



VFARM

Vertical Farming Sostenibile

D2.5. PRODUZIONE DI FRAGOLE IN VERTICAL FARM



Acronimo:	VFARM
Titolo completo:	Vertical Farming Sostenibile
Codice progetto:	2020ELWM82
Finanziamento	PRIN
Coordinatore:	Università di Bologna
Inizio del progetto:	8 Maggio, 2022
Durata del progetto:	36 mesi

	Caratteristiche del documento
Titolo:	D2.5. PRODUZIONE DI FRAGOLE IN VERTICAL FARM
Work Package:	2
Partner responsabile:	Università di Bologna
Autori principali:	Ilaria Zauli, Andrea D'Aprile, Giuseppina Pennisi, Francesco Orsini
Altri autori:	
Numero di pagine:	12



Indice dei contenuti

1. Introduzione	4
1.1 Obiettivi del progetto.....	4
1.2 Obiettivi del deliverable.....	5
2. Materiali e metodi.....	6
3. Risultati	8
3.1 Esperimento 1: produzione di stoloni	8
3.2 Esperimento 2: produzioni di fiori e frutti e misurazione del contenuto di solidi solubili.	9
4. Discussione.....	12



1. Introduzione

1.1 Obiettivi del progetto

Il progetto VFarm – Vertical Farming sostenibile (CUP: J33C20002350001) è un progetto PRIN (progetti di ricerca di rilevante interesse nazionale) finanziato nell’ambito della call 2020. Il progetto mira all’identificazione di strategie innovative per il *vertical farming*, implementando un approccio interdisciplinare che integra orticoltura e fisiologia vegetale con applicazioni negli ambiti dell’ingegneria e delle scienze economiche ed ambientali. Il progetto mira a definire le caratteristiche ottimali di sistemi di coltivazione e controllo climatico, adattando le tecnologie alle diverse specie coltivate e consentendo di progettare unità di coltivazione modulari ed adattabili a diversi contesti in città italiane. Inoltre, promuove collaborazioni tra le università partner e aziende operanti nel settore per consentire un rapido trasferimento delle conoscenze generate, permettendo infine l’identificazione e la validazione delle soluzioni tecnologiche ottimali per l’implementazione del *vertical farming* in Italia. VFarm è coordinato dall’Università di Bologna Alma Mater Studiorum, e ha come partner l’Università di Napoli Federico II, l’Università degli Studi di Torino e l’Università degli Studi di Padova.

Gli obiettivi specifici del progetto sono:

- Studiare l’adattabilità di 7 tipologie di prodotti al *vertical farming* (WP2)
- Progettare soluzioni tecnologiche ottimali in termini di sistemi di coltivazione, gestione della luce e controllo del clima (WP3)
- Valutare la sostenibilità, sociale, ambientale ed economica delle *vertical farm* (VF) tramite analisi del ciclo di vita (LCA, eLCC e S-LCA) e con riferimento all’uso delle risorse (energia, acqua e nutrienti) (WP4)
- Definire le tecnologie ottimali, integrandole sia a VF di piccola scala realizzate all’interno di container sia a quelle a grande scala realizzate all’interno di magazzini industriali (WP5).



1.2 Obiettivi del deliverable

Il WP2 ha lo scopo di studiare l'adattabilità di 7 tipologie di prodotti al *vertical farming*, focalizzandosi in particolare su:

1. Orticole e aromatiche;
2. Microgreens;
3. Fiori edibili;
4. Spezie;
5. Piccoli frutti;
6. Funghi;
7. Produzione acquaponica.

Nello specifico, l'obiettivo di questa deliverable (2.5) è l'analisi della produzione di piccoli frutti in sistemi di coltivazione fuorisuolo in vertical farm. In particolare, il documento si focalizza sullo studio della produzione di fragola (*Fragaria x ananassa*) sotto diversi spettri luminosi coltivata in sistema aeroponico ad alta pressione. Essendo la letteratura a riguardo ancora poco esplorata, questo studio permette di iniziare a gettare le basi per la ricerca della coltivazione in sistemi innovativi quali quello aeroponico di piante di fragola, per la produzione di stoloni, fiori e frutti attraverso l'uso di diverse lunghezze d'onda.



2. Materiali e metodi

Lo studio si riferisce a due prove sperimentali realizzate su piante poste all'interno del sistema aeroponico ad alta pressione presente nella vertical farm sperimentale dell'Università di Bologna "AlmaVFarm" tra gennaio e giugno 2024.

