



DIPARTIMENTO DI SCIENZE AGRARIE ALIMENTARI E AMBIENTALI

CORSO DI LAUREA IN: SCIENZE AGRARIE E DEL TERRITORIO

**CONFRONTO VARIETALE IN FRAGOLA  
RIFIORRENTE E MIRTILLO COLTIVATI CON  
IL METODO DEL FUORI SUOLO**

**VARIETAL COMPARISON IN RE-FLOWERING  
STRAWBERRY AND BLUEBERRY GROWN BY  
THE SOILLESS METHOD**

TIPO TESI: sperimentale

Studente:  
FRANCESCA MANCINI

Relatore:  
PROF. BRUNO MEZZETTI

Correlatore:  
DOTT.SSA MICOL MARCELLINI

ANNO ACCADEMICO 2020-2021

A tutte le persone a cui voglio bene

# SOMMARIO

SOMMARIO .....	3
ELENCO DELLE TABELLE.....	5
ELENCO DELLE FIGURE .....	6
ELENCO GRAFICI .....	7
INTRODUZIONE E SCOPO DELLA TESI .....	8
Introduzione.....	8
Scopo della tesi .....	9
Capitolo 1 PARTE GENERALE.....	10
1.1 Presentazione botanica della fragola ( <i>Fragaria x ananassa Duch.</i> ) e del mirtillo ( <i>Vaccinium L.</i> ) .....	10
1.2 Fragola fuori suolo, l'innovazione nella tecnica colturale.....	14
1.2.1 Tipologie di sistemi a fuori suolo .....	15
1.2.2 Table top .....	16
1.2.3 Sistemi verticali .....	17
1.2.4 Idroponica .....	18
1.2.5 Vantaggi e svantaggi della tecnica fuori suolo.....	19
1.2.6 Tipologie di piante impiegate nei sistemi fuori suolo.....	19
1.3 Panoramica delle varietà di fragola presenti sul mercato.....	21
1.3.1 Obiettivi del miglioramento genetico .....	21
1.3.2 Criteri di classificazione delle cultivar .....	22
1.3.3 Varietà rifioranti .....	22
1.4 Mirtillo americano fuori suolo, una nuova frontiera nella sua coltivazione .....	24
1.5 Panoramica delle varietà di mirtillo presenti sul mercato.....	26
1.6 Piccoli frutti: prospettive e opportunità per la produzione italiana.....	29
1.6.1 Il mercato della fragola.....	29
1.6.2 Il mercato del mirtillo .....	32
1.7 Le principali caratteristiche dei frutti di fragola e mirtillo apprezzate dai produttori e dai consumatori.....	35

Capitolo 2 MATERIALI E METODI .....	37
2.1 Prova su fragola .....	37
2.1.1 Impostazione disegno sperimentale e sistema di coltivazione.....	37
2.1.2 Campionamento e parametri analizzati.....	40
2.1.3 Parametri produttivi .....	41
2.1.4 Parametri qualitativi.....	41
2.1.5 Temperature serre Mazzanti 2020-21 .....	43
2.2 Prova su mirtillo.....	47
2.2.1 Impostazione disegno sperimentale e sistema di coltivazione.....	47
2.2.2 Parametri produttivi .....	49
2.2.3 Parametri qualitativi.....	49
2.3 Analisi statistica .....	52
Capitolo 3 RISULTATI E DISCUSSIONE .....	53
3.1 Parametri produttivi fragola .....	53
3.1.1 Produzione Totale .....	53
3.1.2 Produzione Commerciale.....	56
3.1.3 Peso medio Ponderato.....	59
3.1.4 Andamento % della Produzione Commerciale su quella Totale.....	62
3.2 Parametri qualitativi fragola.....	62
3.2.1 Consistenza .....	62
3.2.2 Colore del frutto.....	64
3.2.3 Contenuto di Solidi Solubili e Acidità Titolabile.....	65
3.3 Parametri produttivi mirtillo .....	68
3.3.1 Produzione Commerciale.....	68
3.3.2 Peso Medio Ponderato .....	69
3.3.3 Produzione Totale 2021 .....	71
3.3.4 Zuccheri nelle annate 2020 e 2021 .....	72
3.3.5 Acidità Titolabile .....	73
CONCLUSIONI .....	76
RINGRAZIAMENTI .....	78
BIBLIOGRAFIA .....	79
SITOGRAFIA .....	81

## ELENCO DELLE TABELLE

Tabella 1: Varietà e tipo di piante oggetto di analisi nelle due annate.....	39
Tabella 2: Ricetta Fertirrigazione Mazzanti.....	39
Tabella 3: Confronto temperature interne ed esterne serra Mazzanti 2020 .....	43
Tabella 4: Confronto temperature interne ed esterne serra Mazzanti 2021 .....	44
Tabella 5: Formula della fertirrigazione di Eusebi .....	49
Tabella 6: Produzione Totale 2020-21. Dati medi $\pm$ errori standard .....	54
Tabella 7: Produzione Commerciale 2020-21. Dati medi $\pm$ errori standard .....	56
Tabella 8: Peso Medio Ponderato 2020-21. Dati medi $\pm$ errori standard.....	59
Tabella 9: Consistenza media del frutto. Dati medi $\pm$ errori standard .....	63
Tabella 10: Parametri colore a*, b*, L* e Chroma. Dati medi $\pm$ errori standard.....	64
Tabella 11: Contenuto di Zuccheri e Acidità Titolabile. Dati medi $\pm$ errori standard .....	66
Tabella 12: Confronto Produzione Commerciale 2020-21. Dati medi $\pm$ errori standard..	68
Tabella 13: Confronto Peso Medio Ponderato 2020-21. Dati medi $\pm$ errori standard .....	70
Tabella 14: Confronto zuccheri mirtilli nelle annate 2020-21. Dati medi $\pm$ errori standard .....	72
Tabella 15: Confronto acidità titolabile mirtilli nell'annate 2020-21. Dati medi $\pm$ errori standard .....	74

## ELENCO DELLE FIGURE

Figura 1: Illustrazione botanica <i>Fragaria x ananassa</i> .....	12
Figura 2: Illustrazione botanica di <i>V. corymbosum</i> L. e <i>V. macrocarpon</i> Ait. ....	14
Figura 3: Table top.....	17
Figura 4: Impianto Verticale .....	18
Figura 5: Fragola in Idroponica .....	19
Figura 6: Impianto di mirtillo fuori suolo .....	26
Figura 7: Posizione geografica dell'azienda Mazzanti .....	37
Figura 8: Sacco Grotec21 usato per la sperimentazione .....	38
Figura 9: Parcella di fragole.....	40
Figura 10: Campione di fragole per analisi.....	44
Figura 11: Colorimetro utilizzato su fragola .....	45
Figura 12: Misurazione consistenza polpa con penetrometro.....	45
Figura 13: Campionamento zuccheri su fragola .....	46
Figura 14: Titolatore manuale per l'acidità delle fragole .....	46
Figura 15: Posizione geografica dell'Azienda Eusebi.....	47
Figura 16: Parcelle/vasi di mirtilli .....	48
Figura 17: Calibro per la misurazione dei mirtilli.....	50
Figura 18: Separazione del succo di mirtillo .....	51
Figura 19: Rifrattometro con un campione da analizzare .....	51
Figura 20: Titolatore automatico per l'acidità del succo di mirtillo .....	52

## ELENCO GRAFICI

Grafico 1: Superfici italiane coltivate a fragola. Fonte CSO Italy .....	29
Grafico 2: Superfici coltivate nel Nord, Sud e altre regioni d'Italia. Fonte CSO Italy .....	30
Grafico 3: Andamento prezzi Fragole 2020-21. Fonte ISMEA .....	32
Grafico 4: Produzione in tonnellate di mirtili in Europa. Fonte Fresh4Cast, dati 2017... 34	
Grafico 5: Andamento Produzione Totale AN 12,13,58.....	54
Grafico 6: Andamento Produzione Totale Murano.....	55
Grafico 7: Andamento Produzione Totale Vivara .....	56
Grafico 8: Andamento Produzione Commerciale AN 12,13,58 .....	57
Grafico 9: Andamento Produzione Commerciale Murano .....	58
Grafico 10: Andamento Produzione Commerciale Vivara .....	59
Grafico 11: Andamento Peso Medio Ponderato della selezione AN 12,13,58 .....	60
Grafico 12: Andamento Peso Medio Ponderato Murano .....	61
Grafico 13: Andamento Peso Medio Ponderato Vivara.....	61
Grafico 14: Andamento % della Produzione Commerciale su quella Totale .....	62
Grafico 15: Andamento mensile Consistenza nelle varietà del 2021 .....	63
Grafico 16: Distribuzione delle varietà a seconda di L* e C* .....	65
Grafico 17: Andamento mensile zuccheri, varietà fragola 2021.....	67
Grafico 18: Andamento mensile Acidità Titolabile (AT) varietà 2021 .....	68
Grafico 19: Confronto Produzione Commerciale nelle annate 2020-21 .....	69
Grafico 20: Confronto PMP nelle annate 2020-21 .....	71
Grafico 21: Andamento Produzione Totale anno 2021.....	72
Grafico 22: Andamento degli zuccheri dei mirtili nelle annate 2020-2021 .....	73
Grafico 23: Andamento acidità titolabile dei mirtili nelle annate 2020 e 2021 .....	75

# INTRODUZIONE E SCOPO DELLA TESI

## **Introduzione**

Questo studio è inserito nel progetto dal titolo: “Soluzioni innovative per estendere la produzione e il calendario di maturazione di fragola e piccoli frutti nelle Marche”, finanziato dal Piano di Sviluppo Rurale (PSR) della Regione Marche, con la Misura del PSR 16.1 che riguarda il “sostegno per la costituzione e la gestione dei gruppi operativi (Go) del partenariato europeo per l’innovazione (Pei) in materia di produttività e sostenibilità dell’agricoltura. L’area di Frutticoltura del Dipartimento di Scienze Agrarie, Alimentari ed Ambientali (D3A), dell’Università Politecnica delle Marche, è coinvolto in questo progetto come unità di ricerca, in collaborazione con 7 aziende agricole produttrici di piccoli frutti di cui la capofila è l’Azienda Agricola Stoppo Fabrizio, con l’azienda Innesti Leopardi che si occupa della parte vivaistica, l’ASSAM per la divulgazione e l’azienda Sant’Orsola Cooperativa Agricola che fornisce supporto tecnico e formazione agli agricoltori. L’obiettivo principale del progetto è quello di estendere la coltivazione delle fragole e dei piccoli frutti nei differenti ambienti della regione Marche.

La ricerca si sviluppa su diversi aspetti della filiera della fragola: la produzione vivaistica, la coltivazione in diversi ambienti e con tecniche differenti, l’introduzione di nuove cultivar, l’impiego di diverse tipologie di piante (Tray Plant, Minitray Plant, A+) e la garanzia di produzioni sostenibili e di elevata qualità per un periodo esteso dell’anno (aumento calendario di maturazione), la commercializzate direttamente dalle aziende produttrici e anche da aziende di distribuzione a valenza regionale, il tutto garantendo un basso utilizzo di input. Inoltre, l’impiego di tecniche di coltivazione fuori suolo del mirtillo e del lampone ha permesso di superare le problematiche di adattabilità ai terreni alcalini che caratterizzano buona parte degli areali della regione. Il tutto garantendo sempre i principi di sostenibilità, riduzione nell’utilizzo degli input, ed elevata qualità e sicurezza del prodotto. La diversificazione della gamma dei piccoli frutti con l’introduzione della coltivazione di mirtillo e lampone porterà benefici economici per le singole aziende e per l’intero comparto frutticolo marchigiano.

## **Scopo della tesi**

Le attività di ricerca svolte per questo elaborato sono state finalizzate principalmente alla valutazione di varietà rifioventi di fragola (*Fragaria x ananassa*) e di mirtillo gigante americano (*Vaccinium corymbosum*), coltivate in sistemi fuori suolo, ciò al fine di individuare quelle più idonee all'ambiente del medio-Adriatico, distinguibili per le ottime caratteristiche pomologiche (forma, pezzature e consistenza), organolettiche-sensoriali e nutraceutiche. Per la prova sperimentale su fragola sono state messe a confronto diverse tipologie di piante (Tray Plant, Mini Tray e A+). La produzione commerciale e totale, il peso medio frutto, la consistenza, l'acidità e il contenuto solido solubile del frutto sono stati valutati durante la sperimentazione. L'individuazione di nuove varietà e di tipologie di piante più adatte ai diversi periodi di coltivazione sono requisiti fondamentali per allargare il calendario di maturazione e ampliare la coltivazione di fragola e dei piccoli frutti sul territorio regionale.

A questo fine sono state valutate nelle annate 2020 e 2021, 2 varietà e una selezione avanzata di fragola (AN 12,13,58, Murano e Vivara) propagate con 3 tipologie (Tray, Mini Tray e A+) e 5 varietà di mirtillo (Duke, Draper, Last Call, Top Shelf, Blue Ribbon), coltivate presso le aziende: Mazzanti Giacomo e Gilberto per le fragole e Az. Agricola Eusebi per i mirtilli, site rispettivamente a Trecastelli di Ripe (AN) e Fano (PU).

## Capitolo 1 PARTE GENERALE

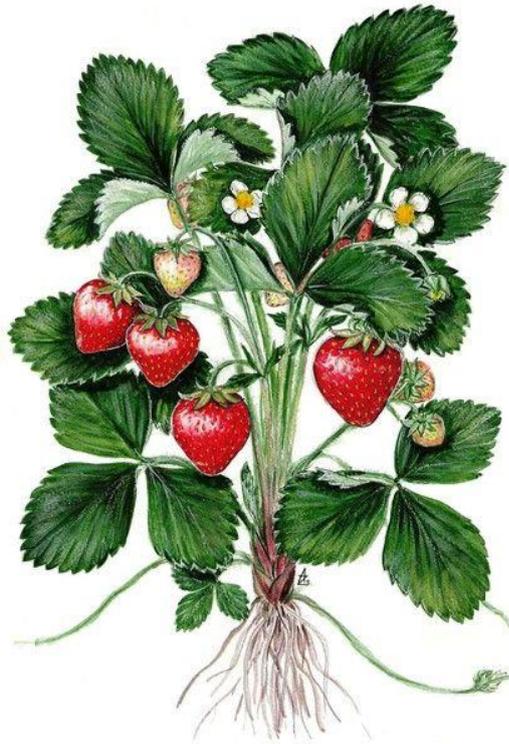
### 1.1 Presentazione botanica della fragola (*Fragaria x ananassa Duch.*) e del mirtillo (*Vaccinium L.*)

#### La fragola (*Fragaria x ananassa Duch.*)

La fragola è una pianta coltivata che appartiene alla famiglia delle *Rosacee*, ne esistono di varie tipologie distinte sulla base della ploidia, la fragola diploide ( $2x=2n=14$ ) è la *Fragaria vesca L.* (la fragolina di bosco), quella tetraploide ( $4x=2n=28$ ) è *Fragaria moutanensis/orientalis*, esaploide ( $6x=2n=42$ ) *Fragaria moschata Duch.*, infine quella ottoploide ( $8x=2n=56$ ) è *Fragaria virginiana* (Nord America) e *Fragaria chiloensis* (Cile). Di queste tipologie solo quella diploide, esaploide e ottoploide sono adatte alla coltivazione. Oggigiorno si coltiva in tutto il mondo la fragola *Fragaria x ananassa Duch.* che è un ibrido intespecifico ottoploide, generatosi spontaneamente dall'incrocio di *F. virginiana* e *F. chiloensis*. La pianta della fragola è costituita da un fusto che non supera i 10 cm di lunghezza, le radici sono fascicolate e si sviluppano sui primi 25-30 cm di profondità del suolo (Figura 1). L'apparato radicale svolge la funzione di assorbimento di acqua e soluzioni nutritive e di accumulo di sostanze di riserva. Le foglie sono composte, formate da 3 foglie di forma ovale, dentate, riunite a rosetta. Una caratteristica importante della fragola sono i grappoli fiorali essi sono inseriti sul fusto e sui germogli, in particolare all'ascella delle foglie e sono formati da: un asse primario, due assi secondari, quattro assi terziari e otto assi quaternari, ogni asse termina con un fiore. Il fiore è costituito da un calice con tre o più sepali, una corolla con tre o più petali di colore variabile, al centro è presente un ricettacolo su cui sono inseriti numerosi pistilli che mostrano un andamento ad elica, a seconda dell'asse dell'infiorescenza su cui si trovano si distinguono: fiori primari che sono di grandi dimensioni, fiori secondari più piccoli dei precedenti, terziari che sono di dimensioni ancora minori. Il frutto è in realtà un falso frutto (infruttescenza) poiché deriva dall'ingrossamento del ricettacolo con i pistilli che lo ricoprono, gli ovari quando vengono fecondati stimolano il ricettacolo a distendersi e si crea questo falso frutto. Per avere un frutto che abbia una forma corretta per il mercato è necessario che tutti gli ovari vengano fecondati attraverso fecondazione entomofila, se però un gruppo di ovari non viene fecondato, in quella zona il ricettacolo non si distende e il frutto sarà deformato. Il vero

frutto è quello che si sviluppa dagli ovari e prende il nome di achenio, che è un frutto secco indeiscente che si trova sulla superficie del falso frutto. Come per i fiori anche i frutti si distinguono in base agli assi dell'infiorescenza, nella maggior parte dei casi il frutto primario è quello di maggiori dimensioni e può presentare forme diverse rispetto ai frutti secondari e terziari. Le forme del frutto maggiormente ricercate dal mercato sono il conico allungato per quello italiano e il conico corto per il centro europa. Il frutto che viene venduto nei mercati deve presentare alcune peculiarità tra cui: il colore che deve essere rosso e uniforme senza parti ancora bianche, la brillantezza infatti il frutto deve essere brillante anche dopo essere stato frigoconservato, non ci devono essere cavità interne e se ci sono devono essere poco accentuate altrimenti il peso del frutto risulta molto basso, gli acheni devono essere ben distribuiti sulla superficie né troppo esterni né troppo interni e la polpa del frutto deve essere di consistenza media. Un'ulteriore particolarità della fragola è la formazione all'ascella delle foglie degli stoloni (fusto strisciante nel terreno) dai quali ad ogni nodo si genera un'altra pianta, con radici e germogli che a sua volta può dare vita ad altri stoloni, questo fenomeno viene chiamato "catena stolonifera", questa particolarità viene sfruttata principalmente dai vivaisti perché grazie ad essa possono ottenere un elevato numero di piante identiche (poiché è una propagazione agamica) in tempi molto brevi, invece la creazione di stoloni è vista negativamente dall'agricoltore perché la loro produzione richiede energia che non viene usata per produrre i frutti.

(Fonte: <https://plantgest.imagelinenetwork.com/it/piante/frutticole/fragola/>)



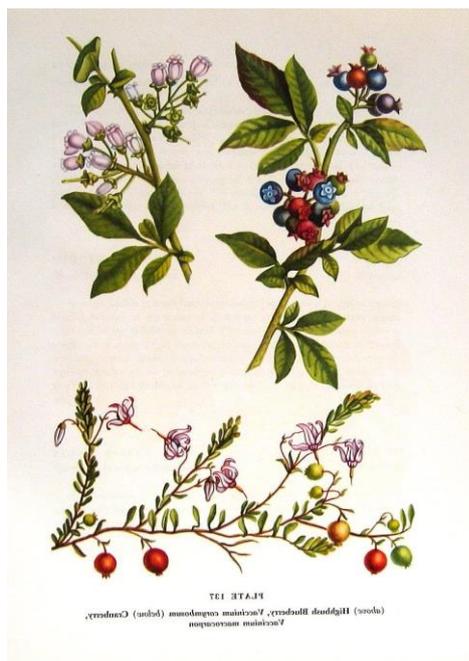
**Figura 1: Illustrazione botanica *Fragaria x ananassa***

### **Il mirtillo (*Vaccinium* L.)**

Il mirtillo appartiene alla famiglia delle *Ericaceae*, il genere è *Vaccinium* presenta due subgeneri il *Cyanococcus* e il *Euvaccinium*. Si distingue in due gruppi: Europeo e Americano. Il primo gruppo fa parte del subgenere *Euvaccinium* e comprende due specie il *Vaccinium myrtillus* L. ossia il mirtillo nero e il *Vaccinium vitisidaea* L. che è il mirtillo rosso; il secondo gruppo riguarda i mirtilli americani facente parte del subgenere *Cyanococcus*. La prima specie che appartiene a questo gruppo è quella del *Vaccinium corymbosum* L. (Figura 2) che corrisponde al mirtillo gigante americano, la specie *Vaccinium ashei* J. M. Reade ossia il mirtillo conilopide, ed infine *Vaccinium macrocarpon* Ait. il mirtillo rosso americano. *V. corymbosum* L., impiegato nella nostra sperimentazione, è la specie coltivata all'interno del territorio della regione Marche. Il mirtillo gigante americano è un arbusto perenne che può raggiungere i 2/3 m di altezza, l'arbusto è a foglie caduche ed esse hanno una forma ovata e allungata, l'apparato radicale è piuttosto superficiale e con pochi capillizzi assorbenti. L'arbusto presenta esclusivamente gemme a legno, solo dalla nascita dei germogli da queste gemme a legno si può avere la produzione, poiché i germogli portano sulla parte terminale

delle gemme a fiore quindi più sono numerosi maggiore sarà la produzione. Le gemme a fiore generano un grappolo florale costituito da un numero di fiori che va da cinque a dieci. I fiori sono bianchi costituiti da una corolla simpetala, formata da cinque petali uniti alla base e riflessi alla punta, l'ovario è infero, pentaloculare con all'interno molti ovuli per ogni loggia. L'impollinazione del fiore è entomofila e una volta che il fiore viene fecondato rimangono solo i sepali poiché lo stigma e la corolla si staccano. Il frutto è una bacca, con un peso che può variare dagli 1 ai 3 g di colore nero violaceo, con una quantità di pruina sulla superficie che varia in base alle varietà. La polpa è di colore bianco con molti semi al suo interno, il succo è incolore, le varietà di questa specie sono molto profumate. La grandezza del frutto è correlata al numero di semi presenti all'interno della polpa, maggiore è il loro numero maggiore sarà la grandezza della bacca. Il frutto è climaterico e ciò fa sì che lo si possa conservare a lungo. Tutte le varietà di mirtillo gigante americano sono tra loro autocompatibili, ma per favorire una maggiore impollinazione è buona norma utilizzare degli impollinatori.

È una specie molto resistente al freddo invernale (fino a -30° C) se i suoi polloni sono lignificati, ma teme molto i ritorni di freddo in primavera quando è in fioritura; quindi va protetta in caso di gelate tardive. Predilige l'esposizione a pieno sole ma protetta dai venti. Sono piante che privilegiano terreni sub-acidi se vengono piantate in terreni con pH non adeguato possono avere difficoltà nella crescita e soffrire di problemi di assorbimento e di carenze di nutrienti. (Fonte: <https://www.coltivazionebiologica.it/mirtillo-gigante-americano/>)



**Figura 2: Illustrazione botanica di *V. corymbosum* L. e *V. macrocarpon* Ait.**

### 1.2 Fragola fuori suolo, l'innovazione nella tecnica colturale.

La tecnica del fuori suolo è una innovazione nella coltivazione della fragola, nata come soluzione alternativa alla coltivazione a pieno campo che era diventata insostenibile a causa della difficoltà nel controllare i patogeni come *Phytophthora spp.* e *Verticillium spp.* sempre più presenti. Numerosi sono i vantaggi della coltura fuori suolo, tra cui: una migliore gestione delle operazioni colturali e di velocità d'individuazione e intervento sulle problematiche fitosanitarie. L'individuazione diretta ed immediata dei frutti maturi con facilità di raccolta. Inoltre, è migliorata la gestione degli stoloni. L'impiego di questa tecnica assieme all'ausilio di strutture di protezione consente di estendere il calendario di produzione, provvedendo all'impiego di tipologie di piante e di cultivar che meglio si adattino all'ambiente e periodo di coltivazione scelto. L'utilizzo di sistemi di fertirrigazione controllati è di fondamentale importanza per l'ottenimento di un prodotto di qualità che risponda alla crescente richiesta dei prodotti ecosostenibili. Tali aspetti positivi sono controbilanciati dai costi elevati d'impianto rispetto al metodo tradizionale. Il pieno campo al contrario del fuori suolo prevede il trapianto delle piantine spesso sue due file, in baulature con un'altezza di colmo tra i 10 e i 30 cm, la fragola in pieno campo richiede ampie rotazioni per evitare le numerose problematiche che colpiscono la specie (es. collasso delle piante), questa tipologia d'impianto ha sicuramente

costi minori rispetto al fuori suolo ma le difficoltà nella rotazione dei terreni e nel controllo degli agenti patogeni terricoli, sono due aspetti d'importanza notevole nella gestione del fragoletto che possono far optare per il fuori suolo.

