



UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI PADOVA

Dipartimento di Agronomia Animali Alimenti Risorse Naturali e
Ambiente
(DAFNAE)

Corso di laurea triennale in Scienze e Tecnologie Agrarie

Tesi di laurea

Impiego di substrati e vasi ecosostenibili per la coltivazione del ciclamino (*Cyclamen persicum* Mill.)

Relatore: **Ch.mo Prof. Giorgio Ponchia**

Correlatori: **Dott. Giampaolo Zanin**
Dott.ssa Lucia Coletto

Laureando: **Luca Brazzale**
matr. n. 616919

ANNO ACCADEMICO 2011 - 2012

Alla mia famiglia e ai miei parenti

per il sostegno che mi hanno dato

A Marta per essermi stata sempre vicina

INDICE

RIASSUNTO	3
ABSTRACT	5
1. INTRODUZIONE	7
1.1 IL VIVAISMO FLORICOLO	7
1.2 IL GENERE <i>Cyclamen</i>	10
1.2.1 Il <i>Cyclamen persicum</i> Mill.	11
1.2.2 Allevamento di <i>Cyclamen persicum</i> Mill. in contenitore.....	14
1.3 I SUBSTRATI	18
1.3.1 Caratteristiche chimico-fisiche dei substrati.....	18
1.3.2 Principali componenti organici dei substrati	20
1.3.3 Principali materiali inorganici componenti i substrati.....	24
1.4 L'ALLEVAMENTO IN CONTENITORE	25
1.5 SCOPO DELLA PROVA.....	27
2. MATERIALI E METODI	29
2.1 PREPARAZIONE SUBSTRATI E INVASO	29
2.2 TECNICHE COLTURALI.....	30
2.3 RILIEVI ESEGUITI.....	32
2.4 ELABORAZIONE STATISTICA.....	32
3. RISULTATI.....	33
4. DISCUSSIONE E CONCLUSIONI.....	41
5. BIBLIOGRAFIA	45
6. TABELLE.....	49
7. FIGURE E FOTO	57

RIASSUNTO

Il *Cyclamen persicum* Mill. è una pianta da vaso fiorito originaria del Mediterraneo orientale. Presenta una fioritura molto appariscente che inizia a fine estate e si protrae per tutto l'inverno. Viene coltivato in vasi di plastica o di coccio e con un substrato a base di torba. Poiché l'impiego della torba, oltre al costo elevato, provoca un impatto negativo sull'ambiente con la sua estrazione, si stanno ricercando materiali alternativi; inoltre sono stati proposti tipi di vaso diversi da quelli in plastica costituiti da lolla di riso.

Lo scopo della prova è valutare la possibilità di utilizzare la lolla di riso e i digestati anaerobici di borlanda di frutta come componenti del substrato di coltivazione insieme alla torba, e di confrontare il vaso di plastica con quello biodegradabile costituito dalla lolla di riso.

La prova si è svolta all'interno di una serra tunnel, allevando piantine di ciclamino delle varietà Premium Saumon Flammé e Premium Rouge Vif, in vasi di plastica e di lolla, utilizzando 8 miscugli derivanti dalla combinazione di percentuali diverse di lolla (0, 10, 30 e 50) con la torba e l'aggiunta o meno di digestato (20% sul volume finale). Durante il ciclo colturale sono state eseguite misure per il calcolo dell'indice di crescita. A fine prova sono stati contati i fiori e le foglie, è stato misurato il diametro dell'ipocotile, è stato calcolato il peso fresco e secco di fiori e foglie e, dopo lavaggio, anche di ipocotile e radici. Di questi organi è stata calcolata la percentuale di sostanza secca.

Dai risultati ottenuti emerge che la lolla può sostituire fino al 30% la torba nel substrato con uno sviluppo dell'apparato epigeo della pianta uguale al substrato privo di lolla; con il 50% di lolla sono stati ottenuti uno maggior sviluppo dell'apparato radicale, del numero di fiori e del contenuto percentuale della sostanza secca. Il digestato ha aumentato il numero delle foglie, il peso fresco delle radici e il peso fresco totale delle piante; nei substrati senza digestato sono aumentate le percentuali di sostanza secca. Nelle piante coltivate nel vaso di lolla sono stati osservati parametri biometrici con valori maggiori rispetto a quelle allevate in vasi di plastica.

La coltivazione del ciclamino si può eseguire con substrati contenenti fino al 30% di lolla di riso, anche con l'aggiunta del digestato, e il vaso di lolla può costituire una valida alternativa a quello di plastica permettendo di ridurre l'impatto ambientale.

ABSTRACT

Use of sustainable substrates and pots for the cultivation of *Cyclamen* (*Cyclamen persicum* Mill.)

Cyclamen persicum Mill. is a flowering pot plant, native to Mediterranean region. It blooms from the end of the summer to the end of the winter. In nursery production *Cyclamen* is cultivated in plastic or terracotta pots and peat is the major component of growing media. Environmental and economic considerations are orienting the green industry to reduce the use of peat and this has addressed researchers to look for alternative eco-friendly and less expensive materials to peat. Furthermore, in the last years, biodegradable pots are gaining interest as substitute of the traditional plastic ones in an overall more sustainable approach.

The aim of this trial is verify the possibility to use the rice hulls (by-product of rice industry) and anaerobic digestion residues with peat to cultivate *Cyclamen persicum* Mill. and to use rice hulls container on replacement of the plastic one.

The trial took place in a greenhouse, where plants of 2 varieties of *Cyclamen persicum* Mill. (Premium Saumon Flammé e Premium Rouge Vif) were planted in plastic and rice hull pots, using 8 growing media made by mixing 4 rice hulls percentages (0, 10, 30, 50%) with or without 20% (in the final volume) of anaerobic digestion residues. During the cultivation biometric parameter were measured to calculate the growth index. At the end of the cultivation the number of flowers and leaves were counted, the diameter of hypocotyl was measured, fresh and dry weight of flowers, leaves, hypocotyl and roots were measured and the percentage of dry matter of all parts of plants was calculated.

The obtained results showed that growing media with percentage from 0 to 30 % of rice hulls were suitable for growing *Cyclamen*. However, the highest percentage of rice hulls (50%) in the growing media increased fresh weight of roots and percentage of dry matter of plant. Anaerobic digestion residues seemed to increase growth of leaves and roots and total fresh weight of the plant. Plants cultivated in rice hulls pots were better than those grown in plastic pots.

Cyclamen persicum Mill. can be cultivated in growing media with percentage from 0 to 30 % of rice hulls and plastic pot can be replaced by rice hulls improving the sustainability of cyclamen production.

1. INTRODUZIONE

1.1 IL VIVAISMO FLORICOLO

Il florovivaismo è il settore dell'attività agricola che produce piante ornamentali e materiale di propagazione orticolo, frutticolo e forestale. Tutti questi prodotti hanno in comune la caratteristica della "non commestibilità" (ad esempio anche le piantine di certi ortaggi e i fruttiferi non sono commestibili ma serviranno come base per la produzione di ortaggi e frutti) (Veneto Agricoltura, 2002).

Le aziende di questo settore si differenziano da quelle di altri comparti per la forte intensità di lavoro e di capitale impiegati nel processo produttivo e per la tecnologia piuttosto sofisticata che viene utilizzata: queste peculiarità le rendono simili al settore dell'artigianato avanzato o dell'industria (ISPESL, 2002). Si tratta di un comparto dinamico che coinvolge l'economia mondiale e che ha visto crescere negli ultimi anni il livello di competitività internazionale. La tendenza è quella di offrire un prodotto di alta qualità e in vasto assortimento per attirare una clientela sempre più esigente (INEA, 2009).

La parola "florovivaismo" si può dividere in due parti: vivaismo e floricoltura. Questa distinzione è basata sia sulla dimensione media delle aziende agricole, che è maggiore per le aziende appartenenti al primo settore, sia sul tipo di mercato che le contraddistingue, aperto anche all'estero nel caso del vivaio, mentre per la floricoltura l'ambito è limitato alle regioni confinanti. Un elemento che accomuna i due settori è il fatto che rappresentano l'evoluzione storica di aziende agricole tradizionali che nel tempo hanno aggiunto e sviluppato, accanto alle tipiche colture agricole, anche la coltivazione di piante ad alto fusto, di piante di arbusti ornamentali in vaso, degli agrumi e dei fiori recisi (ISPESL, 2002). La floricoltura, a sua volta, si può dividere in hobbistica e da reddito: la prima riguarda la coltivazione per diletto o per ornamento di piante fiorite o da fiore reciso, e può essere inclusa nel giardinaggio; la floricoltura da reddito è quel settore che si occupa di piante di interesse commerciale e che produce sia organi riproduttivi (come semi, bulbi, rizomi), sia fiori recisi, sia piante fiorite (Treccani, 1971). Quella da reddito inizialmente avveniva in strutture nei pressi del punto vendita, ma a partire dagli anni '50 del secolo scorso ha iniziato a spostarsi

in centri più specializzati, in aree con il clima adatto alla specie coltivata e all'interno di apprestamenti protettivi.

La coltura in serra ha origine nei Paesi Bassi già dal XVII secolo, con lo scopo di ottenere prodotti come l'uva e fiori recisi, che solitamente a quelle latitudini erano difficili da coltivare. Da qui nel XIX secolo gli emigranti europei trasferirono la tecnologia delle serre negli Stati Uniti (Nelson, 2003).

Nel nostro territorio la produzione di piante ha un'antica tradizione, che risale ai commerci della Repubblica di Venezia e ai prodotti degli stabilimenti florovivaistici del padovano del XVIII secolo (Coldiretti, 1998).

Le innovazioni tecnologiche hanno accompagnato anche questo settore, in particolare durante l'ultimo secolo: insieme alla tecnologia sono aumentati anche i costi dei fattori di produzione, a volte anche in modo improvviso come per esempio durante i due shock petroliferi degli anni '70-'80, che hanno obbligato molte aziende a cambiare processi produttivi (dedicandosi a colture che non necessitano di riscaldamento per esempio) e altre a soccombere (Veneto Agricoltura, 2002).

Negli ultimi anni, in Italia in particolare, l'aumento dei costi di produzione ha determinato una riduzione del margine operativo delle aziende del settore. A diminuire il margine di guadagno ha contribuito anche la diminuzione dei prezzi e dei consumi interni oltre all'aumento della concorrenza estera (Coldiretti, 1998). Nel 2010 è stata registrata una minore produzione e vendita sia di fiori sia di piante ornamentali rispetto al 2009 (a sua volta minore rispetto al 2008 del 9,7 %) dovuta ai consumi stagnanti e il bilancio import-export è risultato negativo per l'aumento delle importazioni di prodotti florovivaistici. All'estero invece il saldo di produzione è positivo e le vendite registrano aumenti annui, a discapito del prodotto italiano che viene schiacciato dalla concorrenza dei Paesi europei (ISMEA, 2011). Altri aspetti negativi che penalizzano il mercato italiano, creando disomogeneità e perdita di competitività, sono la polverizzazione e la frammentazione dell'offerta (termini che indicano un'ampiezza molto ridotta: la media aziendale è di 0,6 ha in Italia) e la scarsa integrazione verticale (intesa come coordinamento tra i vari comparti della filiera, dalla produzione alla distribuzione) (Coldiretti, 1998).

Per quanto riguarda la tecnologia utilizzata nelle aziende florovivaistiche è posta molta attenzione al clima, come per tutti gli ambiti dell'agricoltura, per ridurre

lo stress alle piante: a questo scopo sono utilizzati degli apprestamenti protettivi (Treccani, 1971). L'utilizzo delle serre per la coltivazione di piante è subordinato alle condizioni climatiche della zona in cui ci si vuole stabilire, infatti in un ambiente con nebbie frequenti e intensità luminosa bassa la produzione vegetale è limitata, e si deve ricorrere ad ambienti artificiali come le serre (Nelson, 2003).

Il nostro ambiente, con clima mediterraneo, è caratterizzato da inverni umidi e estati secche. Le colture all'interno di apprestamenti protettivi non temono le temperature invernali, mentre d'estate necessitano di mezzi di controllo delle alte temperature (come ombreggiamento, ventilazione e umidificazione) (Tesi, 2008).

La copertura della serra prima del 1950 era solamente in vetro, mentre successivamente sono stati introdotti molti altri prodotti come il polietilene e il poliestere (Nelson, 2003). Il poliestere ondulato insieme al PVC biorientato, al polimetacrilato ondulato ed alveolare e al policarbonato alveolare assume la forma di lastra rigida (Tesi, 2008). Il successo di questi materiali plastici è dovuto al minore costo rispetto a una serra in ferro-vetro, e al minore costo di riscaldamento, rispetto a una serra con copertura in vetro, grazie alla possibilità di installare un doppio film plastico per creare un'intercapedine d'aria che funge da isolante, potendo risparmiare anche il 40% del riscaldamento (Nelson, 2003).

Tra le tecniche di coltivazione, per quanto riguarda l'irrigazione, l'introduzione di innovazioni tecnologiche è stata notevole, e si possono distinguere diversi metodi di somministrazione dell'acqua: a mano, per aspersione, microirrigazione, subirrigazione.