Le piante di fragola (*Fragaria x ananassa*, selezione AN 12, 13, 58) utilizzate per questo studio, neutridiurne e rifioventi, sono state ottenute mediante la propagazione di stoloni radicati su torba, il cui substrato è stato rimosso mediante lavaggi in acqua e l'utilizzo di spazzole morbide prima di essere posizionato nel sistema di coltivazione fuori suolo con una densità di 84 piante m⁻².

Le piante sono state sottoposte a diversi trattamenti luminosi applicati tramite lampade LEDs dimmerabili. Ogni trattamento è stato caratterizzato da un fotoperiodo di 16 h d⁻¹ e una densità di flusso fotonico (PFD) pari a 200 $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$. La differenza fra i diversi trattamenti luminosi consisteva nello spettro luminoso applicato; in particolare sono stati presi in esame diversi rapporti di luce rossa (R) e luce blu (B), e l'utilizzo di lunghezze d'onda nella regione del far-red (FR). La tabella 1 riassume i trattamenti luminosi applicati nelle due sperimentazioni.

Tabella 1. Schema dei trattamenti luminosi applicati, che riporta i diversi rapporti rosso:blu utilizzati, il fotoperiodo costante (h d⁻¹) e le intensità luminose ($\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$) utilizzate per le lunghezze d'onda del rosso e blu (RB) o far-red (FR).

Trattamenti luminosi	Rapporto rosso:blu	Fotoperiodo (h d ⁻¹)	RB ($\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$)	FR ($\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$)
RB ₁	R : B = 1:1	16	200	0
RB ₃	R : B = 3:1		200	0
RB ₅	R : B = 5:1		200	0
RB ₃ FR	R : B = 3:1		160	40



Da 34 giorni dopo il trapianto (Days After Transplant, DAT), le piante hanno iniziato a produrre stoloni adatti al trapianto, cioè con foglie sviluppate e abbozzi radicali evidenti e si è quindi proceduto settimanalmente a trapiantare e contare gli stoloni prodotti da ogni trattamento all'interno del trattamento stesso, fino a 77 DAT.

Sono stati poi calcolati i seguenti parametri durante il ciclo vegetativo o al termine del ciclo per una valutazione della crescita della pianta:

- Esperimento 1:
 - numero di stoloni prodotti fino a 77 DAT;
- Esperimento 2:
 - Percentuale di piante in fioritura, misurato a 12, 16, 19, 23, 27, 30, 35, 44 e 50 DAT;
 - Peso medio dei frutti, espresso in g, a 41, 50 e 61 DAT;



3. Risultati

3.1 Esperimento 1: produzione di stoloni

Per quanto riguarda la produzione di stoloni, a 77 DAT tutti i trattamenti hanno prodotti diversi nuovi stoloni (Figura 1). In particolare, il trattamento RB_3 ha evidenziato il valore massimo di 45 stoloni prodotti in media dalle tre repliche senza tuttavia mostrare differenze statisticamente significative rispetto agli altri trattamenti luminosi. Sommando tutti gli stoloni prodotti dalle tre repliche di RB_3 è stato possibile determinare che questo trattamento ha prodotto 137 nuovi individui tra i 34 e i 77 DAT. Questo significa che la popolazione iniziale, pari a 66 piante, si è triplicata. Infine, il trattamento RB_3FR , che presenta in termini assoluti un numero minore di stoloni prodotti, ha iniziato a produrre stoloni con una settimana di ritardo rispetto agli altri tre, partendo quindi dal 41 DAT, anziché dal 34 DAT.

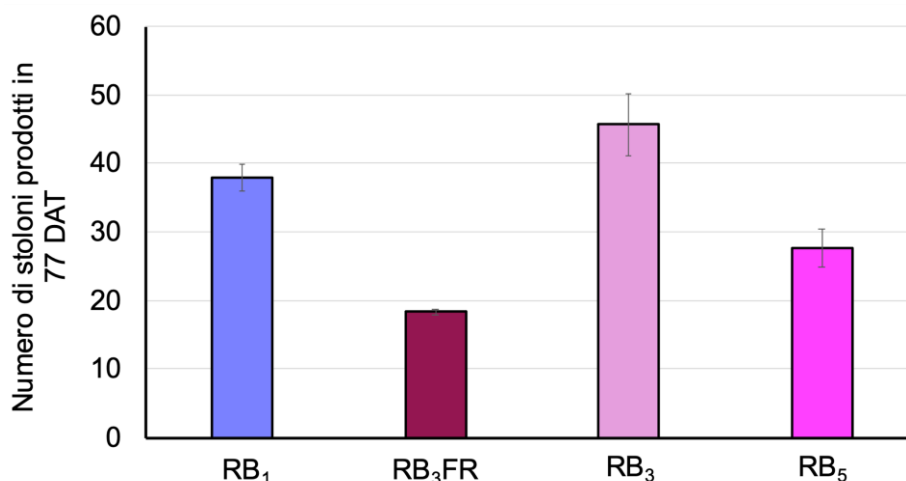


Figura 1. Risultati per i numeri di stoloni prodotti dalle piante di ciascun trattamento luminoso (RB_1 , RB_3 , RB_5 , RB_3FR) nel sistema aeroponico a 77 DAT.



