



Agribologna 

LINEE GUIDA PER LA COLTIVAZIONE FUORI SUOLO DEL POMODORO ARALDINO RZ F1



Iniziativa realizzata nell'ambito Programma regionale di sviluppo rurale 2014-2020 – Tipo di operazione Supporto per progetti pilota e per lo sviluppo di nuovi prodotti, pratiche, processi e tecnologie nel settore agricolo e agroindustriale – Focus Area 3A – Progetto “Sviluppo di una strategia innovativa per migliorare e stabilizzare il reddito delle imprese della filiera orticola di Agribologna”



SOMMARIO

Sommario	1
1. Descrizione varietale	2
2. Caratteristiche agronomiche	2
2.1 Resistenze ai patogeni.....	2
2.2 Shelf-life	3
3. Linee guida per la coltivazione fuori suolo	3

1. DESCRIZIONE VARIETALE

La varietà di pomodoro ARALDINO RZ F1, il pomodoro cuore di bue di Rijk Zwaan ormai affermato sul mercato, è sempre in forte crescita grazie alle caratteristiche della pianta e del frutto. La varietà di pomodoro ARALDINO RZ F1 è particolarmente adatta per la coltivazione in sistemi fuori suolo, grazie alle sue eccellenti caratteristiche agronomiche e prestazioni di alta qualità.

Questa guida analitica fornisce dettagli approfonditi sulle caratteristiche della varietà e le linee guida per ottimizzare la coltivazione in fuori suolo.

2. CARATTERISTICHE AGRONOMICHE

La varietà ARALDINO RZ F1, pomodoro cuore di bue a frutto singolo, è una scelta eccellente per trapianti primaverili ed estivi, caratterizzata da una pianta di medio/alto vigore che garantisce una produzione robusta e consistente. Questa varietà è nota per la sua eccellente allegagione e l'elevata potenzialità produttiva, che si traducono in una resa notevole e in una qualità superiore delle bacche. I frutti presentano una forma distintiva con una costolatura moderata e un fondo piatto, raggiungendo un peso medio di circa 250 grammi. Questa varietà è rinomata per l'elevata uniformità di pezzatura, che assicura un prodotto finale di alta qualità e di dimensioni omogenee. Il colore dei frutti, che vira verso una tonalità rossa uniforme, è particolarmente attraente e si sviluppa in modo ottimale durante la maturazione. La lunga shelf-life è un ulteriore punto di forza, che permette una conservazione prolungata senza compromettere la qualità. Inoltre, ARALDINO RZ F1 si distingue per la sua ottima consistenza anche a completa maturazione, offrendo un frutto solido e gustoso.

2.1 RESISTENZE AI PATOGENI

La varietà di pomodoro ARALDINO RZ F1 si distingue non solo per le sue eccellenti caratteristiche produttive e qualitative, ma anche per la sua robusta resistenza ai patogeni.

Questa varietà presenta una resistenza elevata a numerosi patogeni comuni del pomodoro, tra cui il Tomato Mosaic Virus (ToMV: 0-2), il Fusarium oxysporum f. sp. lycopersici (Fol: 0-2), il Cladosporium fulvum (Pf: A-E), il Verticillium albo-atrum (Va: 0) e il Verticillium dahliae (Vd: 0). Queste resistenze elevate contribuiscono a ridurre significativamente l'incidenza di malattie, migliorando la salute delle piante e la qualità complessiva della produzione.

Inoltre, la cultivar possiede una resistenza intermedia a patogeni altrettanto importanti come il Tomato Spotted Wilt Virus (TSWV) e i nematodi delle specie Meloidogyne arenaria (Ma), Meloidogyne incognita (Mi) e Meloidogyne javanica (Mj). Questa combinazione di resistenze elevate e intermedie rende la varietà particolarmente robusta e affidabile, garantendo una maggiore

protezione contro i principali patogeni del pomodoro e contribuendo a una coltivazione più sostenibile e produttiva.

Patogeno

Resistenza elevata (HR) ToMV: 0-2 / Fol:0-2 / Pf:A-E / Va:0 / Vd:0

Resistenza elevata (IR) TSW / Ma / Mi / Mj

HR: ToMV = TomatoMosaic Virus; Ff = Cladosporium fulvum; Fol= Fusarium oxysporum f. sp. Lycopersici; Va = Verticillium albo – atrum; Vd = Verticillium dahliae.

