Il passaggio successivo è stato quello di chiudere i lati delle cullette; per risolvere questo problema abbiamo pensato a due metodi, entrambi validi:

- A. - Applicare dei semicerchi, ottenuti tagliando a metà dei sottovasi inutilizzati e mantenuti grazie a rivetti. Abbiamo deciso di “arricchire”, per sicurezza, questo metodo con silicone per colmare le disparità tra culletta e sponda, evitando dispersioni di acqua future.
- B. - Effettuare un ulteriore processo di taglio (asportando una porzione triangolare da entrambi i lati), in modo da poter piegare (riscaldando il pvc con una pistola termica) parte della culletta e usarla come sponda.

Durante i processi di costruzione abbiamo preferito usare il metodo A, questo per non rischiare di sprecare materiale usufruibile.

metodo	Efficace	contro
A	Si	Necessarie manutenzioni nel lungo periodo
B	Si	Consumo di materiale utilizzabile

Le cullette sono tipicamente di lunghezza di 2 m, affiancate in successione per sfruttare al meglio lo spazio disponibile. Il quantitativo di terriccio è di 35 kg ogni 2 m, si necessita specificare che il peso sarebbe anche inferiore, ma è di tale entità per l'aggiunta degli strati di sabbia e aghi di pino.

La disposizione delle piante nelle prime cullette è stata lineare, ma, in quelle successive, che hanno sostituito i barilotti, abbiamo prediletto una disposizione triangolare che ci ha permesso di disporvi più piante sfruttando al meglio le potenzialità della struttura.

Nei processi di collocazione delle cullette in serra si distinguono 3 fasi specifiche e necessarie per rappresentare l'andamento verso cui abbiamo deciso di orientarci:

- La prima installazione delle cullette, poste ad una altezza di 1,20 m dal suolo, mirate a favorire la comodità di tutte le operazioni colturali [4.12];
- La seconda, in cui abbiamo attuato la creazione e collocazione di nuove cullette, sostituendole ai barilotti andando a ricoprire un maggiore areale alla stessa altezza di quelle della prima installazione [4.13];
- La terza, dove abbiamo operato la scelta di completare la serra attraverso ulteriori cullette poste ai livelli superiori di quelle della prima e seconda installazione. Le distanze tra i vari livelli (massimo dei contenitori sovrapposti è 3) è di 40 cm. Sulla linea di tale “intervento”,

abbiamo posizionato una serie di strutture pure all'apice della serra, nella zona centrale che corrisponde alla via principale di passaggio che attraversa la serra [4.14].

Ogni lavorazione attuata e da attuare su culletta è esemplificata in ogni senso, ciò è ovviamente dovuto alla collocazione della struttura ad un'altezza media ed accessibile a tutti.



4.12 – Prima installazione



4.13 – Seconda installazione



4.14 – Terza installazione

4.0.3 – Tipologia di substrato

La fragola predilige terreni sciolti, a medio impasto, a pH neutro o subacido, freschi ma ben drenati, con una profondità superiore a 50 cm e ricchi di sostanza organica. La fragola non apprezza i suoli molto pesanti, asfittici, con ristagni idrici, molto calcarei e salini, poiché in questo caso i frutti diventano sensibili alla muffa grigia.

Questa è la “regola” che di norma bisogna seguire quando ci si accinge ad una coltivazione di questa tipologia vegetale, nel nostro caso abbiamo però apportato alcune modifiche in base ai valori di pH (anche in questo caso medi) ottenuti mediante misurazioni in campo e che ci hanno permesso di giungere attorno ad un valore ottimale di pH 5-6. La tipologia di terreno che abbiamo impiegato è costituita da 3/4 di terreno sciolto a medio impasto, 1/4 da sabbia di fiume, aghi di pino/abete, quest'ultimo collocato sulla parte esposta all'aria e prima della messa a dimora delle fragole in modo da poter rendere uniforme la presenza del prodotto sulla superficie interessata.