3.2 Esperimento 2: produzioni di fiori e frutti e misurazione del contenuto di solidi solubili.

Considerando la percentuale di piante fiorite nelle varie giornate di misurazione, i trattamenti RB_3FR e RB_3 hanno in generale mostrato il dato più alto in termini di fioritura nelle rilevazioni eseguite tra il 16 e il 44 DAT (Figura 2). In particolare, il numero più alto registrato (36%) è stato ottenuto a 44 DAT sotto il trattamento RB_3 , seguito da RB_3FR (28%). Al contrario, il trattamento RB_1 ha mostrato il tasso di fioritura minore fino a 44 DAT, con una media di piante in fioritura pari a 6.4%

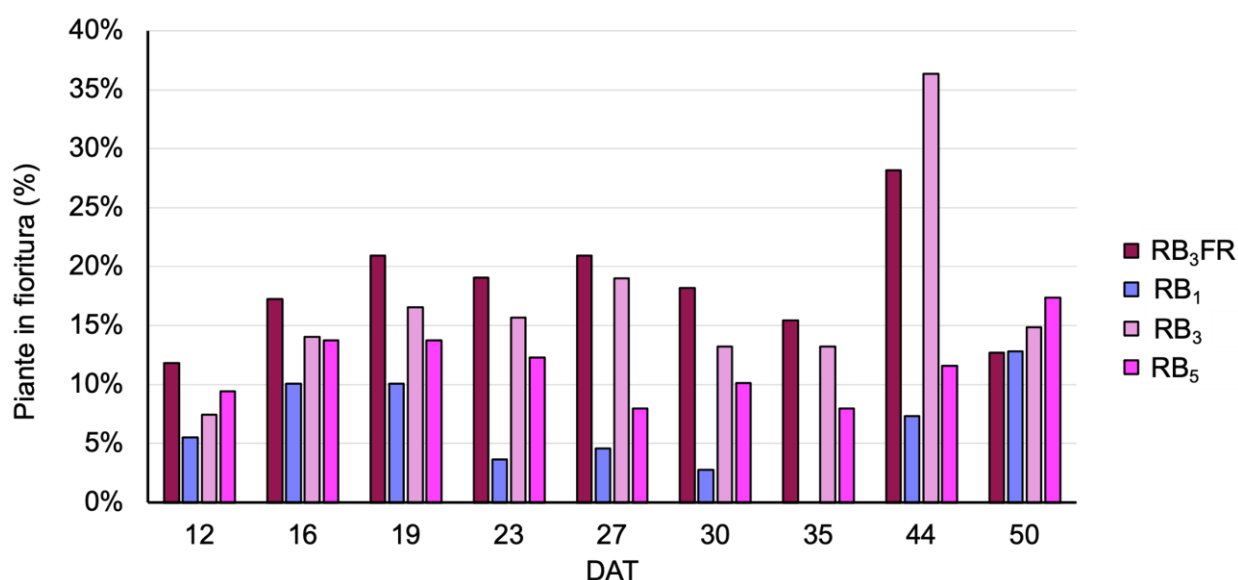


Figura 2. Percentuale (%) di piante di fragola in fioritura misurate a 12, 16, 19, 23, 27, 30, 35, 44, 50 DAT per ciascun trattamento luminoso applicato. Durante i rilevamenti si contavano le piante fiorite alla giornata di misurazione, senza distinzione tra le piante precedentemente fiorite e le piante con nuova fioritura.

La prima raccolta è stata fatta a 41 DAT, momento in cui erano presenti frutti in tutti i settori (Figura 3). L'analisi dei dati non ha evidenziato differenze significative né sul peso medio dei frutti raccolti da ogni trattamento né sui °Brix degli stessi nell'ultima raccolta. Tuttavia, il peso medio per il trattamento RB_1



risulta essere particolarmente basso perché l'intero trattamento risultava in sofferenza senza riuscire a produrre un quantitativo interessante di frutti.