(Fonte: [https://www.colturaecultura.it/pdfviewer/viewer.html?fid=fragola\\_05\\_04#page=2&zoom=auto,0,469](https://www.colturaecultura.it/pdfviewer/viewer.html?fid=fragola_05_04#page=2&zoom=auto,0,469)). La coltura protetta interessa attualmente il 60% circa della superficie investita a fragola in Italia e ha un costante trend positivo. Esistono varie tipologie di tunnel: singoli, doppi, con aperture laterali o meno ecc. I tunnel consentono un anticipo della maturazione di 25-30 giorni rispetto a quella della coltura in pieno campo. La tendenza riscontrata nell'ultimo periodo è quella di porre tunnel multipli durante il periodo di fioritura, al fine di proteggere fruttificazione da prolungate e dannose piogge primaverili che causano l'insorgenza di marciumi sui frutti. La protezione della coltura con tunnel è una pratica utilizzata sia per le colture a pieno campo che per il fuori suolo.

(Fonte: [https://www.colturaecultura.it/pdfviewer/viewer.html?fid=fragola\\_05\\_04#page=2&zoom=auto,0,469](https://www.colturaecultura.it/pdfviewer/viewer.html?fid=fragola_05_04#page=2&zoom=auto,0,469))

#### 1.2.1 Tipologie di sistemi a fuori suolo

Esistono varie tipologie di fuori suolo, si distinguono in sistemi di coltivazione in mezzo liquido e quelli su substrato. La coltivazione in mezzo liquido si differenzia in: coltivazione in mezzo liquido statico, coltivazione in mezzo liquido ricircolante, idroponica galleggiante e aeroponica. La coltivazione su substrato si diversifica in coltivazione su substrato inerte e su substrato organico. In tutte le tipologie di coltivazione fuori suolo si prevede l'impiego di una soluzione nutritiva, messa in circolo attraverso un impianto d'irrigazione a goccia controllato da centraline elettroniche. Per evitare eventuali carenze nutrizionali è necessaria una soluzione bilanciata nella sua composizione sia per i macro che per i micro elementi. Le quantità di concimi da aggiungere per la fertirrigazione, il calcolo dei volumi irrigui e il ricircolo o meno della soluzione drenata variano a seconda della grandezza oltre che della tipologia d'impianto. A causa dell'elevata variabilità dei fattori presenti nel processo produttivo, non esistono delle composizioni standard di soluzioni nutritive per ogni specie e varietà. I sistemi di coltivazione fuori suolo si possono altresì distinguere sulla base della gestione della soluzione nutritiva in sistemi a ciclo aperto e sistemi a ciclo chiuso. I sistemi a ciclo aperto sono caratterizzati da una soluzione di nuova preparazione a composizione costante, erogata in eccesso rispetto ai fabbisogni giornalieri della pianta e con assenza di recupero della soluzione nutritiva eccedente. Quest'ultima viene rilasciata nell'ambiente causando problemi d'inquinamento. I sistemi a ciclo chiuso presentano il ricircolo continuo della soluzione nutritiva all'interno della coltura. Durante il ciclo colturale della fragola vengono valutati diversi parametri, tra cui

conducibilità elettrica (EC). Il ricircolo della soluzione nutritiva è possibile fin quando i valori rimangono entro certi limiti di EC, che si differenziano in base alla varietà. In caso di assenza di equilibrio di nutrienti essa viene reintegrata o sostituita. Un altro aspetto tecnico molto importante da considerare è la gestione dei sostegni degli assi fiorali per evitarne la piegatura durante le fasi di accrescimento del frutto, poiché il rallentamento del flusso linfatico dentro l'asse può determinare un forte decadimento qualitativo del frutto. I sostegni degli assi sono spesso dei nastri di rete a maglia sottile larghi alcuni cm. (Fonte: <https://www.colturaecultura.it/content/coltivazione-fuori-suolo-0>)

### 1.2.2 Table top

Tra le tecniche di fuori suolo che utilizzano un substrato di coltivazione abbiamo i table top che sono come dei lunghi vasi o vasche costituiti da diversi materiali come il PVC o leghe di metallo, essi possono essere sostenuti da pali che poggiano a terra oppure possono essere appesi al soffitto tramite cavi di metallo, sono posizionati ad un'altezza che facilita la raccolta all'incirca a 120-150 cm dal suolo, all'interno dei table top si inseriscono dei sacchi di plastica contenenti dagli 8 ai 18 litri di torba, fibre di cocco e perlite, su questi sacchi vengono effettuati dei fori in cui poi vengono piantate le piantine di fragola. Questi table top (Figura 3) vengono utilizzati solitamente in file binate per favorire l'impollinazione dei fiori, distanti tra loro 120-130 cm per permettere il passaggio agevolato tra le file. In climi temperati si trovano all'interno di strutture che proteggono la coltura, che possono essere greenhouse (soprattutto al nord Europa), oppure tunnel in plastica di dimensioni variabili: ad una sola campata così da coprire tutto l'impianto di fragole, oppure a più campate così che solo un table top alla volta venga coperto. (Fonte: <https://www.colturaecultura.it/content/coltivazione-fuori-suolo-0>)



***Figura 3: Table top***

### *1.2.3 Sistemi verticali*

Un'altra tecnica di coltivazione fuori suolo su substrato sono i sistemi verticali (Figura 4) e a forma di A le piante una volta posizionate in cubi di lana di roccia, vengono inserite all'interno di tubi di PVC che sono forati e posizionati verticalmente, grazie a questi sistemi è possibile avere un'elevata densità di impianto si parla di 25-30 p/m<sup>2</sup>, la tipologia a forma di A prevede la creazione di una piramide con 5 piani in cui vengono inserite le piantine con un aumento della densità d'impianto fino a 33-45 p/m<sup>2</sup>. Anche questa tipologia di fuori suolo è contenuta all'interno di strutture, come serre o tunnel, per favorire un anticipo della maturazione dei frutti. (Fonte: <https://www.colturaecultura.it/content/coltivazione-fuori-suolo-0>)



***Figura 4: Impianto Verticale***

#### 1.2.4 Idroponica

Una tipologia di fuori suolo con coltivazione in mezzo liquido è l'idroponica o coltura NFT (Nutrient Film Technique), vengono coltivate in acqua piante a radice nuda con una soluzione nutriente ricircolante, che fluisce ininterrottamente lungo canaline orizzontali larghe 18-22 cm (Figura 5). La soluzione nutritiva messa in circolo viene leggermente riscaldata a 20 °C e rinnovata ogni 2 o 3 settimane. Per evitare l'attacco di patogeni e la loro diffusione la soluzione viene disinfettata periodicamente. Questa tecnica utilizza contenitori di piccole dimensioni solitamente costituiti da fogli di polietilene sagomati. È un sistema che è di grande interesse per la coltivazione non solo di fragole ma anche di altre colture soprattutto specie ortive, non vi è il ricorso a substrati e vi è il recupero della soluzione nutritiva ciò lo rende un sistema di coltivazione con un impatto ambientale limitato. È un sistema protetto che però è limitato ad alcune zone, in quanto in aree più calde la soluzione può raggiungere temperature troppo elevate e creare problemi alla coltura.

(Fonte: <https://www.colturaecultura.it/content/coltivazione-fuori-suolo-0>)



***Figura 5: Fragola in Idroponica***

#### *1.2.5 Vantaggi e svantaggi della tecnica fuori suolo.*

La tecnica del fuori suolo nella coltivazione della fragola presenta vantaggi e svantaggi, tra i vantaggi troviamo: una maggiore efficienza dell'uso dell'acqua e dei nutrienti, miglior controllo delle condizioni fitosanitarie con anche minor impiego di prodotti fitosanitari poiché le colture si trovano in strutture chiuse, impiego di metodi di difesa integrata, contenimento dei patogeni tellurici e dei fenomeni di stanchezza del terreno, standardizzazione delle produzioni, automazione grazie all'uso di centraline elettriche per il ricircolo e la distribuzione della soluzione, migliori condizioni di lavoro alla raccolta, aumento della velocità di raccolta e della resa, aumento delle densità d'impianto, possibilità di allungare il calendario di maturazione e avere produzioni anche fuori stagione. Tra gli svantaggi abbiamo: costi d'impianto molto elevati, elevata specializzazione del personale, necessità di strutture di protezione adeguate, smaltimento dei rifiuti tra cui: i substrati, i contenitori e il drenato, le piante formano meno radici e più corte, necessari continui controlli della CE sulla soluzione nutritiva, necessità di avere buona acqua d'irrigazione con bassa salinità, la consistenza e la conservabilità dei frutti possono essere influenzati dai programmi di fertilizzazione e dai regimi d'irrigazione.

(Fonte: <https://www.colturaecultura.it/content/coltivazione-fuori-suolo-0>)

#### *1.2.6 Tipologie di piante impiegate nei sistemi fuori suolo*

Le tecniche di propagazione hanno permesso l'ottenimento di molteplici tipologie di piante che si adattano a differenti condizioni ambientali, di sistemi e periodi di coltivazioni. Tra le

piante fresche si distinguono a radice nuda e quelle con il pane di terra dette cime radicate. Le piante frigo si classificano in base al diametro del colletto o per tecniche colturali impiegate come le Waiting bed e le Tray plant (Musacchi et al., 2014).

Ci sono diverse tipologie di piante che possono essere utilizzate nei sistemi fuori suolo, una di esse è il tipo **Tray Plant** e **Mini Tray** preparate da alcuni vivai in contenitori alveolati da 9/10 fori (Tray Plant) o da 16 fori (Mini Tray) provenienti da cime di stoloni, di piante fresche. Le cime di stoloni vengono prelevate in estate e si sviluppano durante il periodo estivo-autunnale fino al riposo vegetativo. Una volta radicate in ambiente protetti e con l'ausilio di sistema di irrigazione a nebulizzazione e fertirrigazione; le cime radicate possono essere frigoconservate fino alla piantagione. Questa tipologia di pianta viene utilizzata per le colture programmate. L'impiego di piante fresche a cime radicate permette un anticipo e scalarità di raccolta rispetto alle frigoconservate. Generalmente la piantagione avviene nel mese di agosto per i climi continentali e a settembre/ ottobre per le aree mediterranee (*Fonte: <http://www.coviro.it/piante/>*) La tipologia di piante Tray Plant producono frutti del 10-20% più grossi rispetto alle piante a radice nuda; poiché il loro sviluppo vegetativo procede più lentamente, le piante TP hanno un più ampio apparato fogliare e la raccolta è ritardata di 3-5 giorni. Questi tipi di piante hanno un elevato costo e vengono utilizzati esclusivamente per coltivazioni programmate fuori suolo e in suolo, dove sono in grado di fornire produzioni simili a quelle delle piante Waiting Bed, ma con frutti di migliore qualità. (*Fonte: <https://www.colturaecultura.it/content/coltivazione-fuori-suolo-0>*)

La tipologia **frigoconservate a radice nuda (A+)** sono piante con un grosso calibro del colletto, prodotte da vivai in cui si predilige la crescita del germoglio rispetto al numero di piante prodotte. Con dimensioni inferiori di calibro del colletto vi sono: le A standard e A-/B. Le piante frigoconservate (A+) una volta cresciute vengono estirpate durante il riposo invernale e frigoconservate in cella frigo fino all'estate successiva, raggiunto il momento della piantagione vengono messe a dimora a fine agosto, la prima produzione si ha nel periodo autunnale poi una seconda in primavera. Il loro impiego nelle colture programmate in suolo e fuori suolo autunnale-primaverile sfrutta l'avvenuta differenziazione a fiore delle gemme in vivaio con riduzione di tempi di produzione successivi alla piantagione. Un'altra tipologia sono le riflorenti a "modulo" che sono realizzate a partire da uno stolone in un contenitore alveolato più piccolo di quello delle Tray Plant, si ottengono nuove piante durante il periodo estivo-autunnale che vengono frigoconservate fino all'impianto, sono utili per concentrare la produzione in un solo periodo. Piante fresche cime radicate, tipologia di pianta utilizzata in alternativa a quella frigoconservata, solo per alcune varietà molto vigorose. Vengono prelevati

gli apici degli stoloni e messi a radicare in contenitori di polistirolo. Vengono utilizzate per avere un leggero anticipo di maturazione rispetto alla pianta frigoconservata e con maggiore scalarità nella fase di raccolta. Il periodo di piantagione è il mese di agosto (climi continentali) e di settembre/ottobre (climi caldi mediterranei), sono utilizzate principalmente per il pieno campo. (Fonte: <http://www.coviro.it/piante/>)

### 1.3 Panoramica delle varietà di fragola presenti sul mercato

#### 1.3.1 *Obiettivi del miglioramento genetico*

La fragola è una specie di notevole interesse economico in tutto il mondo, questo ha portato ad avere un elevato interesse da parte di breeders e vivaisti nella creazione di nuove cultivar da immettere sul mercato. Il mercato delle fragole è già molto ricco di varietà, quindi la creazione di nuove cultivar che possano essere interessanti e che abbiano successo non è un compito semplice. È necessario conoscere e studiare il mercato della fragolicoltura al fine di ottenere mediante programmi di miglioramento genetico, genotipi d'interesse dal punto di vista nutrizionale, qualitativo e produttivo.

Tra gli obiettivi generali di miglioramento genetico per questa specie abbiamo:

- elevata produttività.
- aumento della pezzatura del frutto.
- la forma del frutto che deve essere regolare e diversa a seconda del mercato a cui si punta.
- elevato vigore della pianta.
- il fiore deve essere perfetto per poter avere autofecondazione.
- resistenza e/o tolleranza alle principali malattie che colpiscono questa specie.
- aumento della qualità del frutto che comprende: il colore che deve essere uniforme e brillante, la consistenza che deve essere media e il sapore che deve essere equilibrato per quanto riguarda il rapporto zuccheri/acidi e anche ricco di sostanze antiossidanti.

Per quanto riguarda la zona del centro-adriatico ci sono degli obiettivi di miglioramento genetico specifici che sono:

- adattabilità a terreni non trattati con un elevato contenuto di argilla e calcarei
- ampliamento del calendario di maturazione e aumento delle produzioni medie

### 1.3.2 *Criteri di classificazione delle cultivar*

La classificazione delle cultivar di fragola si può fare in base a due parametri, in base alla reazione al termo-fotoperiodo e in base al periodo di maturazione. La distinzione che si basa sulla reazione al fotoperiodo ci permette di individuare tre tipologie di cultivar. Le unifere (short day) che necessitano per la fase di induzione/differenziazione a fiore, di un fotoperiodo con un numero di ore di luce inferiori a 12 e delle temperature che siano inferiori a 15-16 °C, non si ha la differenziazione se le temperature sono superiori a 30°C, esse producono i loro frutti durante il periodo primaverile per all'incirca 2-3 settimane. Le cultivar neutrodiurne (day neutral) dette anche rifioranti esse sono varietà che non sentono l'influenza del fotoperiodo ma sono condizionate dalle temperature, tali varietà hanno bisogno di sbalzi termici tra giorno e notte di circa 5-8° C che favoriscono la rifioranza. Sono chiamate rifioranti proprio per il fatto fioriscono più volte l'anno finché le temperature sono adeguate, solitamente vengono utilizzate per avere una produzione anche fuori stagione, se le condizioni sono ottimali anche tutto l'anno. Infine abbiamo le cultivar longidiurne (long day) anch'esse sono rifioranti, ma al contrario di quelle day neutral queste sono influenzate dal fotoperiodo e producono per un lungo intervallo, fino all'autunno. L'altro parametro di identificazione è in base al periodo di maturazione, possiamo distinguere: le cultivar a maturazione precoce, le cultivar a maturazione intermedia, le cultivar a maturazione tardiva e le cultivar a maturazione molto tardiva.

(Fonte:<https://www.canalisagricoltura.it/due-varietà-di-fragola-diverse-rifioranti-o-neutrodiurne-unifere-o-brevidiurne/>)

Le cultivar rifioranti stanno diventando una tipologia molto utilizzata negli ultimi anni, anche in ambienti temperati-freddi, grazie al fatto che i breeders stanno creando nuove varietà che si possono coltivare all'interno di strutture protette sia a terra, ma soprattutto fuori suolo. In ambienti con i climi sopra citati possono risultare interessanti poiché permettono di avere una produzione continua, questo può essere un grosso vantaggio per gli agricoltori che possono vendere un prodotto fuori stagione spuntando dei prezzi più alti. Tra i maggiori paesi produttori di varietà di questa tipologia di fragole vi sono: la California, la Spagna, la Francia, l'Olanda.

### 1.3.3 *Varietà rifioranti*

Alcuni esempi di varietà rifioranti presenti sul mercato:

**Murano:** (Costitutore: CIV-Italia) (Fonte: <https://civ.it/it/fragole/>)

Pianta: varietà rifiorente ad alto fabbisogno in freddo. Pianta di buon vigore con portamento eretto ed elevata tolleranza alle malattie. Produttività molto elevata.

Fiori: ricchi di polline, di facile impollinazione, con steli eretti.

Epoca di fioritura: precoce, molto prolungata e regolare.

Frutto: di forma conica e regolare, molto attraente, con calibro elevato e costante; colore rosso brillante anche con temperature elevate. Sapore eccellente, molto dolce con brix elevato e costante per tutta la durata della raccolta. Consistenza elevata ed ottima tenuta nei periodi molto caldi. Eccellente shelf life.

**Vivara:** (Costitutore: CIV-Italia) (Fonte: <https://civ.it/it/fragole/>)

Pianta: varietà rifiorente ad alto fabbisogno in freddo con pianta di vigore medio elevato. Presenta una elevata resistenza all'oidio del fogliame e dei frutti. Produttività molto elevata e costante: è una delle varietà più produttive.

Frutto: attraenti, di bel colore rosso brillante e forma cuoriforme omogenea, con calibro medio-grosso molto regolare. Sapore buono con medi valori zuccherini e buona shelf life.

Epoca di raccolta: precoce, molto prolungata e regolare

**Fragola Florida-Beauty®:** (Costitutore: Università della Florida)

(Fonte: <https://it.psichapter.net/4131-description-of-the-strawberry-variety-florida-beauty.html>)

La sua caratteristica più interessante è quella di essere molto precoce, fruttifica infatti circa 15 giorni prima delle altre varietà.

Frutti: hanno pezzatura media, colore rosso vivo e gusto molto dolce e aromatico.

Pianta: ottima rusticità e resistenza ai patogeni. Varietà vigorosa e stolonifera, con medio-basso fabbisogno in freddo, perciò indicata per le zone temperate.

**Monterey** (Costitutore: The Regent of California University – Davis)

(Fonte: <https://plantgest.imagelinenetwork.com/it/varietà/frutticole/fragola/monterey/4192>)

Pianta: Varietà rustica con apparato fogliare molto sviluppato.

La resa produttiva è elevata e la raccolta è rapida perché i frutti non si nascondono tra le foglie.

Frutti: I frutti di calibro medio grosso (+/-25g) dal gusto standard e di colore rosso brillante che non opacizza.

Tipologia produttiva: Indicata per la vendita all'ingrosso.

**San Andrés** (Costitutore: The Regent of California University – Davis)

(Fonte: <https://plantgest.imagelinenetwork.com/it/varietà/frutticole/fragola/san-andreas/4190>)

Pianta: Pianta dalla vegetazione media ma con buona rusticità e un alto potenziale produttivo.

Frutti: calibro medio grosso (media superiore a 20g) di qualità gustativa superiore Albion e con colore rosso-orangè che non opacizza. Si possono trovare frutti deformi.

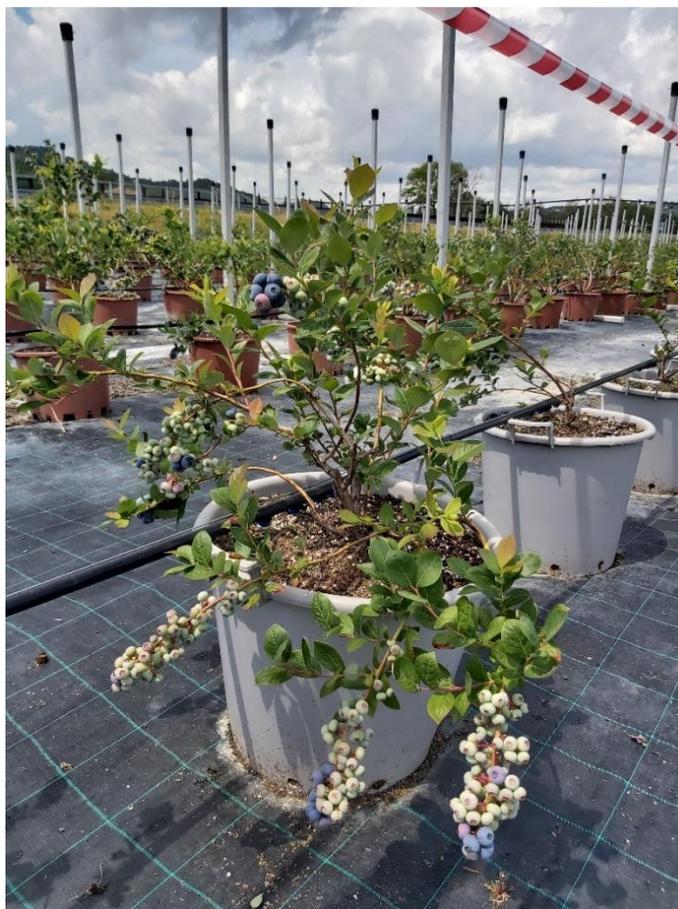
Tipologia produttiva: Varietà consigliata sia per la vendita diretta che per l'ingrosso.

#### 1.4 Mirtillo americano fuori suolo, una nuova frontiera nella sua coltivazione

Il mirtillo gigante americano (*Vaccinium corymbosum*) è una specie che in Italia è stata introdotta da molti anni, era principalmente coltivato nel Nord Italia poiché le condizioni pedoclimatiche erano ideali per questa specie. Con il crescente interesse del mercato verso questa specie si sta ampliando l'areale di coltivazione e si sta sempre più spostando a sud. Questa espansione però è stata resa difficoltosa dal fatto che in altre zone dell'Italia il pH del terreno è troppo alto a causa delle caratteristiche litologiche di quelle aree, mentre il mirtillo predilige un terreno sciolo con pH che sia sub-acido quindi con un range tra 4,5-5,5; per questo motivo in quei territori si è diffusa la coltivazione fuori suolo. L'estensione di questa tipologia di coltura è stata resa possibile grazie anche alla selezione di nuove varietà con caratteristiche che gli permettono di adattarsi anche ad ambienti diversi da quelli di origine della specie. La tecnica di piantagione fuori suolo si basa sulla coltivazione degli arbusti all'interno di vasi che hanno delle capacità variabili. La dimensione ottimale dei vasi dai 50 ai 95 L. In uno studio di Whidden (2008) è stato osservato che la produzione viene influenzata negativamente da contenitori con capacità di 38 L, in un'altra sperimentazione sono stati testati contenitori di volumi differenti: da 15 L, 30 L e 60 L (Ganarin, 2020), in cui è stato dimostrato come le piante cresciute nel vaso da 60 L fossero più grandi e anche più produttive rispetto alle altre. Tali contenitori vengono riempiti di substrato che varia a seconda delle scelte effettuate dall'agricoltore ma solitamente si predilige, fibra di cocco e torba. Vengono impiegati anche torba e terriccio universale unito a corteccia di pino, la componente di torba è essenziale per generare il pH ideale alla crescita dell'arbusto, altro aspetto fondamentale è che il substrato deve essere ben drenato per evitare asfissia radicale. L'impianto può essere effettuato sia in

pieno campo che come coltura protetta sotto tunnel singoli o a più campate, il fatto di utilizzare una serra porta dei vantaggi come l'anticipo della maturazione e la protezione dagli agenti atmosferici, ma provoca anche un aumento dei costi d'impianto. Il terreno su cui poggiano i vasi viene solitamente coperto da una pacciamatura effettuata con un telo plastico che permette la protezione dalle erbe infestanti e può essere anche anti-alga, ma questa seconda caratteristica è presente solo se si utilizza un sistema di fertirrigazione che sia a ciclo aperto, perché le acque di drenaggio devono poter essere sgrondate e allontanate. Se si utilizza un sistema a ciclo chiuso questo telo plastico può non essere anti-alga poiché la soluzione drenata viene recuperata e rimessa in circolo, anche se questi sistemi sono più costosi degli altri. In altri casi i vasi possono essere posizionati su delle baulature che possono facilitare alcune operazioni come la raccolta. Per quanto riguarda la nutrizione della pianta si parte dall'analisi dell'acqua d'irrigazione, in base ad essa si prepara la soluzione nutritiva da distribuire. Si creano due diverse soluzioni in base allo stadio fenologico della pianta: fase vegetativa e di produzione. Le due soluzioni avranno diversi valori EC (conducibilità elettrica) poiché la pianta ha delle esigenze diverse nelle due fasi. Il parametro della EC deve essere sempre monitorato attraverso delle analisi periodiche, perché ci permette di capire se la soluzione nutritiva che stiamo distribuendo è adeguata a soddisfare tutte le esigenze delle piante o se invece ci sono dei problemi. Il sistema d'irrigazione che si utilizza per la distribuzione della soluzione nutritiva è tendenzialmente quello a goccia. Il mirtillo non gradisce l'azoto in forma nitrica infatti sopra ad una soglia l'anione nitrico diventa tossico per la pianta, perciò questo sposta la scelta dei concimi a base di azoto su quelli con nitrato d'ammonio, solfato d'ammonio e urea solfato, per correggere il pH del terreno si utilizzano prodotti a base di zolfo poiché è un elemento che ha azione acidificante come riportato nel sito <https://www.coltivobio.com/come-coltivare-il-mirtillo-in-vaso-giuda-pratica-per-i-professionisti/>. Per creare un nuovo impianto di mirtillo fuori suolo le piante vengono acquistate in vivai specializzati è bene scegliere piante di elevata qualità poiché l'impianto ha una durata notevole di 15-20 anni, le piante acquistate dai vivai hanno due anni di vita e vengono trapiantate durante il periodo di riposo vegetativo, entrano in produzione già dal terzo anno di vita, successivamente si imposta la pianta con potature così da creare una struttura in cui ci siano almeno 3-4 branche produttive. È buona norma posizionare delle arnie di bombi all'interno dell'impianto per favorire un'ottima impollinazione dei fiori. Questo sistema di produzione presenta numerosi vantaggi: una maggior produzione, un'entrata in produzione più precoce, frutti con migliori caratteristiche qualitative, la possibilità di avere una produzione anticipata se la coltura è protetta, un uso più efficiente dell'acqua e dei nutrienti, la possibilità di poter coltivare anche in terreni non adatti.