L'irrigazione a mano si esegue per mezzo di una canna con all'estremità un ugello che permette di frantumare il getto e impedire che il substrato esca dal contenitore; l'irrigazione per aspersione consiste nel distribuire l'acqua sopra la chioma delle piante per mezzo di ugelli, che frantumano più o meno il getto (anche con effetto fog e mist), e che possono essere fissati su una tubazione soprastante la coltura oppure innestati su una barra che si muove lungo la serra ad un'altezza stabilita; la microirrigazione si effettua con l'installazione di gocciolatori direttamente sul vaso di ogni pianta, i quali distribuendo lentamente l'acqua ne impediscono la fuoriuscita dal bordo del contenitore; l'irrigazione per subirrigazione sfrutta la capillarità del substrato di coltivazione: i vasi vengono immersi in pochi centimetri di

acqua o soluzione nutritiva per un tempo stabilito finché il substrato non si imbibisce completamente (Reed, 1996).

Molte sono le specie da fiore che vengono coltivate nel florovivaismo veneto come ad esempio il geranio (*Pelargonium*), il crisantemo (*Chrysanthemum*), la stella di Natale (*Poinsettia*), la primula (*Primula veris*), la begonia (*Begonia*), la surfinia (*Petunia hybrida*), la viola (*Viola tricolor*). Oltre a queste specie assume molta importanza il ciclamino (*Cyclamen*): questa pianta fiorita è una specie di rilievo anche a livello nazionale, infatti nel 2010 ha costituito più del 20% degli acquisti di tutte le piante fiorite in Italia (ISMEA, 2011).

1.2 IL GENERE *Cyclamen*

Il nome *Cyclamen* risale probabilmente ad Ippocrate (460-370 A.C.). Nel 500 il Mattioli, nei suoi “Discorsi nei sei libri della materia medica di Pedacio Dioscoride”, Venezia, 1555 (in Rampinini, 2004), lo rappresenta graficamente e ne descrive le caratteristiche curative.

Il genere *Cyclamen* appartiene alla famiglia delle *Primulaceae* dell'ordine delle *Primulales*. Inoltre viene classificato nella tribù *Cyclamineae* per la presenza di un solo cotiledone visibile, la formazione del tubero, i petali riflessi e la durezza del tegumento del frutto carnoso. È ascritto alla famiglia delle Primulacee per alcune caratteristiche delle foglie (basali e senza stipule), dei fiori (a simmetria pentamera, con 5 stami inseriti sul tubo corollare e opposti ai petali), dei granuli pollinici (trisolcati) e dei semi (con embrione lineare e endosperma oleoso) (Rampinini, 2004).

Il termine ciclamino deriva dal greco “Kyklos”, che significa cerchio, probabilmente riferito alla forma della foglia (Larson, 1980).

Il ciclamino è originario del bacino mediterraneo e dell'Asia minore ad altitudini tra 400 e 800 metri (Tesi, 2008). In Europa il ciclamino è diffuso, oltre che in molti Paesi del Mediterraneo, fino alla Polonia a nord, a est fino alla Romania e a ovest fino alla Francia.

All'interno del genere *Cyclamen* si possono distinguere 22 specie raggruppate in 5 sottogeneri, divisi in base al corredo cromosomico (Rampinini, 2004).

In Italia in natura esistono 3 di queste specie: il *Cyclamen europaeum* a fioritura autunnale nelle Alpi e Appennino Settentrionale, il *Cyclamen neapolitanum* a

fioritura autunnale nella Liguria, nell'Emilia e negli Appennini, il *Cyclamen repandum* a fioritura primaverile nell'Italia centrale, meridionale e insulare (Treccani, 1970).

Il *Cyclamen persicum* Mill. rispetto alle specie presenti in natura spicca per la maggiore dimensione di foglie e fiori, frutto di un intenso lavoro di ibridazione e selezione (Tesi, 2008).

1.2.1 Il *Cyclamen persicum* Mill.

La specie originale di *Cyclamen persicum* Mill. è nativa della Palestina e delle zone orientali del Mediterraneo. L'introduzione in Europa avvenne nel XVII secolo come oggetto da collezione. Fu solo nel XIX che il Ciclamino ottenne importanza economica, e fu durante questo secolo che iniziò l'attività di incrocio e selezione delle piante (Larson, 1980). Probabilmente il termine *persicum* fa riferimento o alla presunta zona d'origine (Persia, l'attuale Iran) o al colore dei fiori (rosa come i fiori di pesco) (Rampinini, 2004).

Possiede un organo sotterraneo (fusto tuberoso) che deriva dall'ingrossamento dell'ipocotile. Da questa struttura vegetativa hanno origine dei lunghi piccioli che portano le foglie (Accati Garibaldi, 1993). Queste sono di color verde-azzurrognolo, cordiformi o ovate, con delle striature argentate e margini dentati (Larson, 1980). Le loro dimensioni sono dai 2,5 ai 14 cm di lunghezza e dai 2,5 ai 13,5 cm di larghezza. La pagina inferiore è verde chiaro o porpora. I fiori profumati sono solitari e portati all'ascella delle foglie. I 5 petali di forma ovale sono riflessi verso l'alto di 180°, sono fusi alla base a formare un corto tubo rigonfiato dove trovano alloggio gli stami e l'ovario (Rampinini, 2004). Possono essere di diversi colori come bianco, rosa, albicocca, rosso e viola a tinta unita oppure anche screziati. I fiori sono a un'altezza maggiore rispetto alle foglie grazie ai peduncoli più lunghi dei piccioli. Il frutto è una capsula a 5 valve che porta da 20 a 80 semi: il peso di 1000 semi è di 8-12 grammi (Accati Garibaldi, 1993). Il seme contiene un embrione diritto immerso in uno spesso endosperma: una volta germinato l'ipocotile genera un piccolo tubero. Successivamente tra l'ipocotile e la radice primaria vengono emesse 4 radici secondarie. La prima foglia vera compare come primordio dopo circa 2 settimane dalla semina (Rampinini, 2004).

La germinazione, secondo altri autori, avviene dopo un mese dalla semina e dopo altri 30 giorni si possono veder spuntare 2 foglioline (Accati Garibaldi, 1993). Da quando sono ben visibili 2 foglie vere e si sono formati i primordi di 5 foglie il ritmo di accrescimento è di 1,3 foglie per settimana, fino alla 17° foglia (Larson, 1980). Le prime 5 foglie vere presentano all'ascella gemme vegetative che daranno origine a un accostimento del germoglio, mentre a partire dall'ascella della 6° foglia iniziano a formarsi le gemme fiorali (circa 10 settimane dopo la semina). Nella prima parte del ciclo foglie e fiori sono prodotti in rapporto 1:1 mentre proseguendo con il ciclo il rapporto si sposta più verso la parte vegetativa o riproduttiva a seconda della varietà e delle condizioni climatiche. La produzione di questi 2 tipi di strutture segue una specifica periodicità: al picco di produzione di foglie corrisponde un periodo di scarsa produzione di fiori e viceversa. Il numero di fiori totale dipende da diversi fattori: numero totale di foglie formate, numero di meristemi che producono boccioli, numero di meristemi avventizi che si formano sul tubero, numero di boccioli che abortiscono.

Nei confronti di questa specie è in atto da molti anni un'intensa attività di miglioramento genetico: questa è facilitata dall'impollinazione che inizialmente è entomofila e dalla proterandria che favorisce l'ibridazione; successivamente in caso di mancata impollinazione allogama avviene quella autogama. Grazie a questo fattore gli ibridatori hanno potuto ottenere una moltitudine di varietà. Queste sono dette ad impollinazione aperta, ottenute incrociando le varietà presenti sul mercato con se stesse o con altre non adatte alla vendita ma che portano caratteristiche positive ed interessanti dal punto di vista commerciale. Un secondo metodo per ottenere nuove varietà è l'incrocio tra linee con elevata omozigosi per ottenere un ibrido F1 lussureggiante grazie all'espressione dei caratteri dominanti dei genitori (Rampinini, 2004). I caratteri interessati dal miglioramento genetico sono: la buona germinabilità del seme, le basse esigenze termiche, la brevità del ciclo colturale, la durata in appartamento, la resistenza ai patogeni (come il batterio *Erwinia* e i funghi *Gloeosporium* e *Fusarium*) e la presenza di profumo, ormai scomparso nelle varietà coltivate, che è difficile da ottenere (Accati Garibaldi, 1993). Altri caratteri interessati dal miglioramento genetico sono il colore del fiore stabile, la taglia grande e

proporzionata alla foglia, la forma della chioma raccolta, il fogliame decorativo, la fioritura uniforme e concentrata.

Le varietà coltivate possono essere divise in base a diversi criteri. Per l'impiego da fiore reciso o da vaso fiorito, per le dimensioni dei fiori e della chioma (giganti, normali, medie o midi, miniatura o mini, supermini o micro), per la colorazione delle foglie (a seconda della estensione, posizione e conformazione della venatura argentata), per la forma dei petali, in particolare si osserva il margine del petalo, per la forma dei fiori e per la colorazione dei petali (Rampinini, 2004).

Nel suo ambiente d'origine il ciclamino è in stasi durante l'estate secca e riprende lo sviluppo vegetativo (formazione delle foglie) con le piogge e la diminuzione delle temperature: in corrispondenza dell'arrivo della stagione piovosa inizia anche la fioritura (Larson, 1980).

La tecnica di coltivazione del ciclamino prevede un ciclo che può essere di 12-14 mesi seminandolo in settembre-ottobre per produrre i fiori l'inverno dell'anno successivo; oppure si può abbreviare il ciclo seminando in dicembre-gennaio con una durata di 9-10 mesi del ciclo (Tesi, 2008). La fioritura del ciclamino coltivato può estendersi anche da metà estate fino a quasi fine inverno, utilizzando tecniche di produzione differenti in base alle condizioni climatiche del periodo (Rampinini, 2004).

In casa il ciclamino fiorito dura circa un mese, anche se utilizzando nella tecnica di produzione prodotti come Cycocel, STS, AOA, TOG si può prolungarne la durata (Accati Garibaldi, 1993).

Il *Cyclamen persicum* Mill. è una specie a basse esigenze termiche e luminose; la temperatura massima durante la crescita primaverile è di 14-16 °C (Tesi, 2008). Il fotoperiodo del ciclamino è diversamente interpretato da vari autori: è considerato una pianta a giorno neutro da Post, a giorno corto da Hageman e a giorno lungo quantitativo da Henrard. La lunghezza del giorno non influenza la produzione di foglie, in minima parte quella di fiori, che è maggiormente influenzata dall'intensità luminosa ricevuta (Rampinini, 2004).

Il ciclamino necessita di umidità relativa elevata ma non stagnante (Tesi, 2008), e questo è un fattore molto difficile da controllare in particolare durante la stagione estiva a causa della forte ventilazione presente: si consiglia di mantenere

un'umidità del 70-80% per mantenere una buona traspirazione, in particolare nelle giornate di intensa luminosità. Importante è pure il controllo nei mesi invernali quando le piante fiorite sono conservate a 12-15 °C e l'ambiente esterno ha un'alta umidità relativa, a causa della facilità di infezione della muffa grigia in seguito a umidità elevata e presenza di condensa sulle piante (Rampinini, 2004).

1.2.2 Allevamento di *Cyclamen persicum* Mill. in contenitore

Per l'allevamento del ciclamino si devono ottimizzare le condizioni di coltura per necessità economica, ma contemporaneamente si devono considerare le caratteristiche climatiche e pedologiche dell'area di origine (Rampinini, 2004).

Dal momento dell'allegazione del fiore occorrono 3-4 mesi perché il seme sia maturo. Dopo può venire conservato a 3-5 °C anche per qualche anno. Il seme può essere seminato da novembre a febbraio in serra (Accati Garibaldi, 1993). Oppure la semina può essere anticipata anche a settembre (Tesi, 2008).

La semina avviene in placche alveolari di polistirolo espanso o polietilene da 260-360 alveoli con diametro di 18-20 mm. La semina viene effettuata con linee automatiche che prevedono le seguenti operazioni: riempimento, improntatura, distribuzione del seme, ricopertura, irrigazione e distribuzione di una soluzione fungicida (Rampinini, 2004). Il ciclamino preferisce un substrato con pH tra 5,5 e 6. La percentuale di germinazione si attesta tra l'80 e il 90% (Larson, 1980).