IR: TSWV = Tomato Spotted Wilt Virus Ma = Meloidogyne arenaria; Mi = meloidogyne incognita; Mj = Meloidogyne javanica.

2.2 SHELF-LIFE

Questa varietà può mantenere la qualità dei frutti per periodi prolungati, conservando il loro colore brillante, la consistenza solida e il sapore gustoso. Queste caratteristiche rendono i frutti di ARALDINO F1 ideali per la commercializzazione e il trasporto a lungo raggio, garantendo che il prodotto arrivi ai consumatori finali nelle migliori condizioni possibili. La capacità di mantenere la qualità per un tempo esteso aggiunge valore alla varietà, facilitando la logistica e ampliando le opportunità di mercato per gli agricoltori

3. LINEE GUIDA PER LA COLTIVAZIONE FUORI SUOLO

Nell'ambito delle colture fuori suolo su substrato il pomodoro da mensa è certamente la specie più importante, sia per superfici coltivate che per il valore economico delle produzioni ottenute.

Ambiente di coltivazione

ARALDINO RZ F1 si adatta perfettamente alla coltivazione fuori suolo, sia in serra che in ambienti chiusi con controllo climatico. È essenziale mantenere una buona circolazione d'aria e livelli ottimali di umidità per prevenire malattie e garantire una crescita sana delle piante.

Substrato

L'uso di substrati inerti come la fibra di cocco, la perlite, o miscele specifiche per la coltivazione idroponica è altamente raccomandato. Questi substrati assicurano un buon drenaggio e un'adeguata aerazione delle radici, fondamentali per una crescita vigorosa. Si utilizzano in contenitori realizzati in film di materiale plastico, a sacco orizzontale, oppure in contenitori a vaschetta, realizzati in plastica rigida o polistirolo.

Irrigazione e Nutrizione

Un sistema di fertirrigazione a goccia con una gestione precisa dei nutrienti è cruciale per massimizzare la produttività e la qualità dei frutti. Si consiglia di utilizzare una soluzione nutritiva bilanciata che soddisfi le esigenze specifiche della varietà ARALDINO RZ F1. È fondamentale monitorare regolarmente i livelli di pH e conducibilità elettrica (EC) della soluzione nutritiva per mantenere condizioni ottimali.

Temperature

ARALDINO RZ F1 prospera a temperature comprese tra 20°C e 25°C durante il giorno e tra 16°C e 18°C durante la notte. È importante evitare sbalzi termici e mantenere una temperatura costante per ottimizzare la crescita e la produzione dei frutti.

Shelf-life

Le prove di shelf-life condotte su ARALDINO RZ F1 hanno dimostrato che questa varietà può mantenere la qualità dei frutti fino a 2-3 settimane post-raccolta, se conservata a temperature di circa 10-12°C e umidità relativa del 85-90%. I frutti conservano il loro colore, consistenza e sapore, rendendoli ideali per la commercializzazione e il trasporto a lungo raggio.

LINEE GUIDA PER LA COLTIVAZIONE DI FRAGOLA IN FUORI SUOLO MURANO E VIVARA



Iniziativa realizzata nell'ambito Programma regionale di sviluppo rurale 2014-2020 – Tipo di operazione Supporto per progetti pilota e per lo sviluppo di nuovi prodotti, pratiche, processi e tecnologie nel settore agricolo e agroindustriale – Focus Area 3A – Progetto “Sviluppo di una strategia innovativa per migliorare e stabilizzare il reddito delle imprese della filiera orticola di Agribologna”

SOMMARIO

1. Introduzione	2
2. Fragola.....	2
2.1. Descrizione varietale	3
3. Consigli tecnici per la coltura Fuori suolo.....	4
3.1. Materiale di propagazione	5
3.2. Substrati	7
4. Esigenze idriche della fragola fuori suolo.....	8
5. Sistema di filtrazione	8
6. Fertirrigazione della fragola fuori suolo.....	9