Tra i svantaggi troviamo invece: l'inquinamento dovuto alla soluzione drenata che non viene recuperata nei sistemi aperti, i costi d'impianto, il continuo controllo dei valori della EC della soluzione nutritiva, sono richieste delle conoscenze più approfondite per la gestione di questi impianti.



*Figura 6: Impianto di mirtillo fuori suolo*

### **1.5 Panoramica delle varietà di mirtillo presenti sul mercato**

Il mirtillo è una specie arbustiva che appartiene al gruppo dei “piccoli frutti”, insieme a lampone, ribes, fragolina di bosco, uva spina e mora (sia di rovo che di gelso). Queste specie stanno avendo un crescente successo sul mercato e sono sempre più apprezzate dai consumatori soprattutto per il fatto che i frutti racchiudono un elevato contenuto di sostanze antiossidanti come i polifenoli, sostanze molto importanti per la salute del nostro corpo, in quanto rafforzano il sistema immunitario bloccando i radicali liberi che si formano al suo interno. I frutti sono anche ricchi di vitamine e di antociani. Questa forte richiesta da parte dei consumatori ha fatto sì che la coltivazione del mirtillo abbia subito una grande espansione e anche una modernizzazione, oggi si può coltivare il mirtillo in tutto il mondo grazie ai nuovi

sistemi di coltivazione fuori suolo e grazie al miglioramento genetico che ha permesso la creazione di nuove varietà adatte a climi diversi.

(Fonte: <https://agronotizie.imagelinenetwork.com/vivaismo-e-sementi/2021/01/25/mirtillo-da-nicchia-a-prodotto-di-massa/69040>)

Gli obiettivi di miglioramento genetico prevedono:

- Una fioritura e fruttificazione abbondante
- Bacche di grandi dimensioni e profumate
- Elevate caratteristiche organolettiche, buon rapporto zuccheri/acidi e buon livello di antociani
- Elevata shelf-life
- Possibilità di poter adattare la varietà alla raccolta meccanica
- Contemporaneità nella maturazione dei grappoli
- Resistenza alle principali avversità e malattie che colpiscono questa specie
- Resistenza alle basse temperature (soprattutto ai ritorni di freddo) e alle alte temperature nelle zone più meridionali
- Elevato contenuto di sostanze nutraceutiche come gli antiossidanti e le vitamine

Attualmente possiamo distinguere le varietà presenti in commercio sulla base del fabbisogno in freddo, grazie a questo parametro possiamo distinguere due gruppi: le varietà con elevato fabbisogno in freddo che necessitano di almeno 600-800 ore ad una temperatura al di sotto di 7° C per far superare la dormienza alle gemme e varietà a basso fabbisogno in freddo che necessitano di circa 300 ore ad una temperatura inferiore ai 7° C. Gli agricoltori per scegliere le cultivar più adatte alla loro area geografica e al mercato che vogliono coprire devono tener conto di questo fabbisogno in freddo. Tendenzialmente la maggior parte di essi acquista delle varietà che hanno un'epoca di maturazione diversa al fine di coprire una finestra di mercato più ampia, passando dalle precoci, intermedie e alle tardive. Bisogna comunque tener conto del fatto che il mirtillo è una specie che ha una maturazione dei frutti scalare, una pianta può produrre anche per quattro settimane con pause di 5-10 giorni tra le maturazioni. I frutti si raccolgono solo quando la bacca ha completamente cambiato colore dal verde al nero bluastrò o violetto, in base alla varietà.

Tra le varietà presenti sul mercato troviamo:

**Duke:** Varietà particolarmente interessante per gli areali piemontesi, caratterizzata da una spiccata precocità di maturazione. Attualmente può essere considerata la varietà di riferimento per i nuovi impianti. Buona tolleranza delle piante ai geli invernali. Il cespuglio presenta un forte vigore ed accrescimento, portamento eretto, con la produzione ben distribuita, facile da raccogliere e, inoltre, presenta germogli rigidi ed eretti. Fioritura tardiva e maturazione precoce. La produttività è molto buona. Frutti di media pezzatura, colore blu intenso ricco di

pruina, con polpa consistente e di gusto molto buono ed aromatico. (Costitutore: U.s. Department Of Agriculture)

(Fonte: <https://plantgest.imagelinenetwork.com/it/varietà/frutticole/mirtillo-americano/duke/360>)

**Blue Ribbon®:** Varietà di mirtillo americano a medio fabbisogno in freddo ed epoca di maturazione medio-precoce (anticipa Draper). Produttività e pezzatura sono buone, con frutto a sezione pentagonale, assenza di sepalì e buccia spessa. Il sapore è molto buono, dolce e aromatico, con limitata acidità. Buona la tenuta in conservazione. La pianta ha habitus di vegetazione prostrato e necessita di tutoraggio. Ancora da valutare la resistenza al gelo invernale.

(Fonte: <https://plantgest.imagelinenetwork.com/it/varietà/frutticole/mirtillo-americano/blue-ribbon/9822>)

**Draper:** Varietà a maturazione intermedia con elevata produttività. La pianta presenta elevata vigoria con un fabbisogno di freddo medio-alto e portamento compatto. Il frutto presenta grande pezzatura, molto pruinoso e di un intenso colore blu-azzurro. Polpa molto soda e dal sapore dolce. (Costitutore: Board of Trustees Operating Michigan State University)

(Fonte: <https://plantgest.imagelinenetwork.com/it/varietà/frutticole/mirtillo-americano/draper/4879>)

**Last Call:** Varietà di mirtillo americano con epoca di maturazione tardiva. L'arbusto è vigoroso ed eretto con buona produzione. Frutto oblato, di colore quasi nero, con elevata pruina, di pezzatura media. In alcuni casi presenta residui di sepalì. Il sapore è buono, dolce e aromatico. Buccia spessa, polpa poco succosa.

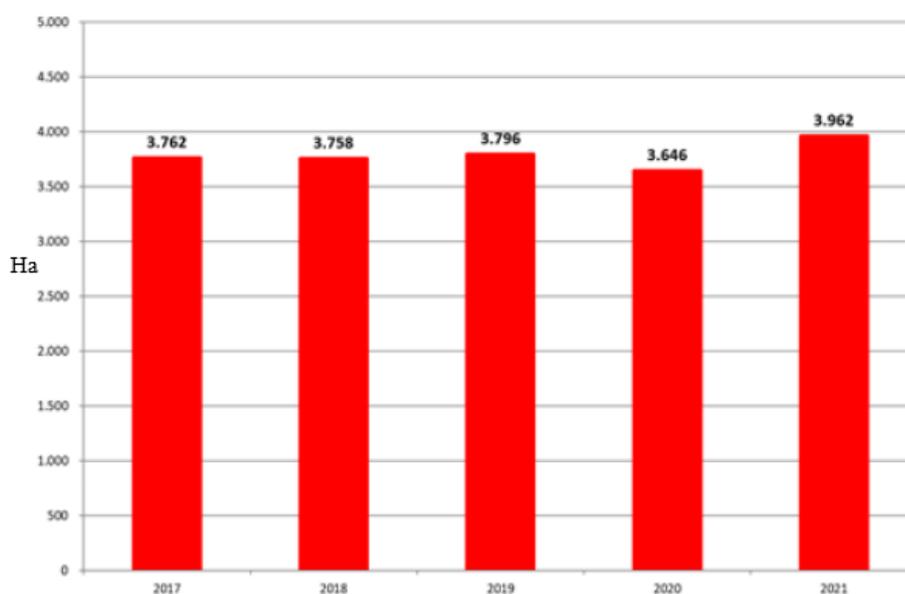
(Fonte: <https://plantgest.imagelinenetwork.com/it/varietà/frutticole/mirtillo-americano/last-call/9825>)

**Top Shelf®:** varietà ad alto fabbisogno in freddo con pianta di buon vigore, a portamento espanso. Frutto tendenzialmente appiattito, di elevata pezzatura; colore blu scuro, elevata pruina, tracce di sepalì poco evidenti. Consistenza elevata, polpa pastosa, buccia molto spessa di difficile masticazione. Sapore discreto. Dati bibliografici la indicano come poco adatta ad areali con inverni molto rigidi. (Fonte: <https://rivistafrutticoltura.edagricole.it/vivaismo-frutticolo/piemonte-capofila-dei-piccoli-frutti-innovazioni-tecniche-e-scelta-varietale/>)

## 1.6 Piccoli frutti: prospettive e opportunità per la produzione italiana.

### 1.6.1 Il mercato della fragola

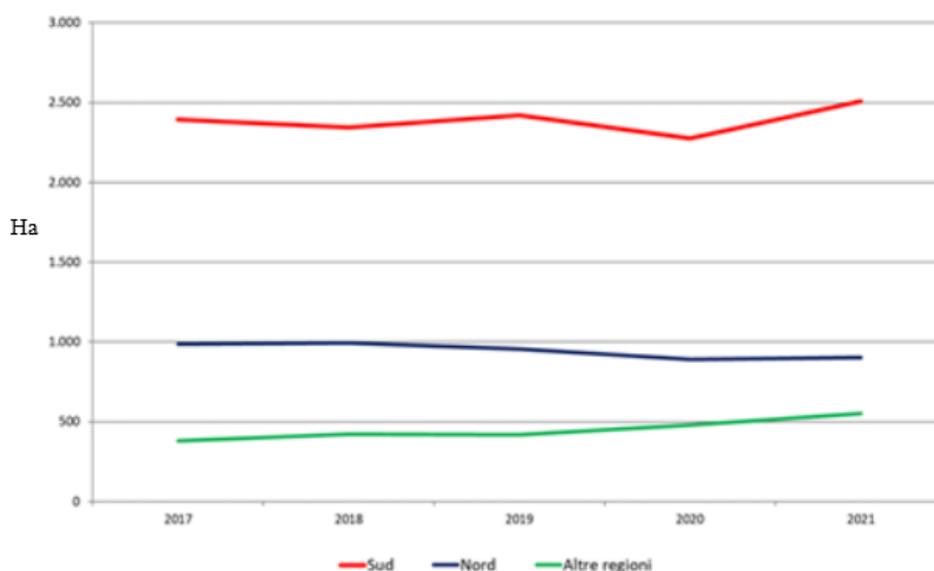
Dal 2017 al 2019 la fragolicoltura italiana in termini di superfici coltivate è rimasta invariata, con un incremento positivo del +8% nel 2021 (Grafico 1). Gli attuali 3.962 ettari sono principalmente concentrati in diverse aree colturali della Campania (Pane del Sele e agroaversano), Veneto (veronese), Basilicata (metapontino), Emilia Romagna (cesenate), Sicilia (marsalese), Calabria (lametino), Trentino e Piemonte (cuneese).



**Grafico 1: Superfici italiane coltivate a fragola. Fonte CSO Italy**

Si è passati da avere il 61% di coltivazioni al Nord e il 39% al Sud, ad uno spostamento della coltura al meridione con un 69% della superficie coltivata (Grafico 2). Infatti più di metà della produzione è concentrata in due regioni che sono Campania e Basilicata. Infatti più di metà della produzione è concentrata in due regioni che sono Campania e Basilicata. Ciò è stato reso possibile sia grazie all'utilizzo di strutture di protezione della coltura, sia grazie al cambio di tipologia di pianta, passando dall'utilizzare la tipologia frigoconservata, alla tipologia fresca a radice nuda o cima radicata. La cultivar più presente in Basilicata è Sabrosa che nel 2019 rappresentava il 77% della superficie coltivata. Mentre in Campania sono coltivate numerose tipologie di cultivar: Sabrina 36%, Melissa 31%, Sabrosa crollata all'1%, Fortuna 16% e Nabila 8% (dati 2019).

(Fonte: <https://coltureprotette.edagricole.it/vivaismo/fragola-in-italia-coltura-in-forte-cambiamento/>)



**Grafico 2: Superfici coltivate nel Nord, Sud e altre regioni d'Italia. Fonte CSO Italy**

Oltre allo spostamento della coltura al meridione si è osservato un cambiamento anche nella modalità di coltivazione. In questo areale la quasi totalità della produzione si effettua in coltura protetta all'interno di tunnel. La coltivazione sotto tunnel non si effettua solo per avere un anticipo della maturazione ma anche per proteggere la coltura dalle intemperie, soprattutto nelle aree settentrionali. Inoltre l'offerta varietale si fa sempre più ampia grazie ai numerosi programmi di miglioramento genetico, sia pubblici che privati, che insieme alle diverse tecniche di coltivazione permettono di avere una produzione ormai per 12 mesi all'anno, anche se la maggior parte della produzione continua a concentrarsi tra aprile e maggio.

Questo perché vi è stata una destagionalizzazione ottenuta mediante l'uso di innovazioni tecnologiche e varietali: si hanno a disposizione varietà unifere molto tardive e varietà riflorenti, esse associate alla coltivazione in strutture come serre e tunnel che permettono un anticipo della fioritura e quindi della produzione e grazie allo spostamento della coltivazione in ambienti meridionali con clima più mite, si creano le condizioni per avere della produzione fuori stagione. Ed è proprio la produzione fuori stagione che può garantire un ottimo guadagno agli agricoltori, poiché questi prodotti spuntano un prezzo più alto alla vendita sia in Italia ma anche sui mercati europei, perché sfruttano nicchie di mercato con minor concorrenza, mantenendo comunque una qualità elevata del frutto (Grafico 3). Inoltre dal punto di vista

tecnologico sono nati numerosi sistemi di coltivazione che, nonostante gli onerosi investimenti iniziali, garantiscono numerosi vantaggi agli agricoltori, tra di esse troviamo la coltivazione fuori suolo, che permette ad esempio un risparmio di input e maggior controllo delle avversità. È bene ricordare che all'interno di ogni territorio vi sono realtà diverse, ad esempio c'è chi investe sulla coltivazione fuori suolo anche se si trova in regioni dove non è particolarmente diffusa, perché grazie all'uso di cv rifiorenti può avere una produzione per un lungo periodo di tempo e fuori stagione, ampliando così il calendario di maturazione del suo prodotto, oltre ad usufruire di altri vantaggi dati da questa tipologia d'impianto; come la raccolta facilitata e quindi più rapida, assenza di patogeni terricoli ecc.. Ma anche l'uso di cultivar diverse all'interno della stessa azienda, che abbiano un periodo di fioritura più o meno precoce, è una strategia che permette un ampliamento del calendario di maturazione delle fragole, poiché fiorendo in momenti diversi si allunga il periodo produttivo, grazie al quale l'azienda può vendere sul mercato in una fase che presenta dei prezzi più vantaggiosi. *(Fonte: <https://rivistafrutticoltura.edagricole.it/potatura-e-forme-di-allevamento/la-nuova-fragolicoltura-italiana-produce-tutto-lanno/>)*

Per comprendere in maniera più approfondita come si sia ampliato il calendario di produzione della fragola negli ultimi anni, si possono mettere a confronto i diversi sistemi di coltivazione e i loro periodi di raccolta. Con la coltura a pieno campo vengono trapiantate solitamente piante frigoconservate di tipo A+, nel caso della regione Marche questo trapianto avviene a fine luglio, l'entrata in produzione va da maggio a giugno. La coltura protetta, sotto tunnel, permette di anticipare l'entrata in produzione della coltura di almeno 15 giorni nelle Marche, ma l'anticipo è legato anche alla tipologia di pianta che si usa e al clima, in climi più miti la raccolta può avvenire anche a marzo. Per il fuori suolo si possono utilizzare piante unifere o rifiorenti, con l'utilizzo di piante rifiorenti si può avere una produzione per quasi tutto l'anno, nelle Marche iniziano a produrre da giugno fino anche a novembre.



**Grafico 3: Andamento prezzi Fragole 2020-21. Fonte ISMEA**

### 1.6.2 Il mercato del mirtillo

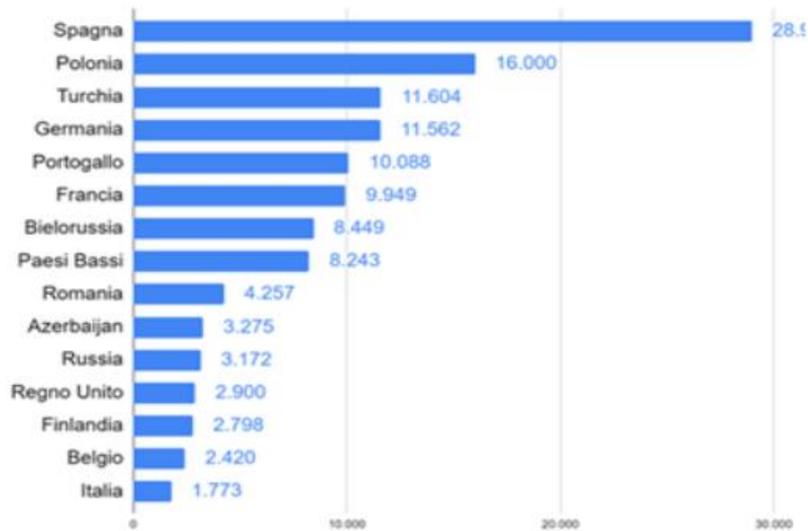
Così come per la fragola anche per il mirtillo gigante americano è diventato molto importante l'ampliamento del suo calendario di produzione, anche se le motivazioni sono un po' differenti rispetto a quelle delle fragole. Attualmente la produzione di mirtilli in Italia si estende su una superficie di 900 ettari e la varietà precoce Duke rappresenta il 75% complessivo della produzione. Il 75% della produzione italiana è destinata all'esportazione. Sempre il 75% della produzione si trova nel Piemonte, un'area dove tutta la produzione è in suolo grazie alle caratteristiche dei terreni a disposizione, dotati della necessaria acidità. Le altre regioni di produzione sono il Trentino-Alto Adige (150 ettari), il Veneto (con circa 120 ettari in produzione fuori suolo nella zona di Verona) e la Lombardia (100 ettari). Altre aree minori sono nel centro Italia (Toscana e Lazio), nel sud (Puglia e Calabria) e in Sicilia. Grazie al fatto che nel nostro paese si possono sfruttare diversi areali di coltivazione, l'Italia ha la potenzialità di essere sul mercato da febbraio (con le varietà precoci in Sud Italia) fino a novembre (con le varietà tardive e la frigoconservazione). Il prodotto italiano si può posizionare nel mercato tra la fine della produzione spagnola (inizio giugno) e l'inizio della produzione del Nord Europa (fine luglio). Attualmente i produttori italiani cercano di ampliare il calendario di produzione tramite innovazione varietale e espansione delle regioni di produzione. (Fonte: <https://www.myfruit.it/prodotti/2019/05/mirtilli-grandi-potenzialita-per-produzione-italiana-ma-il-mercato-interno-non-cresce.html>)

Infatti questo ampliamento del calendario di produzione è dovuto alla crescente domanda di questo prodotto da parte dei consumatori. Dal 2006 al 2010, la crescita dei consumi mondiali è stata in qualche modo limitata: da circa 60.000 tonnellate nel 2006 a 80.000 tonnellate nel 2010. Da allora, tuttavia, il consumo è aumentato molto: nel periodo fino al 2017, è quasi raddoppiato in Europa. (Fonte: <https://italianberry.it/2019/11/04/aumentano-in-europa-produzione-e-consumi-di-mirtilli/>) Il consumo non è stato sostenuto sempre da una produzione di qualità elevata, ma il settore si è innovato per sostenere questa crescita così elevata del consumo mondiale di questo frutto, garantendo, grazie ai numerosi rinnovamenti in campo genetico e agronomico, prodotti di qualità adeguata alle richieste del mercato i primi risultati si sono visti a partire dal 2019. (Fonte: <https://italianberry.it/2020/02/26/mirtilli-2020-e-lanno-della-svolta-globale/>)

In Italia al momento è presente prodotto nazionale in quanto il mirtillo viene coltivato lungo tutta la penisola, anche se non è un ancora un paese leader nella produzione di mirtillo a livello europeo (Grafico 3). I consumi di mirtillo sono in netto aumento, e sui mercati all'ingrosso è presente anche prodotto spagnolo. Considerate le eccezionali richieste di prodotto italiano, stanno nascendo filiere in alta quota, come quella in Val Brembana, in Lombardia. In Piemonte, con la vendita di mirtilli si sta procedendo discretamente bene sia in Italia sia all'estero. La richiesta è costante, il mercato buono, la qualità del prodotto è adeguata. La domanda per il mirtillo da esportazione è enorme: il Regno Unito predilige l'acquisto di questo piccolo frutto sul nostro territorio, rispetto ad altre tipologie. Facendo un bilancio della resa produttiva 2021, la media è stata sui 4 kg/pianta per la regione Sicilia, per un prezzo medio di vendita che va da 6 a 7 euro/kg.

La Spagna nel 2021 presenta un raccolto abbastanza scaglionato, nonostante la tempesta di gelo avuta a gennaio, che ha portato ad un ritardo nella produzione delle cv più precoci ed un anticipo di quelle più tardive, il mercato non si è saturato di prodotto nel periodo di aprile come si pensava, ciò grazie alle temperature miti che si sono avute nei mesi successivi alla tempesta. Anche nell'anno 2021 si conferma il paese europeo che produce più mirtilli. (Fonte: <https://www.freshplaza.it/article/9337764/focus-sul-mercato-mondiale-dei-mirtilli/>)

#### LA PRODUZIONE EUROPEA DI MIRTILLI



T

**Grafico 4: Produzione in tonnellate di mirtilli in Europa. Fonte Fresh4Cast, dati 2017.**

Grazie a questo aumento dei consumi e alle innovazioni tecnologiche la coltivazione del mirtillo si è ampliata e si sono superate le barriere dovute al pH alcalino del terreno, spostandolo sempre più a sud dell'Italia. Tutto ciò è stato reso possibile grazie alle novità che riguardano sia la tecnica colturale, con la nascita degli impianti fuori suolo, sia grazie ai programmi di miglioramento genetico che hanno creato numerose nuove varietà, con caratteristiche che gli permettessero di essere sempre più adatte ad ambienti caldi, creando varietà con minor fabbisogno in freddo, che avessero un'entrata in produzione più precoce, che si adattassero alla coltivazione fuori suolo, ma soprattutto che avessero un periodo di fioritura diversificato così da garantire un intervallo di produzione più lungo. Tutto questo ha permesso lo spostamento della coltivazione del mirtillo al sud Italia, infatti ora ci sono impianti che vanno dalla Sicilia al Trentino Alto Adige, ciò garantisce produzioni per quasi tutto l'arco dell'anno, sia grazie all'impiego di cv a diverso fabbisogno in freddo che grazie ai climi delle diverse regioni, questo è molto favorevole perché si ottengono produzioni fuori stagione, grazie alle quali gli agricoltori possono spuntare un prezzo più alto alla vendita e inoltre viene garantito il soddisfacimento della domanda di mercato per questo prodotto, che è sempre più crescente. La possibilità di avere un prodotto destagionalizzato è positiva anche per la sua vendita in mercati che vanno oltre quello italiano, perché avere il mirtillo fuori stagione e venderlo in Europa può, anche in questo mercato, garantire dei prezzi più alti nella vendita. Il

tutto garantendo sempre un'elevata qualità del prodotto, con caratteristiche organolettiche sempre migliori e che sia coltivato con un basso impatto ambientale. (Fonte: <https://agronotizie.imagelinenetwork.com/vivaismo-e-sementi/2019/02/06/italiani-pazzi-per-i-mirtilli-ma-dove-va-il-miglioramento-genetico/61572>)

### **1.7 Le principali caratteristiche dei frutti di fragola e mirtillo apprezzate dai produttori e dai consumatori.**

Per valutare le principali caratteristiche dei berries apprezzate dai consumatori e produttori, si utilizzano numerosi parametri, tra cui: l'efficienza in termini di resa dell'impianto di piante da frutto, la qualità commerciale, sensoriale, nutrizionale e sanitaria. Su questi diversi aspetti incidono dei fattori di pre-raccolta, che sono: genetici, ambientali (la luce, la temperatura, le precipitazioni) e le tecniche di coltivazione. Uno dei principali parametri presi in considerazione dall'agricoltore per la scelta di una varietà è l'efficienza produttiva della pianta (Di Vittori et al., 2018), come anche la resistenza ai patogeni e l'adattamento a diverse condizioni pedo-climatiche. Un aspetto rilevante nella riduzione dei costi colturali è la facilità/velocità alla raccolta.