La germinazione avviene al buio alla temperatura di 18-20 °C in 4 settimane. Dopo l'emergenza le cassette devono essere portate alla luce abbassando la temperatura fino a 13-14 °C (Tesi, 2008). Questa fase è molto sensibile all'umidità e per evitare problemi fitopatologici e contemporaneamente mantenere una U.R. elevata si avvolgono le seminiere con tessuto non tessuto, che viene umidificato da una barra nebulizzatrice. Quando le piantine hanno il cotiledone disteso, si iniziano le fertirrigazioni con un dosaggio di 0,4-0,5 g/l di un concime con un rapporto $K_2O/N=2$ e che fornisca anche un buon apporto di calcio e magnesio (Rampinini, 2004). Quando le piantine hanno 2 foglioline vengono trasferite in contenitori alveolati di dimensioni maggiori, e mantenuti a una temperatura di 16-18 °C per favorirne lo sviluppo (Accati Garibaldi, 1993). Questa temperatura può essere raggiunta anche con il riscaldamento basale dei cassoni che risulta molto favorevole alla crescita del ciclamino. A partire da

aprile la temperatura viene abbassata per preparare le piantine al rinvaso successivo (Tesi, 2008). La struttura da utilizzare in primavera per la coltivazione del ciclamino deve mantenere le condizioni ambientali favorevoli a una rapida radicazione ed evitare gli eccessi di bagnatura dovuti alle piogge (Rampinini, 2004).

Un secondo rinvaso si effettua dopo un mese e mezzo dal primo quando le piante hanno 5-6 foglie. Deve essere posta molta attenzione a porre la piantina con il colletto superficiale per evitare che, se fosse infossata, dia origine a marciumi soprattutto a causa di *Botrytis*. Deve essere mantenuta una buona circolazione dell'aria anche nella parte basale del vaso, ponendo il vaso su bancali con reti metalliche. Dopo altri 90 giorni si può eseguire un altro rinvaso (Accati Garibaldi, 1993).

Per il ciclamino però possono essere sufficienti 2 rinvasi in totale. Per il rinvaso si possono utilizzare sia vasi in plastica, sia in terracotta: nel secondo la crescita risulta più compatta per il fatto che la terracotta assorbe nutrienti e acqua nel caso della fertirrigazione mediante subirrigazione. La scelta del vaso dipende molto dalle esigenze del mercato, ma la conformazione del contenitore deve tenere conto del tipo di irrigazione che si esegue. Se è presente l'irrigazione a flusso riflusso è conveniente un fondo di vaso con dei piedini di 2-3 mm per facilitare il flusso durante l'assorbimento e durante il drenaggio (Rampinini, 2004). Questo tipo di irrigazione consiste nel riempire il bancale di acqua o soluzione nutritiva permettendo ai substrati di assorbire per capillarità il liquido sottostante: i vasi rimangono immersi nell'acqua dai 5 ai 20 minuti (Reed, 1996).

Un altro sistema di irrigazione è quello per aspersione sovrachioma, di solito utilizzato solo nel primo periodo di coltivazione. Questo però comporta notevoli svantaggi poiché se non ben progettato non garantisce un'irrigazione uniforme, dilava i prodotti fitosanitari dalle foglie e bagnando la parte aerea della pianta favorisce infezioni fungine.

Le piantine invasate vengono sistemate vaso contro vaso per 4-6 settimane in modo che il microclima faciliti la ripresa. Deve essere eseguita la spaziatura quando le foglie arrivano a contatto, e non si devono attendere i sintomi della "filatura". La spaziatura varia in base alle dimensioni del vaso, da 6 piante/m² per quelle di grandi dimensioni fino a 30 piante/m² per le varietà mini. Nelle prime fasi della coltivazione

l'irrigazione viene praticata per aspersione in modo da uniformare la bagnatura del vaso, che non deve essere mai saturo d'acqua (Rampinini, 2004).

Durante la coltivazione, nel periodo estivo e durante la forzatura, è necessario togliere i boccioli fiorali perché tolgono sostanze nutritive alla pianta (Tesi, 2008).

La fioritura può essere anticipata anche di 40 giorni utilizzando fitoregolatori come GA₃ a 25 mg/l. La dose da somministrare a ogni pianta varia in base alla cultivar e quindi è necessario operare delle prove in azienda per calcolare la dose ottimale per ogni pianta (Accati Garibaldi, 1993). Durante l'estate la struttura di protezione consiste in un ombrario che eviti un eccessivo irraggiamento delle piante (sia per controllare i danni diretti alla chioma sia per evitare gli eccessi termici) e che mantenga un'abbondante circolazione dell'aria per evitare stress termici. Da quando iniziano a presentarsi consistenti rugiade notturne, si può proteggere la coltura con dei teli in materiale plastico per evitare prolungate bagnature, favorevoli all'instaurarsi della muffa grigia. Durante l'inverno invece è necessaria un'adeguata illuminazione per mantenere le piante compatte e una fioritura di buona qualità (Rampinini, 2004).

Riguardo la nutrizione, il ciclamino è lento a mostrare sintomi da carenza o eccesso di nutrienti: si consiglia di utilizzare delle piante testimone per poter riconoscere l'eventuale stress, che potrebbe essere facilmente scambiato per uno stress dovuto ad altri fattori ambientali. Il ciclamino necessita di un continuo e moderato apporto di nutrienti in proporzione alle dimensioni della pianta (Larson, 1980). La concimazione può essere eseguita mediante fertirrigazione: le quantità di nutrienti da utilizzare devono tener conto delle asportazioni del ciclamino che presentano un rapporto di 1:0,28:1,94 tra N:P₂O₅:K₂O (Tesi, 2008). Secondo Hendriks il rapporto tra N:P₂O₅:K₂O:CaO:MgO deve essere di 1:0,3-0,4:1,2:0,5:0,3, per Morel 1:0,26:1,4:0,37:0,23 e infine per Penningsfeld 1:0,34-0,35:2,03-2,38:0,6-0,87:0,31-0,36 (Rampinini, 2004). Come si nota dai rapporti tra i nutrienti il ciclamino asporta in gran quantità azoto e potassio (Rampinini, 2004). Carenze di azoto si manifestano con un minor numero di foglie, di dimensioni minori e anche con uno sviluppo più contenuto della pianta. Somministrando una dose minore di potassio rispetto all'azoto si possono ottenere piante con ottimo fogliame e proporzionata dimensione della pianta (Larson, 1980).

Un altro intervento per ottenere un buon prodotto commerciale consiste nel trattamento con un fitoregolatore brachizzante a base di daminozide che controlla l'allungamento dei piccioli e dei peduncoli ed evita che la pianta diventi molle e si apra (Rampinini, 2004).

Durante il ciclo colturale deve essere posta molta attenzione alla difesa dai parassiti che possono essere fungini, batterici o anche animali. Semplici metodi per evitare contaminazioni sono la sterilizzazione del substrato di coltivazione, la disinfestazione dell'ambiente e la disinfezione degli attrezzi di lavoro (Tesi, 2008). L'apparato radicale viene colpito da *Cylindrocarpon radicum* che provoca marciumi delle radici a partire dall'apice. Colpisce anche il tubero provocando fessurazioni e sale fino alle foglie provocandone la precoce caduta o l'avvizzimento. Si trasmette tramite irrigazione per aspersione e utilizzo di strumenti infetti. Si può controllare con Prochloraz e Clorotalonil (Rampinini, 2004). L'apparato radicale può essere colpito anche dal *Pythium* che provoca marciumi. Per la difesa si può utilizzare Propamocarb (Regione del Veneto, 2011). Il *Fusarium oxysporum f. sp. Cyclaminis* colpisce il ciclamino determinando l'arresto dello sviluppo, ingiallimento delle foglie e necrosi dei vasi. L'infezione è favorita dalla presenza di piccole ferite o lesioni degli organi ipogei. Si previene utilizzando Clorotalonil e Tiofanate-metile (Ferrari *et al.*, 2001).

Foglie e fiori sono colpiti dalla muffa grigia, il cui agente *Botrytis cinerea* si diffonde in presenza di elevata umidità e temperature superiori ai 13-14°C (Tesi, 2008). Questa infezione si previene con Prochloraz e Iprodione. I fiori sono colpiti anche dall'antracnosi, causata da *Gleosporium cyclaminis* e altri agenti. I peduncoli fiorali infetti non si allungano e i fiori tendono ad abortire. L'infezione è favorita da temperature superiori ai 20 °C e elevata umidità. Si controlla con Prochloraz e Clorotalonil.

Tra i parassiti animali si trovano i tripidi che sviluppano macchie rossastre sulla pagina fogliare inferiore. Si controllano con Abamectina. Altri insetti sono gli afidi che provocano deformazioni e arricciamento delle foglie e dei fiori. Si controllano con Deltametrina e Imidacloprid. Quest'ultimo principio attivo è efficace anche contro aleurodidi, che provocano un danno estetico producendo residui cerosi sulla pagina inferiore (Rampinini, 2004).

Un'alternativa alla lotta chimica può essere la lotta biologica utilizzando degli antagonisti naturali, già esistenti in ambiente al fine di controllare i parassiti che attaccano le piante. questo tipo di lotta va incontro anche a una difesa e a un maggiore rispetto per l'ambiente senza rilasciare nel terreno, nell'acqua e nell'aria residui chimici di sintesi. Un esempio di lotta biologica è l'utilizzo nei confronti delle crittogame di fungicidi biologici a base di *Bacillus subtilis* (Contessotto e Silvestrin, 2011).

1.3 I SUBSTRATI

Nell'allevamento in contenitore il substrato di coltivazione riveste un'importanza notevole in quanto le esigenze delle piante allevate in vaso sono differenti da quelle coltivate in campo sia per i ritmi di accrescimento, molto più rapidi nelle piante in vaso, sia perché, a causa del rapporto chioma/radice molto elevato, le richieste di acqua, aria e nutrienti sono maggiori (Pimpini, 2004). Per questo motivo nella floricoltura in contenitore si ricorre a dei substrati costituiti da materiali molto diversi organici e minerali che vengono miscelati e opportunamente fertilizzati (Tesi, 2008).

Il substrato deve essere scelto in base alla specie coltivata, al sistema colturale adottato, alle condizioni climatiche presenti durante il ciclo colturale, ma viene valorizzato dalle capacità imprenditoriali. Anche un substrato molto semplice da utilizzare, come una torba, può rivelarsi negativo per la coltura se l'imprenditore non dispone dei mezzi adeguati e di un'adeguata preparazione tecnica. A causa della diffusa impreparazione tecnica di molti imprenditori in Italia la produzione industriale si è diretta verso substrati calibrati più sulla tecnica di coltivazione che sulla specie coltivata (Cattivello e Zaccheo, 2009).

1.3.1 Caratteristiche chimico fisiche dei substrati

Le caratteristiche fisiche di un substrato di coltivazione devono favorire il supporto e l'ancoraggio alle piante, trattenere l'acqua e renderla disponibile alla pianta, permettere lo scambio di gas tra le radici e l'atmosfera esterna al substrato, l'elevato potere isolante per contenere gli sbalzi termici, l'assenza di semi, di parassiti

vegetali e animali, la struttura con una buona porosità, fino al 75% costituita dal 42% dalla fase liquida e dal 33% da quella gassosa (Nelson, 2003; Tesi, 2008).

Le percentuali della porosità possono variare tra il 40-60% per la fase liquida e tra il 15-35% per quella gassosa. In aggiunta a questo la struttura deve essere stabile e mantenersi nel tempo, resistendo al compattamento, alla riduzione di volume (non superiore al 30% del volume) durante la fase di disidratazione, altrimenti provocherebbe la rottura delle radici (Pimpini, 2004). Dalla porosità si può calcolare la densità apparente (o peso apparente) che corrisponde al volume occupato dalle particelle solide del substrato più gli spazi vuoti: per facilitare la gestione del substrato la porosità apparente dovrebbe assumere valori bassi (Reed, 1996). Il peso apparente ottimale per la coltivazione in contenitore oscilla tra 150 e 500 kg/m³. Questo fattore è di primaria importanza per le colture già adulte, mentre assume un'importanza secondaria nel caso di contenitori alveolati.

L'elevata capacità di ritenzione idrica consiste nel mantenere un'adeguata umidità per la coltura e nel ridurre gli interventi irrigui. Non deve essere però eccessiva per non determinare problemi di asfissia radicale. Per evitare questa evenienza, soprattutto in contenitori alti, si devono aumentare i componenti drenanti del substrato (Pimpini, 2004). Dopo un'irrigazione il 10-20% del volume di substrato dovrebbe essere riempito d'aria. Il contenuto di acqua dovrebbe essere il più elevato possibile a condizione che la porosità e la densità del substrato siano adeguati (Nelson, 2003).

Il potere isolante del substrato è in stretta relazione con la capacità di trattenuta dell'acqua, ma è influenzato anche dal colore e dalla conducibilità termica del materiale. I substrati organici di colore scuro, ad esempio, subiscono una minore escursione termica rispetto a quelli di natura sabbiosa (Pimpini, 2004).

Le caratteristiche chimiche ideali di un substrato sono le seguenti: essere una riserva di nutrienti (Nelson, 2003), possedere un'elevata capacità di scambio cationico, un pH adatto a un gran numero di specie, preferibilmente subacido, e un buon potere tampone.

La capacità di scambio cationico (CSC) permette di conoscere la necessità di apportare sin dall'inizio della coltura tutti gli elementi nutritivi indispensabili alla pianta (Tesi, 2008). La CSC è definita dalla somma dei cationi scambiabili che il

substrato può trattenere per unità di peso. Si esprime in milliequivalenti per 100 cm³. Un valore adatto è tra i 6-15 meq/cm³.