1. INTRODUZIONE

Il sistema fuori suolo sta suscitando grande interesse presso i fragolicoltori come coltivazione alternativa a quella in serra spinti da diverse motivazioni. Con questa tecnica viene eliminato l'impiego degli erbicidi e ridotto l'uso degli agrofarmaci. Inoltre, le malattie dell'apparato radicale sono limitate, rendendo la disinfezione del suolo non più necessaria. Da un punto di vista commerciale è possibile realizzare una continuità di fornitura del prodotto prolungandone la vendita sui mercati. Senza dimenticare la maggiore frazionalizzazione della forza lavoro su uno spazio di tempo più lungo, le maggiori rese produttive e la maggiore qualità del prodotto finale. Con questo sistema la produzione si riesce a produrre un prodotto di qualità per un periodo di tempo molto lungo. In questo modo dopo la pausa invernale si ha una produzione primaverile che va da metà maggio inizio giugno alla fine dell'autunno, produzioni fuori stagione solitamente più remunerative. La qualità è un punto molto importante perché il consumatore vuole frutti buoni da mangiare, dolci, attraenti, aromatici e consistenti e per soddisfare queste esigenze la sperimentazione è stata scelta su varietà rifiorenti e caratterizzate da frutti con queste caratteristiche pomologiche.

2. FRAGOLA

La fragola è una pianta perenne, erroneamente considerata di tipo erbaceo, costituita da un apparato radicale, da un fusto (rizoma o corona) e da un apparato fogliare. Le radici fungono da organi di assorbimento ma hanno anche una funzione di accumulo di sostanze di riserva, così come il rizoma su cui si inserisce l'apparato fogliare.

La capacità, generalmente accentuata, delle cultivar coltivate di emettere stoloni e generare diverse piantine figlie è fondamentale per la produzione vivaistica di piante di fragola, che si basa quasi esclusivamente su un sistema di propagazione per via vegetativa

Le fragole coltivate hanno in genere un fiore perfetto (ermafrodita) che presenta gli organi maschili (stami) posti intorno al ricettacolo in cui si trovano, disposti a spirale, gli organi femminili o pistilli. Ogni pistillo è composto da un ovario contenente un ovulo che fecondato darà origine al frutto

denominato achenio. I fiori sono raccolti in infiorescenze che presentano un asse primario e molti assi di ordine superiore.

Il frutto edule della fragola e in realtà un'infruttescenza (falso frutto) che si origina dall'ingrossamento del ricettacolo a seguito della fecondazione dei pistilli; sul ricettacolo sono inseriti gli acheni, comunemente chiamati semi ma che in realtà sono i veri frutti.

La fragola è una coltura che gradisce la luce, in particolare quando si tratti di varietà rifioventi. Al contrario delle varietà unifere che hanno un'emissione dei fiori determinata con 3/4 mazzetti composti nel corso della stagione, le fragole rifioventi hanno una emissione dei fiori per tutto il periodo di coltivazione

2.1. DESCRIZIONE VARIETALE

Di seguito sono riportate le caratteristiche di due varietà in prova: Murano e Vivara

Murano*

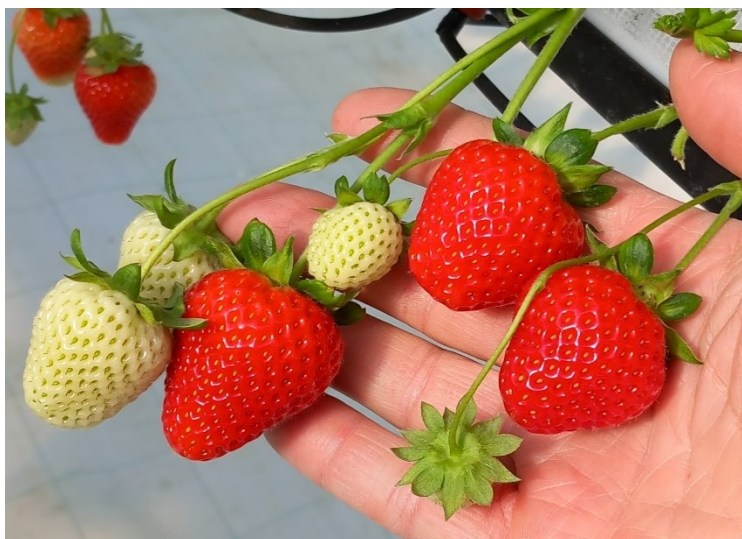
Murano è una cultivar italiana ottenuta dal CIV-(Consorzio Italiano Vivaisti) ed è stata registrata in Europa nel 2016 con brevetto europeo n° 42969. La cultivar Murano* è di tipo rifiovente ad alto fabbisogno in freddo; presenta una buona vigoria, un portamento eretto ed elevata resistenza ai principali patogeni, garantisce ottime produzioni. I suoi fiori sono ricchi di polline, di facile impollinazione e presentano steli eretti. La fioritura è precoce, molto prolungata e regolare. I frutti si presentano di forma conica e regolare, molto attraenti, con calibro elevato e costante; il colore è



rosso brillante anche con temperature elevate; hanno un notevole grado zuccherino costante per tutto il periodo di raccolta. La polpa ha una ottima consistenza che si mantiene tale anche nei periodi molto caldi. La shelf-life è eccellente. Anche l'epoca di raccolta è precoce, molto prolungata e regolare.