La funzione dei 3/4 del substrato riguarda l'apporto di nutrimenti e lo sviluppo sia ipo- che epigeo delle piante, l'1/3 invece, come descritto, ha diverse funzioni, infatti sia la sabbia che gli aghi di abete/pino risultano essere dei “naturali regolatori di acidità” poiché degradandosi nel tempo e attraverso la percolazione si distribuiscono [5.1] nel volume interessato permettendo un'acidità uniforme, la sabbia ricopre anche il ruolo di termoregolatore in quanto mantiene una temperatura media del suolo maggiore rispetto ad una sua assenza e funge pure da “attrattore” di acqua derivata dall'umidità (tale fattore sarà poi discusso nella parte riguardante la zeolite).

Abbiamo voluto evidenziare l'influenza che la sabbia ha sulla crescita delle infestanti compiendo un esperimento con sei cullette sprovviste e sei provviste di sabbia e senza intervenire nell'estirpazione delle malerbe per una settimana. Come mostrano le foto [5.2, 5.3] la differenza è notevole e sicuramente aiuta molto nella gestione della serra in quanto la stessa necessita di minori cure giornaliere.



5.1 - Substrato dopo anni due



5.2 - Esempio di culletta sprovvista di sabbia



5.3 - Esempio di culletta provvista di sabbia

La fondamentale differenza, che discosta questo substrato da quello usuale, è quella dell'impiego della zeolite.

La zeolite è un minerale microporoso di origine vulcanica, da un punto di vista chimico si tratta di un allumosilicato idratato dei metalli alcalini e dei metalli di terre alcaline.

Composizione chimica		
SiO ₂	65,0	- 71,3 %
Al ₂ O ₃	11,5	- 13,1 %
CaO	2,7	- 5,2 %
K ₂ O	2,2	- 3,4 %
Fe ₂ O ₃	0,7	- 1,9 %
MgO	0,6	- 1,2 %
Na ₂ O	0,2	- 1,3 %
TiO ₂	0,1	- 0,3 %

Composizione minerale (tipica)	
• clinoptilote	84 %
• cristobalit	8 %
• feldspato	4 %
• illit	4 %
• quarzo	tracce
• minerali carbonati	< 0.5 %

Grazie alla sua elevata porosità, che la caratterizza quindi di un enorme superficie specifica (circa 1000 m² ogni grammo), ha una peculiarità unica di assorbimento e di scambio di ioni. I benefici di questo minerale in agricoltura riguardano l'incremento dell'efficienza dei fertilizzanti impiegati, promuovendo una migliore crescita delle piante e, di conseguenza, una migliore resa. I suoi benefici sono stati riscontrati in numerose varietà coltivate (cereali, verdure, uve, ecc.) questo perché permette l'accumulo dei nutrienti più importante come ad esempio N, K, Ca e di microelementi che vengono trattenuti nella zona radicale per essere usati nel momento di necessità della pianta, senza quindi essere dispersi per lisciviazione. Importanti sono pure gli scambi e accumuli di gas, metalli e/o inquinanti in generale, che conferiscono al substrato un maggiore livello di salubrità ambientale che favorisce la crescita vegetale.

L'importanza maggiore riscontrata dal suo impiego durante l'esperienza svolta è legata all'assorbimento di acqua, è questa la caratteristica che ci ha convinto nell'eseguire vari test sulle nostre fragole nei tre contenitori. Innanzitutto faccio una premessa, in quanto la zeolite è in grado di trattenere fino a circa il 60% del suo peso grazie all'elevata porosità della struttura cristallina. Le molecole di acqua infatti possono tranquillamente evaporare ed essere riassorbite senza creare danni strutturali alla zeolite, ciò permette al minerale di essere una grande riserva idrica sia nei periodi primaverili ed autunnali (caratterizzati da umidità e ΔT medio-basse) che estivi (dove usualmente la richiesta di irrigazioni è maggiormente frequente).

Abbiamo notato che, in assenza del minerale, la condizione di stress idrico da parte delle piante, durante il periodo medio estivo, si è manifestata ogni 3-4 giorni. La presenza del minerale ha permesso di aumentare notevolmente questo lasso temporale fino a quasi il 50%, infatti da 3-4 giorni siamo riusciti a posticipare il manifestarsi dei sintomi dello stress dopo 6-7 giorni.