Il pH, che è la misura degli idrogenioni presenti nel substrato, regola la disponibilità di tutti gli elementi nutritivi essenziali per la pianta. Il pH dovrebbe essere subacido con un minimo di 5,4 fino a 6,8 (Reed, 1996).

Il potere tampone permette di mantenere il pH costante e vicino all'optimum richiesto dalla pianta. Non avrebbe senso stabilire il pH all'inizio della coltivazione se poi questo varia a causa dell'irrigazione e della concimazione (Tesi, 2008).

La formulazione di un corretto substrato di coltivazione si basa sulla scelta dei materiali che permettono di avere tutte queste caratteristiche. I materiali possono essere di origine organica o minerale, derivanti da scarti di lavorazione o da altre attività umane, e di origine industriale. La caratteristica che si cerca sempre di ottenere è la stabilità nel tempo del substrato. Qui di seguito sono trattati i principali componenti dei substrati, divisi in base alla loro origine organica o inorganica (Pimpini, 2004).

1.3.2 Principali componenti organici dei substrati

La torba è il principale componente organico dei substrati. È un fossile organico di origine vegetale che deriva dalla maturazione di resti di piante erbacee stratificatesi dopo la loro morte in ambienti paludosi. Si trova in strati profondi anche diversi metri e cresce con un ritmo di 1 mm all'anno. Gli ambienti naturali tipici dove si trova la torba sono le zone fredde e umide dei Paesi del Nord ed Est Europa e del Nord America come in Canada (Pandini, 2004). L'area che presenta uno strato superficiale di torba accumulatosi nel tempo si chiama torbiera. Esistono vari tipi di torbiere: tropicali diffuse in molte aree equatoriali e tropicali dove le intense precipitazioni unite allo scarso drenaggio favoriscono l'avvio dei processi di formazione della torba; basse o di palude che si formano in bassure o bacini lacustri e si trovano in tutto il mondo e rappresentano i primi stadi di formazione delle torbiere alte; di montagna che sono costituite da uno strato continuo che ricopre lo strato minerale sottostante; le torbiere alte che si sviluppano su precedenti torbiere basse e formano dei depositi a profilo convesso che possono anche elevarsi rispetto al piano di campagna. Le prime tre non vengono utilizzate per la preparazione dei substrati a

causa della loro non costanza di caratteristiche dovuta alla presenza di più specie vegetali che hanno concorso alla formazione della torbiera. Le torbiere alte invece, essendo costituite quasi esclusivamente da sfagni, presentano un'elevata costanza di caratteristiche che le rendono adatte a costituire substrati di coltivazione (Cattivello e Zaccheo, 2009). Il pH delle torbiere alte è tra 3,0 e 3,5. Si possono dividere a livello commerciale in base al colore: le torbe brune o nere sono quelle maggiormente degradate, quelle bionde sono meno degradate e si trovano a un'altezza maggiore, più vicino alla superficie (Pandini, 2004).

Le caratteristiche principali delle torbe alte di sfagno sono:

	Bionda	Bruna
Sostanza organica (%s.s.)	94-99	94-99
Ceneri (%s.s.)	1-6	1-6
Porosità totale (%volume)	84-97	88-93
Cap. rit. idrica	52-82	74-88
Peso apparente (kg/m³)	60-120	140-200
CSC (meq%)	100-150	120-170
pH	3,0-4,0	3,0-5,0

(Pimpini, 2004).

Nel vivaismo vengono impiegate quasi esclusivamente le torbe bionde, grazie alla loro buona stabilità strutturale con una porosità del 75-90%: ciò permette l'aerazione, l'elevata capacità di assorbimento dell'acqua e di ritenzione (Tesi, 2008). Il potere tampone della torba cresce con l'aumentare del grado di decomposizione. Può essere addizionata con diversi materiali per aumentare la capacità tampone, ma per scongiurare eccessive fluttuazioni del pH è necessario utilizzare torbe con una buona struttura fisica (Cattivello, 2010).

Il problema che caratterizza la torba è il fatto che non è una risorsa rinnovabile, almeno nel breve periodo. In tutta Europa si stanno compiendo ricerche per trovare delle alternative, come utilizzare materiali di scarto dell'industria agroforestale o gli scarti della lavorazione del cocco. Tutto ciò per salvaguardare il più possibile l'ambiente torbiere e limitare il loro sfruttamento (Fagnoni, 2011). Queste ricerche si orientano verso un'ottica di sostenibilità, che si attua con uno stile di lavoro e di vita che conservi le risorse ambientali, preservandole dalla scomparsa e garantendone

l'utilizzo alle prossime generazioni (Capri e Toninato, 2012). Pertanto sono stati proposti per il florovivaismo diversi altri materiali.

Il terriccio di bosco è costituito da residui di alberi e arbusti che si accumulano nei boschi costituiti da latifoglie e aghifoglie. Si utilizzano gli strati sottostanti ben umidificati. Di origine boschiva è pure la terra di bosco che è formata dallo strato di terreno sottostante i residui vegetali non ancora ben decomposti. Le foglie accumulate in un luogo coperto e poste nelle condizioni ideali per decomorsi costituiscono il terriccio di foglie: si utilizzano preferibilmente foglie di faggio (Tesi, 2008). Tra le aghifoglie si impiegano solamente le foglie di *Pinus picea* e *Picea excelsa*, perché le altre conifere presentano sostanze resinose in eccesso (Pimpini, 2004).

Le cortecce sono un sottoprodotto della lavorazione del legno e possono essere utilizzate sia fresche, sia previo compostaggio e invecchiamento. Le caratteristiche chimiche sono influenzate dalla specie e dall'ambiente di provenienza, ma soprattutto dal compostaggio del materiale che va a contenere il processo di fissazione dell'azoto: se questo processo continuasse anche durante la coltivazione verrebbero sottratte sostanze nutritive alla pianta.

Sempre di provenienza boschiva è la fibra di legno stabilizzata che proviene da specie diverse di alberi. Il processo di produzione di questo materiale prevede la sfibratura ad alte temperature. In seguito viene impregnata con composti azotati che costituiscono le fonti nutrizionali, grazie alla sua degradazione batterica, per la pianta (Cattivello e Zaccheo, 2009).

Anche lo stesso terreno agrario può essere utilizzato come componente del substrato purché sia ben strutturato e sano: prima dell'utilizzo si procede alla sterilizzazione, alla correzione del pH e alla concimazione (Pimpini, 2004).

La fibra di cocco è prodotta in gran quantità e può essere compostata e seccata, ed è semplice da trasportare potendola comprimere in mattoncini. Per utilizzarla va reidratata e così può concorrere alla costituzione di substrati anche come unico componente (Reed, 1996).

Il letame è formato da deiezioni liquide e solide fermentate degli animali in stabulazione, mescolate alla lettiera. Le caratteristiche sono molto diverse in base alla specie animale di provenienza (Pimpini, 2004).

Lo sfibrato di paglia si ottiene macinando la paglia e vagliandola per eliminare la polvere. Presenta carenza di azoto e possibili residui di erbicidi e semi di infestanti.

La lolla di riso è un materiale molto leggero e facilmente trasportabile (Pandini, 2004). Essa è costituita dalle glume e dalle glumette che avvolgono il chicco di riso alla raccolta. A partire da 100 kg di risone (il prodotto prima della lavorazione, detta sbramatura) si ottengono 18-20 kg di lolla (Baldoni e Giardini, 2001). Questa operazione a livello industriale si esegue con le decorticatrici. Queste operano facendo passare il risone attraverso speciali rulli in caucciù che rimuovono la lolla. Con questo procedimento si ottiene il riso integrale, non ancora bianco perché ricoperto dal pericarpo (Borgia, 2003). La percentuale di lolla all'interno di un substrato dovrebbe essere intorno al 20-30% in volume. Questo residuo della lavorazione del riso per essere utilizzato deve essere prima compostato e successivamente sterilizzato per eliminare eventuali parassiti (Pimpini, 2004). La sterilizzazione non è necessaria nel caso di lolla parboiled. Il parboiling è un trattamento idrotermico che provoca trasformazioni fisico-chimiche del granello di riso e ne determina la sterilizzazione: si esegue ponendo in ammollo il risone, in seguito si cuoce a vapore e infine si essicca (Baldoni e Giardini, 2001). In seguito a questo processo essa può essere utilizzata tal quale per costituire dei substrati.

Questo materiale garantisce una buona sofficità e una elevata capacità per l'aria (Pandini, 2004). Questa caratteristica è data dalla porosità totale che è paragonabile a una torba di media decomposizione. Due terzi degli spazi totali sono riempiti da aria. A causa della scarsa capacità di risalita capillare, dà luogo a una disforme imbibizione della massa se utilizzata tal quale: se ne consiglia la macinazione a 1 o 2 mm per ottenere caratteristiche fisiche ottimali, simili a una torba di analoghe classi granulometriche. Si può utilizzare con percentuali del 20-30% in volume, ma alcune prove hanno presentato buoni risultati anche con il 50 % in volume di lolla (Cattivello e Zaccheo, 2009). La lolla macinata formata da particelle che vanno da 0,5 a 1,0 mm possiede le caratteristiche di una torba di sfagno canadese. La lolla modifica le caratteristiche del substrato in relazione alla presenza o meno di altri componenti: ad esempio in un substrato contenente il 20% di perlite, l'aumento dal 10 al 30% di lolla ha fatto aumentare la capacità di ritenzione idrica (Buck e Evans, 2010).

Altri prodotti proposti per il vivaismo sono i digestati anaerobici di borlanda di frutta e feccia, che subiscono una digestione anaerobica all'interno di un impianto di biogas. Il loro utilizzo è prevalentemente a scopo di fertilizzante organico, quindi come componente del substrato di coltivazione. Il digestato è stato introdotto perché è utile sotto il profilo agronomico ed è un buon modo per riutilizzare risorse che altrimenti andrebbero perse o finirebbero per costituire un costo di smaltimento. Prove effettuate utilizzando questo materiale come fertilizzante organico su lattuga hanno dato buoni risultati sia produttivi sia qualitativi, soprattutto quando unito alla concimazione minerale (Frezza *et al.*, 2010).

1.3.3 Principali materiali inorganici componenti i substrati

La pomice e il lapillo vulcanico sono minerali di origine vulcanica. Si presentano in diametri diversi a seconda del vaglio utilizzato e hanno un'elevata capacità per l'aria migliorando la macroporosità dei substrati (Pandini, 2004). Presentano pH neutro e una bassa conducibilità.

La perlite o agriperlite è un silicato di alluminio di origine vulcanica ottenuto riscaldando rapidamente il prodotto grezzo a 1000°C. In questo modo le particelle si espandono e assumono l'aspetto del prodotto commerciale: sono granuli leggeri, bianchi, resistenti alla compressione e stabili nel tempo (Cattivello e Zaccheo, 2009). La perlite di 3-5 mm di diametro è molto leggera (110-130 kg/m³). Presenta porosità elevata con capacità di ritenuta del 34% e quindi possiede buone caratteristiche drenanti.

La vermiculite è un silicato idrato di magnesio alluminio e ferro. Anche questo materiale subisce un trattamento termico che fa dilatare le particelle (Tesi, 2008). Le sue caratteristiche sono l'elevato potere tampone, CSC simili a quelle delle migliori torbe ma presenta una maggiore disponibilità di nutrienti rispetto a queste ultime (Pimpini, 2004).

La sabbia fa parte della frazione del terreno chiamata terra fine che passa attraverso un setaccio con maglie di 2 mm di diametro. La sabbia va dai 0,02 ai 2 mm di diametro secondo il Sistema Internazionale, mentre da 0,05 a 2 mm per il Sistema USDA (Violante, 2005). È da evitare la sabbia calcarea, mentre è da preferire quella silicea perché non ha influenze sul pH. La sua presenza nel terriccio ne riduce la

porosità, insinuandosi nei macropori delle fibre torbose. Possiede un elevato peso specifico.

Un'altra frazione del terreno sono le argille che sono interessanti quando sono sottoforma di scaglie. Quelle granulari danno un beneficio per la gestione dell'umidità rallentando le disidratazioni rapide. Possiede un'azione tampone molto bassa (Pandini, 2004).

1.4 L'ALLEVAMENTO IN CONTENITORE

Nei vivai l'utilizzo del contenitore si è rivelato più vantaggioso rispetto a quello in pieno campo. Alcuni vantaggi sono la possibilità di piantagione durante tutto l'anno, l'abbassamento dei costi di spedizione e una confezione più agevole per il consumatore finale. Lo svantaggio più grande è il limitato spazio a disposizione delle radici delle piante. Piante che rimangono nello stesso contenitore per un lungo periodo di tempo presentano le radici come una massa intricata tutt'intorno alla zolla. Un altro svantaggio è il fatto che le radici girano sulla parete interna del contenitore e se non vengono potate adeguatamente, nella rinvasatura o nella messa a dimora svilupperanno un sistema radicale meccanicamente instabile (Arnold e Wilkerson, 1993), compromettendo la stabilità della pianta, in particolare gli alberi di grandi dimensioni, e lo sviluppo della parte aerea. Per evitare che le radici si affastellino alla base dei contenitori si possono utilizzare vasi di plastica con una griglia sul fondo: questi favoriscono la crescita delle radici all'interno del substrato, ma quando queste arrivano sul fondo essendo i vasi sollevati si ha l'effetto di air-pruning, che consiste nella potatura delle radici da parte dell'aria non appena queste escono dal substrato (Ponchia *et al.*, 2010). Un terzo problema riguarda l'eccessivo riscaldamento del vaso in plastica durante l'estate (Tesi, 2008) che raggiunge temperature elevate, talvolta superiori ai 40-45 gradi centigradi, specialmente sulle pareti Ovest e Sud del contenitore, se i contenitori si trovano al sole (Arnold e Wilkerson, 1993).