Vivara*

È una cultivar italiana ottenuta dal CIV-(Consorzio Italiano Vivaisti), è stata registrata in Europa nel 2016 con brevetto europeo n° 43802. La cultivar Vivara* è di tipo rifiorante ad alto fabbisogno in freddo; presenta una vigoria medio elevata e un'ottima resistenza all'Oidio. La sua produzione risulta essere abbondante e costante. I frutti sono attraenti, il colore è rosso brillante e la



conformazione cuoriforme omogenea, con calibro medio-grosso molto regolare. La polpa si presenta di colorazione rossa con un'elevata consistenza. Il contenuto zuccherino è basso e buona è la shelf life. L'epoca di raccolta è precoce, molto prolungata e regolare.

3. CONSIGLI TECNICI PER LA COLTURA FUORI SUOLO

La coltivazione in fuori suolo consente, diversamente dal terreno, di controllare e gestire maggiormente la coltivazione, potendo regolare al meglio le irrigazioni, la nutrizione, e cosa non meno importante, agevolare le operazioni di raccolta con un prodotto di qualità. Luce e temperatura sono i due fattori climatici che condizionano e caratterizzano principalmente la coltivazione della

fragola. Per quanto riguarda la temperatura il limite sono soprattutto le alte temperature durante il periodo di emissione floreale. Le temperature costantemente superiori a 27/30° C non permettono infatti alla pianta di fiorire e di fruttificare nel massimo dei modi, danneggiando le produzioni in maniera consistente

Per ottenere i migliori risultati con questo tipo di coltura è necessario considerare alcuni aspetti:

- tipo di substrato,
- caratteristiche dell'acqua d'irrigazione,
- composizione della soluzione nutritiva,
- adeguatezza dell'impianto irriguo,
- tipo di pianta

3.1. MATERIALE DI PROPAGAZIONE

Nel mondo della coltivazione delle fragole, l'efficienza e la qualità della produzione dipendono in gran parte dalla scelta del materiale di propagazione. Esistono diverse tipologie di piante utilizzate, ognuna con caratteristiche specifiche che rispondono a particolari esigenze agronomiche e climatiche. Tra queste, le piante frigoconservate e le piante fresche rappresentano le principali categorie, ciascuna suddivisa ulteriormente in varie sotto tipologie. Le piante frigoconservate includono le varianti Tipo A, Tipo A+, Waiting-Bed (WB), Tray Plant (TP) e mini tray, mentre le piante fresche comprendono cime radicate e piante a radice nuda. Questa classificazione si basa su criteri quali il metodo di conservazione, le dimensioni del colletto, e la tecnica di radicazione, offrendo una panoramica delle diverse strategie impiegate dai produttori per ottimizzare la resa e la qualità delle fragole in varie condizioni di coltivazione.

Piante frigoconservate

- **Tipo A**

Le piante di tipo A sono la varietà standard più diffusa nei fragoletti del Nord Italia. Vengono moltiplicate in vivai specifici allestiti in primavera, su terreni sabbiosi ben drenati e livellati. L'estirpazione avviene in inverno, durante la fase di riposo vegetativo, tramite un processo

meccanico preceduto da defogliazione anch'essa meccanica. Dopo l'estirpazione, le piante vengono ulteriormente defogliate per selezionare le foglie più giovani e successivamente selezionate in base al diametro del colletto, che deve essere tra 8 e 12 mm. Le piante conformi a questo parametro sono confezionate in casse da 600-700 unità, mantenute umide e poste in celle frigorifere a -2°C per bloccare l'attività vegetativa senza danneggiare i tessuti. Le piante con colletto di diametro inferiore (6-8 mm) sono considerate di seconda scelta (A-) e confezionate in casse più grandi da 900-1000 unità. In alcune regioni, è comune acquistare piante sfuse appena estirpate dai vivai, consentendo ai produttori di eseguire la pulizia, selezione, confezionamento e frigoconservazione, riducendo i costi e facilitando il lavoro con manodopera familiare. Questo metodo beneficia anche i vivaisti, che evitano costi e rischi di lavorazione e frigoconservazione.