Secondo i test effettuati abbiamo riscontrato una maggiore efficacia della zeolite nelle strutture cullette rispetto a totem e barilotto, questo dovuto alle disparità di altezza di collocazione a cui sono soggette le piante in questi ultimi due metodi, in quanto durante l'irrigazione, le piante ai livelli inferiori percepiscono un'eccessiva e superiore quantità di acqua rispetto a quelle dei livelli superiori, ciò ha comportato (combinato con l'effetto della zeolite) a stress alle piantine e al decesso di alcune per asfissia (le piante sono state successivamente sostituite con gli stoloni dell'anno prodotti in azienda).

Un secondo test ha riguardato il confronto di 3 tipologie strutturali di zeolite [5.4]:

	Zeolite in polvere	Zeolite industriale	Zeolite agricola
pro	Facile applicazione. Efficacia alta.	Grana medio-piccola. Si individua facilmente dove collocata. Efficacia media.	Grana medio-grossa. Si mimetizza col substrato. Efficacia alta.
contro	Si necessita di precisione nel quantitativo da impiegare (maggiore rispetto alle altre). Molto volatile e soggetta ai cambiamenti climatici in quanto accumula umidità se mal conservata.	A causa del suo volume ridotto questa zeolite fa insorgere stress idrico dopo 5-6 giorni dall'ultima irrigazione.	Nessuna problematica riscontrata durante gli esperimenti in campo.

Come riassunto nella tabella abbiamo constatato un'efficacia generale del prodotto, realizzando una sorta di “classifica di utilizzo” in base alle necessità per poter uniformare il prodotto ad ognuna delle tre tipologie di contenitori. E' lampante l'efficacia della zeolite agricola che infatti è quella su cui l'azienda ha deciso di “investire”.

All'inizio di un impianto di fragole è utile, ma non indispensabile, mischiare un certo quantitativo di zeolite in polvere per rendere completamente uniforme il substrato dal punto di vista qualitativo. La scomodità causata dalle numerose accortezze di uso e conservazione la rendono però sfavorevole rispetto alle altre due tipologie.

La zeolite in grani può essere sia mischiata con il terreno che posta in superficie, le differenze sono minime e sono legate solo alla temporalità di impiego del minerale, infatti all'inizio della creazione del fragoletto si può procedere mischiando il prodotto, se invece la si vuole adoperare in un secondo momento allora la si può porre in superficie in quanto si mescola grazie alle operazioni di irrigazione.

Ulteriore effetto positivo della zeolite è quello di ridurre i costi di sostituzione del substrato, in quanto aumenta la validità temporale dello stesso, mantenendolo ricco di micro e macro elementi.

L'azione “rimescolante” effettuata dall'irrigazione (per ora effettuata a pioggia ma in futuro sarà a goccia) permette l'instaurazione dei vari strati pedologici, andando quindi a ricreare le caratteristiche di un reale suolo terrestre. In questo processo si attuano i meccanismi di mineralizzazione grazie alle aggiunte effettuate di sabbia e aghi di pino. Sempre queste due ultime componenti hanno una funzione regolatrice del pH grazie alla loro acidità.



5.4 – Nell'ordine: zeolite agricola, in polvere e industriale

5.0 – Risultati e discussione

I metodi, precedentemente analizzati singolarmente, evidenziano i loro pregi e i difetti, ma, secondo l'esperienza svolta, è stata messa alla luce l'efficienza delle cullette a scapito del totem e barilotto.

Un primo fattore da sottolineare è la possibilità di terreno usufruibile ottenibile grazie alla culletta, infatti attraverso la tecnica della sovrapposizione (collocare le cullette una sopra l'altra ovviamente alla giusta distanza) si riesce a sfruttare ogni spazio della serra, che invece è poco attuabile con i totem (per i quali l'unico modo sarebbe diminuire la distanza di collocazione dei tubi stessi a scapito di una minore intercettazione luminosa e di conseguenza minore produzione) e con i barilotti (che rendono impraticabile la sovrapposizione a causa del loro peso).