Nel florovivaismo si utilizza per lo più il vaso in plastica, invece che quelli in terracotta, per la sua leggerezza, il facile reimpiego (i vasi in terracotta ad esempio necessitano di sterilizzazione con vapore per il riutilizzo, mentre per quelli in plastica è sufficiente acqua calda a 70 °C) (Tesi, 2008). Il vaso in plastica, per la sua produzione, produce un'elevata quantità di emissioni nocive, in particolare la CO₂ che

incide sui cambiamenti climatici, portando al riscaldamento globale: nel breve o nel lungo periodo si vedranno gli effetti negativi sulla produzione alimentare e sulle ineguaglianze tra popoli più o meno abbienti. Il riscaldamento globale è causato dal sovrasfruttamento della terra: un esempio di questo è il problema dei rifiuti, perché gettandoli si spreca quello che è servito per produrre quello che prima era un cibo o un oggetto (Alessi e Caserini, 2012).

Un esempio di recupero dei sottoprodotti dell'agricoltura è il riutilizzo della lolla per produrre dei vasi, la quale altrimenti dovrebbe essere smaltita provocando diverse problematiche. Il vaso VIPOT è prodotto attraverso un impasto composto da un amalgama vegetale e dalla lolla di riso che rappresenta l'85% della massa. Il restante 15% è composto da questa amalgama che ha ben 6 diverse formulazioni variabili per durata. L'impasto viene pressato per la formatura e cotto a 80°C. L'energia utilizzata per la formatura è meno di un quarto rispetto a quella necessaria per la formatura della plastica. I vasi di lolla sono leggeri e resistenti, ma fragili agli urti, con caratteristiche meccaniche sostitutive ai vasi in plastica e anche migliori per la porosità del materiale (www.vipot.it).

Ricerche compiute in merito hanno dimostrato che tra diversi vasi prodotti con fibre vegetali e i vasi in plastica non c'è differenza per la qualità della pianta, c'è però influenza per la vendita del prodotto in relazione all'aspetto che assume il vaso che può presentarsi degradato e non esteticamente apprezzato dal mercato (Evans *et al.*, 2011). Altre ricerche testimoniano che la crescita delle radici non è influenzata dal tipo di vaso utilizzato, però i produttori di piante devono essere consapevoli che nei vasi composti da materiali vegetali ci potranno essere delle differenze che influenzeranno la tecnica colturale impiegata (Evans *et al.*, 2011). A vantaggio dei vasi in plastica c'è il fatto che non presentano crescita di alghe e che non si degradano: ricerche hanno mostrato che la degradazione del vaso prodotto con materiali vegetali dipende dal tipo di coltura effettuata (Evans e Karcher, 2004). Il vaso di lolla può essere riciclato e riusato limitatamente alla sua durata, compostato o semplicemente interrato (www.vipot.it).

1.5 SCOPO DELLA PROVA

Nella floricoltura l'utilizzo di substrati diversi dal terreno agrario è fondamentale: la torba è il componente più utilizzato. A causa dell'esaurimento delle torbiere e in vista di una salvaguardia dell'ambiente per consegnarlo alle future generazioni, sono stati studiati materiali diversi dalla torba. Si sono ricercati i componenti che miscelati per costituire un miscuglio di coltivazione non abbiano effetti negativi nella crescita della pianta. Contemporaneamente si è cercato di valorizzare i prodotti di scarto dell'industria e delle attività antropiche che altrimenti costituirebbero un costo di smaltimento. Questa prova si propone di valutare gli effetti sulla crescita del Ciclamino utilizzando insieme alla torba, dei materiali di scarto dell'agricoltura, come la lolla di riso, e dell'industria agroalimentare, come i digestati anaerobici di borlanda e feccia, per l'allevamento delle piante in contenitori di plastica o di lolla di riso.

2. MATERIALI E METODI

2.1 PREPARAZIONE SUBSTRATI E INVASO

La prova di coltivazione di ciclamino (*Cyclamen persicum* Mill.) è stata condotta nel 2011 presso l'azienda florovivaistica Vettoreto, situata a Vedelago (TV), ed è iniziata il 6 giugno 2011 con la preparazione dei substrati.

Sono stati predisposti 4 substrati utilizzando in quantità diverse i seguenti materiali:

- torba bionda con granulometria 0-40, concimazione 1,0 kg/m³ [14-16-18 + micro], pH 5.5-6.5, conducibilità elettrica max 1500 mS/cm, contenente perlite in misura del 10% in volume (da qui in avanti denominata torba);
- lolla di riso.

Oltre a questi 4 substrati con gli stessi materiali ne sono stati preparati altri 4 ai quali sono stati addizionati digestati anaerobici di borlanda di frutta e feccia di vino, compostati. La formulazione finale degli 8 substrati è riportata nella tabella 1.

Le caratteristiche chimico-fisiche degli 8 substrati sono state determinate con i metodi: EN 13040 per il pH, EN 13038 per la conducibilità elettrica (EC), EN 13039 per la sostanza organica (S.O.), con il metodo del porometro (Fonteno e Bilderback, 1993) è stata determinata la porosità totale (P.T.), la capacità di ritenzione idrica (CRI) ed EN 13652 per la porosità apparente (P.A.), con letture al cromatografo ionico (ICS-900, Dionex, Sunnyvale, CA, USA), per tutti i nutrienti che compongono il substrato (tabella 2).

Con gli 8 miscugli sono stati riempiti 2 tipi di vasi, uno in plastica e l'altro costituito da lolla di riso (VIPOT, prodotto attraverso un impasto composto dal 15% di un amalgama vegetale, che conferisce la durata e la resistenza desiderata, e dall'85% di lolla di riso) le cui caratteristiche sono riportate nella tabella 3.

Complessivamente sono state confrontate 16 tesi derivanti dalla combinazione di 4 substrati per 2 concimazioni (presenza o assenza di digestato) per 2 tipi di vaso.

Per ciascun substrato e tipo di vaso il giorno 8 giugno 2011 sono state trapiantate 22 plantule di ciclamino della varietà Premium Rouge Vif e 24 della varietà Premium Saumon Flammé, per un totale, rispettivamente, di 352 e 384 piante.

Ogni tesi è stata suddivisa in due blocchi di uguale numero, posti in due bancali vaso contro vaso e la disposizione delle tesi è avvenuta con la randomizzazione.

I bancali si trovavano entro un tunnel orientato Nord-Sud, lungo 93 m e largo 28 m, costituito da quattro campate; la copertura è in film plastico trasparente doppio, mantenuto in pressione da pompe per mantenere l'intercapedine d'aria. Le testate del tunnel sono in vetroresina e per ogni campata ci sono due porte, una a Nord e una a Sud. Le pareti sono alte 2 m e il colmo è 3,5 m: l'apertura laterale avviene in modo automatico grazie a un motore che avvolge il film plastico ed è regolato in base alle specie in coltivazione, al clima, alla temperatura. Al colmo di ogni campata è presente un'apertura del film plastico verso Ovest che è regolata automaticamente rispetto a dei valori impostati. All'interno ci sono quattro bancali in cemento per campata interrotti a metà per permettere il passaggio. I bancali in caso di necessità sono provvisti di riscaldamento basale. L'irrigazione è a pioggia o manuale soprattutto nel caso della fertirrigazione. È possibile ombreggiare, in caso di necessità, la coltura presente utilizzando un telo ombreggiante posizionandolo manualmente su un'intelaiatura sopra i bancali.

Dopo il trapianto è stata eseguita un'innaffiatura con sola acqua, per assestare il substrato nel vaso. L'irrigazione è stata effettuata per aspersione. Le piante sono state fertirrigate dopo una settimana dal trapianto, e questa è avvenuta a mano per mezzo di un irrigatore, mentre i trattamenti fitoiatrici attraverso una lancia.

2.2 TECNICHE COLTURALI

Durante la coltivazione le tecniche colturali adottate sono state le seguenti:

- Concimazioni:
 - dopo una settimana dal trapianto è stata somministrata una miscela composta da Clonotri (alla concentrazione di 30 ml/hl, un composto a base di micorrize del genere *Glomus* e in particolare conidi vitali di *Trichoderma* e *Clonostachys*), Pseu (alla concentrazione di 30 ml/hl, un composto a base di *Pseudomonas aurantiaca*, *fluorescens*) e Algavis (alla concentrazione di 125 ml/hl, un composto a base di alghe verdi);
 - altra fertirrigazione è stata ripetuta dopo 15 giorni sostituendo a Clonotri il composto Subti (alla concentrazione di 30 ml/hl, contenente *Bacillus subtilis*);

- fertirrigazione con concime 17-7-27 a inizio (2 g/l) e metà luglio (1,5 g/l);
- fertirrigazione con concime 20-20-20 il 9 luglio (1,5 g/l) e dopo un mese (0,8 g/l);
- concimazione fogliare con fosfito di calcio (300 ml/hl) in 6 interventi a cadenza settimanale o quindicinale;
- concimazione fogliare con fosfito di potassio (300-400 ml/hl) in 4 interventi con cadenza di 15 o 20 giorni;
- concimazione fogliare con Algavis (200-300 g/hl) in 5 interventi a cadenza quindicinale;
- fertirrigazione con solfato di magnesio (0,5 g/l) un intervento dopo 40 giorni dal trapianto;
- fertirrigazione con sequestrene (0,4 g/l) un intervento dopo 2 mesi dal trapianto.

- I trattamenti fungicidi (in particolare per il controllo di *Fusarium oxysporum*) sono stati i seguenti:

- Rovral (s.a. Iprodione, 300 ml/hl) un intervento dopo una settimana dal trapianto;
- Octave (s.a. Prochloraz, 80 g/hl) un intervento dopo 2 settimane dal trapianto;
- Daconil (s.a. Chlortalonil, 150 ml/hl) un intervento a metà agosto;
- Promag (s.a. Propamocarb, 100 ml/hl) un intervento a inizio settembre;
- Enovit Metil (s.a. Tiofanato Metile, 100 ml/hl) 4 interventi con cadenza di 15-20 giorni.

- I trattamenti insetticidi sono stati i seguenti:

- Kohinor 200 SL (p.a. Imidacloprid, 75 ml/hl) un intervento a metà luglio;
- Vertimec EC (s.a. Abamectina, 75 ml/hl) un intervento a fine luglio;
- Decis (s.a. Deltametrina, 100 ml/hl) un intervento a inizio settembre.

- È stato eseguito un trattamento fogliare con Alar Gold (130 g/hl), un fitoregolatore brachizzante, a un mese dal trapianto.

Dopo un mese le piante sono state spaziate fino a raggiungere la densità di 7-10 vasi/m². Durante la coltivazione è stato steso un telo ombreggiante sopra il bancale per diminuire l'intensità luminosa. Mucha attenzione è stata posta all'asportazione delle foglie secche dalle piante per ridurre i possibili focolai di patogeni.

2.3 RILIEVI ESEGUITI

Durante il ciclo di coltivazione il giorno 1 luglio sono state contate e asportate le piantine di riso che erano germinate nei substrati contenenti lolla.

Il 15 luglio e l'11 agosto sono stati eseguiti 2 rilievi, che hanno previsto la misura dell'altezza, del diametro maggiore e del diametro ortogonale della chioma di 8 piante per tesi per blocco al fine di calcolare l'indice di crescita (IC) con la formula:

$$IC = (\text{altezza} + \text{larghezza massima} + \text{larghezza ortogonale})/3.$$

Dal secondo rilievo sono stati conteggiati anche i fiori sbocciati sulle piante su cui erano state eseguite le misure.

Alla fine della coltivazione il 19 settembre è stato eseguito il rilievo finale per il calcolo dell'IC. Quindi campioni di 3 piante per blocco per tesi e per varietà sono stati portati presso la serra del Dipartimento DAFNAE dell'Università di Padova a Legnaro. Qui è stato eseguito il rilievo distruttivo. Dopo la separazione della parte epigea dalla parte ipogea, è stato effettuato il conteggio delle foglie, degli abbozzi fogliari, dei fiori e degli abbozzi fiorali. Di questi organi è stato eseguito il peso fresco. Dopo l'asportazione del substrato dall'ipocotile e dalle radici, mediante lavaggio in acqua corrente, è stato misurato il diametro dell'ipocotile. Quindi, dopo asciugatura, l'ipocotile e le radici sono stati separati e quindi pesati. Tutti gli organi della pianta sono stati posti in sacchetti di carta e sono stati messi a essiccare in stufa a 105 °C per 48 ore: dopodiché sono stati pesati e si è ottenuto il peso secco. Quindi è stata calcolata la percentuale di sostanza secca di ogni organo del ciclamino.