- **Tipo A+**

Le piante di tipo A+ sono caratterizzate da un diametro del colletto maggiore, compreso tra 12 e 15 mm. Si ottengono in vivai specifici con un controllo rigoroso della distribuzione degli stoloni per evitare alte densità che possono portare a problemi come riduzione del calibro, propagazione di malattie e difficoltà nelle operazioni di controllo. Per ottenere piante di qualità, si elimina la pianta madre all'inizio dell'estate o si asportano gli stoloni tardivi. Le piante vengono poi frigoconservate mantenendo le giovani foglie centrali e confezionate in casse da 250-300 unità. Le piante A+ vengono utilizzate per produzioni programmate in suolo o fuori suolo, principalmente nel Veronese per produzioni autunnali e primaverili, e in Trentino-Alto-Adige per produzioni estive.

- **Waiting-Bed (WB)**

Le piante WB sono di grandi dimensioni e vengono prodotte in "letti di attesa". Si ottengono da piccole piante di tipo A- frigoconservate o da piante fresche con radici nude o cime radicate coltivate tra giugno e luglio. Le piante frigoconservate vengono ulteriormente conservate, mentre quelle fresche risultano più giovani di quasi un anno. La selezione delle piante si basa sul numero di germogli osservati durante l'estirpazione. Le piante WB sono utilizzate per colture programmate, offrendo elevate quantità di frutti di buona qualità e pezzatura uniforme, anche se con una riduzione delle riserve di sostanze dovuta ai periodi di frigoconservazione.

- **Tray plant (TP) e mini tray**

Le piante TP e mini tray subiscono un processo di ingrossamento in substrati di torba contenuti in contenitori di plastica forati. Le tray plant sono ottenute da cime di stoloni che radicano in ambienti con sistemi di irrigazione mist, contrastando problemi sanitari e di produttività delle piante WB. Le piante, con pane di terra e foglie giovani, vengono frigoconservate a 3-4°C prima della piantagione primaverile. In Francia, alcune piante sono piantate a dicembre in serre riscaldate per produrre da febbraio ad aprile. Le piante TP sono costose e utilizzate per coltivazioni programmate fuori suolo o in suolo, soprattutto nelle zone di montagna del Trentino-Alto-Adige, dove vengono ingrossate dai produttori stessi.

Piante fresche

- **Cime radicate**

Le cime radicate si ottengono da stoloni senza radici ma con abbozzi radicali prelevati da vivai. Radicano in contenitori forati con irrigazione mist e possono essere messe a dimora dopo 25-30 giorni. Questo tipo di pianta, diffuso nel Centro e Nord Italia e recentemente nel Sud Europa, offre vantaggi come maturazione precoce, buona qualità dei frutti, meno problemi di ripresa post-trapianto e minore necessità di acqua.

- **Radice nuda**

Le piante a radice nuda provengono da vivai in Spagna e Polonia, dove il clima freddo autunnale è ideale per la produzione. Dopo una defogliazione meccanica, le piante vengono selezionate in base al calibro del colletto e organizzate in contenitori di legno per essere spedite nelle aree meridionali del Mediterraneo. Queste piante offrono maturazione precoce e frutti di alta qualità, ma presentano problemi di fallanze post-trapianto, stress dovuto ai lunghi periodi di trasporto e ritardo nella differenziazione delle gemme a causa dell'alta densità di piantagione nei vivai.

3.2. SUBSTRATI

In Europa il substrato più utilizzato per la coltivazione della fragola fuori suolo è la torba. Essa ha il vantaggio di trattenere molta acqua, avere un basso contenuto di sostanze nutritive e il pH acido. Spesso viene usata insieme alla fibra di cocco e alla perlite. Per le sue qualità positive e il basso

costo, l'uso della torba è molto diffuso, questo però ha portato allo sfruttamento delle torbiere. Per far fronte a questo fenomeno, uno dei nuovi temi affrontati dalla ricerca è proprio l'utilizzo di substrati sostenibili composti da materiali organici quali le fibre di legno, il compost di corteccia di pino, sughero e tralci di vite, la polvere e le fibre di cocco, considerati fonti rinnovabili e che non presentano problemi dal punto di vista ecologico. In base alle proprietà chimiche-fisiche del substrato scelto, verrà calibrata l'irrigazione e la fertirrigazione.