Un secondo fattore è la capacità e facilità di compiere lavorazioni sulla coltura. La culletta anche qui primeggia sulle altre tecniche in quanto si presenta lineare e di facile accesso rispetto alle altre che obbligano gli operatori ad inginocchiarsi più volte.

Terzo fattore è la facilità e velocità di costruzione. La culletta è la più rapida ma ha di contro che necessita di manutenzione nel lungo periodo e ripetuta alle sponde, seguono totem e barilotto che non necessitano manutenzione, ma hanno di contro la necessità dell'esperienza di calcolo e dell'avere manualità nel creare i fori.

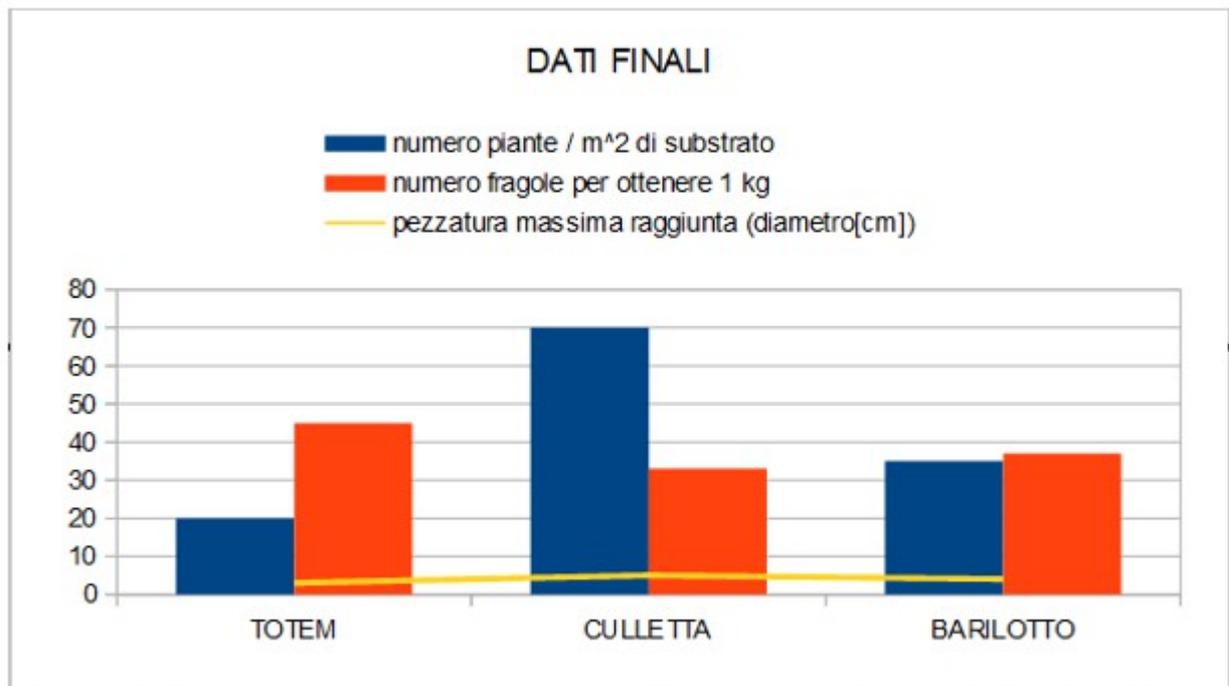
Quarto fattore è il numero di piante ospitabili dalle strutture. L'ordine di efficienza è culletta, barilotto e totem. Sempre legato al numero delle piante vi è la quantità di substrato impiegata, culletta e totem hanno percentualmente parlando le stesse quantità impiegate che sono inferiori di quelle del barilotto, ma bisogna sempre tener conto che in futuro sarà necessario sostituire il substrato e tale lavorazione è più facile solo in culletta.