2.4 ELABORAZIONE STATISTICA

L'esperimento è stato gestito come un fattoriale a 4 vie (substrato x digestato x vaso x varietà) ed è stato adottato un disegno sperimentale a blocchi randomizzati con due ripetizioni di 11 piante della varietà premium Rouge vif e 12 della varietà Premium Saumon Flammé per ripetizione. La varietà è stata considerata un fattore variabile mentre gli altri come fattori fissi. I dati relativi ad ogni parametro sono stati sottoposti ad analisi della varianza e le differenze fra le medie sono state sottoposte al test di Tukey. I valori percentuali sono stati trasformati nei rispettivi valori angolari prima dell'elaborazione.

3. RISULTATI

Durante la coltivazione, nei vasi contenenti lolla sono nate piantine di riso in numero crescente all'aumentare della percentuale del prodotto, e ovviamente assenti nei substrati non contenenti lolla (Fig. 1). Le piantine di riso sono nate in numero maggiore in presenza di digestato (Fig. 2). Nell'interazione “% di lolla x presenza di digestato” il numero di piantine di riso è risultato crescente con l'aumentare della percentuale di lolla; ma solo nel substrato contenente il 50% di lolla in presenza di digestato è stato conteggiato un numero maggiore di piantine di riso rispetto al substrato senza digestato, che è risultato uguale a quello con il 30% di lolla in presenza o meno del digestato; nel substrato con il 10% di lolla il numero di piantine di riso è risultato inferiore e uguale tra i due substrati (Fig. 3).

Nel primo rilievo del 15 luglio l'indice di crescita delle piante di ciclamino, è risultato maggiore nelle tesi con 10%, 0% e 30% di lolla rispetto a quello della tesi con il 50% di lolla (Fig. 4). Nelle piante cresciute nei substrati contenenti il digestato è stato ottenuto un indice di crescita minore rispetto a quello rilevato nei substrati senza digestato (Fig. 5). La varietà Premium Rouge Vif ha presentato un indice di crescita maggiore rispetto alla varietà Premium Saumon Flammé (Fig. 6). Per quanto riguarda l'interazione “% di lolla x presenza di digestato” l'indice di crescita è risultato maggiore nei substrati senza digestato nelle tesi con 0, 10 e 30% di lolla rispetto alla presenza del digestato. Con il 50% di lolla non sono state notate differenze tra presenza e assenza di digestato, e l'indice di crescita è risultato simile a quello dei substrati con digestato delle altre dosi di lolla (Fig. 7).

Nel secondo rilievo, dell'11 agosto, l'indice di crescita è risultato superiore nelle piante dei substrati contenenti dallo 0% fino al 30% di lolla e inferiore con il 50% di lolla (Fig. 8). Nelle piante allevate nel vaso di lolla è stato riscontrato un indice di crescita maggiore rispetto a quelle del vaso in plastica (Fig. 9). La varietà Premium Rouge Vif ha presentato ancora un indice di crescita maggiore rispetto alla varietà Premium Saumon Flammé (Fig. 10). Per quanto riguarda l'interazione “% di lolla x presenza di digestato” l'indice di crescita è risultato più alto nel substrato con il 30% di lolla in assenza o con digestato, ma è risultato simile a quello del substrato in presenza di digestato e senza lolla e al 10% di lolla senza digestato. Nettamente

inferiore è l'indice di crescita con il 50% di lolla e digestato (Fig. 11). Nell'interazione “% di lolla x tipo di vaso” è stato osservato un indice di crescita maggiore per le piante coltivate nei vasi in lolla rispetto a quelle coltivate in vasi di plastica indipendentemente dalla percentuale di lolla nel substrato. Per le piante coltivate con il 30% di lolla e nei vasi di lolla è stato rilevato l'indice di crescita più alto mentre quelle coltivate con il 50% di lolla, e in particolare nei vasi di plastica, hanno presentato l'indice di crescita più basso (Fig. 12).

Nell'ultimo rilievo del 19 settembre come nei due precedenti nelle piante allevate nel substrato con il 50% di lolla è stato riscontrato l'indice di crescita minore rispetto agli altri substrati contenenti percentuali più basse o assenza di lolla (Fig. 13). Nelle piante cresciute nei substrati con digestato l'indice di crescita è risultato maggiore rispetto a quelle cresciute nel substrato senza digestato (Fig. 14). Nelle piante coltivate nel vaso di lolla l'indice di crescita è stato maggiore rispetto a quelle del vaso di plastica (Fig. 15). La varietà Premium Rouge Vif ha presentato un indice di crescita maggiore rispetto alla varietà Premium Saumon Flammé (Fig. 16). Nell'interazione “tipo di vaso x varietà” è stato riscontrato per la varietà Premium Rouge Vif un indice di crescita maggiore nel vaso in lolla rispetto al vaso in plastica e a quello della varietà Premium Saumon Flammé, mentre per quest'ultima non sono state osservate differenze tra i due tipi di vaso (Fig. 17).

Al rilievo distruttivo il numero di fiori è risultato maggiore e superiore a 3 nelle piante coltivate nel substrato contenente il 50% di lolla rispetto a quelle in assenza di lolla, che è risultato inferiore a 2, e intermedio in quelle con il 10% e il 30% (Fig. 18). Nelle piante coltivate in assenza di digestato il numero di fiori è stato superiore a 3 rispetto a quelle allevate nel substrato contenente digestato (Fig. 19). La varietà Premium Saumon Flammé ha presentato un numero di fiori maggiore rispetto alla varietà Premium Rouge Vif (Fig. 20).

Il numero di foglie è risultato maggiore nelle piante allevate con lo 0% e il 10% di lolla, rispetto a quelle con il 50% e intermedio in quelle con il 30% (Fig. 21). Il numero di foglie delle piante coltivate in presenza di digestato è stato superiore del 12% rispetto a quelle senza (Fig. 22). La varietà Premium Rouge Vif ha presentato un numero medio di foglie superiore a 50 e maggiore rispetto alla varietà Premium Saumon Flammé che è risultato di appena 40 (Fig. 23).

Il diametro dell'ipocotile è risultato maggiore nei ciclamini allevati nel substrato senza digestato del 16% rispetto a quelle coltivate in presenza (Fig. 24). Nella varietà Premium Saumon Flammé è stato riscontrato un diametro dell'ipocotile maggiore rispetto alla varietà Premium Rouge Vif (Fig. 25).

Mentre non sono state riscontrate differenze nel peso fresco dei fiori tra le diverse percentuali di lolla nei substrati, il peso fresco dei fiori nelle piante coltivate in assenza di digestato è risultato maggiore del 14% rispetto a quello dei ciclamini allevati in presenza (Fig. 26). Nelle piante coltivate nei vasi di lolla è stato riscontrato un peso fresco dei fiori superiore del 17% rispetto a quello delle piante nei vasi di plastica (Fig. 27). Nell'interazione “% di lolla x tipo di vaso” si notano differenze solo con il 30% di lolla tra il tipo di vaso: il valore maggiore del peso fresco dei fiori è stato riscontrato nelle piante coltivate nel vaso di lolla e con il 30% di lolla nel substrato. I valori minori sono stati osservati nei vasi di plastica o di lolla con lo 0 e il 50% di lolla e intermedi con il 10% di lolla (Fig. 28).

Per il peso fresco delle foglie sono stati riscontrati valori maggiori con percentuali dello 0%, 10% e 30% di lolla e inferiori con il 50% di lolla (Fig. 29). Per quanto riguarda la presenza di digestato il peso fresco delle foglie è risultato superiore nelle piante coltivate in presenza di digestato del 22% rispetto a quelle coltivate senza questo prodotto (Fig. 30). Nelle piante allevate nei vasi di lolla è stato riscontrato un peso fresco maggiore rispetto a quelle dei vasi di plastica (Fig. 31). Nella varietà Premium Rouge Vif è stato ottenuto un peso fresco delle foglie maggiore del 17% rispetto alla varietà Premium Saumon Flammé (Fig. 32). Per quanto riguarda l'interazione “% di lolla x presenza di digestato” il peso fresco delle foglie delle piante coltivate in presenza di digestato è risultato in genere maggiore rispetto a quello delle piante coltivate in sua assenza presentando tuttavia un andamento decrescente all'aumentare della presenza di lolla; in assenza di digestato sono stati riscontrati valori inferiori rispetto a quelli ottenuti nei substrati con digestato, soprattutto in assenza di lolla o con il 10%, e i valori più bassi in assenza di digestato e con il 50% di lolla (Fig. 33).

Il peso fresco dell'ipocotile è risultato superiore del 36% nelle piante coltivate in assenza di digestato rispetto a quelle coltivate in presenza di digestato (Fig. 34).

Nelle piante coltivate in vaso di lolla è stato riscontrato un peso fresco dell'ipocotile maggiore del 13% rispetto a quelle coltivate nel vaso in plastica (Fig. 35).

Il peso fresco delle radici è risultato maggiore nel substrato con il 50% di lolla, minore in assenza di lolla e intermedio con il 10% e il 30% di lolla (Fig. 36). Le piante coltivate in presenza di digestato hanno presentato un peso fresco delle radici maggiore rispetto a quelle senza questo prodotto (Fig. 37). Le radici dei ciclamini coltivati nei vasi di lolla sono risultate di un peso fresco maggiore del 19% rispetto a quelle coltivate in vasi di plastica (Fig. 38). Nella varietà Premium Rouge Vif è stato riscontrato un peso fresco delle radici maggiore del 19% rispetto alla varietà Premium Saumon Flammé (Fig. 39). Nell'interazione “% di lolla x presenza di digestato” il peso fresco delle radici è risultato elevato in tutti i substrati contenenti o meno il digestato, rispetto a quello contenente lo 0% di lolla e assenza di digestato in cui è stato riscontrato il peso fresco delle radici più basso (fig. 40). L'interazione “tipo di vaso x varietà” ha messo in evidenza per la cultivar Premium Rouge Vif un peso fresco delle radici maggiore nel vaso in lolla rispetto al vaso in plastica e all'altra varietà, mentre per quest'ultima non sono state riscontrate differenze tra i due tipi di vaso (Fig. 41).

Il peso fresco totale delle piante di ciclamino è risultato più basso con il 50% di lolla rispetto ai substrati con percentuali minori o assenza di lolla (Fig. 42). In presenza di digestato nel substrato il peso fresco totale delle piante è risultato maggiore del 12% rispetto all'assenza (Fig. 43). Con il vaso in lolla il peso fresco totale della pianta è risultato maggiore rispetto a quello rilevato nelle piante allevate nei vasi in plastica (Fig. 44). La varietà Premium Rouge Vif ha presentato un peso fresco totale maggiore rispetto alla varietà Premium Saumon Flammé del 13% (Fig. 45). Per quanto riguarda l'interazione “% di lolla x presenza di digestato” il valore del peso fresco totale ha presentato un andamento decrescente in presenza di digestato e all'aumentare del quantitativo di lolla; non sono state osservate differenze tra presenza e assenza di digestato nei substrati contenenti le diverse percentuali di lolla, mentre nel substrato privo di lolla è stata osservata una differenza con un peso fresco totale minore in assenza di digestato (Fig. 46).

Il peso secco dei fiori è risultato maggiore del 17% nelle piante allevate nei substrati privi di digestato (Fig. 47). Nelle piante coltivate nei vasi di lolla il peso

secco dei fiori è risultato maggiore del 13% rispetto a quelli in plastica (Fig. 48). Nell'interazione “% di lolla x presenza di digestato” il peso secco dei fiori maggiore è stato riscontrato con il 10% di lolla e in assenza di digestato rispetto ai substrati contenenti digestato: non sono state notate differenze tra presenza e assenza di digestato con percentuali di lolla dello 0%, del 30% e del 50% di lolla (Fig. 49).

Il peso secco delle foglie è risultato maggiore e uguale tra le percentuali dello 0%, del 10% e del 30% di lolla e minore con il 50% di lolla (Fig. 50). In presenza di digestato è stato riscontrato un peso secco delle foglie maggiore del 17% (Fig. 51). La coltivazione in vasi di lolla ha presentato valori di peso secco delle foglie maggiori rispetto a quelli della plastica (Fig. 52). Nella varietà Premium Rouge Vif è stato riscontrato un peso secco delle foglie maggiore del 17% rispetto alla varietà Premium Saumon Flammé (Fig. 53).

Il peso secco dell'ipocotile è risultato superiore nelle piante coltivate in assenza di digestato del 43% (Fig. 54). Nelle piante coltivate con vasi di lolla il peso secco dell'ipocotile è risultato maggiore del 13% rispetto a quello delle piante in vasi di plastica (Fig. 55).