Nutrizione

Nei sistemi di coltivazione fuori suolo si predilige la somministrazione di acqua e nutrienti mediante irrigazione a goccia, avendo cura che la distribuzione sia uniforme per garantire un apporto sufficiente a tutte le piante. Da notare che in questi sistemi il 25% circa del percolato va perso attraverso il drenaggio. Di norma i concimi vengono forniti in soluzioni concentrate, poi diluite in un serbatoio di miscelazione o iniettate direttamente nei tubi d'irrigazione. Il pH della soluzione nutritiva viene mantenuto a un valore di 5,2-5,6, mentre la conducibilità elettrica deve oscillare tra 1,2-1,8 mS/cm. Una salinità eccessiva della soluzione nutritiva può causare necrosi del margine fogliare e stimolare il disseccamento delle foglie e dei fiori.

4. ESIGENZE IDRICHE DELLA FRAGOLA FUORI SUOLO

La fragola coltivata su substrato inerte, generalmente fibra di cocco, ha delle esigenze idriche molto elevate; infatti, nei periodi di massima evapotraspirazione i cicli di irrigazione durante le ore diurne sono ripetuti, nell'ordine di una decina al giorno, ma con volumi irrigui non superiori ai 2 litri /ora a punto goccia. La natura dell'inerte utilizzato influenza i tempi di idratazione del contenitore artificiale nel quale si svilupperà l'apparato radicale di natura stolonifera della fragola.

Tra i substrati più capaci di trattenere l'umidità sono quelli più ricchi di sostanza organica (quindi substrati non completamente inerti) come la fibra di cocco. generalmente tali contenitori sono dei sacchi in materiale plastico ripieni di inerte con 8 /10 o 12 fori per la posa della piantina.

5. SISTEMA DI FILTRAZIONE

In considerazione delle basse portate di gocciolatori utilizzati il filtraggio della risorsa idrica diventa fondamentale per la riuscita della coltura. Il trattamento dell'acqua deve essere scelto e dimensionato a seconda delle caratteristiche della fonte idrica.

In presenza di acque di superficie (fiumi, laghi, canali, bacini artificiali) si consiglia dell'uso di filtri a sabbia o a dischi autopulenti mentre in presenza di pozzi la soluzione corretta è quella con idrociclone e filtro a dischi o a rete in successione.

6. FERTIRRIGAZIONE DELLA FRAGOLA FUORI SUOLO

Nella coltivazione della fragola in fuori suolo, assume particolare importanza il fertirrigatore che serve per dosare i nutrienti nelle percentuali appropriate e correggere la soluzione nutritiva ponendo particolare attenzione al pH ed all'EC.

La fragola preferisce soluzioni nutritive con pH tra 5.5 e 6.5 per favorire l'assorbimento della maggior parte degli elementi nutritivi e una conducibilità elettrica EC quasi sempre inferiore a 1.7 poiché per molte varietà valori superiori potrebbero risultare tossici.

Il fertirrigatore deve essere preciso ed affidabile poiché il suo scopo è quello di realizzare artificialmente una soluzione circolante dotata di tutti i macro e micro elementi indispensabili alle colture per esprimere il massimo della produttività.

I cicli di irrigazione possono essere gestiti in maniera automatica dal controller Commander evo Gold, dotato, qualora la connessione via cavo risultasse antieconomica, del sistema evo radio system che permette la gestione delle elettrovalvole in campo tramite una efficiente connessione radio.

LINEE GUIDA PRODUZIONI FUORI SUOLO



Iniziativa realizzata nell'ambito Programma regionale di sviluppo rurale 2014-2020 – Tipo di operazione Supporto per progetti pilota e per lo sviluppo di nuovi prodotti, pratiche, processi e tecnologie nel settore agricolo e agroindustriale – Focus Area 3A – Progetto “Sviluppo di una strategia innovativa per migliorare e stabilizzare il reddito delle imprese della filiera orticola di Agribologna”

SOMMARIO

1.	Introduzione	2
	1.2 Cosa è la coltivazione fuori suolo?.....	2
2.	Valutazioni ambientali	4
3.	Gestione e monitoraggio	5

1. INTRODUZIONE

Questo documento mira a fornire linee guida dettagliate di carattere tecnico e gestionale per le produzioni agricole fuori suolo, con un particolare focus sulla valenza ambientale di questi sistemi di coltivazione. Le linee guida forniranno indicazioni pratiche e strategiche per implementare e gestire efficacemente le coltivazioni fuori suolo, contribuendo al miglioramento e alla stabilità del reddito degli agricoltori.