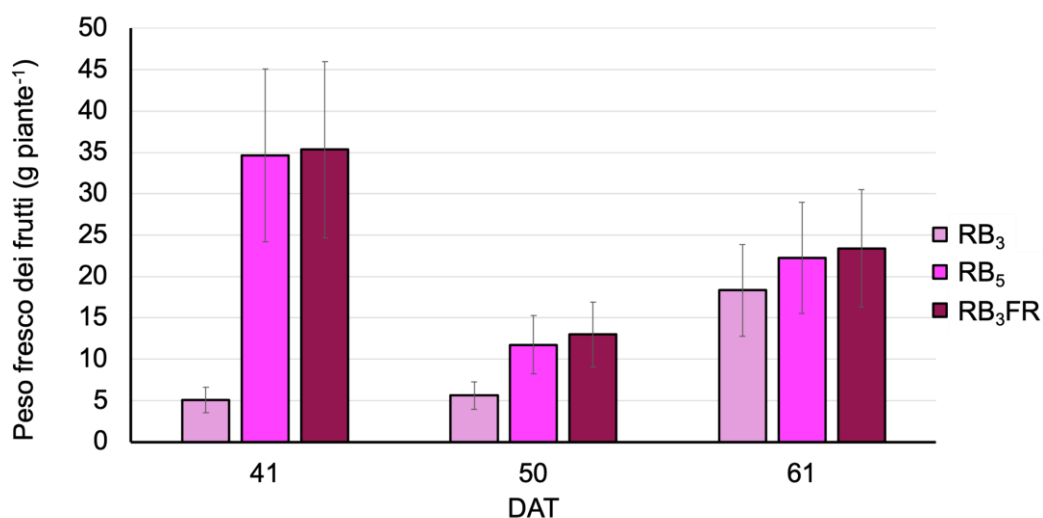


Figura 3. Effetti dei diversi trattamenti luminosi applicati per la coltivazione di fragola sul peso medio dei frutti raccolti a 41, 50 e 61 DAT.

Per quanto riguarda i °Brix, i tre trattamenti RB₃FR, RB₃ e RB₅ hanno registrato un contenuto simile, con valori medi fra 8 e 11 (Figura 4). Il trattamento RB₁ non è stato preso in considerazione per questo parametro in quanto i frutti alla raccolta non erano sufficientemente sviluppati o risultavano danneggiati.

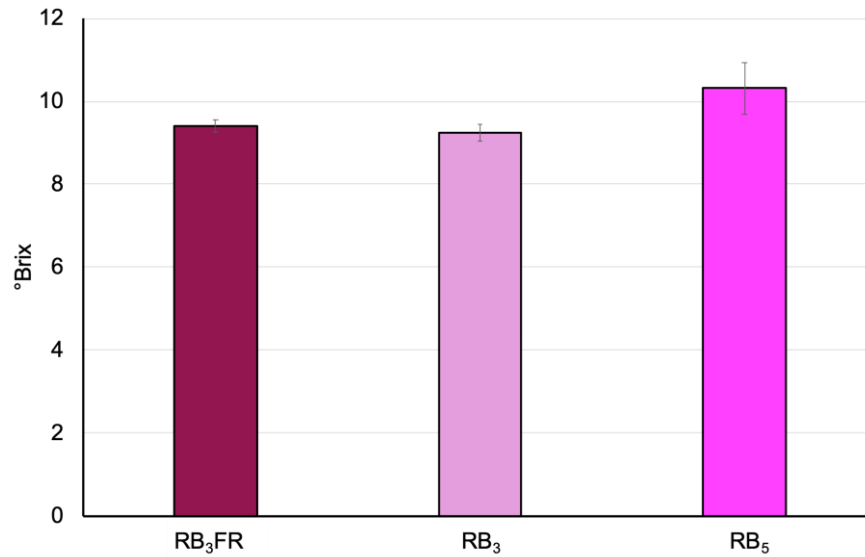


Figura 3. Risultati del contenuto di solidi solubili, espressi in °Brix, nei frutti delle piante di fragola a 61 DAT sottoposte ai diversi trattamenti luminosi



4. Discussione

Le piante di fragola durante i due esperimenti hanno mostrato capacità di crescere all'interno del sistema aeroponico, fino a raggiungere lo stadio di produzione dei frutti. Nonostante nessuna differenza statisticamente significativa sia stata osservata, l'utilizzo del trattamento RB_3 potrebbe essere consigliabile per la produzione di stoloni a scopo vivaistico, visto l'ingente numero di nuovi individui prodotti. La qualità dei frutti invece, espressa come contenuto zuccherino, ha presentato valori ottimali e particolarmente elevati sotto tutti i trattamenti.