Il sesto di impianto più stretto nelle cullette non ha compromesso la produzione, anzi, con questo contenitore abbiamo riscontrato una maggiore produzione ed una maggiore pezzatura [tabella A].

Tabella A

Tipologia di contenitore	TOTEM	CULLETTA	BARILOTTO
Numero di piante / m^2 di substrato	20	70	35
Numero fragole per ottenere 1 Kg	~45	~33	~37
Pezzatura massima raggiunta (diametro [cm])	~3	~5	~4 - 4,5

6.0 – Conclusione



Collocando i dati precedentemente ottenuti in un grafico si denotano le caratteristiche di ogni contenitore rispetto agli altri due. Come ci si aspettava la culletta è il contenitore che spicca per le sue qualità. Infatti tra i tre dati in ascisse risalta in modo particolare in tutti e tre i fattori analizzati, ciò risulta confermare le ipotesi già sviluppate durante il corso di svolgimento del tirocinio e che sono presentate come i "pregi" nel capitolo relativo ai materiali e metodi.

La sorpresa si è rivelata per i risultati di barilotto e totem, infatti la grande differenza del numero di fragole ospitanti e del numero di fragole per ottenere un kg sono direttamente dipendenti dalla quantità di substrato posseduto che è maggiore in barilotto, ma, quest'ultimo, non possiede l'importante caratteristica di facilitare le operazioni (a meno che non venga rialzato da terra) in quanto ci si deve piegare e, fatto più importante, l'elevato peso che rende praticamente impossibile lo spostamento del contenitore. Fattore negativo è anche la limitata intercettazione luminosa dovuta alla sua forma cilindrica leggermente bombata nella circonferenza centrale.

Tutte queste analisi sono risultate interessanti all'azienda ospitante il tirocinio, poiché hanno evidenziato il metodo più efficiente, che sarà il futuro protagonista dell'ampliamento del progetto previsto nell'anno 2016.

Numerose aziende italiane stanno adottando il metodo della coltivazione fuori suolo che è utile per facilitare le operazioni e per lo sfruttamento dei "volumi" agricoli posseduti, in quanto si riescono a sfruttare, oltre alla lunghezza e larghezza di un terreno agricolo, anche l'altezza.

7.0 – Bibliografia

- <http://www.italiafruit.net/DettaglioNews/25508/la-categoria-del-mese/fragole-scenario-globale-e-nazionale-produzione-export-focus-sui-consumi>
- <http://www.almanac.com/plant/strawberries>
- <http://www.colturaecultura.it/>
- <http://www.fritegotto.it/Info-Aziende-Coltivazioni-di-fragola-fuori-suolo-in-serra-fotovoltaica/>
- <http://www.freshplaza.it/article/57383/Piemonte-la-coltivazione-fuori-suolo-della-fragola,-unopportunita-per-lorticoltura>
- Agnolin, C. (2007). *La coltivazione dei piccoli frutti in Trentino : manuale tecnico-pratico*

(edited by Istituto Agrario di San Michele all'Adige).

8.0 – Ringraziamenti

Devo ringraziare innanzitutto i miei genitori, mia nonna e mio zio che mi sono stati vicini tutti questi anni per aiutarmi a proseguire gli studi e che mi hanno permesso di concentrarmi pienamente sullo studio senza mai farmi mancare nulla. Un grosso ringraziamento va anche alla professoressa Mignani, che ha avuto la pazienza di seguirmi e mi ha saputo sempre consigliare nel migliore dei modi.

Un grosso ringraziamento pure al proprietario Giordano e alla moglie Teresa, i quali hanno acconsentito allo svolgimento del tirocinio e mi hanno aiutato su più fronti.

Una ringraziamento particolare a Michela, ma anche ad Andrea e Nicola che mi sono stati molto vicini in momenti di difficoltà sia privata che scolastica, grazie di cuore per tutto, dagli studi di gruppo, fino alle automobili che non funzionano e agli aperitivi dalla zia Gio al Bar Sport. Ovviamente un ringraziamento a tutte le persone che ho conosciuto e che mi hanno aiutato a crescere.

Tre anni che purtroppo sono volati.