Il peso secco delle radici è risultato maggiore nelle piante allevate con il 50% di lolla, minore con lo 0% e con il 10% di lolla e intermedio con il 30% di lolla (Fig. 56). Nel vaso in lolla il peso secco delle radici è risultato maggiore del 19% rispetto a quello del vaso in plastica (Fig. 57). Nella varietà Premium Rouge Vif è stato riscontrato un peso secco delle radici maggiore del 18% rispetto alla varietà Premium Saumon Flammé (Fig. 58). Nell'interazione “% di lolla x presenza di digestato” sono stati riscontrati valori del peso secco delle radici crescenti all'aumentare della percentuale di lolla in assenza di digestato. Nel substrato privo di lolla e senza digestato, e in quello con il 10% di lolla in presenza di digestato, sono stati riscontrati valori di peso secco più bassi rispetto a quelli ottenuti nel substrato con il 50% di lolla sia in presenza che in assenza di digestato (Fig. 59).

Il peso secco totale è risultato maggiore nelle piante coltivate nei vasi di lolla rispetto a quelli in plastica (Fig. 60). Nella varietà Premium Rouge Vif è stato riscontrato un peso secco totale della pianta maggiore del 12% rispetto alla varietà Premium Saumon Flammé (Fig. 61).

Per quanto riguarda la sostanza secca, questa, relativamente ai fiori, è risultata maggiore nel caso delle piante allevate in assenza di digestato rispetto a quelle dei substrati contenenti il digestato (Fig. 62).

Anche nel caso della percentuale di sostanza secca delle foglie in assenza di digestato nel substrato sono stati riscontrati valori maggiori rispetto alla presenza (Fig. 63).

La percentuale di sostanza secca dell'ipocotile è risultata maggiore nel substrato contenente il 30% di lolla, e inferiore in quello privo di lolla e sono stati riscontrati valori intermedi con il 10% e il 50% di lolla (Fig. 64). In assenza di digestato è stata riscontrata una maggiore percentuale di sostanza secca dell'ipocotile rispetto alla presenza (Fig. 65).

La percentuale di sostanza secca delle radici è risultata più alta nel substrato con il 50% di lolla, mentre è risultata più bassa con la percentuale del 10% di lolla e valori intermedi in assenza o con il 30% di lolla (Fig. 66). Nei substrati senza digestato la percentuale di sostanza secca delle radici è risultata maggiore rispetto a quelli contenenti il digestato (Fig. 67). Per quanto riguarda l'interazione “% di lolla x presenza di digestato” non sono state osservate differenze nelle percentuali di sostanza secca tra presenza o assenza di digestato fra i diversi contenuti di lolla nel substrato. I valori maggiori di percentuale di sostanza secca sono stati riscontrati con il 50% di lolla. I valori più bassi sono stati rilevati in presenza di digestato nel substrato privo di lolla o con il 10% (Fig. 68).

La percentuale di sostanza secca totale è risultata maggiore nelle piante dei substrati con il 50% di lolla, e inferiore con lo 0% e il 10% di lolla e intermedi con il 30% di lolla (Fig. 69). Nei substrati non contenenti il digestato la percentuale di sostanza secca totale è risultata maggiore rispetto a quella con il digestato (Fig. 70). Nell'interazione “% di lolla x presenza di digestato” i valori percentuali di sostanza secca totale maggiori sono stati calcolati nel substrato con il 50% di lolla e senza digestato, e minori in presenza di digestato e con lo 0% e il 10% di lolla, mentre sono risultati intermedi negli altri casi; in generale in assenza di digestato sono stati osservati valori maggiori (Fig. 71).

La ripartizione della percentuale di sostanza secca calcolata nei vari organi della pianta al variare della percentuale di lolla non ha presentato differenze nei fiori

mentre nel caso delle foglie i valori maggiori sono stati osservati in assenza di lolla e decrescenti con l'aumento della percentuale di lolla presente nel substrato. Nessuna differenza è stata riscontrata nelle percentuali di sostanza secca degli ipocotili mentre la percentuale di sostanza secca è aumentata nelle radici con le dosi superiori di lolla (Fig. 72).

La ripartizione percentuale della sostanza secca calcolata fra gli organi della pianta in funzione della presenza di digestato ha dato risultati significativi nel caso di fiori, foglie e ipocotile: la presenza di digestato ha determinato valori minori per ipocotile e fiori e maggiori per quanto riguarda le foglie (Fig. 73).

La ripartizione della sostanza secca in base al tipo di vaso ha dato risultati significativi nel caso di radici e foglie: con il vaso in lolla sono stati riscontrati valori maggiori per le radici e minori per quanto riguarda le foglie rispetto al vaso in plastica (Fig. 74).

La percentuale di sostanza secca calcolata nei vari organi della pianta considerando le due varietà ha dato risultati significativi nel caso di fiori, foglie e radici: la varietà Premium Saumon Flammé ha presentato valori maggiori per i fiori e minori per quanto riguarda foglie e radici rispetto alla varietà Premium Rouge Vif (Fig. 75).

4. DISCUSSIONE E CONCLUSIONI

La presenza di lolla nei substrati ha determinato la nascita di piantine di riso molto consistente e ovviamente maggiore nei miscugli contenenti percentuali più alte di lolla e la presenza di digestati ha aumentato il numero di piantine di riso nate. La nascita di queste piantine è da considerare un evento negativo, per la necessità di doverle asportare, tuttavia questo inconveniente può però essere evitato utilizzando lolla parboiled anziché quella tal quale il cui processo di produzione impedisce la germinazione del riso (Tassinato, 2011).

Durante il ciclo di coltivazione nei substrati contenenti fino al 30% di lolla non sono state rilevate differenze nell'indice di crescita delle piante e solo con il 50% di lolla lo sviluppo è risultato inferiore. La presenza di digestato nella prima parte del ciclo di coltivazione è stata negativa per lo sviluppo delle piante, determinando dimensioni minori, ma alla fine della coltivazione i substrati contenenti questo prodotto hanno favorito uno sviluppo delle piante maggiore. È stato rilevato un indice di crescita maggiore per le piante della varietà Premium Rouge Vif rispetto alle piante della varietà Premium Saumon Flammé. Anche il tipo di vaso ha influenzato lo sviluppo sia durante che alla fine della coltivazione, e le piante allevate nei vasi di lolla hanno presentato un indice di crescita maggiore.

Oltre all'indice di crescita è stata riscontrata una risposta diversa per molti altri parametri biometrici tra le due varietà. La varietà Premium Saumon Flammé ha presentato un maggior numero di fiori e un maggior diametro dell'ipocotile rispetto alla varietà Premium Rouge Vif, e nelle piante appartenenti a quest'ultima varietà è risultato aumentato il numero di foglie a fine ciclo e anche il loro peso fresco e secco; inoltre per questi ultimi due parametri sono stati riscontrati valori elevati per l'intera pianta e per le radici in particolare. La varietà Premium Rouge Vif ha presentato uno sviluppo maggiore soprattutto quando allevata in contenitori di lolla.

Nel substrato non contenente lolla il numero di fiori è risultato inferiore rispetto a quello con il 50% di lolla. L'aumento della lolla oltre il 30% ha depresso molte caratteristiche morfologiche dell'apparato epigeo, mentre ha favorito lo sviluppo dell'apparato radicale e un maggiore contenuto percentuale di sostanza secca della pianta.

La presenza di digestato è stata favorevole solo per lo sviluppo delle foglie e dell'apparato radicale; inoltre ha determinato un peso fresco totale della pianta maggiore, mentre ha avuto un effetto negativo sul numero di fiori e sulle dimensioni dell'ipocotile. Inoltre la presenza del digestato nel substrato ha diminuito la sostanza secca di tutti gli organi della pianta.

Nelle piante coltivate nei vasi di lolla tutti i parametri analizzati hanno presentato valori più alti rispetto a quelle allevate nei contenitori di plastica.

Le differenze riscontrate nei diversi parametri possono essere dovute alle diverse caratteristiche chimiche e fisiche dei substrati. Infatti la lolla all'interno del substrato può aumentare la porosità e diminuire la capacità di ritenzione idrica (Sambo *et al.*, 2008), anche se nella presente prova queste caratteristiche non sono molto diverse.

La presenza di percentuali elevate di lolla nel substrato può favorire lo sviluppo delle radici come visto nell'allevamento del tagete (*Tagetes spp.*). Anche nella coltivazione di geranio la presenza in misura del 30% o 70% di lolla ha favorito lo sviluppo dell'apparato radicale (Sannazzaro, 2008).

In ulteriori prove su geranio (*Pelargonium ×hortorum* Bailey) è stato visto che la lolla può sostituire solo il 10% di torba (Poloni, 2012).

In una prova di coltivazione di *Salvia splendens* in substrati contenenti percentuali diverse di lolla l'aggiunta di digestati anaerobici ha migliorato le caratteristiche dei substrati: nelle piante coltivate in presenza di digestati sono stati riscontrati valori dei parametri simili a quelle coltivate in assenza di lolla (Bassan *et al.*, 2010).

Dai dati ottenuti sulla coltivazione del ciclamino emerge che un contenuto di lolla nel substrato fino al 30% può dare dei risultati simili, se non maggiori all'allevamento con sola torba. L'impiego di questo prodotto di scarto è positivo perché permette un minore utilizzo della torba e conseguentemente un minore impatto ambientale.

L'utilizzo di materiali diversi dalla plastica per la produzione di contenitori è oggetto di ricerca e sperimentazione nella letteratura. L'allevamento in contenitori prodotti con materiali di origine naturale (come la lolla di riso) non ha messo in evidenza differenze significative nella crescita della *Euphorbia pulcherrima* rispetto ai

vasi in plastica (Vanetto, 2012). Alcuni di questi contenitori (come quelli in fibra di cocco) a fine ciclo di coltivazione presentano un aspetto non idoneo alla commercializzazione, mentre il vaso di lolla mantiene le caratteristiche di integrità che si possono osservare nel contenitore di plastica (Camberato e Lopez, 2011).

Anche l'utilizzo dei digestati come aggiunta alla lolla e alla torba potrebbe diminuire l'impatto ambientale e valorizzare un prodotto che è sempre stato considerato uno scarto, ma per l'eccesso di nutrienti, nel ciclamino ha migliorato la crescita delle piante e ha favorito l'aspetto foglioso diminuendo il numero di fiori.

L'impiego di vasi in lolla ha presentato un aumento della crescita e dello sviluppo delle piante allevate in questi contenitori e rappresenta quindi un valido sostituto della plastica nella coltivazione in vivaio del ciclamino.

In definitiva la sostituzione del 30% di torba con la lolla e l'uso dei vasi in lolla, con un'aggiunta limitata del digestato, possono essere utili per la coltivazione del ciclamino e l'acquirente a fine ciclo della pianta potrà smaltire il vaso in lolla e il contenuto come rifiuto umido, senza dover separare il contenitore di plastica che pone problemi di smaltimento.

5. BIBLIOGRAFIA

- Accati Garibaldi E. (1993) - *Trattato di floricoltura*. Edagricole. Edizioni Agricole della Calderini s.r.l., Bologna
- Alessi E., Caserini S. (2012) - *Convegno BioEcoGeoSaving Energy for food - Energia rinnovabile e produzione alimentare crescono insieme*. Milano 31 maggio 2012
- Arnold M.A., Wilkerson D.C. (1993) – *Dare un impulso diverso alla produzione in contenitore*. The Texas Nurseryman Vol. 24 N. 9, 1993
- Baldoni R., Giardini L. (2001) – *Coltivazioni erbacee – Cereali e proteaginose*. Pàtron editore, Bologna
- Bassan A., Evans M.R., Sambo P., Zanin G. (2010) – *Use of fresh rice hulls and anaerobic digestion residues as substrates alternative to peat*. Acta Horticulturae 927
- Borgia M. (a cura di) (2003) – *Le risaie del vercellese - Guida al paesaggio, alla storia, alla natura delle terre d'acqua*. G.S. Editrice - Regione Piemonte, Asti, 2003
- Buck J.S., Evans M.R. (2010) – *Physical Properties of Ground Parboiled Fresh Rice Hulls Used as a Horticultural Root Substrate*. HortScience 45(4):643–649. 2010
- Camberato D.M., Lopez R.G. (2011) – *Growth and development of 'Eckespoint classic red' Poinsettia in biodegradable and compostable containers*. HortTechnology August 2011 21(4)
- Capri E., Toninato L. (2012) – *Sostenibilità, come si applica in agricoltura*. L'informatore Agrario 1/2012 pp. 63-65
- Cattivello C. (2010) – *Torbe: conoscerle bene per gestire meglio il pH*. Il Floricoltore n.9 SETTEMBRE 2010 pag. 54
- Cattivello C., Zaccheo P. (2009) – *I substrati di coltivazione*. Edizioni Agricole de Il Sole 24 ORE, Bologna
- Contessotto R., Silvestrin M. (2011) – *Ciclamino bio: una realtà possibile?* Il Floricoltore n. 10 OTTOBRE 2011 pp. 23-25