L'aspetto esteriore del frutto è caratterizzato dalla la forma del frutto, la pezzatura, dal colore e dalla consistenza. La pezzatura del frutto può essere determinata attraverso tre misurazioni: il peso del frutto, il suo diametro e la sua lunghezza. Le tre misurazioni vengono scelte a seconda della tipologia di berries. Una pezzatura elevata garantisce dei costi produttivi più bassi all'agricoltore, ma eccessive dimensioni possono non essere gradite ai consumatori. La valutazione visiva del frutto è rappresentata dalla forma del frutto e del suo apice. La forma può cambiare a seconda della varietà. Un altro parametro è il colore del frutto, il quale deve essere rappresentativo di quel berry, ed è dovuto all'accumulo di pigmenti (antociani, fenoli ecc.) nelle cellule dei tessuti, è determinato geneticamente, ma può essere comunque in parte influenzato dall'ambiente e dalle tecniche di coltivazione (Di Vittori et al. 2018). Il colore può essere misurato in laboratorio utilizzando uno strumento specifico, il colorimetro. La consistenza è un parametro importante, perché ci permette di capire quanto il frutto sia resistente alle manipolazioni e ai danni meccanici che possono avvenire durante la lavorazione e il trasporto. Questo parametro si può analizzare in laboratorio per mezzo del penetrometro, che è un puntale collegato ad una molla che misura la forza occorrente per perforare epidermide e polpa, la misura è espressa in g/cm<sup>2</sup>. Nel caso della fragola il puntale è a stella, con un diametro di 6mm.

All'interno della qualità sensoriale troviamo i parametri legati al gusto e l'aroma. Questa tipologia di qualità dei frutti è data dall'insieme delle caratteristiche di aspetto, sapore, odore e consistenza di un prodotto, percepite attraverso gli organi di senso. Il gusto è uno degli organi di senso più utilizzati nella qualità sensoriale e la dolcezza è particolarmente apprezzata dai consumatori, molti programmi di miglioramento genetico stanno cercando di aumentare la dolcezza dei berries (Di Vittori et al., 2018). La dolcezza è misurata in laboratorio attraverso i Solidi Solubili Totali, misurati con lo spettrofotometro che misura l'assorbimento di particolari lunghezze d'onda della luce da parte di una soluzione colorata, in particolare può determinare la concentrazione di un soluto in una soluzione. Gli zuccheri rappresentano il soluto e la dolcezza è espressa in °Brix. Questa misurazione viene effettuata sia sul succo di fragola che su quello di mirtillo. Oltre alla dolcezza è importante considerare anche l'acidità dei frutti come uno dei parametri fondamentali della qualità sensoriale; essa viene espressa in Acidità Totale, misurata in maniera differente in laboratorio per fragola e mirtillo. Tra gli altri aspetti che il consumatore apprezza nei berries, vi è l'aroma o flavor che influenza anche le scelte del consumatore. Esso è determinato dai VOCs (Volatile Organic Compounds), questi metaboliti conferiscono ai berries l'aroma che va a stimolare i recettori sensoriali delle persone.

La qualità nutrizionale di un frutto si può definire attraverso il contenuto di elementi nutritivi presenti. I parametri che rappresentano questa tipologia di qualità sono il contenuto di fibre, di vitamine, di minerali, di fenoli e la capacità antiossidante. I polifenoli sono composti che hanno proprietà salutari e anche sensoriali, infatti sono sostanze che bloccano i radicali liberi che causano problematiche di ossidazione dei tessuti cellulari, aiutano nella protezione del sistema cardiovascolare, hanno azione antitumorale e causano l'astringenza dei frutti. Le vitamine, che sono fondamentali per la salute dell'organismo e ne regolano i metabolismi, quelle più presenti nei berries sono: la vitamina A, C, E ed il complesso delle vitamine B. I minerali, essenziali per l'accrescimento e per numerose funzioni biologiche. Le fibre hanno un'azione benefica per l'intestino e aiutano nella prevenzione di alcune malattie come l'obesità, diabete ecc. La capacità antiossidante può essere misurata attraverso la TAC (Total Antioxidant Capacity) che si valuta usando la riduzione della ferric tripyridyltriazine ( $Fe^{+3}$  -TPTZ), Potere Antiossidante Riducente Ferrico (FRAP), con alcune modifiche come riportato da Mazzoni et al. (2020).

Quando si parla di qualità sanitaria per i frutti si intende che essi siano sani per i consumatori, non devono presentare residui di agrofarmaci oltre i limiti consentiti, non devono essere presenti micotossine che possono causare problemi di salute alle persone, non vi deve essere contaminazione microbica e neanche la presenza di composti tossici naturali.

## Capitolo 2

### MATERIALI E METODI

#### 2.1 Prova su fragola

##### 2.1.1 Impostazione disegno sperimentale e sistema di coltivazione

La prova sperimentale su fragola rifiorente, si è svolta presso l'azienda agricola Mazzanti (43° 39' 12.25" N, 13° 05' 41.33" E) ubicata nella frazione di Passo Ripe (AN) (Figura 7). Il sistema di coltivazione utilizzato è fuori suolo table top in coltura protetta. All'interno della serra sono presenti 6 file di table top: ognuno di essi è formato da una vasca di alluminio sospesa al soffitto, all'interno dei quali sono posizionati i sacchi Grotec21 (Figura 8) utilizzati per la coltivazione delle fragole, che hanno un volume di 30 l e contengono un substrato di mix di torba bionda a differenti % di grana e fibra di cocco tritata.



**Figura 7: Posizione geografica dell'azienda Mazzanti**



***Figura 8: Sacco Grotec21 usato per la sperimentazione***

La sperimentazione è stata effettuata su due anni di raccolta (2020-2021), da giugno a fine agosto, mediante la valutazione di parametri produttivi e qualitativi di due varietà: Murano, Vivara e una selezione AN12,13,58. Murano e Vivara sono state create dal Consorzio Italiano Vivaisti (CIV Italia), Murano è una varietà rifiorente e molto produttiva, ha una fioritura precoce e molto prolungata, frutti di forma conica regolare, hanno un sapore dolce e una consistenza elevata che si mantengono costanti anche durante i periodi più caldi. Vivara è dotata di ottima vigoria della pianta, unita ad alta rifiorenza e produttività elevata e costante, presenta frutti di forma cuoriforme omogenea che hanno valori medi per il contenuto di zuccheri e una buona shelf life. AN 12,13,58 è una selezione creata dall'Area di Frutticoltura della Facoltà di Agraria dell'Università Politecnica delle Marche, mostra una precocità nella produzione e un'elevata vigoria della pianta, i frutti sono di forma conica, di dimensioni medie e con un buon contenuto di zuccheri.

Nell'anno 2020 le tre varietà avevano come tipologia di pianta: frigoconservata A + per Murano e Vivara, Mini Tray (MT) per AN12,13,58 (Tabella 1). Le varietà sono state collocate in 3 file. Per la varietà Murano e Vivara ogni fila presenta 6 sacchi, mentre la selezione AN 12,13,58 è rappresentata da 3 sacchi. Ogni sacco corrisponde ad una parcella per un totale di 15 parcelle. Ogni parcella contiene 8 piante.

Nell'anno 2021 le varietà oggetto della prova sono le stesse ma vi è una distinzione nella tipologia di piante utilizzate, sia per Murano che per Vivara sono state analizzate le piante della tipologia A+ e Tray (T), per la selezione AN 12, 13, 58 sono state utilizzate la tipologia Mini Tray (MT) e Tray (T). Era presente anche un'altra selezione AN 15,19,55 MT ma non si è mostrata rifiorire perciò i suoi dati non sono stati inseriti.

Le varietà sono state suddivise su 4 file e ogni tipologia è rappresentata da 4 sacchi/parcelle, per un totale di 24 parcelle. Ogni parcella contiene 8 piante.

**Tabella 1: Varietà e tipo di piante oggetto di analisi nelle due annate**

Anno 2020		Anno 2021	
Varietà/selezione	Tipologia pianta	Varietà/selezione	Tipologia pianta
AN 12,13,58	Mini Tray	AN 12,13,58	Mini Tray/Tray
Vivara	A+	Vivara	A+/Tray
Murano	A+	Murano	A+/Tray

Le piante sono state trapiantate all'inizio della primavera per entrambe le annate, la loro crescita è sostenuta da un sistema di fertirrigazione centralizzato che conferisce acqua ed elementi nutritivi alla coltura. Il programma di fertirrigazione è stata impostato in base alle caratteristiche dell'acqua dell'azienda e adattato agli stadi fenologici della coltura. È necessario conoscere la composizione chimica dell'acqua di irrigazione e la sua conducibilità elettrica (EC) per intervenire tempestivamente su eventuali valori non adeguati agli stadi della coltura. L'acqua irrigua una volta analizzata dal laboratorio certificato di analisi cationica ed anionica delle acque (Agenzia Servizi Settore Agroalimentare Marche), è stata corretta con acido nitrico al 50% per portarla ad un pH di 5,5 che è ideale per l'assorbimento degli elementi nutritivi. Il quantitativo di acido utilizzato è di 10 Kg per 100 L (Tabella 2).

**Tabella 2: Ricetta Fertirrigazione Mazzanti**

Fertilizzante	Kg/Hl
fosfato monopotassico (74%)	5
solfo di potassio	2
solfo di magnesio	1
MICROSOL 680 (miscela di microelementi)	0,15
Ferro	0,35

Il sistema di fertirrigazione è automatizzato per mezzo di elettrovalvole comandate da una centralina di controllo. La composizione finale della soluzione nutritiva viene gestita da un software che ha il ruolo di mantenere costanti i parametri di conducibilità elettrica (EC) pari a 1,2-1,6  $\mu\text{S}/\text{cm}$  in base al periodo di coltivazione e di pH pari a 5,5-6 costante.

Il sistema di irrigazione presente in serra è di due tipologie: a goccia con ugelli con una portata di 2/l minuto e a pioggia tramite irrigatori sprinkler, usato anche per il controllo delle temperature. Nel momento del trapianto vengono effettuate all'incirca 15 irrigazioni al giorno, che si prolungano anche per tutta la fase di radicamento (almeno 15 giorni). Il sistema a goccia viene avviato ogni ora per 3 minuti, quello a pioggia è avviato per 30 secondi ogni mezz'ora. Nelle successive fasi fenologiche l'impianto a goccia è avviato per circa 5 minuti ogni due ore, mentre l'impianto a pioggia viene avviato nelle ore più calde della giornata e nel tardo pomeriggio per abbassare la temperatura. Il sistema, in base ai parametri registrati tra i quali si ricorda l'intensità luminosa, avvia in automatico le irrigazioni.

#### *2.1.2 Campionamento e parametri analizzati*

Ogni sacco corrisponde ad una parcella, essa viene segnalata con un cartellino su cui è presente il numero della parcella e il nome della varietà/selezione. Inoltre per rendere le parcelle più visibili all'operatore vengono segnalate con dei nastri, vedi (Figura 9: Parcella di fragole).



***Figura 9: Parcella di fragole***

Le raccolte sono state effettuate in due annate successive 2020 e 2021 due volte a settimana, il martedì e il venerdì. Nell'annata 2020 le cultivar messe a confronto sono state: Murano, Vivara, AN12,13,58, la loro raccolta è partita il 16 giugno ed è terminata il 27 novembre.

### 2.1.3 Parametri produttivi

La raccolta dei frutti è stata eseguita manualmente. I frutti maturi sono stati raccolti dalle singole parcelle e posizionati all'interno dei cestini contrassegnati da numeri che corrispondono alla parcella di riferimento. Finita la raccolta, ci si appresta alla conta e alla pesatura dei frutti utilizzando un dinamometro. I dati vengono registrati in un libretto in cui sono riportate per ogni parcella le date delle raccolte, il numero di piante, il peso frutto (g)/n° frutti, il peso commerciale (g), il peso dei frutti deformi (g), il peso dei frutti sottomisura (g), il numero dei frutti marci. Tra i parametri produttivi rilevati abbiamo: la produzione totale di ogni parcella, la produzione commerciale, quella di scarto e il peso medio ponderato.

La produzione commerciale è data dall'insieme dei frutti che presentano un diametro  $\geq 22$  mm, che sono sani e integri. Oltre ad essa abbiamo la produzione di scarto totale che è data dai frutti sottomisura ( $\emptyset < 22$  mm), deformi (forma non regolare o con delle spaccature) e quelli marcescenti o che presentano delle scottature da sole. Se si sommano la produzione commerciale con lo scarto totale si ottiene la produzione totale, la quale si può dividere per le piante che sono effettivamente produttive, ottenendo la produzione media per pianta.

Il peso medio ponderato (PMP) si può calcolare solo se in precedenza è stato calcolato il peso medio dei frutti (di 20 frutti per la nostra analisi). Il peso medio ponderato è ottenuto dalla sommatoria dei prodotti tra il peso medio del frutto rilevato in ogni raccolta e la produzione commerciale della stessa, diviso la produzione commerciale di tutte le raccolte, secondo la formula:

$$PMP = \frac{(p_1 \times q_1) + (p_2 \times q_2) + \dots + (p_n \times q_n)}{Q}$$

dove la p indica peso medio del frutto di una raccolta; la q la produzione commerciale della stessa raccolta e Q la produzione commerciale di tutte le raccolte. Grazie a questo dato possiamo conoscere il peso medio del frutto in relazione alla quantità di frutti raccolti nei diversi momenti.

### 2.1.4 Parametri qualitativi

Ogni due settimane i campioni sono stati analizzati in laboratorio, per un totale di 8 date di raccolta. Ogni parcella corrisponde ad un campione di 10 frutti (Figura 12) esteriormente

omogenei. I parametri qualitativi analizzati su ogni campione sono stati il colore, la consistenza, il contenuto solido solubile e l'acidità titolabile.

La misurazione del colore è stata ottenuta mediante uno strumento chiamato colorimetro (Minolta mod. Chromater). La rilevazione del parametro viene effettuata su due lati opposti dei singoli frutti, così che su 10 frutti si ottengono 20 misurazioni del colore. Prima della misurazione si calibra lo strumento (Figura 13). Sullo schermo del colorimetro sono indicati tre parametri  $L^*$ ,  $a^*$  e  $b^*$ , corrispondenti rispettivamente alla luminosità e alle coordinate cromatiche.  $L^*$  esprime quindi quanto il frutto sia luminoso, i suoi valori possono essere elevati ed indicano colori luminosi e chiari, mentre a valori bassi corrispondono colori scuri ( $L^*=0$  nero,  $L^*=100$  bianco). Le coordinate cromatiche  $a^*$  e  $b^*$  indicano la tinta e hanno un range di valori che va da -60 a +60,  $a^*$  indica una variazione di colore da verde (-60) a rosso (+60), mentre la coordinata  $b^*$  presenta una variazione da blu (-60) a giallo (+60). Con le coordinate  $a^*$  e  $b^*$  si può calcolare un altro parametro, il Chroma ( $C^*$ ) per mezzo della formula:  $[(a^*)^2 + (b^*)^2]^{1/2}$ . Questo parametro permette di valutare la saturazione del colore, se i suoi valori sono elevati i colori sono vividi e brillanti, se invece sono bassi allora i colori sono opachi e spenti. Il Chroma varia molto a seconda della varietà e dello stato di maturazione del frutto, nei frutti sovraturi il valore di questo parametro è tendenzialmente basso, infatti i frutti hanno colori opachi e spenti. Il mercato apprezza frutti di un rosso brillante e che si mantenga stabile nel tempo.

Una volta effettuata la misurazione del colore su frutto viene analizzata la consistenza della polpa. Tale parametro si misura con il penetrometro digitale Tr Turoni (Figura 14) che registra la resistenza di penetrazione del puntale nella polpa del frutto. Il puntale è a stella di 6mm di diametro. L'unità di misura è in g e la rilevazione è la medesima del colorimetro.

I frutti analizzati prima di essere congelati, vengono posizionati in sacchetti di plastica e chiusi con un cartellino su cui è presente l'annata, la varietà/selezione e il numero della parcella.

In seguito sui campioni decongelati, si misurano i solidi solubili (SS) o zuccheri totali. Dai frutti si ottiene il succo mediante spremitura manuale che viene successivamente filtrato. Il liquido viene posizionato mediante Pipetta Pasteur sul prisma di uno strumento, che è il rifrattometro digitale Atago (Figura 15). Lo strumento viene attivato e calcola in °Brix la percentuale di solidi solubili presenti nel campione. Anche in questo caso, prima del suo utilizzo viene calibrato. Finita l'analisi di un campione viene pulito il prisma del rifrattometro con una spugna umida così da poter analizzare il campione successivo.

Infine si effettua la misurazione dell'acidità titolabile per mezzo di un titolatore manuale. La misurazione prevede che da ogni campione vengano prelevati con la Pipetta Pasteur 10 g di succo da aggiungere ad acqua distillata di 10 g in un becher da 100 ml. Successivamente vengono aggiunte al campione alcune gocce del colorante di Blu di Bromotimolo (indicatore di viraggio della soluzione) e inserita una calamita, che mediante la sua rotazione, permette una maggiore miscelazione alla soluzione di NaOH (0,1 N) rilasciata gradualmente tramite una buretta graduata da 25 ml (sensibilità 0,01 ml). Il flusso della soluzione si interrompe quando si osserva il viraggio del colore del succo da rosso a verde/blu (Figura 16), appena il colore cambia si chiude il rubinetto e si legge il valore. Il valore di acidità del succo viene espresso in milliequivalenti di NaOH su 20 g di succo (meq/20g).

#### 2.1.5 Temperature serre Mazzanti 2020-21

Il confronto tra le temperature all'interno e all'esterno della serra di Mazzanti nell'annata 2020 mostra come le differenze tra l'esterno e l'interno siano poco rilevanti per tutti i mesi presi in analisi, osservando la temperatura media la differenza è sempre intorno ad 1°C. La copertura quindi garantisce, in primavera, che le temperature non scendano troppo, mentre in estate le temperature non sono eccessivamente alte grazie al raffrescamento effettuato tramite gli irrigatori a nebulizzazione presenti al suo interno (Tabella 3).

**Tabella 3: Confronto temperature interne ed esterne serra Mazzanti 2020**

Anno	Mese	Interno			Esterno		
		T. Min	T. Media	T. Max	T. Min	T. Media	T. Max
2020	Marzo	4,7	11,7	22,0	3,5	10,3	18,4
	Aprile	6,2	15,9	27,5	4,1	14,0	24,2
	Maggio	12,8	21,3	30,9	10,2	19,5	28,6
	Giugno	15,4	23,8	32,9	13,5	23,1	32,5
	Luglio	17,4	25,5	33,4	15,7	26,2	35,9
	Agosto	19,7	27,2	35,7	18,4	27,2	37,2

Dai valori medi dell'annata 2021, si evince che le differenze di temperatura tra l'interno e l'esterno della serra sono di circa 2 °C per i mesi da marzo a maggio, poi la differenza tra interno ed esterno si abbassa ad 1 °C o meno (Tabella 4). Quindi in quest'annata la copertura per i primi mesi presi in analisi, ha avuto un'azione di poco superiore nella coibentazione rispetto all'anno 2020. Mentre come osservato sopra nel periodo estivo non ci sono grandi differenze tra l'interno ed esterno, grazie al sistema di raffrescamento adottato.

**Tabella 4: Confronto temperature interne ed esterne serra Mazzanti 2021**

Anno	Mese	Interno			Esterno		
		T. Min	T. Media	T. Max	T. Min	T. Media	T. Max
2021	Marzo	2,7	11,5	23,1	0,9	9,8	21,6
	Aprile	6,2	14,9	27,0	3,7	12,4	23,4
	Maggio	12,2	21,2	32,0	10,0	19,7	31,7
	Giugno	17,4	27,0	37,2	15,6	27,5	43,7
	Luglio	19,6	28,1	37,2	18,4	29,1	43,5
	Agosto	19,2	27,2	36,7	18,6	26,9	39,1



**Figura 10: Campione di fragole per analisi**



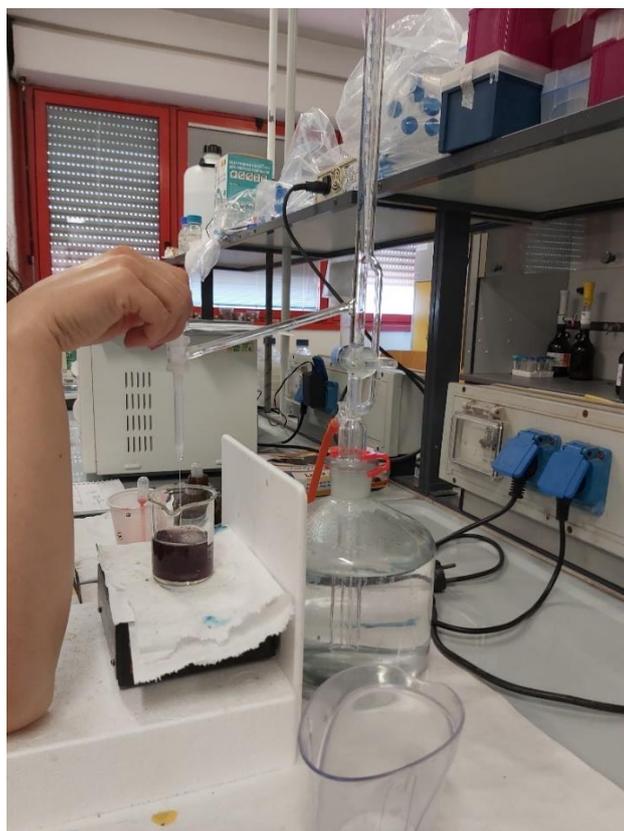
*Figura 11: Colorimetro utilizzato su fragola*



*Figura 12: Misurazione consistenza polpa con penetrometro*



*Figura 13: Campionamento zuccheri su fragola*

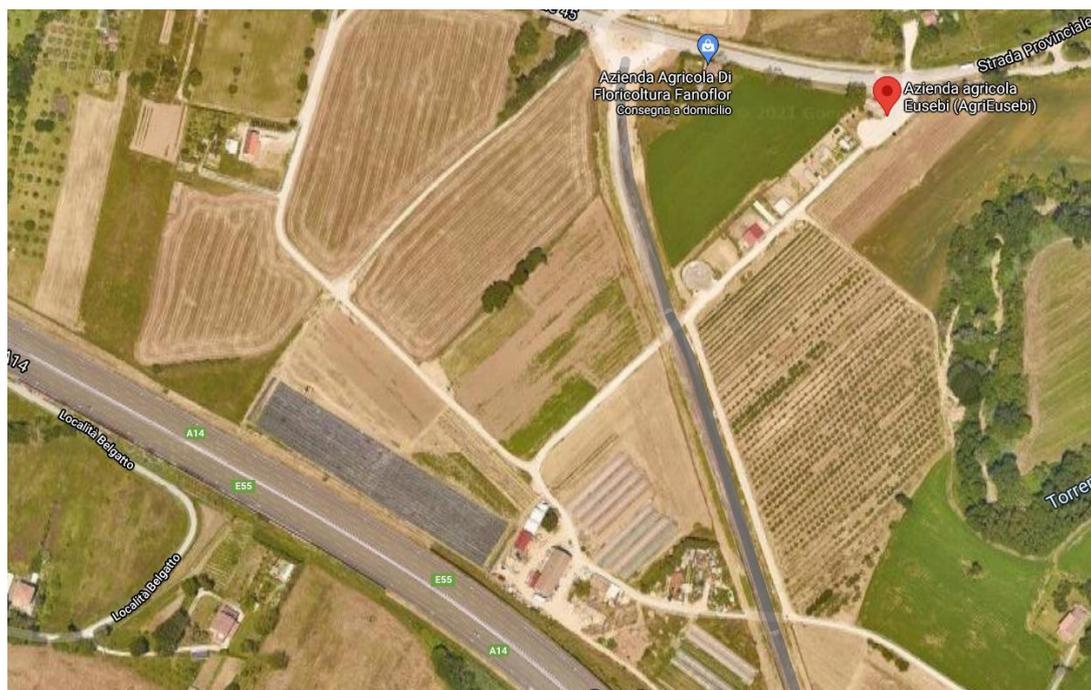


*Figura 14: Titolatore manuale per l'acidità delle fragole*

## 2.2 Prova su mirtillo

### 2.2.1 Impostazione disegno sperimentale e sistema di coltivazione

La sperimentazione si è svolta presso l’Azienda Agricola Eusebi a Fano (43° 50’ 23.26” N, 12° 59’ 38.01” E) (Figura 17). L’azienda presenta un campo di mirtilli fuori suolo coltivati in vasi di 40 L di volume e riempiti con 50 L di torba grossa, la densità d’impianto di questo mirtilletto è di 2m tra le file e di 1m lungo la fila. Le piante non sono sotto copertura, ma è presente un telo pacciamante posizionato sotto i vasi (agritela).