1.2 COSA È LA COLTIVAZIONE FUORI SUOLO?

La coltivazione fuori suolo rappresenta un approccio agricolo innovativo e sostenibile, caratterizzato dall'eliminazione dell'uso del suolo naturale per la crescita delle piante. Con l'adozione di queste tecniche, le radici delle piante sono supportate da sistemi alternativi che forniscono acqua, nutrienti e supporto fisico, creando un ambiente controllato che massimizza l'efficienza delle risorse e minimizza l'impatto ambientale.

I sistemi di coltivazione fuori suolo possono essere classificati in due principali tipologie:

- **Con substrato:** in questo sistema, le radici delle piante sono ancorate in materiali inerti che non forniscono nutrienti ma solo supporto fisico. Esempi comuni di substrati includono lana di roccia, perlite, argilla espansa e fibra di cocco. Questi substrati permettono un'efficiente gestione dell'acqua e dei nutrienti, che vengono forniti attraverso una soluzione nutritiva messa a disposizione periodicamente o continuamente alle radici.
- **Senza substrato:** In questo approccio le radici delle piante sono esposte direttamente ad una soluzione nutritiva, eliminando completamente l'uso di materiali solidi per il supporto. Le principali tecnologie senza substrato includono:
 - **Idroponica:** è una tecnica in cui le radici delle piante sono immerse o sospese in una soluzione acquosa contenente tutti i nutrienti necessari per la crescita. Questo approccio consente un controllo preciso dei nutrienti e delle condizioni di crescita. I principali sistemi idroponici comprendono:
 - **Nutrient Film Technique (NFT):** in questo sistema, una pellicola sottile di soluzione nutritiva scorre continuamente sulle radici delle piante. Le piante sono posizionate su canaline in pendenza, e la soluzione nutritiva viene erogata lungo queste canaline.

Questo flusso continuo assicura un'adeguata fornitura di nutrienti e ossigeno alle radici, riducendo al minimo il consumo di acqua e nutrienti

- *Deep Water Culture (DWC)*: le radici delle piante sono immerse in una soluzione nutritiva altamente ossigenata. Un sistema di aerazione, costituito da pompe ad aria e diffusori, fornisce ossigeno alla soluzione nutritiva, favorendo una crescita rapida e sana delle piante. Questo metodo è particolarmente efficace per le piante che richiedono un'alta concentrazione di ossigeno a livello radicale.
- *Ebb and Flow (Flood and Drain)*: in questo sistema, le piante sono coltivate in contenitori riempiti di substrato inerte. La soluzione nutritiva viene periodicamente erogata nei contenitori per inondare le radici delle piante e poi drenata via. Questo ciclo di inondazione e drenaggio fornisce nutrienti e ossigeno alle radici, permettendo anche la rimozione di eccessi di acqua e sali.
- Aeroponica: questa tecnica utilizza una nebbia fine di soluzione nutritiva che viene spruzzata direttamente sulle radici delle piante sospese in aria, garantendo un'ossigenazione ottimale che accelera la crescita delle piante. La nebbia, inoltre, permette una distribuzione uniforme dei nutrienti, riducendo gli sprechi e migliorando l'efficacia di assorbimento. Con questo tipo di sistema è possibile regolare con precisione la quantità di soluzione nutritiva e la frequenza di nebulizzazione, ottimizzando le condizioni di crescita per ogni tipo di specie coltivata.
- Acquaponica: questo sistema integra l'acquacoltura e l'idroponica in un ambiente simbiotico che offre numerosi vantaggi ambientali e operativi. I rifiuti dei pesci forniscono nutrienti naturali per le piante, mentre le piante aiutano a filtrare e purificare l'acqua, che viene poi ridata ai pesci attraverso un ciclo chiuso e sostenibile. L'acquaponica riduce la necessità di fertilizzanti chimici e offre una soluzione a circuito chiuso che può diminuire significativamente l'impatto ambientale complessivo. Il design del sistema deve garantire che le esigenze dei pesci e delle piante siano soddisfatte in modo equilibrato. Questo richiede un monitoraggio continuo e una regolazione attenta delle condizioni ambientali e dei parametri di qualità dell'aria.

2. VALUTAZIONI AMBIENTALI

Le tecniche di produzione fuori suolo sono particolarmente efficaci nel migliorare l'efficienza ambientale, specialmente in termini di risparmio idrico ed energetico.