**Figura 15: Posizione geografica dell'Azienda Eusebi**

Il trapianto è avvenuto ad aprile del 2017. Le cultivar oggetto in esame sono: Duke, Blue Ribbon, Last Call, Draper, Top Shelf. Duke è una varietà a maturazione precoce (inizio giugno), la produzione si presenta facile da raccogliere e i frutti sono blu, di pezzatura media, con una polpa consistente e un sapore aromatico. Blue Ribbon ha un’epoca di maturazione medio-precoce (inizio/metà giugno), i frutti sono di colore viola, di buona pezzatura e con un buon sapore, dolce e aromatico. Draper ha epoca di maturazione intermedia (metà giugno), è molto produttiva come cultivar, i frutti sono di colore blu-azzurro con molta pruina, la polpa è soda e il sapore dolce. Top Shelf ha un’epoca di maturazione medio-tardiva (fine giugno/inizio luglio), frutto di pezzatura elevata, di colore blu scuro, con un sapore discreto e una buccia difficoltosa da mangiare. Last Call varietà con epoca di maturazione tardiva (metà luglio) ha una buona produttività, i frutti sono di pezzatura intermedia e di colore quasi nero,

il sapore è buono, dolce e aromatico. Ognuna di queste varietà presenta 6 vasi (Figura 18). Ciascun vaso contiene una sola pianta che rappresenta una parcella. I frutti sono stati raccolti per due anni 2020 e 2021. Le raccolte avvenivano una volta a settimana, la raccolta iniziava da circa metà giugno per le cultivar più precoci e terminava a fine luglio per le cultivar più tardive.



**Figura 16: Parcelle/vasi di mirtillo**

Il sistema di irrigazione è a goccia e gli ugelli hanno una portata di 2 L/minuto. L'impianto d'irrigazione è collegato ad una bilancia che pesa i vasi, e l'avvio dell'adacquamento avviene al raggiungimento di differenziale pari a 2 kg a vaso. La concimazione è basata sulle caratteristiche dell'acqua d'irrigazione, normalmente l'acqua di entrata presenta un pH di 6, che viene abbassato a 5 con l'aggiunta di acido solforico. Dalla fine dell'estate all'inizio della primavera si è provveduto all'acidificazione dell'acqua per ottenere valori di pH ottimali per la coltura, per ottenere un valore di conducibilità elettrica (EC) dell'acqua intorno ai 1,9  $\mu\text{S}/\text{cm}$ . Nel periodo primaverile ed estivo viene effettuata la fertirrigazione. La formulazione seguita è quella della Tabella 5.

**Tabella 5: Formula della fertirrigazione di Eusebi**

Fertilizzante	Kg/m <sup>3</sup>
Fosfato monopotassico	27
Solfato di potassio	17
Solfato di magnesio	9
Solfato ammonico	53
Microsol (608) (miscela di microelementi)	1
Solfato ferroso	1,4

Dalla metà di giugno iniziano le raccolte che procedono per circa due mesi perchè la produzione è scalare. I frutti vengono raccolti da ogni vaso e messi in delle vaschette su cui è scritto la varietà e il numero del vaso corrispondente. I frutti raccolti devono presentare una colorazione omogenea e facilità di distacco.

#### *2.2.2 Parametri produttivi*

Prima delle analisi qualitative si provvede alla misurazione dei parametri produttivi. Per ciascuna parcella vengono contati fino a 50 frutti e pesati con bilancia Orma BC 0,01 g per stabilire il peso medio delle bacche (g/n° frutti). Si misura il peso totale dei frutti/vaso suddiviso in produzione commerciale (g), di scarto (frutti sottomisura e deformi in g) rilevati nello stesso modo descritto nel paragrafo 2.1.3.

#### *2.2.3 Parametri qualitativi*

Successivamente sui campioni decongelati si effettuano le analisi qualitative: i solidi solubili o zuccheri e l'acidità. La metodica utilizzata per la misurazione del contenuto solido solubile è stata precedentemente spiegata sul paragrafo 3.4 (Figura 20, Figura 21).

L'acidità è stata effettuata per mezzo di un titolatore automatico (Hanna Instruments) con un pHmetro. Il titolatore mostra un valore espresso in % (g/100 ml) dell'acido predominante, in questo caso Acido Citrico (Figura 22). Il procedimento dell'analisi consiste di prelevare 5 ml di campione dal succo per mezzo di una micropipetta da 5 ml (Socorex, modello Acura 835). I 5 ml vengono rilasciati in un becher dotato di calamita a cui viene aggiunta acqua distillata fino a portare a volume di 50 ml. Prima dell'avvio della misurazione si inseriscono nella soluzione la sonda del pHmetro che ci permette di vedere come varia il pH del succo e di bloccare automaticamente la titolazione al raggiungimento del pH 7. Quindi si può avviare l'analisi dell'acidità mediante l'impiego di una soluzione titolante standardizzata a base di

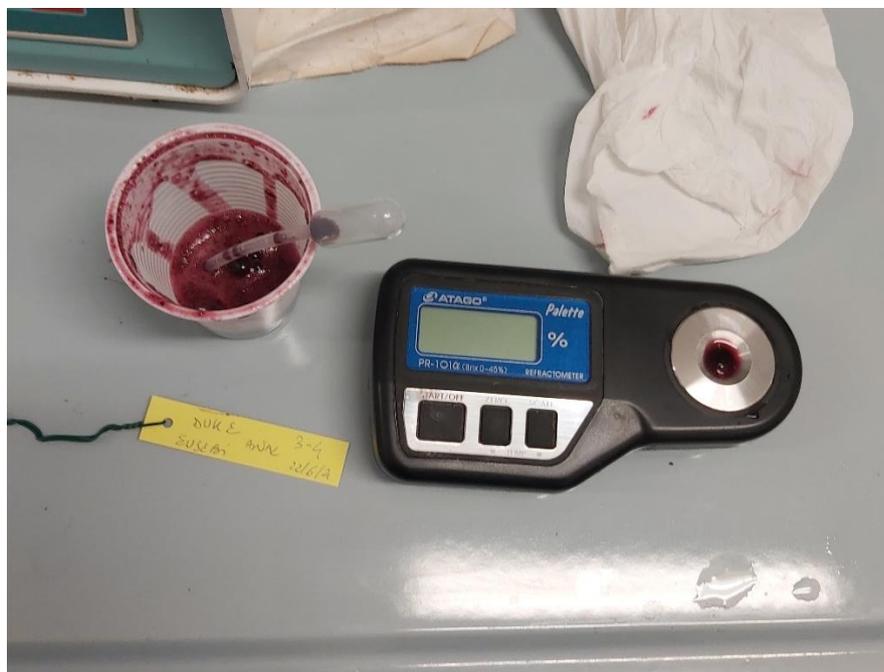
NaOH, il titolante viene prelevato automaticamente fino a 5 ml mediante una pompa a pistoni. Successivamente dalla pompa la sostanza titolante viene rilasciata gradualmente nel becher contenente il campione. Si può osservare quanto titolante è necessario per raggiungere il pH neutro ed è espresso in % di Acido Citrico poiché è l'acido prevalente del succo di mirtillo, ma ci permette di osservare anche come varia il pH della soluzione durante la misurazione.



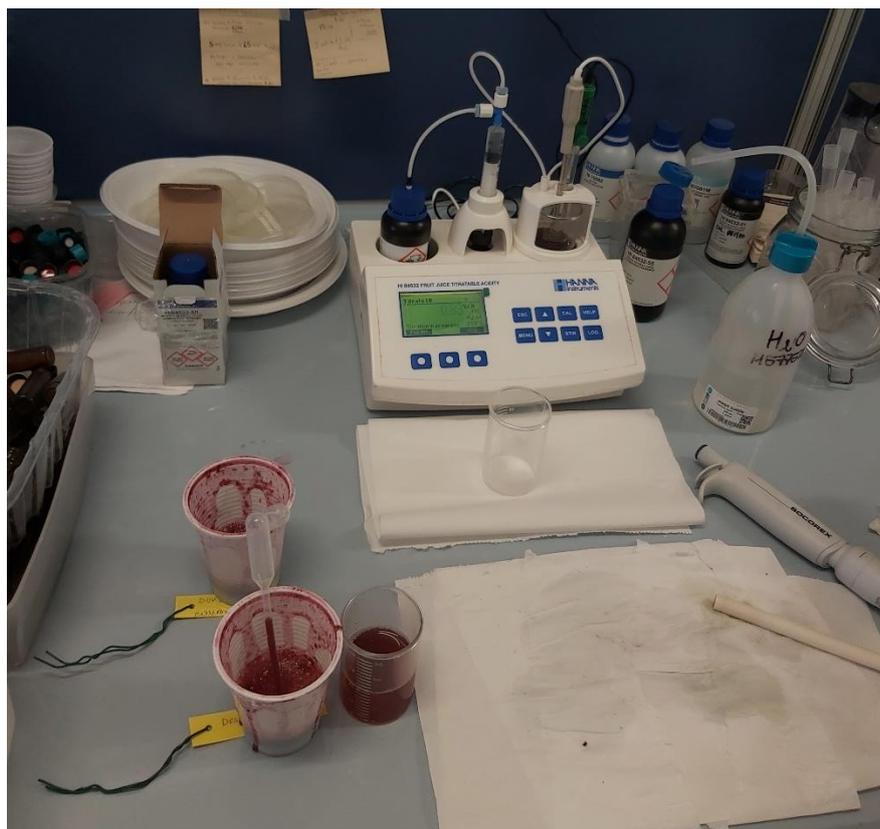
**Figura 17: Calibro per la misurazione dei mirtilli**



*Figura 18: Separazione del succo di mirtillo*



*Figura 19: Rifrattometro con un campione da analizzare*



*Figura 20: Titolatore automatico per l'acidità del succo di mirtillo*

### 2.3 Analisi statistica

L'analisi statistica è stata effettuata attraverso il software STATISTICA 7.0 (StatsoftInc., Tulsa, OK, USA). I valori sono stati sottoposti ad analisi della varianza ANOVA a due vie mediante un confronto tra cv con tipologie di piante differenti per le fragole (Tray, Mini Tray e A+) e anni di raccolta (2020-2021), per determinare le differenze tra le medie delle cultivar/selezioni per i parametri produttivi e qualitativi ottenuti nei due anni di sperimentazione, rilevate mediante il test HSD di Tukey, con  $p \leq 0,05$ .

## Capitolo 3

### RISULTATI E DISCUSSIONE

#### 3.1 Parametri produttivi fragola

Il primo parametro preso in esame è la produzione totale, seguito dalla produzione commerciale, il peso medio ponderato e l'andamento % della produzione commerciale su quella totale. Per ogni parametro viene fatto un confronto tra gli anni di raccolta 2020-2021, per poi concentrarsi maggiormente sui dati del 2021.

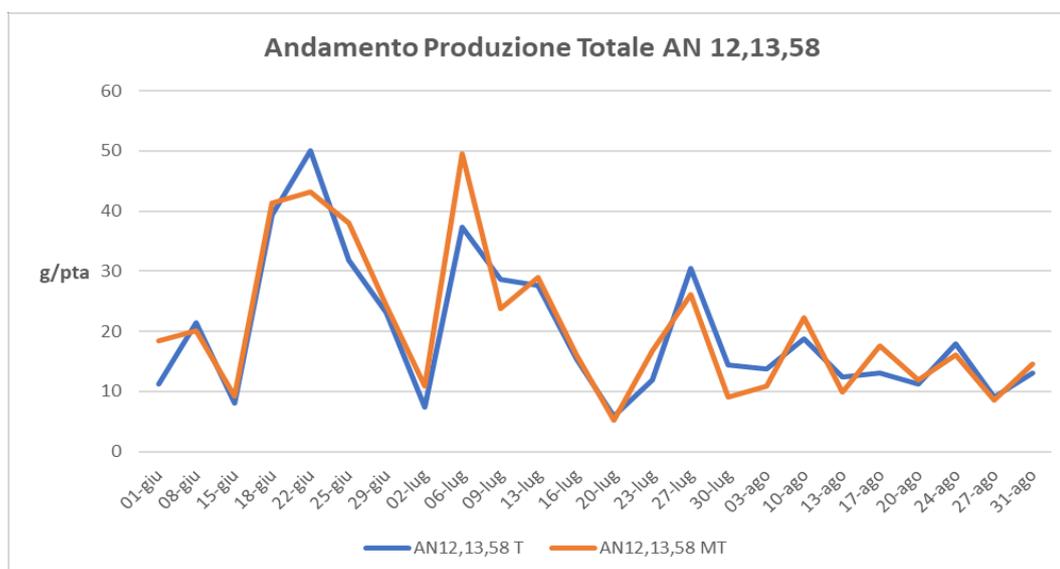
##### 3.1.1 *Produzione Totale*

La produzione totale delle due annate (2020-21) mostra dei dati interessanti, la selezione AN 12,13,58 MT mostra una notevole differenza in termini di produzione totale tra le due annate, nel 2020 il dato riportato è di  $181,34 \pm 36,05$  g/pianta, nel 2021 la produzione è triplicata con un valore di  $491,27 \pm 9,64$  g/pianta, infatti la differenza tra le due annate è statisticamente significativa, come dimostrano le lettere diverse, si può ipotizzare che questa differenza così elevata nello scarto tra le due produzioni sia dovuta a: un'impollinazione dei frutti non perfetta, elevate temperature, utilizzo di materiale vegetale di qualità inferiore ecc, questo è dimostrato anche dall'articolo di Wietzke et al. (2018) che tratta dell'impollinazione entomofila della fragola, la quale è fondamentale per prevenire che più del 90% dei frutti divenga deforme. Murano A+ non mostra differenze statisticamente significative tra le due annate anche se i valori medi si discostano tra i due anni, con una produzione maggiore nell'anno 2020 pari a  $460,67 \pm 15,12$ . Anche Vivara A+ presenta dati medi differenti con un valore pari a  $580,55$  g/pianta per l'annata 2021, ma nonostante ciò le due annate non sono differenti dal punto di vista statistico (Tabella 6). Analizzando gli articoli della letteratura, possiamo esaminare come la produzione di fragole fuori suolo, di varietà differenti, analizzata nell'articolo di Rowley et al. (2011) presenti dei valori leggermente inferiori a quelli da noi ritrovati, tra i 156 e i 396 g/pianta durante il periodo estivo. Possiamo quindi dire che le nostre cultivar tendono ad avere una produzione totale superiore, rispetto a quelle ritrovate in letteratura.

**Tabella 6: Produzione Totale 2020-21. Dati medi  $\pm$  errori standard**

Varietà	Anno	Prod. Totale
AN12,13,58MT	2020	181,34 $\pm$ 36,05 c
AN12,13,58MT	2021	491,27 $\pm$ 9,64 ab
MuranoA+	2020	460,67 $\pm$ 15,12 b
MuranoA+	2021	422,34 $\pm$ 30,32 b
VivaraA+	2020	484,45 $\pm$ 17,39 ab
VivaraA+	2021	580,55 $\pm$ 37,04 a

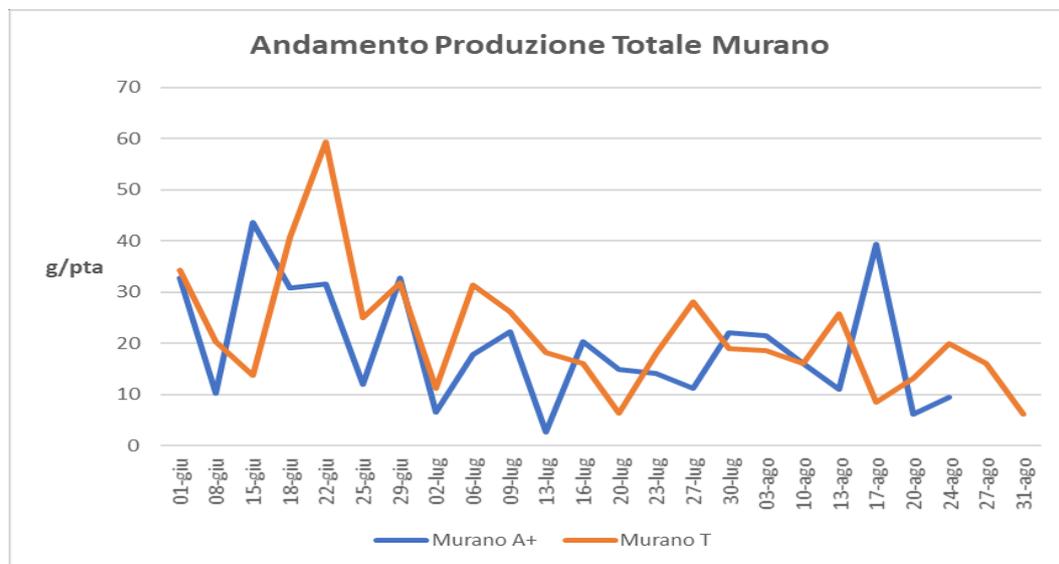
Mettendo in evidenza la produzione totale delle diverse cultivar a seconda della tipologia di pianta utilizzata per l'anno 2021, si evince che la selezione AN 12,13,58 non presenta differenze molto evidenti tra le due tipologie di piante utilizzate, entrambe le tipologie hanno i loro maggiori picchi produttivi in due periodi distinti: AN 12,13,58 Tray il 22 giugno, AN 12,13,58 Mini Tray il 6 luglio. La loro massima produzione è pari a 50 g/pta. Quindi si può dire che non vi è un'influenza della tipologia di pianta sulla produzione totale di questa selezione (Grafico 5).



**Grafico 5: Andamento Produzione Totale AN 12,13,58**

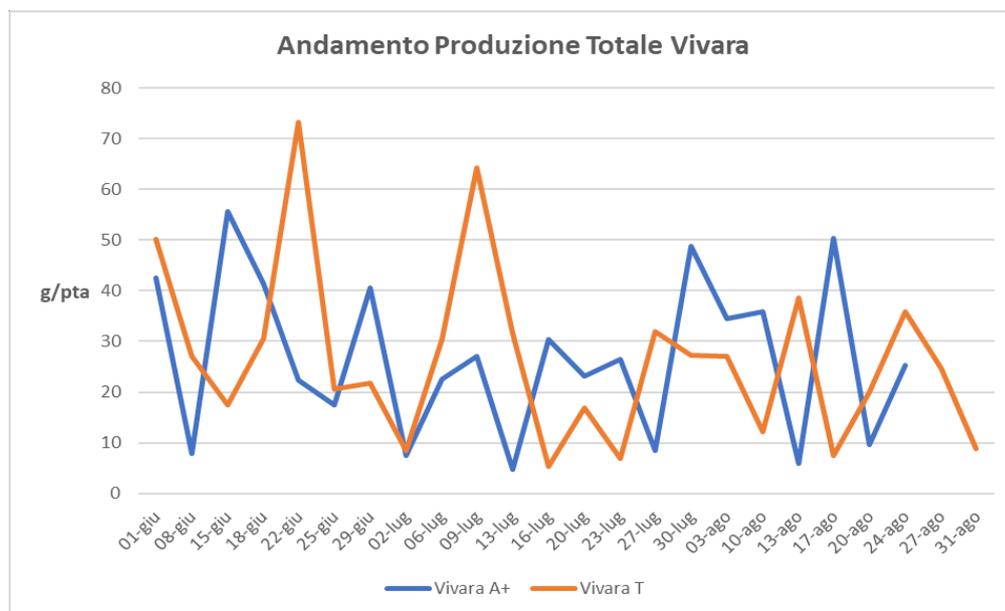
Le due tipologie di piante di Murano, A+ e Tray, hanno degli andamenti produttivi per l'annata 2021 differenziati, si può notare come Murano Tray abbia il suo picco massimo di produzione il 22 giugno (~ 60 g/pta), per poi avere un trend discendente. Murano A+ presenta due picchi produttivi meno evidenti: il primo il 15 giugno con una produzione poco superiore a 40 g/pta, il secondo il 17 agosto di ~ 40 g/pta. Quindi si può affermare che le tipologie di

piante Tray e A+ hanno influito creando degli andamenti differenziati della produzione totale (Grafico 6).



**Grafico 6: Andamento Produzione Totale Murano**

Le due tipologie di piante prese in analisi (A+ e Tray) per la cultivar Vivara hanno influito in maniera diversa sulla produzione totale, infatti Vivara A+ presenta dei picchi di produzione molto importanti in maniera discontinua per tutta la durata della raccolta, i picchi si hanno in giornate in cui Vivara T ha dei cali di produzione. Vivara T presenta un andamento molto altalenante come Vivara A+, ma la produzione, considerando l'arco di tempo preso in analisi, rimane complessivamente più bassa in termini di g/pta rispetto a Vivara A+, nonostante abbia i picchi di produzione più alti, in un'occasione superiori ai 70 g/pta (Grafico 7).



**Grafico 7: Andamento Produzione Totale Vivara**

### 3.1.2 Produzione Commerciale

I dati medi della produzione commerciale per le due annate oggetto di studio mostrano che la selezione AN 12,13,58 MT risulta avere una produzione commerciale che presenta una differenza statisticamente significativa. Mentre come per la produzione totale anche in questo caso Murano A+ e Vivara A+ non hanno differenze statisticamente significative. Nell'anno 2020 si può osservare come la maggior produzione commerciale sia stata quella di Vivara A+ con un valore di  $394,81 \pm 13,51$  g/pianta, che si è confermata la più produttiva anche per l'annata del 2021 con  $453,28 \pm 27,08$  g/pianta (Tabella 7). Confrontando la produzione delle nostre cultivars con la produzione commerciale di altre varietà unifere, coltivate fuori suolo, analizzate nello studio di Capocasa et al. (2021) si può affermare che la loro produzione commerciale media è superiore a quella delle nostre varietà, Tea ha prodotto 623 g/pianta, Aurea 618 g/pianta. Ciò ci può far ipotizzare che: le varietà che sono state utilizzate nella nostra sperimentazione non sono abbastanza produttive oppure che bisogna modificare la tecnica di coltivazione per aiutare le piante ad aumentare la loro resa.