Risparmio idrico

L'uso di tecnologie fuori suolo consente di ridurre notevolmente il consumo di acqua attraverso vari meccanismi:

- Ricircolo dell'acqua: nei sistemi idroponici e aeroponici, l'acqua viene continuamente riciclata e riutilizzata. Questo riduce al minimo le perdite e assicura che l'acqua venga utilizzata in modo efficiente
- Evaporazione e percolamento minimi: l'impiego di contenitori chiusi e substrati inerti riduce l'evaporazione e il percolamento, minimizzando il consumo di acqua.
- Tecniche di monitoraggio: sensori avanzati e sistemi di controllo dell'umidità e del flusso dell'acqua permettono di ottimizzare ulteriormente l'uso dell'acqua e prevenire sprechi. Questi strumenti forniscono dati in tempo reale che aiutano a mantenere il sistema efficiente e sostenibile

Risparmio energetico

Il risparmio energetico nei sistemi di coltivazione fuori suolo è ottenuto grazie a:

- Luci LED a basso consumo: le luci LED sono molto più efficienti rispetto alle lampade tradizionali. Possono essere regolate per emettere lo spettro di luce ottimale per la crescita delle piante, riducendo i consumi energetici complessivi.
- Sistemi di riscaldamento e raffreddamento efficienti: l'uso di sistemi di climatizzazione a basso consumo e la gestione intelligente della temperatura aiutano a ridurre i costi energetici.
- Energia rinnovabile: l'integrazione di fonti di energia rinnovabile, come pannelli solari e turbine eoliche, può ulteriormente ridurre i costi energetici e migliorare la sostenibilità complessiva del sistema di produzione.

3. GESTIONE E MONITORAGGIO

Una gestione e un monitoraggio accurati sono essenziali per garantire il successo delle produzioni fuori suolo. Le tecniche avanzate di gestione e monitoraggio assicurano che le condizioni di crescita siano ottimali e che le risorse vengano utilizzate in modo efficiente.

Gestione della nutrizione

Una gestione efficace della nutrizione delle piante è cruciale per il successo dei sistemi fuori suolo:

- Monitoraggio dei nutrienti: sensori specializzati misurano i livelli di pH, la conducibilità elettrica (EC) e la concentrazione di nutrienti nella soluzione. Questi dati sono utilizzati per regolare le concentrazioni di nutrienti in tempo reale, garantendo che le piante ricevano le giuste quantità di nutrienti necessari per una crescita ottimale.
- Sistemi di fertilizzazione: i sistemi di dosaggio automatico possono essere programmati per fornire la quantità esatta di nutrienti necessaria alle piante. Questo evita eccessi o carenze di nutrienti, migliorando l'efficacia del sistema e la qualità della produzione

Gestione ambientale

Il controllo ambientale è un aspetto fondamentale per mantenere le condizioni ideali per la crescita delle piante:

- Automazione del clima: sistemi automatizzati per la regolazione della temperatura, dell'umidità e della ventilazione assicurano che le piante siano sempre in un ambiente ottimale. Questo aiuta a mantenere condizioni di crescita stabili e a prevenire stress ambientali che potrebbero compromettere la qualità della produzione.
- Monitoraggio continuo: sensori ambientali e software di gestione offrono dati in tempo reale sulle condizioni ambientali. Questi strumenti consentono interventi tempestivi per correggere eventuali anomalie e ottimizzare le condizioni di crescita.

Automazione

L'automazione è un elemento chiave nella gestione delle produzioni fuori suolo:

- Regolazione automatica: sistemi automatizzati per il controllo del flusso di nutrienti, l'illuminazione e la climatizzazione migliorano l'efficienza operativa e riducono la necessità di interventi manuali. Questo consente una gestione più precisa e meno laboriosa delle coltivazioni.
- Software di gestione: piattaforme software avanzate permettono il monitoraggio remoto e la gestione dei vari parametri del sistema, migliorando la qualità della produzione e l'efficacia operativa.

In conclusione, l'adozione di tecniche di coltivazione fuori suolo rappresenta un'importante opportunità per migliorare l'efficienza e la sostenibilità delle pratiche agricole. Questi metodi non solo riducono l'impatto ambientale, ma offrono anche un potenziale significativo per aumentare la redditività degli agricoltori attraverso una gestione ottimale delle risorse e una produzione più stabile e prevedibile.