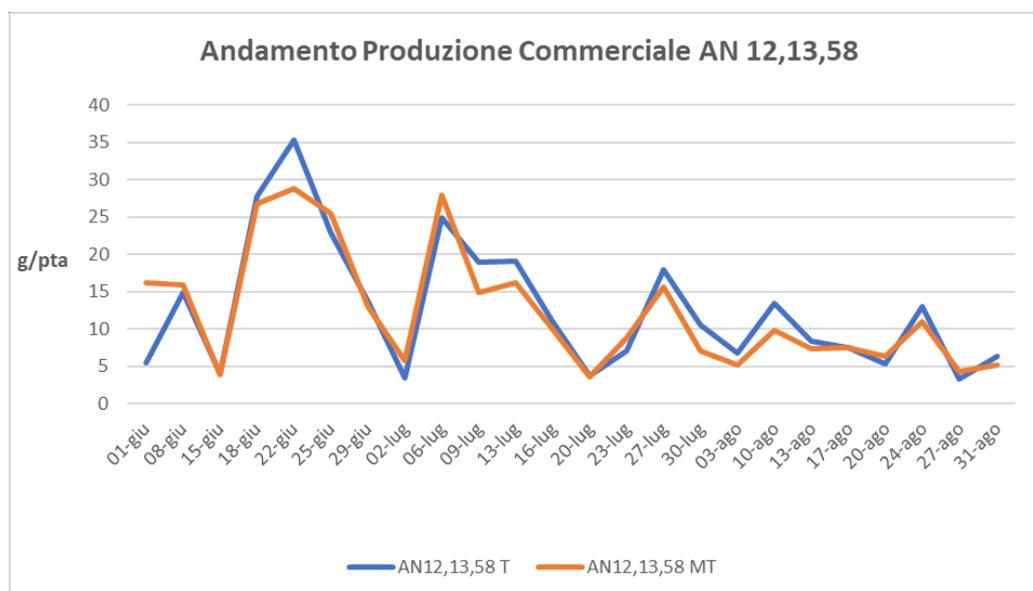
**Tabella 7: Produzione Commerciale 2020-21. Dati medi  $\pm$  errori standard**

Varietà	Anno	Prod. Commerciale
AN12,13,58MT	2020	$118,35 \pm 30,30$ d
AN12,13,58MT	2021	$295,26 \pm 12,63$ c

<b>MuranoA+</b>	2020	381,04 ± 12,14 ab
<b>MuranoA+</b>	2021	313,03 ± 20,69 bc
<b>VivaraA+</b>	2020	394,81 ± 13,51 a
<b>VivaraA+</b>	2021	453,28 ± 27,08 a

Focus sull'andamento della produzione commerciale del 2021 per le diverse cultivar e tipologia di pianta.

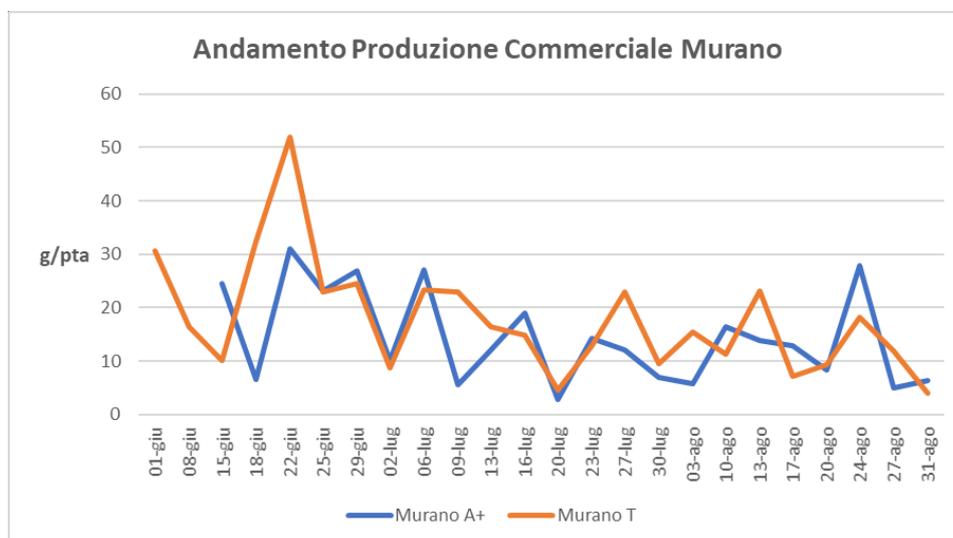
La produzione commerciale 2021 rilevata per le due tipologie di piante, Mini Tray (MT) e Tray (T) della selezione AN 12,13,58 durante il lungo periodo di raccolta presenta i due andamenti non molto diversi fra loro, anche se la tipologia di pianta Tray sembra aver una influenza sulla produzione innalzandola un po', rispetto alla tipologia Mini Tray (Grafico 8).



**Grafico 8: Andamento Produzione Commerciale AN 12,13,58**

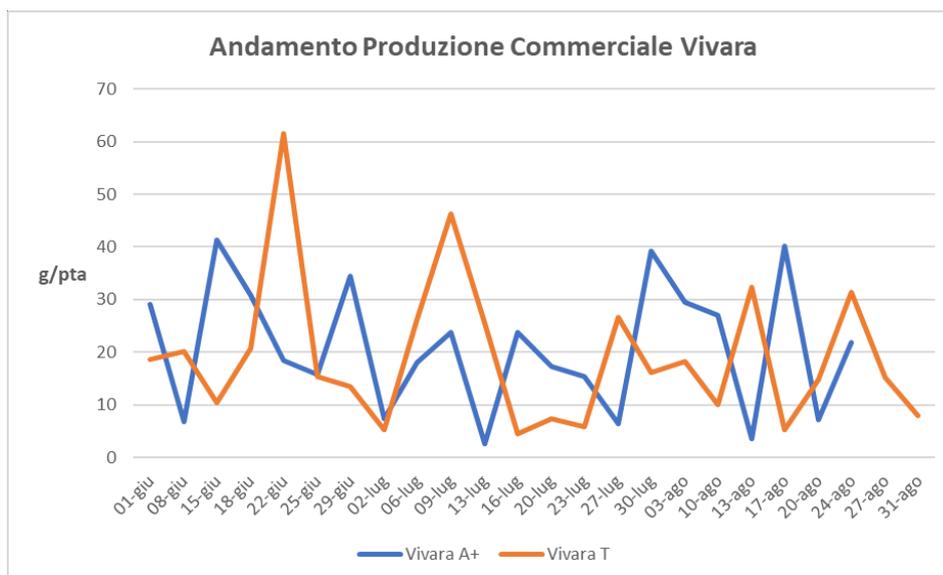
La produzione commerciale 2021 della cultivar Murano, analizzata per due diverse tipologie di pianta A+ e Tray (T), evidenzia che la tipologia T è stata più precoce nella produzione e che ha avuto un picco produttivo molto elevato nella data del 22 giugno, poi il suo andamento è stato altalenante e i successivi picchi di produzione sono stati poco al di sopra dei 20 g/pta per il resto della stagione. La tipologia di pianta A+ ha iniziato a produrre dalla metà di giugno e presenta un andamento altalenante per tutto il resto del periodo produttivo, non ha avuto picchi produttivi molto evidenti, la sua produzione massima è pari a 30 g/pta

(Grafico 9). Quindi si può concludere dicendo che la tipologia di pianta Tray ha portato ad un'entrata in produzione più precoce e al picco di produzione maggiore.



**Grafico 9: Andamento Produzione Commerciale Murano**

Vivara A+ presenta un andamento della produzione commerciale 2021 molto variabile, caratterizzato da picchi di produzione più evidenti all'inizio della stagione di raccolta e nel periodo finale, anche se la produzione legata a questa tipologia di pianta ha raggiunto un massimo pari a 40 g/pta. Vivara Tray presenta due grandi picchi di produzione: il primo il 22 giugno ed è poco sopra i 60 g/pta, il secondo il 9 luglio pari circa a 45 g/pta; per il resto della stagione l'andamento è stato altalenante, tendenzialmente calante (Grafico 10). Quindi la tipologia Tray permette di raggiungere picchi produttivi maggiori, ma essi sono seguiti da forti cali di produzione, non permette all'andamento di stabilizzarsi intorno ad una soglia. Mentre A+ sembra mantenersi più stabile lungo il periodo di raccolta.



**Grafico 10: Andamento Produzione Commerciale Vivara**

### 3.1.3 Peso medio Ponderato

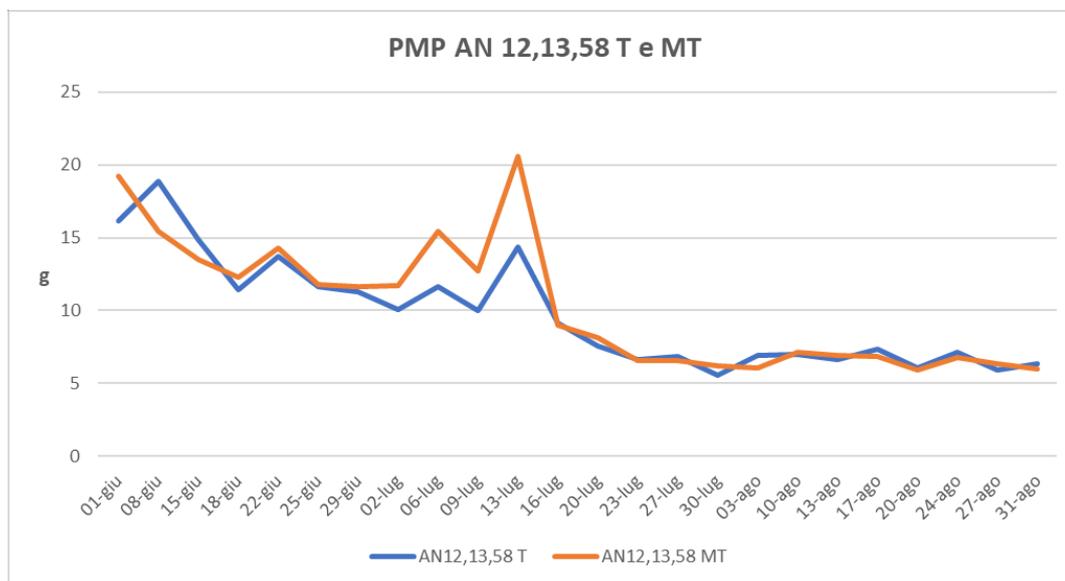
Il PMP dei frutti delle varietà nelle due annate, mette in evidenza come nel caso della selezione AN 12,13,58 MT non vi siano differenze statisticamente significative tra i frutti delle due annate, la stessa cosa per Vivara A+. Solo Murano A+ mostra differenze statisticamente significative (Tabella 8). Se si osservano i valori medi delle singole annate si può vedere che nell'anno 2020 il PMP maggiore è quello dei frutti della varietà Murano A+ con  $14,46 \pm 0,35$  g, nel 2021 il PMP maggiore è quello dei frutti della cultivar Vivara A+ con  $14,69 \pm 0,77$  g. Si nota anche come la selezione AN 12,13,58 presenti per l'annata 2021 un PMP interessante pari a  $12,49 \pm 0,37$ , più elevato di quello di Murano A+ nello stesso anno.

**Tabella 8: Peso Medio Ponderato 2020-21. Dati medi  $\pm$  errori standard**

Varietà	Anno	PMP
AN12,13,58MT	2020	$11,13 \pm 0,87$ c
AN12,13,58MT	2021	$12,49 \pm 0,37$ abc
MuranoA+	2020	$14,46 \pm 0,35$ a
MuranoA+	2021	$12,24 \pm 0,62$ bc
VivaraA+	2020	$13,53 \pm 0,13$ ab
VivaraA+	2021	$14,69 \pm 0,77$ a

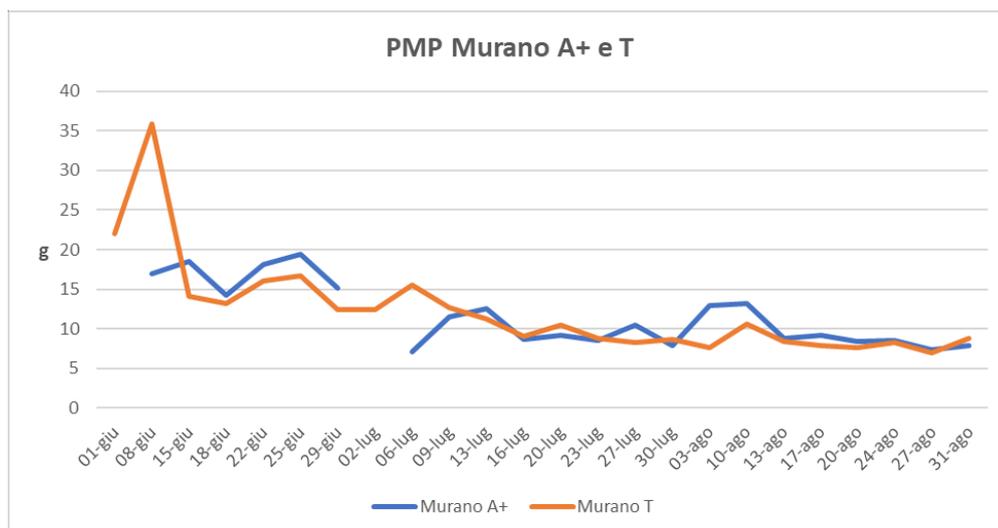
Valutando in dettaglio la variazione del PMP del frutto delle diverse cultivars nell'annata 2021. Si osserva che la selezione AN 12,13,58, presenta lo stesso andamento del PMP frutto indipendentemente dalla tipologia di pianta utilizzata, tranne per la data del 13 luglio in cui il

PMP della tipologia Mini Tray supera i 20 g, mentre quello della tipologia Tray presenta il suo massimo nella data dell'8 giugno ed è poco meno di 20 g. Inoltre è ben evidente come dalla data del 16 luglio entrambe le tipologie di piante hanno stabilizzato il PMP dei loro frutti tra i 5 e i 10 g (Grafico 11).



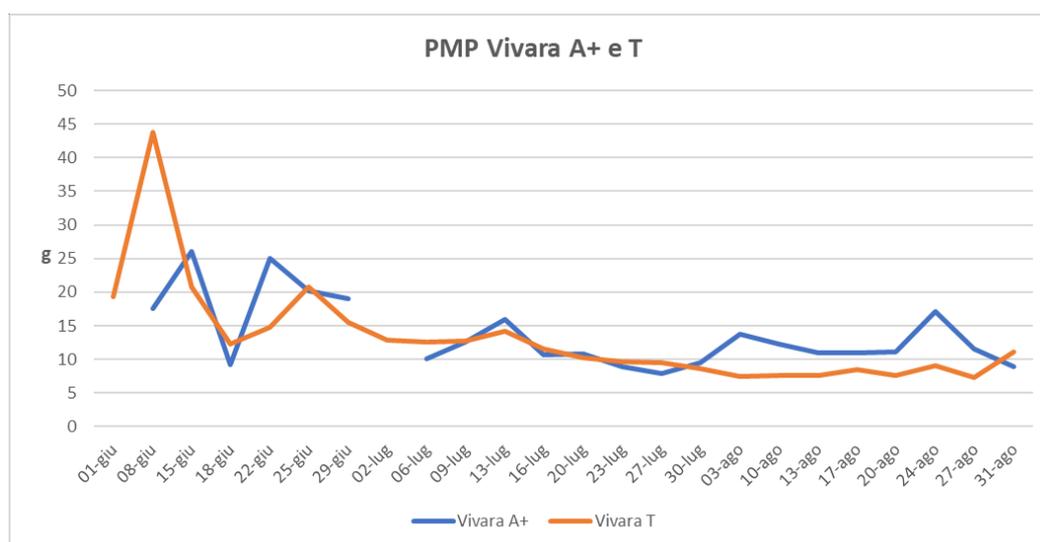
**Grafico 11: Andamento Peso Medio Ponderato della selezione AN 12,13,58**

L'andamento del PMP per la cultivar Murano, si differenzia tra le due tipologie di piante prese in analisi (A+ e T). Murano A+ presenta lungo il suo andamento un'interruzione dovuta al fatto che non vi sono stati frutti con caratteristiche adeguate per poter calcolare il PMP, inoltre si può vedere come nella prima parte della stagione il PMP si aggirava tra i 15 e 20 g, dopo il 6 luglio si è abbassato e stabilizzato intorno i 10 g. Mentre Murano Tray presenta un picco di PMP nella data del 6 giugno di poco superiore ai 35 g, per poi avere un andamento discendente e stabilizzarsi intorno ai 10 g nella seconda metà del periodo di raccolta. Si può affermare che la tipologia di pianta A+ non garantisce elevati PMP durante la stagione produttiva (Grafico 12).



**Grafico 12: Andamento Peso Medio Ponderato Murano**

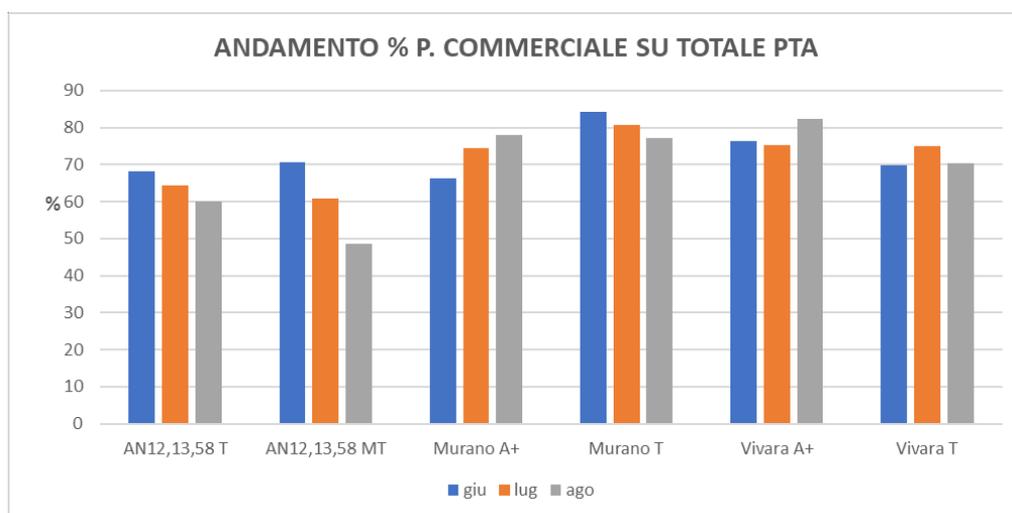
L'andamento del PMP del frutto della cultivar Vivara A+ evidenzia un'interruzione nell'andamento, nella data del 2 luglio in quanto non vi erano frutti adatti per calcolare il PMP, inoltre si può vedere come i pesi massimi, legati a questa tipologia di pianta, siano stati raggiunti il 15 e il 22 giugno e siano pari a 25g o poco più; successivamente il PMP si stabilizza tra i 10 e 15 g o poco sopra. Vivara T presenta un picco del PMP nella data dell'8 giugno di circa 45 g, successivamente l'andamento si presenta per lo più discendente e si stabilizza intorno ai 10 g o poco sotto. La tipologia di pianta T ha permesso il picco produttivo maggiore rispetto alla tipologia A+, per poi stabilizzare il PMP ad una soglia di circa 10 g (Grafico 13).



**Grafico 13: Andamento Peso Medio Ponderato Vivara**

### 3.1.4 *Andamento % della Produzione Commerciale su quella Totale*

L'andamento % della produzione commerciale su quella totale per la selezione, distinta anche per tipologia di pianta si mostra discendente, per AN 12,13,58 MT il calo % è più evidente rispetto alla tipologia T. Per la cultivar Murano distinguiamo due andamenti opposti a seconda della tipologia di pianta, per la tipologia di pianta A+ l'andamento è crescente nei tre mesi di raccolta, mentre per la tipologia di pianta T è discendente. Per Vivara possiamo distinguere due andamenti a seconda della tipologia di pianta, Vivara A+ ha un andamento crescente, Vivara T invece presenta la % più alta nel periodo di luglio, quindi nel mezzo della stagione di raccolta (Grafico 14).



**Grafico 14: *Andamento % della Produzione Commerciale su quella Totale***

## 3.2 **Parametri qualitativi fragola**

### 3.2.1 *Consistenza*

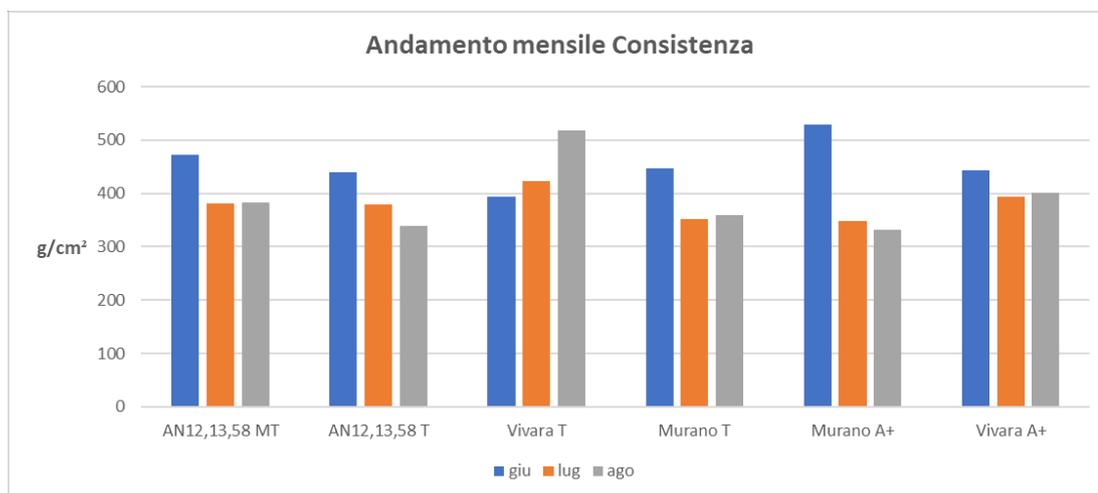
Misurazione della resistenza del frutto alle manipolazioni e agli spostamenti, misurata in g/cm<sup>2</sup>. Utile per comprendere se un frutto si può conservare a lungo o meno.

Confrontando i dati riguardanti la consistenza nell'anno 2020 e 2021 delle cultivars, si evince che non ci sono differenze statisticamente significative tra le annate per AN 12,13,58 MT e Murano A+. Mentre per la varietà Vivara A+ risultano esserci delle differenze statisticamente significative tra le due annate (Tabella 10). Inoltre si può osservare come per il biennio la maggior consistenza misurata è quella della selezione AN 12,13,58 MT, nel 2020 il suo valore è pari a  $416,68 \pm 10,38$  g/cm<sup>2</sup>, mentre nel 2021 è di  $426,99 \pm 5,61$  g/cm<sup>2</sup>.

**Tabella 9: Consistenza media del frutto. Dati medi  $\pm$  errori standard**

Varietà	Anno	Consistenza
AN12,13,58 MT	2020	416,68 $\pm$ 10,38 ab
AN12,13,58 MT	2021	426,99 $\pm$ 5,61 a
Murano A+	2020	397,96 $\pm$ 621 bc
Murano A+	2021	378,04 $\pm$ 8,25 cd
Vivara A+	2020	361,81 $\pm$ 5,61 d
Vivara A+	2021	406,87 $\pm$ 8,53 abc

L'andamento della consistenza dell'anno 2021 evidenzia che la maggior parte delle varietà presentano valori più elevati di consistenza nel mese di giugno, mentre nei mesi successivi la consistenza tende a calare o a rimanere stabile (Grafico 15). Murano A+ è quella che presenta la differenza più evidente tra la consistenza di giugno e quelle di luglio ed agosto, passando da un valore di oltre 500 g/cm<sup>2</sup> a poco più che 300 g/cm<sup>2</sup>. Vivara T si distingue dalle altre perché essa ha un andamento opposto, la consistenza va aumentando nel periodo estivo e ad agosto è molto più elevata rispetto ai mesi precedenti, oltre 500 g/cm<sup>2</sup>. Nell'articolo di Tozzolino et al. (2015) si analizzano cultivar unifere quindi differenti da quelle del nostro studio, ma molto presenti sul mercato, Candonga presenta un valore di consistenza di ~7 N, mentre Sabrina si dimostra la più consistente con valore di ~11 N.



**Grafico 15: Andamento mensile Consistenza nelle varietà del 2021**

### 3.2.2 Colore del frutto

I parametri del colore  $a^*$  e  $b^*$  che indicano le coordinate cromatiche mostrano per le singole varietà, nei due anni di studio, che non vi è alcuna differenza statisticamente significativa per la coordinata  $a^*$  (range di colori da verde a rosso). Invece nel caso della coordinata  $b^*$  (range di colori dal blu al giallo) vi sono invece delle differenze statisticamente significative; infatti Murano A+ e Vivara A+ nelle due annate sono differenti (Tabella 10).

Per quanto riguarda la luminosità ( $L^*$ ) e il Chroma, nel caso della selezione AN 12,13,58 MT nelle due annate non vi è differenza statisticamente significativa, lo stesso vale per la cultivar Murano A+, per nessuno dei due parametri considerati. Mentre Vivara A+ risulta avere una differenza statisticamente significativa sia per la  $L^*$  che per il Chroma (Tabella 10). Osservando i dati di ogni singola annata si può dire che Vivara A+ risulta essere la cultivar più luminosa per l'annata 2020, mentre per il 2021 risulta esserlo la selezione AN 12,13,58. Per quanto riguarda il Chroma, nel 2020 Vivara A+ è risultata essere la cv con il colore più vivido con valore di  $46,36 \pm 19,20$  invece nel 2021 quella con il Chroma maggiore è risultata essere la selezione AN 12,13,58 con un valore di  $48,81 \pm 19,59$ .

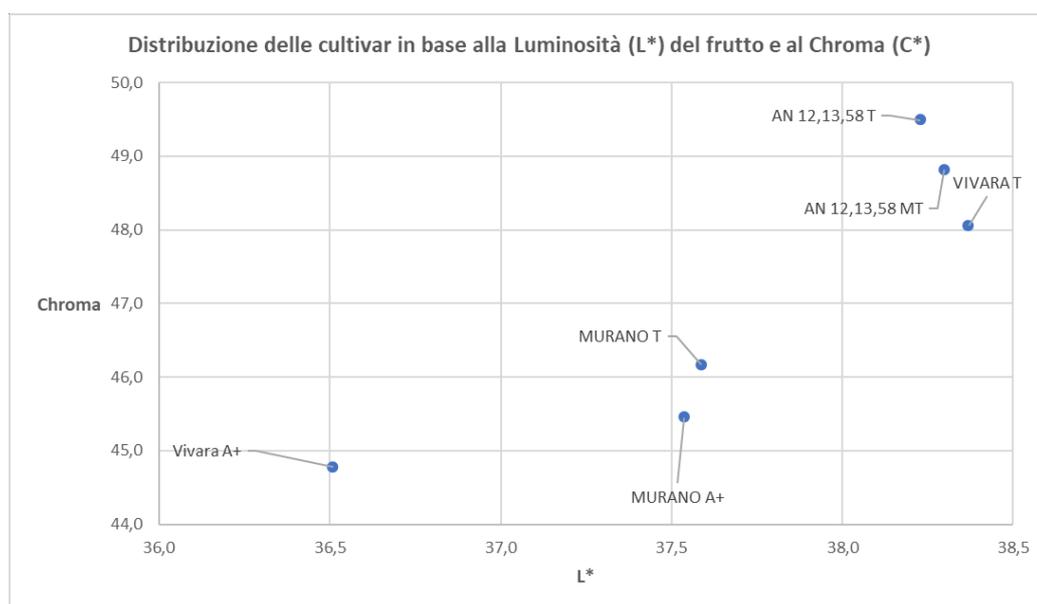
**Tabella 10: Parametri colore  $a^*$ ,  $b^*$ ,  $L^*$  e Chroma. Dati medi  $\pm$  errori standard**

Varietà	Anno	$a^*$	$b^*$	$L^*$	Chroma
AN12,13,58 MT	2020	41,5 $\pm$ 0,17 a	24,87 $\pm$ 0,26 a	37,89 $\pm$ 0,16 bc	48,51 $\pm$ 16,49 a
AN12,13,58 MT	2021	41,79 $\pm$ 0,14 a	24,99 $\pm$ 0,22 a	38,3 $\pm$ 0,14 ab	48,81 $\pm$ 19,59 a
Murano A+	2020	38,8 $\pm$ 0,16 b	24,24 $\pm$ 0,22 a	38,03 $\pm$ 0,14 bc	45,89 $\pm$ 18,33 bc
Murano A+	2021	39,27 $\pm$ 0,17 b	22,63 $\pm$ 0,20 b	37,54 $\pm$ 0,12 c	45,45 $\pm$ 17,89 cd
Vivara A+	2020	39,33 $\pm$ 0,16 b	24,26 $\pm$ 0,20 a	38,65 $\pm$ 0,13 a	46,36 $\pm$ 19,20 b
Vivara A+	2021	39,08 $\pm$ 0,17 b	21,69 $\pm$ 0,23 b	36,5 $\pm$ 0,14 d	44,78 $\pm$ 17,89 d

Il colore dei frutti per l'annata del 2021 è stato analizzato prendendo in considerazione la Luminosità ( $L^*$ ) e la saturazione del colore Chroma ( $C^*$ ).

La distribuzione delle varietà a seconda di  $L^*$  e di  $C^*$  ci permette di osservare come la selezione AN 12,13,58, sia T che MT, insieme a Vivara T siano quelle che hanno i valori di  $L^*$  e di  $C^*$  più elevati e quindi frutti con colori brillanti e chiari. Le due tipologie di piante di Murano (A+ e T), così come Vivara A+ si presentano con caratteristiche vicine a quelle

descritte in precedenza (Grafico 16). Nell'articolo di Cozzolino et al. (2015) sono state valutate 6 differenti varietà unifere, molto presenti sul mercato, tra di esse si fa notare Sabrina per la sua L\* e il suo C\*, con valori di ~35 per la L\* e di ~44 per la C\*, nonostante non sia una rifiorante presenta valori molto vicini a quelli delle cultivar oggetto del nostro studio. Nello studio di Giuggioli et Al. (2018) la cultivar Murano è stata confrontata con altre varietà, essa si è dimostrata quella con il valore di L\* maggiore pari a 41.46–46.21, nel nostro studio i valori di L\* per Murano sono stati pari a: 37,6 per Murano T e 37,5 per Murano A+, quindi di poco inferiori a quelli riportati in letteratura.



**Grafico 16: Distribuzione delle varietà a seconda di L\* e C\***

### 3.2.3 Contenuto di Solidi Solubili e Acidità Titolabile

Per i solidi solubili nessuna delle varietà analizzate presenta una differenza statisticamente significativa tra le due annate (Tabella 11). Inoltre si può osservare come AN 12,13,58 MT sia la selezione che presenta il contenuto di zuccheri superiore in entrambi gli anni, nel 2020 il suo valore è di  $7,71 \pm 0,25$  °Brix, mentre nel 2021 è pari a  $8,32 \pm 0,18$  °Brix. Sembra quindi che la tipologia di pianta MT porti ad avere un maggior grado zuccherino, con differenze abbastanza rilevanti rispetto alle piante A+. Anche per l'acidità la cultivar che mostra i valori maggiori nelle due annate è la AN 12,13,58 MT con valori di  $14,47 \pm 0,55$  meqNaOH/100g per il 2020 e di  $14,64 \pm 0,50$  meqNaOH/100g per il 2021. Anche in questo caso si può dire che non ci sono differenze statisticamente significative tra i due anni per le cultivar (Tabella 11). In letteratura è possibile confrontare questi valori medi con quelli di altri studi,

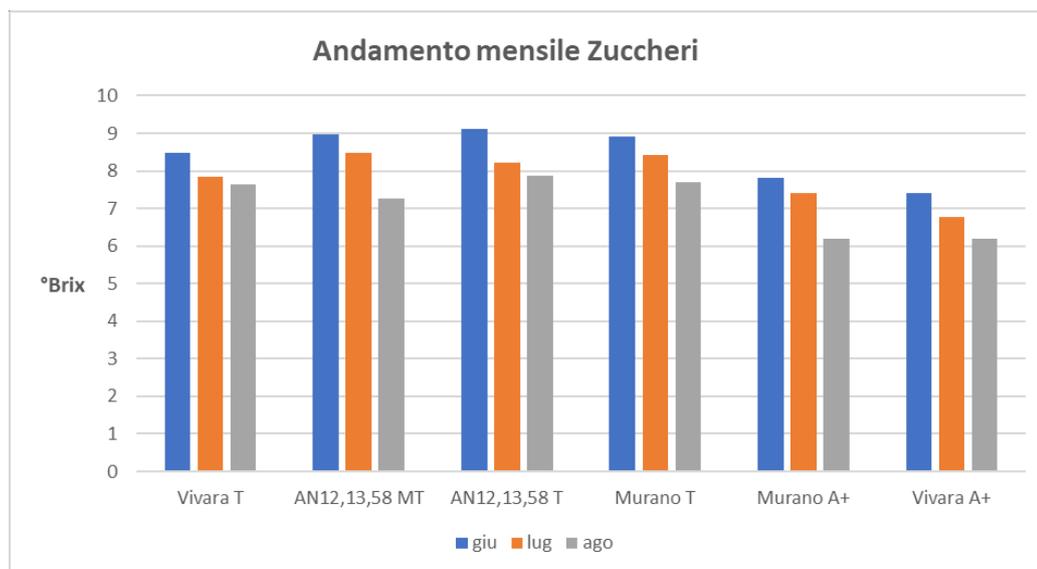
nell'articolo di Akhatou et Fernández Recamales (2013) sono state analizzate delle varietà coltivate fuori suolo e i dati medi del contenuto degli zuccheri vanno da  $3,45 \pm 0,45$  a  $5,66 \pm 0,49$ , nello stesso studio è stata valutata anche l'acidità e il suo range varia da  $5,41 \pm 0,50$  a  $9,15 \pm 0,98$ , entrambi i parametri sono inferiori a quelli del nostro studio, perciò le nostre varietà hanno un contenuto di zuccheri ma anche di acidi mediamente maggiore.

**Tabella 11: Contenuto di Zuccheri e Acidità Titolabile. Dati medi  $\pm$  errori standard**

Varietà	Anno	Zuccheri	Acidità Titolabile
AN12,13,58 MT	2020	$7,71 \pm 0,25$ ab	$14,47 \pm 0,55$ a
AN12,13,58 MT	2021	$8,32 \pm 0,18$ a	$14,64 \pm 0,50$ a
Murano A+	2020	$6,86 \pm 0,23$ bc	$11,49 \pm 0,27$ b
Murano A+	2021	$7 \pm 0,22$ bc	$11,79 \pm 0,38$ b
Vivara A+	2020	$6,97 \pm 0,24$ bc	$11,26 \pm 0,25$ b
Vivara A+	2021	$6,67 \pm 0,14$ c	$12,49 \pm 0,30$ b

Il contenuto di Solidi Solubili indica quanti zuccheri sono presenti nel succo dei frutti presi in analisi e l'unità di misura utilizzata è quella dei °Brix.

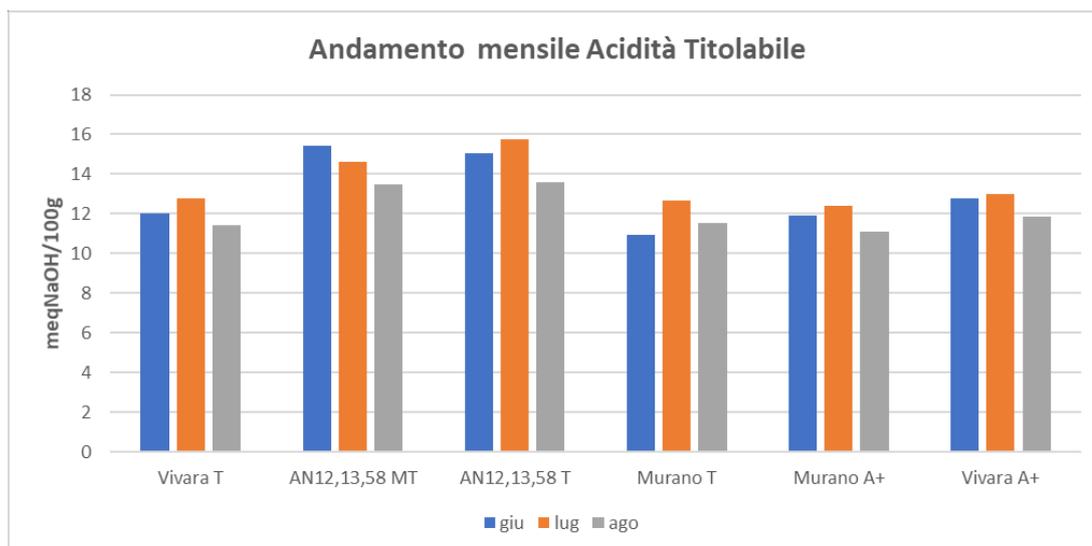
L'andamento degli zuccheri evidenzia che per tutte le varietà prese in analisi per l'annata 2021, il contenuto di zuccheri o solidi solubili tende a diminuire nel periodo estivo in maniera più o meno graduale (Grafico 17). Nel mese di giugno possiamo mettere in luce come AN 12,13,58 T abbia raggiunto un grado zuccherino molto elevato pari a 9 °Brix. Possiamo anche analizzare come Murano A+ e Vivara A+ nel periodo di agosto siano scesi a valori di poco più di 6°Brix. In letteratura non ci sono studi che hanno valutato il comportamento delle varietà prese in analisi alle condizioni qui riportate, nonostante ciò i valori del nostro studio risultano essere in linea con quanto ritrovato in letteratura, ad esempio nello scritto di Reitmeier e Nonnecke (1991) dove sono state analizzate 5 varietà di fragole rifiorenti, il range di valori dei SS è vicino a quello ricavato da questo studio. Al contrario nello scritto di Akhatou e Fernández Recamales il contenuto di SS dei 6 genotipi di fragole unifere e rifiorenti coltivate fuori suolo, risulta essere sempre inferiore ai 4 °Brix, con una sola cultivar in grado di superare i 5 °Brix. Ciò può far comprendere quanto sia importante l'influenza del genotipo sul contenuto zuccherino e che nel nostro studio i genotipi analizzati hanno dimostrato di generare frutti con °Brix molto più elevati.



**Grafico 17: Andamento mensile zuccheri, varietà fragola 2021**

L'acidità titolabile rappresenta il contenuto di acidi liberi presenti nel succo dei frutti. Per riuscire a trovarne il valore essi vanno neutralizzati per mezzo della titolazione, effettuata nel nostro studio con idrossido di sodio, l'unità di misura è rappresentata da meqNaOH/100g.

L'andamento mensile dell'Acidità Titolabile per le varietà prese in analisi nel 2021 mette in evidenza come per alcune varietà: Vivara T e A+, Murano T e A+ e AN 12,13,58 T, il valore di acidità maggiore si registra nel periodo di luglio, con differenze più o meno marcate tra i mesi in base alla cv e alla tipologia di pianta (Grafico 18). AN 12,13,58 MT mostra invece un andamento discendente dell'acidità, da giugno ad agosto. AN 12,13,58 T è la selezione con il valore più alto di acidità nei 3 mesi presi in considerazione, presenta un valore di quasi 15,77 meqNaOH/100g nel mese di luglio, il valore più basso è raggiunto dalla cv Murano T che nel mese di giugno raggiunge un valore pari a 10,94 meqNaOH/100g. Per l'Acidità Titolabile come per gli zuccheri non sono presenti in letteratura studi che analizzato le stesse varietà e con le stesse condizioni descritte in questo elaborato. Nonostante ciò è comunque possibile constatare che i valori ottenuti dalla nostra analisi (da 15,77 a 10,94 meqNaOH/100g) non si discostano di molto da quelli ritrovati in letteratura; nell'articolo di Capocasa et Al. (2021) sono valutate varietà di fragole unifere che presentano però un range complessivo di AT tra i 14,2 e i 10,1 meqNaOH/100g, quindi simile a quello ottenuto nel nostro studio. Nello scritto di Cozzolino et al. (2015) si possono confrontare delle varietà unifere con le nostre rifioranti, queste cv unifere mostrano un contenuto di acidi inferiore a quello delle cultivar da noi analizzate con valori tra i 6 e i 9 g/kg ac. citrico.



**Gráfico 18: Andamento mensile Acidità Titolabile (AT) varietà 2021**

### 3.3 Parametri produttivi mirtillo

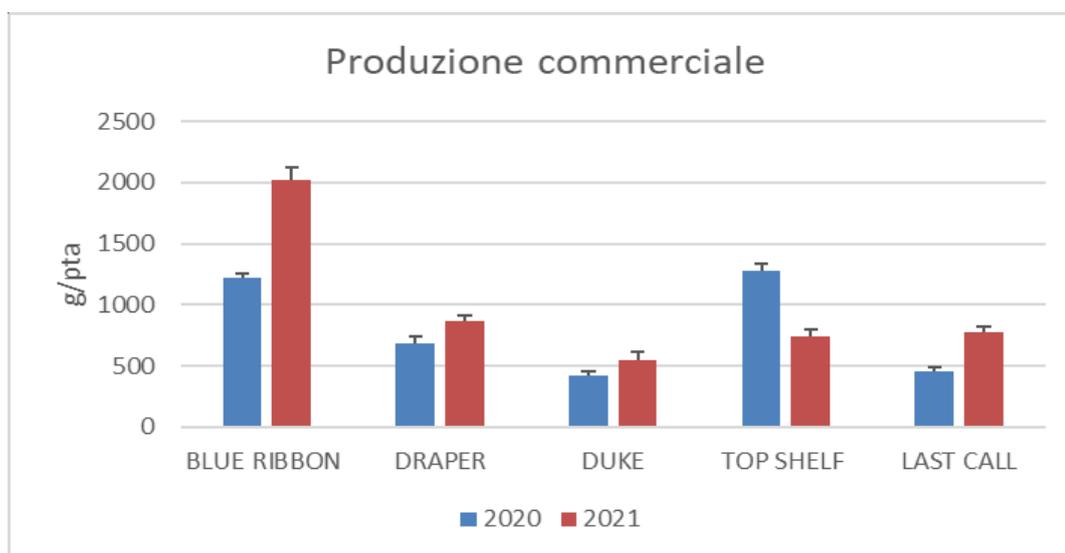
#### 3.3.1 Produzione Commerciale

I dati medi relativi alla produzione commerciale delle varietà di mirtillo delle due annate oggetto di studio, mostrano che l'unica varietà con differenze statisticamente significative è Blue Ribbon, infatti i valori sono molto discostanti tra loro nei due anni:  $1223,17 \pm 32,54$  g/pta per il 2020 e  $2021,51 \pm 96,06$  g/pta per il 2021 (Tabella 12). Le altre varietà invece non presentano differenze statisticamente significative, nonostante Last Call facesse ipotizzare una differenza statisticamente valida.

**Tabella 12: Confronto Produzione Commerciale 2020-21. Dati medi  $\pm$  errori standard**

Varietà	Anno	Prod. Commerciale
Last Call	2020	$454,83 \pm 33,85$ c
Last Call	2021	$771,67 \pm 53,33$ bc
Blue Ribbon	2020	$1223,17 \pm 32,54$ b
Blue Ribbon	2021	$2021,51 \pm 96,06$ a
Top Shelf	2020	$1277,83 \pm 58,58$ b
Top Shelf	2021	$746,02 \pm 52,52$ bc
Duke	2020	$419,33 \pm 38,85$ c
Duke	2021	$543,93 \pm 70,25$ c
Draper	2020	$680,83 \pm 63,51$ bc
Draper	2021	$867,67 \pm 48,60$ bc

La produzione commerciale delle varietà di mirtillo prese in analisi per questo studio mostra che, dai dati raccolti per quasi tutte le varietà, la maggior produzione commerciale si è avuta nell'annata 2021, tranne per la varietà Top Shelf che presenta la produzione maggiore nel 2020 (Grafico 19). Nel 2020 la produzione massima raggiunta è stata quella di Top Shelf con un valore pari a 1277 g/pta, Blue Ribbon ha prodotto 1223 g/pta, Draper ha prodotto 680 g/pta, mentre la produzione è stata pari a 419 g/pta per Duke, mentre per Last Call pari a 454 g/pta. Nel 2021 Blue Ribbon si è distinta dalle altre cultivar per una produzione pari a 2021 g/pta. Draper, Top Shelf e Last Call nel 2021 si sono posizionati vicino ai 1000 g/pta, solo Duke si è fermato a poco più di 500 g/pta. Dalla letteratura possiamo ricavare dei dati interessanti da confrontare con quelli ottenuti dal nostro studio, nell'articolo di Ganarin (2020) è stata valutata la cultivar Duke coltivata fuori suolo per tre anni successivi, la produzione del 2019 di Duke allevato in un vaso di 60 l di volume è stata superiore ai 6 kg/pianta, di molto prevalente a quella ottenuta dalla stessa varietà nella nostra sperimentazione, questo può far intendere quanto sia importante per la cv Duke avere uno spazio ampio a disposizione per crescere ed essere produttiva.



**Grafico 19: Confronto Produzione Commerciale nelle annate 2020-21**

### 3.3.2 Peso Medio Ponderato

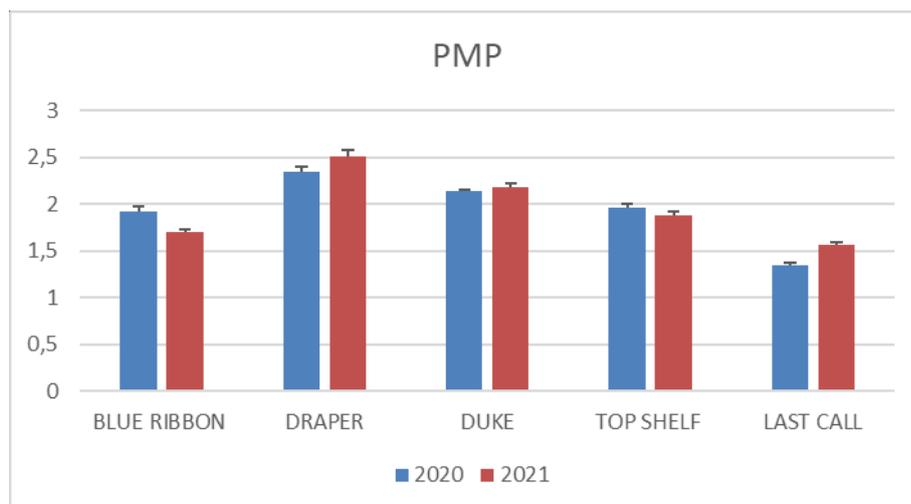
Il confronto del PMP tra le varietà nei due anni può far ipotizzare che non ci sia differenza statisticamente significativa tra i PMP dei frutti, infatti non si evidenziano differenze statistiche nei PMP del 2020-21 in nessuna delle varietà. Anche se sottolinea che è la varietà

Draper ad avere i frutti con il PMP più alto in entrambi gli anni con un valore di:  $2,34 \pm 0,050$  g per il 2020 e di  $2,51 \pm 0,061$  g per il 2021 (Tabella 13).

**Tabella 13: Confronto Peso Medio Ponderato 2020-21. Dati medi  $\pm$  errori standard**

<b>Varietà</b>	<b>Anno</b>	<b>PMP</b>
<b>Last Call</b>	2020	$1,34 \pm 0,035$ f
<b>Last Call</b>	2021	$1,56 \pm 0,025$ ef
<b>Blue Ribbon</b>	2020	$1,92 \pm 0,045$ bcde
<b>Blue Ribbon</b>	2021	$1,70 \pm 0,024$ def
<b>Top Shelf</b>	2020	$1,96 \pm 0,047$ bcde
<b>Top Shelf</b>	2021	$1,87 \pm 0,046$ cde
<b>Duke</b>	2020	$2,13 \pm 0,024$ abcd
<b>Duke</b>	2021	$2,18 \pm 0,048$ abc
<b>Draper</b>	2020	$2,34 \pm 0,050$ ab
<b>Draper</b>	2021	$2,51 \pm 0,061$ a

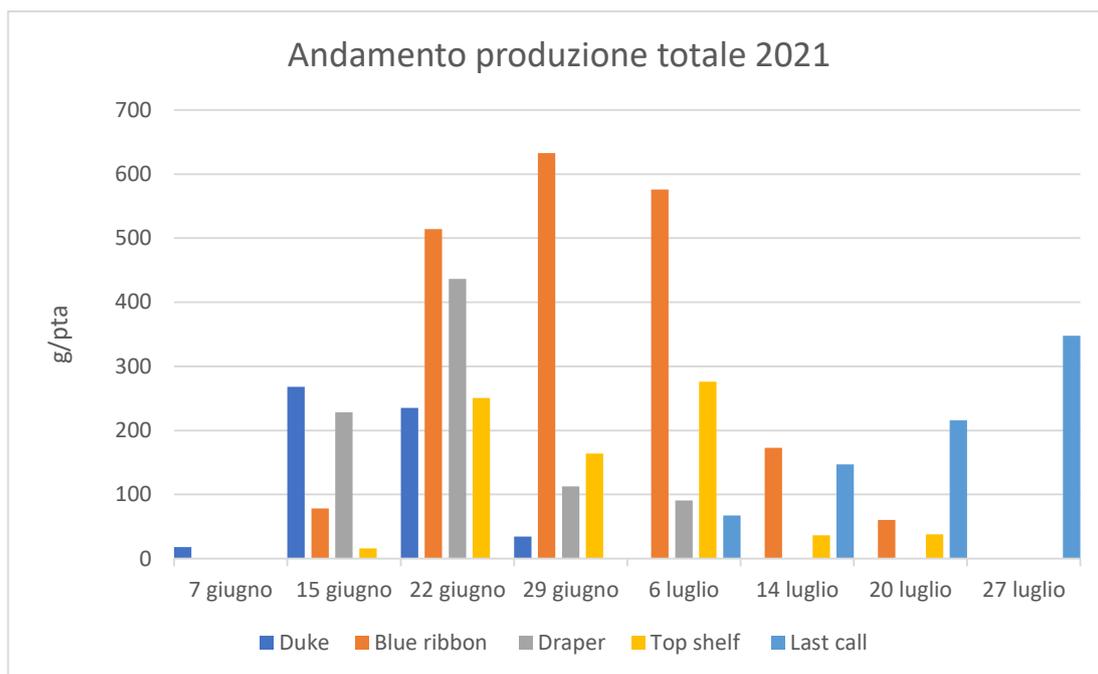
Il PMP dei frutti delle varietà oggetto di studio mette in luce come la differenza di peso dei frutti tra le due annate non sia così evidente (Grafico 20). Si può notare anche che le varietà Draper, Duke e Last Call presentano, nel 2021, un PMP dei loro frutti di poco superiore a quello del 2020, mentre Blue Ribbon e Top Shelf presentano un PMP nell'anno 2021 di poco inferiore a quello del 2020. In letteratura possiamo trovare dei dati da confrontare con quelli ottenuti dal nostro studio, nell'articolo di Ganarin (2020) il peso medio dei frutti della varietà Duke si aggira tra i 2 e i 2,5 g, questi valori comprendono il range di valori medi ritrovati dalle nostre analisi, quindi si può dire che Duke è una cv che mantiene un peso abbastanza costante dei suoi frutti anche in condizioni ambientali e di coltivazioni diverse.



**Grafico 20: Confronto PMP nelle annate 2020-21**

### 3.3.3 Produzione Totale 2021

Durante la raccolta effettuata nel 2021 si nota come ogni varietà presenti un picco di produzione totale in momenti diversi del periodo di raccolta (Grafico 21). La prima ad entrare in produzione è Duke il 7 giugno, prosegue il 15 giugno con il suo picco di produzione intorno ai 250 g/pta, poi il suo andamento si fa calante fino ad azzerarsi. Draper inizia a produrre il 15 giugno, il picco produttivo è raggiunto il 22 giugno e poi si ha un calo fino al termine della produzione che avviene il 6 luglio. Top Shelf inizia a produrre il 15 giugno e termina il 6 luglio data in cui raggiunge anche il suo picco di produzione. Blue Ribbon è risultata la cv più produttiva dell'annata e come si può osservare ha un flusso produttivo ben definito, inizia la sua produzione il 15 giugno, raggiunge il massimo il 29 giugno e termina la produzione il 20 luglio. Infine Last Call, varietà tardiva, mostra un andamento crescente che inizia il 6 di luglio e raggiunge il picco massimo nella data del 27 luglio, poi conclude la sua produzione.



**Grafico 21: Andamento Produzione Totale anno 2021**

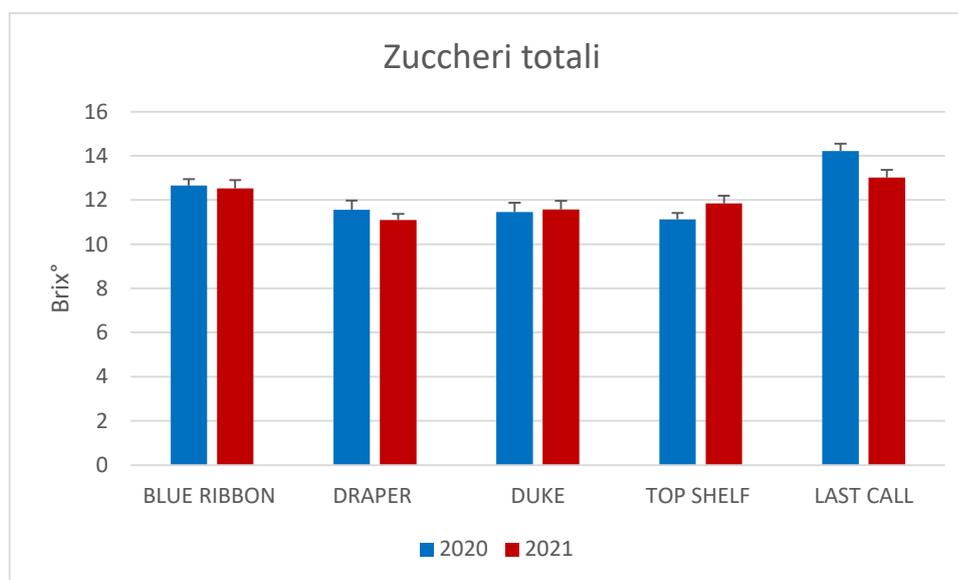
### 3.3.4 Zuccheri nelle annate 2020 e 2021

Per il parametro dei solidi solubili non ci sono differenze statisticamente significative tra i dati medi delle due annate per nessuna delle cultivar oggetto di studio (Tabella 14). Osservando in dettaglio si può anche aggiungere che per l'annata 2020 Last Call è stata la cultivar con il contenuto zuccherino maggiore, con un valore di 14,22 °Brix. La stessa varietà si conferma quella con più zuccheri anche nel 2021 con un valore pari a 13,01°Brix.

**Tabella 14: Confronto zuccheri mirtili nelle annate 2020-21. Dati medi  $\pm$  errori standard**

Varietà	Anno	Zuccheri
<b>Duke</b>	2020	11,45 $\pm$ 0,42 b
<b>Duke</b>	2021	11,57 $\pm$ 0,40 b
<b>Blue Ribbon</b>	2020	12,65 $\pm$ 0,29 ab
<b>Blue Ribbon</b>	2021	12,53 $\pm$ 0,38 ab
<b>Draper</b>	2020	11,55 $\pm$ 0,42 b
<b>Draper</b>	2021	11,1 $\pm$ 0,27 b
<b>Last Call</b>	2020	14,22 $\pm$ 0,32 a
<b>Last Call</b>	2021	13,01 $\pm$ 0,35 ab
<b>Top Shelf</b>	2020	11,13 $\pm$ 0,28 b
<b>Top Shelf</b>	2021	11,84 $\pm$ 0,34 b

La differenza nel contenuto di zuccheri tra le due annate per le singole varietà non è così evidente, analizzando ogni cultivar in dettaglio, possiamo dire che Blue Ribbon è la cultivar in cui i valori del contenuto di solidi solubili sono quasi identici nei due anni, stessa cosa anche per Duke e per Draper. Per Top Shelf la differenza tra le annate è un po' più evidente, con un contenuto di zuccheri maggiore nel 2021. Per Last Call si nota maggiormente una differenza nel quantitativo di solidi solubili, che si presenta con un valore maggiore nel 2020, pari a 14,22 °Brix, mentre nel 2021 il contenuto di SS cala e abbiamo un valore di 13,01 °Brix (Grafico 25). In letteratura ci sono pochi studi che si occupano di mirtillo coltivato fuori suolo, ma vi sono alcuni studi che hanno analizzato il contenuto di solidi solubili di una delle varietà presenti in questo studio, la cultivar Duke nello studio di Hyesung et al. (2020), in cui vengono valutate anche altre cv, presenta un contenuto di SS di 10,27 °Brix che non si discosta di molto dai valori trovati nelle nostre analisi 11,45 °Brix (2020) e 11,57 °Brix (2021). Nello studio di Zhang et al. (2020) sono state prese in considerazione 11 cultivar diverse ma i valori ottenuti sono simili a quelli delle nostre analisi, il range si aggira tra 9,9 e i 13,6 °Brix. Possiamo quindi affermare che il contenuto di SS delle nostre varietà è in media con quello che si ritrova in letteratura.



**Grafico 22: Andamento degli zuccheri dei mirtilli nelle annate 2020-2021**

### 3.3.5 Acidità Titolabile

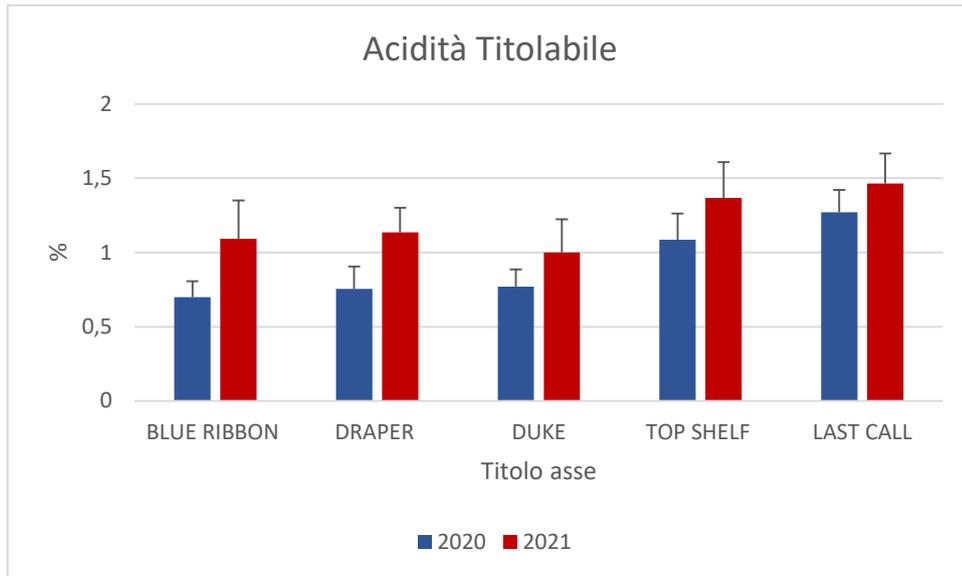
Come per gli zuccheri anche per l'acidità titolabile i dati medi non mostrano delle differenze tra le due annate statisticamente significative, per nessuna delle varietà prese in analisi (Tabella 15). Ma nel 2021 l'acidità titolabile è salita notevolmente rispetto all'anno

2020, si può ipotizzare che questa crescita dell'acidità sia legata alle alte temperature che hanno caratterizzato la primavera e in particolare l'estate del 2021.

**Tabella 15: Confronto acidità titolabile mirtilli nell'annate 2020-21. Dati medi  $\pm$  errori standard**

Varietà	Anno	Acidità Titolabile
<b>Duke</b>	2020	0,77 $\pm$ 0,11 b
<b>Duke</b>	2021	1 $\pm$ 0,22 ab
<b>Blue Ribbon</b>	2020	0,70 $\pm$ 0,11 b
<b>Blue Ribbon</b>	2021	1,09 $\pm$ 0,26 ab
<b>Draper</b>	2020	0,75 $\pm$ 0,15 b
<b>Draper</b>	2021	1,13 $\pm$ 0,16 ab
<b>Last Call</b>	2020	1,27 $\pm$ 0,15 a
<b>Last Call</b>	2021	1,46 $\pm$ 0,20 a
<b>Top Shelf</b>	2020	1,08 $\pm$ 0,17 ab
<b>Top Shelf</b>	2021	1,37 $\pm$ 0,24 a

Nel 2021 l'acidità titolabile dei mirtilli ha raggiunto valori superiori rispetto al 2020 e tutte le varietà oggetto di analisi sono state interessate da questo fenomeno. Blue Ribbon e Draper sono state le cultivar in cui c'è stato il maggior incremento nel contenuto % di Acido Citrico, per Blue Ribbon si è passati da 0,70% a 1,09%, mentre per Draper da 0,75% a 1,13%. In entrambe le annate la varietà che ha mostrato di avere la % maggiore è stata Last Call con valori pari a 1,27% nel 2020 e 1,46% nel 2021 (Grafico 26). Anche in questo caso sono pochi gli studi che si occupano dell'analisi dell'acidità in mirtillo coltivato fuori suolo, ma alcuni articoli analizzano delle varietà presenti nel nostro studio insieme a cultivar differenti, nello scritto di Hyesung et al. (2020) è stata analizzata la cultivar Duke e i valori di acidità titolabile trovati sono di poco inferiori a quelli presenti nel nostro studio, si parla dello 0,46%, mentre nella nostra sperimentazione Duke presenta un contenuto di acido citrico pari a 0,77% nel 2020 e l'1% nel 2021. Nello studio di Zhang et al. (2020) sono analizzate delle cultivar differenti, il range di valori ritrovati in questo studio, 0,63-1,13%, è simile a quello ottenuto dalla nostra misurazione del 2020 0,70-1,27 %, invece il range del 2021 si mostra di poco superiore a quello dello studio preso in considerazione, 1-1,46 %.



***Grafico 23: Andamento acidità titolabile dei mirtili nelle annate 2020 e 2021***

## CONCLUSIONI

Nella sperimentazione oggetto di questo elaborato sono state analizzate per due anni successivi (2020-2021) due specie botaniche, la fragola e il mirtillo gigante americano, entrambe coltivate con il sistema del fuori suolo. Per ogni specie sono state studiate delle cultivar, per la fragola le varietà/selezioni protagoniste sono state: Murano, Vivara e AN 12,13,58. Oltre alla varietà sono state prese in considerazione per questa sperimentazione anche tipologie di piante diverse, Tray Plant e A+ per Murano e Vivara, Tray e Mini Tray per la selezione AN 12,13,58. Per il mirtillo le cultivar studiate sono state: Duke, Draper, Top Shelf, Blue Ribbon, Last. Call.

Attraverso valutazioni quantitative e qualitative si è potuta osservare la risposta delle diverse varietà e anche delle differenti tipologie di piante (nel caso delle fragole). Il fine ultimo di questo studio è quello di trovare delle varietà con caratteristiche adeguate alla coltivazione fuori suolo e adatte all'ambiente della regione Marche, per poter ampliare il calendario di produzione di questa specie e riuscire a rivendere il prodotto sul mercato a prezzi maggiori.

Dai risultati che si sono ottenuti per la fragola nel 2021, considerando la cultivar, si può affermare come Vivara si dimostri la cultivar più produttiva rispetto alle altre, sia per quanto riguarda la produzione totale che quella commerciale, oltre ad avere il PMP più alto tra le varietà. Per quanto riguarda la tipologia di pianta, la Tray si dimostra quella con l'influenza maggiore sulla produzione, in particolare sulle cultivar Murano e Vivara. Invece sulla selezione le due tipologie di piante non hanno portato a differenze sostanziali, sulla produzione né totale né commerciale.

Analizzando i parametri qualitativi, tenendo conto sia della tipologia di pianta che di cultivar, si può affermare che la tipologia di pianta ha poca influenza mentre molta ne ha la cultivar. Nel caso della consistenza Vivara T è l'unica che dimostra un andamento crescente nel periodo di raccolta. Per il colore l'unica che si distingue nettamente dalle altre è la selezione AN 12,13,58 T e MT che presenta i valori di L\* e Chroma elevati e molto vicini alla varietà Vivara con tipologia di pianta T. Mentre gli zuccheri mostrano valori in diminuzione lungo il periodo di raccolta, indifferentemente dalla cultivar o dalla tipologia di pianta, ma è bene sottolineare che la selezione AN 12,13,58 presenta il contenuto di zuccheri maggiore in

entrambi gli anni. Per gli acidi invece il valore maggiore è raggiunto nel mese di luglio da quasi tutte le varietà, solo AN 12,13,58 MT mostra un andamento discendente durante la raccolta, ma dimostra di avere i valori più alti nel confronto tra le due annate.

Confrontando i parametri produttivi delle annate 2020-2021, di Murano A+ e Vivara A+ e di AN 12,13,58 T si osserva come, per la produzione totale, commerciale e PMP, solo la selezione presenti differenze statistiche tra le due annate, con un forte incremento nel 2021. Mentre Murano A+ e Vivara A+ non hanno differenze statisticamente significative per i parametri quantitativi.

Inoltre, osservando l'annata 2021 si può affermare come la scelta della varietà e della tipologia di materiale vivaistico siano importanti per avere un ampliamento del calendario di produzione nel periodo estivo, la tipologia Tray si dimostra la migliore per il fuori suolo, mentre la cultivar migliore è Vivara per la produzione e per la consistenza, la selezione AN 12,13,58 ha il contenuto zuccherino più elevato rispetto alle altre cultivar.

Per quanto riguarda i mirtili, i dati produttivi delle annate 2020-2021 mostrano che la produzione commerciale 2021 è superiore a quella del 2020, tranne che per la varietà Top Shelf per la quale i dati sono opposti. Questi valori di produzione mostrano differenze statisticamente significative solo per la varietà Blue Ribbon, infatti nel 2021 la produzione è quasi il doppio di quella del 2020. Invece per il PMP non si osservano differenze evidenti tra le due annate per nessuna delle varietà.

Osservando la produzione totale del 2021, si evidenzia come sia la cultivar Blue Ribbon la più produttiva rispetto alle altre varietà.

Trattando i parametri qualitativi, si può dire che nell'annata 2021 è stato osservato un lieve calo del contenuto zuccherino ed un forte incremento dell'acidità all'interno dei frutti analizzati, di tutte le varietà, cultivar con i valori più elevati in entrambi gli anni è Last Call.

Si può dire che dal punto di vista dei parametri produttivi la cultivar migliore sia Blue Ribbon, ma per i parametri qualitativi quella che si distingue maggiormente è Last Call.

## RINGRAZIAMENTI

Vorrei ringraziare profondamente il mio relatore il Prof. Bruno Mezzetti per avermi seguita nella stesura di questo elaborato e per avermi dato la possibilità di svolgere questa tesi sperimentale; ringrazio fortemente la mia correlatrice la Dott.ssa Micol Marcellini per essere stata un aiuto prezioso in molteplici occasioni e per aver collaborato a questo lavoro di tesi. Vorrei esprimere un ringraziamento anche al Prof. Franco Capocasa che mi ha indicato quali direzioni intraprendere per la scrittura di questo elaborato. Inoltre un profondo ringraziamento va alle due aziende che mi hanno ospitato e permesso di raccogliere i loro dati, molte grazie all'Azienda Agricola Mazzanti Giacomo e Gilberto e all'Azienda Agricola Eusebi. Non posso non citare in questi miei ringraziamenti tutta l'area di Frutticoltura e tutti i ragazzi che lavorano al suo interno, siete stati di grande aiuto nei momenti passati in laboratorio, mi avete accolto e siete stati un'ottima compagnia. Vorrei esprimere la mia gratitudine ai miei genitori che mi hanno sostenuta lungo questo percorso impegnativo ma anche pieno di grandi soddisfazioni, al mio fidanzato Riccardo con cui ho condiviso questi cinque anni universitari, che è stato al mio fianco anche nei momenti più difficili e che ha sempre creduto in me più che io stessa, alle mie migliori amiche Dalia, Ginevra e Ilaria che sono state il porto sicuro a cui rivolgermi nelle giornate più nere, a tutta la mia famiglia che mi è stata sempre di grande supporto. Infine vorrei ringraziare me stessa, per non aver ceduto nonostante le tante difficoltà e aver completato questo percorso di studi con dedizione e forza d'animo.

## BIBLIOGRAFIA

- Akhatou I. & Fernández Recamales Á., 2013. Influence of cultivar and culture system on nutritional and organoleptic quality of strawberry. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 98, pp. 866-875.
- Capocasa F., Balducci F., Mazzoni L., Marcellini M., Qaderi R. & Mezzetti B., 2021. Preliminary results of soilless cultivated strawberry cultivars in the autumn spring cycle in the mid Adriatic area. *International Society for Horticulture Science*.
- Cozzolino E., Zampella L., Petriccione M., Coscetta C. & Talento T., 2015. Fragola: indici merceologici e nutrizionali a confronto. *L'Informatore Agrario*, n°29, pp. 41-44.
- Di Vittori L., Mazzoni L., Battino M. & Mezzetti B., 2018. Pre-harvest factors influencing the quality of berries. *Scientia Horticulturae*, 233, pp. 310-322.
- Ganarin G., 2020. Mirtillo fuori suolo, la dimensione del vaso ottimale. *L'Informatore Agrario* n° 14, pp. 46-49.
- Giuggioli N. B., Briano R., Alvarizia P. & Peano C., 2018. Preliminary evaluation of day-neutral strawberry cultivars cultivated in Italy using a qualitative integrated approach. *Horticulture Science*, 45, pp. 29-36.
- Hyesung H., Young-Jun K. & Youngjae S., 2020. Assessment of physicochemical quality, antioxidant, content and activity and inhibition of cholinesterase between unripe and ripe Blueberry Fruit. *Multidisciplinary Digital Publishing Institute, Food*, 9, 690, pp. 1-12
- Mazzoni L., Balducci F., Di Vittori L., Scalzo J., Capocasa F., Zhong C., Forbes-Hernandez T., Giampieri F., Battino M. & Mezzetti B., 2020. Yield and nutritional quality of highbush blueberry genotypes trialled in a Mediterranean hot summer climate. *Wiley Online Library*, pp. 1-12.
- Musacci S., Serra S., Ancarani V., Wiedmer R. & Martinelli A., 2014. Characterization of Runners Production in Different Cultivars of Strawberry in Nursery. *Acta Horticulturae*, pp. 1-8.

- Reitemier C. A. & Nonnecke G. R., 1991. Objective and Sensory Evaluation of Fresh Fruit of Day-neutral Strawberry Cultivars. *Hort Science*, 26 (7), pp. 843-845.
- Rowley D., Black B. L., Drost D. & Feuz D., 2011. Late-season Strawberry Production Using Day-neutral Cultivars in High-elevation High Tunnels. *Hort Science*, 46 (11), pp. 1480-1485.
- Wang Q., Tury E., Rekika D., Charles M. T., Tsao R., Hao Y., Dubé C. & Khanizadeh S., 2010. Agronomic Characteristics and Chemical Composition of Newly Developed Day-Neutral Strawberry Lines by Agriculture and Agri-Food Canada. *International Journal of Food Properties*, 13, pp. 1234-1243.
- Whidden A., 2008. Commercial Blueberry Production Methods in Hillsborough County. *Proceeding of the Florida State Horticultural Society*, 121, pp. 36-37.
- Wietske A., Westphal C., Grass P., Kraft M., Pfohl K., Karlovsky P., Pawelsky E., Tschardtke T. & Smit I., 2018. Insect pollination as a key factor for strawberry physiology and marketable fruit quality. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 258, pp. 197-204.
- Zhang J., Nie J., Li J., Zhang H., Li Y., Farooq S., Bacha S. A. S. & Wang J., 2020. Evaluation of sugar and organic acid composition and their levels in highbush blueberries from two regions of China. *Journal of Integrative Agriculture*, 19 (9), pp. 2352-2361.

## SITOGRAFIA

<https://plantgest.imaginenetwork.com/it/piante/frutticole/fragola/>

<https://www.coltivazionebiologica.it/mirtillo-gigante-americano/>

[https://www.colturaecultura.it/pdfviewer/viewer.html?fid=fragola\\_05\\_04#page=2&zoom=auto,0,469](https://www.colturaecultura.it/pdfviewer/viewer.html?fid=fragola_05_04#page=2&zoom=auto,0,469)

<https://www.colturaecultura.it/content/coltivazione-fuori-suolo-0>

<http://www.coviro.it/piante/>

<https://www.canalisagricoltura.it/due-variet%C3%A0-di-fragola-diverse-rifiorenti-o-neutrodiurne-unifere-o-brevidiurne/>

<https://civ.it/it/fragole/>

<https://it.psichapter.net/4131-description-of-the-strawberry-variety-florida-beauty.html>

<https://plantgest.imaginenetwork.com/it/variet%C3%A0/frutticole/fragola/monterey/4192>

<https://plantgest.imaginenetwork.com/it/variet%C3%A0/frutticole/fragola/san-andreas/4190>

<https://www.coltivobio.com/come-coltivare-il-mirtillo-in-vaso-giuda-pratica-per-i-professionisti/>

<https://agronotizie.imaginenetwork.com/vivaismo-e-sementi/2021/01/25/mirtillo-danicchia-a-prodotto-di-massa/69040>

<https://plantgest.imaginenetwork.com/it/variet%C3%A0/frutticole/mirtillo-americano/duke/360>

<https://plantgest.imaginenetwork.com/it/variet%C3%A0/frutticole/mirtillo-americano/blue-ribbon/9822>

<https://plantgest.imaginenetwork.com/it/variet%C3%A0/frutticole/mirtillo-americano/draper/4879>

<https://plantgest.imaginenetwork.com/it/variet%C3%A0/frutticole/mirtillo-americano/last-call/9825>

<https://rivistafrutticoltura.edagricole.it/vivaismo-frutticolo/piemonte-capofila-dei-piccoli-frutti-innovazioni-tecniche-e-scelta-varietale/>

<https://coltureprotette.edagricole.it/vivaismo/fragola-in-italia-coltura-in-forte-cambiamento/>

<https://rivistafrutticoltura.edagricole.it/potatura-e-forme-di-allevamento/la-nuova-fragolicoltura-italiana-produce-tutto-lanno/>

<https://www.myfruit.it/prodotti/2019/05/mirtilli-grandi-potenzialita-per-produzione-italiana-ma-il-mercato-interno-non-cresce.html>

<https://italianberry.it/2019/11/04/aumentano-in-europa-produzione-e-consumi-di-mirtilli/>

<https://italianberry.it/2020/02/26/mirtilli-2020-e-lanno-della-svolta-globale/>

<https://www.freshplaza.it/article/9337764/focus-sul-mercato-mondiale-dei-mirtilli/>

<https://agronotizie.imaginenetwork.com/vivaismo-e-sementi/2019/02/06/italiani-pazzi-per-i-mirtilli-ma-dove-va-il-miglioramento-genetico/61572>