- De Bodt M., Verdonck G. (1972) – *The physical properties of the substrates in horticulture*. Acta Horticulture 342:313-322
- Evans M.R., Karcher D. (2004) – *Properties of Plastic, Peat, and Processed Poultry Feather Fiber Growing Containers*. HortScience 39(5)_1008-1011. 2004
- Evans M.R., Kuehny J.S., Taylor M. (2011) – *Greenhouse and landscape Performance of bedding Plants in Biocotainers*. HortTechnology April 2011 21(2)
- Fagnoni E. (2011) – *Meno torba nei vivai*. FLORTECNICA 7/8 2011 pag. 49
- Fonteno, Bilderback (1993)
- Ferrari M., Marcon E., Menta A., Montermini A. (2001) – *Malattie e parassiti delle piante da fiore, ornamentali e forestali – Tomo 2*. Edizioni Agricole de Il Sole 24 ORE, Bologna
- Frezza A., Moresco D., Sambo P., Tosini F. (2010) - *Digestato da borlanda di frutta: efficacia fertilizzante su lattuga*. L'Informatore Agrario 29/2010 pp. 40-43
- Istituto della Enciclopedia italiana fondata da Giovanni Treccani (1971) *Lessico universale italiano*. Vol. VIII voce *Floricoltura*
- Istituto della Enciclopedia italiana fondata da Giovanni Treccani (1970) *Lessico universale italiano*. Vol. IV voce *Ciclamino*
- Larson R. A. (1980) – *Introduction to Floriculture*. ACADEMIC PRESS, INC., New York
- Nelson P.V. (2003) - *Greenhouse Operation & Management*. Prentice Hall, Upper Saddle River, New Jersey
- Pandini F. (2004) – *Torbe e Substrati*. Edizioni Franciacorta, Brescia
- Pimpini F. (2004) - *Principi tecnico-agronomici della fertirrigazione e del fuori suolo*. Veneto Agricoltura
- Poloni G. (2012) – *Allevamento di geranio zonale (Pelargonium x hortorum Bailey) in substrati e vasi di lolla*. Relatore: Ch.mo Prof. Giorgio Ponchia. Tesi di laurea, Dipartimento di Agronomia Animali Alimenti Risorse Naturali e Ambiente, Università degli Studi di Padova, Legnaro

- Ponchia G., Simeoni S., Zanin G. (2010) – *Influence of Winter Pruning on Ornamental Plants Grown in Two Kinds of Container*. Acta Horticulture 881 pp. 581-584
- Pozzi A., Valagussa M. (2009) – Caratterizzazione agronomica dei substrati di coltivazione: metodologie ed esperienze a confronto. *Fertilitas Agrorum* 3:50-53
- Rampinini G. (2004) – *Il ciclamino – Tecnica colturale e difesa*. Pentagono editrice
- Reed D. Wm. (1996) – *Water, Media and Nutrition for Greenhouse Crops*. Ball Publishing, Batavia, Illinois USA
- Regione del Veneto (2011) - *Linee Tecniche di Difesa Integrata - Anno 2011*. Regione del Veneto - Unità Periferica Servizi Fitosanitari (approvate con DDR n. 1 del 11 gen. 2011 – aggiornate con DDR n. 6 del 28 apr. 2011)
- Sambo P., Sannazzaro F., Evans M.R. (2008) – *Physical properties of ground fresh rice hulls and sphagnum peat used for green house root substrate*. HortTechnology July-September 2008 vol. 18 no. 3 384-388
- Sannazzaro M. F. (2008) - *Valutazione di substrati alternativi alla torba: caratterizzazione chimica, fisica ed agronomica di lolla di riso*. Scuola di dottorato di ricerca in scienze delle produzioni vegetali, Dipartimento di agronomia ambientale e produzioni vegetali, Facoltà di Agraria, Università degli Studi di Padova, Legnaro
- Tassinato S. (2011) - *Prove di taleaggio di rosa (Rosa ×hybrida 'La Sevillana') e Geranio (Pelargonium peltatum 'Ville de Paris') su substrati contenenti lolla di riso e residui di digestato anaerobico*. Relatore: Dott. Giampaolo Zanin. Dipartimento di Agronomia Ambientale e Produzioni Vegetali, Facoltà di Agraria, Università degli Studi di Padova, Legnaro
- Tesi R. (2008) – *Colture protette - Ortoflorovivaismo in ambiente mediterraneo*. 6° Ed. Il Sole 24 Ore. Edagricole, Milano

- Vanetto T. (2012) – *Prove di coltivazione di Poinsettia (Euphorbia pulcherrima Willd. Ex Klotzsch) con substrati e vasi ecosostenibili*. Relatore: Ch.mo Prof. Giorgio Ponchia. Tesi di laurea, Dipartimento di Agronomia Animali Alimenti Risorse Naturali e Ambiente, Università degli Studi di Padova, Legnaro
- Violante P. (2005) – *Chimica del suolo e della nutrizione delle piante*. Edizioni Agricole de Il Sole 24 ORE, Bologna

SITOLOGIA

- Coldiretti (1998) - *I problemi della floricoltura e del vivaismo e le proposte Coldiretti*. (www.coldiretti.it)
- INEA (2009) - *I numeri del settore florovivaistico internazionale nel 2008*. (www.inea.it)
- Ismea (2011) - *Il florovivaismo in Italia nel 2010*. (www.ismea.it)
- ISPESL (2002) - *Profilo di rischio sul floro-vivaismo*. (www.ispesl.it)
- Veneto Agricoltura (2002) - *La filiera florovivaistica nel Veneto*. (www.venetoagricoltura.it).
- www.vipot.it

6. TABELLE

Tabella 1 Composizione dei substrati utilizzati

Tesi	Quantità di lolla (% in volume)	Quantità di torba (% in volume)	Quantità di digestati (% in volume)
0-	0	100	-
10-	10	90	-
30-	30	70	-
50-	50	50	-
0+	0	80	20
10+	8	72	20
30+	24	56	20
50+	40	40	20

Tabella 2 Caratteristiche chimico-fisiche dei substrati

Parametro	0-	10-	30-	50-	0+	10+	30+	50+	Ideale
PVA	248	233	230	223	2,85	289	292	260	0,4-0,5 [^]
pH	6,40	6,25	6,25	6,60	5,90	6,40	6,00	6,20	5,5-6,5
CE (mS/cm)	0,165	0,220	0,160	0,160	0,660	0,695	0,640	0,635	0,2-0,5*
SO (%)	85,4	83,9	83,0	83,0	78,1	73,0	73,3	74,0	
SS (%)	39,3	49,5	54,0	54,0	47,2	48,7	47,3	62,1	
PT (%)	78,8	79,9	79,8	79,8	76,9	77,7	77,4	78,6	85 [^]
PA (%)	5,64	4,52	5,45	5,45	4,77	5,81	8,12	20,65	20-30 [^]
CRI (%)	73,2	75,3	74,4	74,4	72,1	71,9	69,3	57,9	55-65 [^]
N-NO₃ (mg/l)	6,65	7,63	3,19	3,13	20,41	14,77	10,74	14,41	11-23*
N-NH₄ (mg/l)	2,71	2,36	0,55	0,55	3,17	2,34	4,29	6,65	8-12*
P₂O₅ (mg/l)	8,8	11,4	10,8	10,8	15,8	12,8	9,1	13,9	14-19*
K (mg/l)	14,6	21,2	24,0	24,0	49,6	42,6	41,6	7,3	4-14*
Ca (mg/l)	16,8	20,8	12,5	12,5	33,8	29,6	18,9	17,9	10-19*
Mg (mg/l)	2,35	2,67	1,78	1,78	4,22	3,57	2,58	2,71	6-10*
SO₄ (mg/l)	19,2	21,3	16,1	16,1	27,2	18,9	13,3	19,1	35-45*

[^](De Bodi e Verdonk, 1972). * (Pozzi e Valagussa, 2009).

Legenda: PVA: peso volumico apparente; CE: conducibilità elettrica; SO: sostanza organica; SS: sostanza secca; PT: porosità totale; PA: porosità apparente; CRI: capacità di ritenzione idrica.

Tabella 3 Caratteristiche dei vasi

Vaso	Diametro interno (cm)	Altezza (cm)	Volume (ml)	Colore
Plastica	12.0	10	700	Coccio
Lolla di riso	12.5	10	850	Senape

7. FIGURE E FOTO

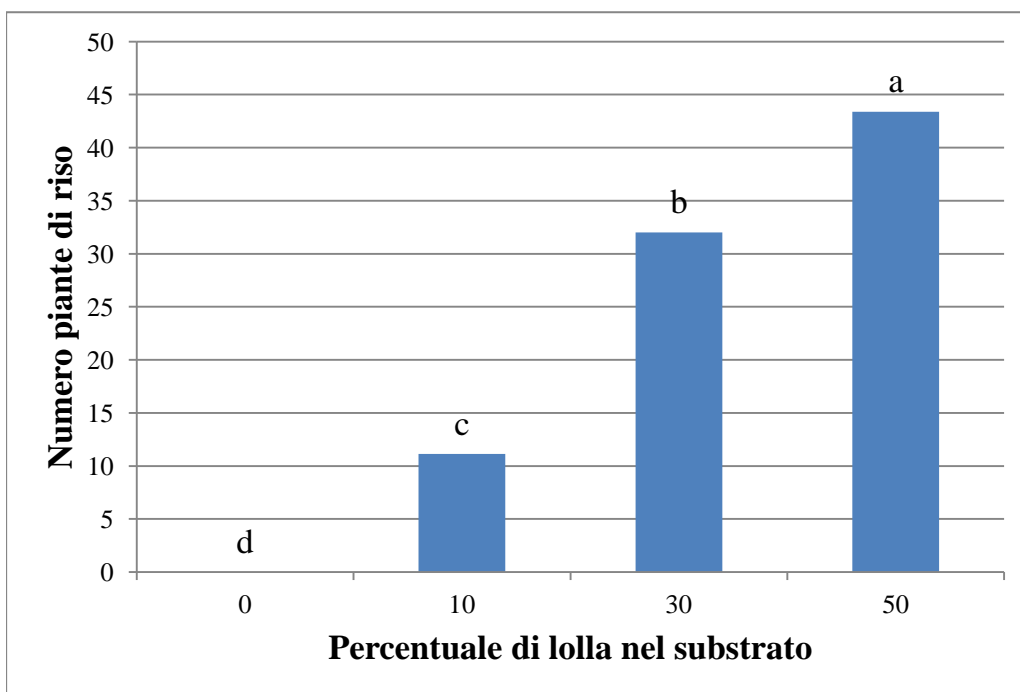


Figura 1. Influenza della percentuale di lolla sul numero di piantine di riso nate. Barre di istogramma con lettere diverse differiscono statisticamente per $P \leq 0,05$ (Test di Tukey).

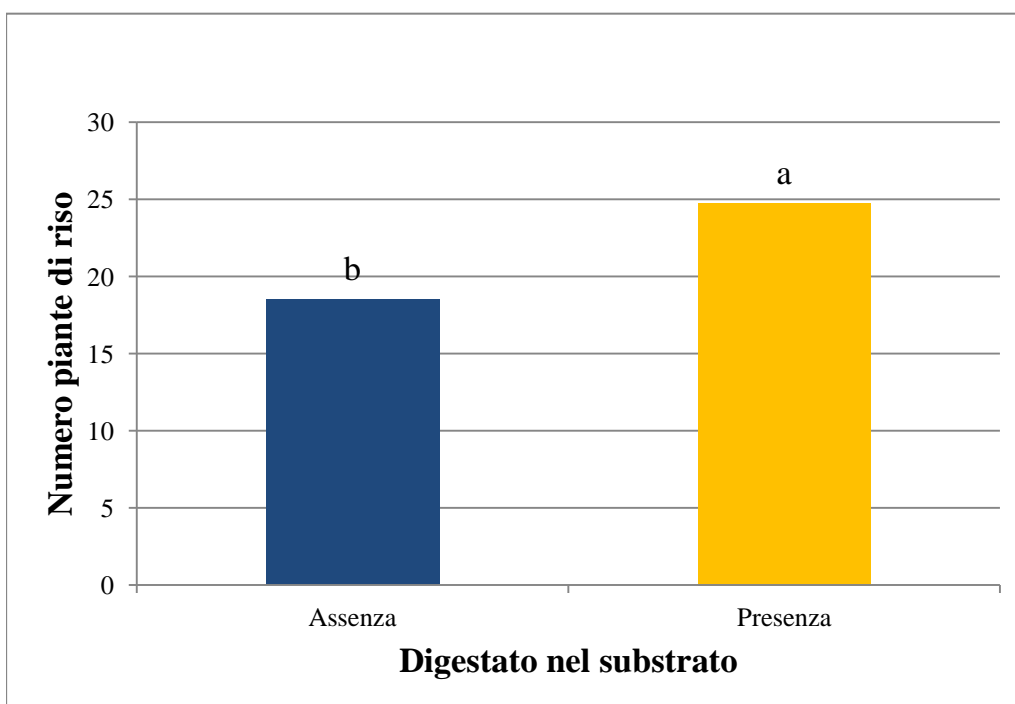


Figura 2. Influenza della presenza di digestato sul numero di piantine di riso nate. Barre di istogramma con lettere diverse differiscono statisticamente per $P \leq 0,05$ (Test di Tukey).

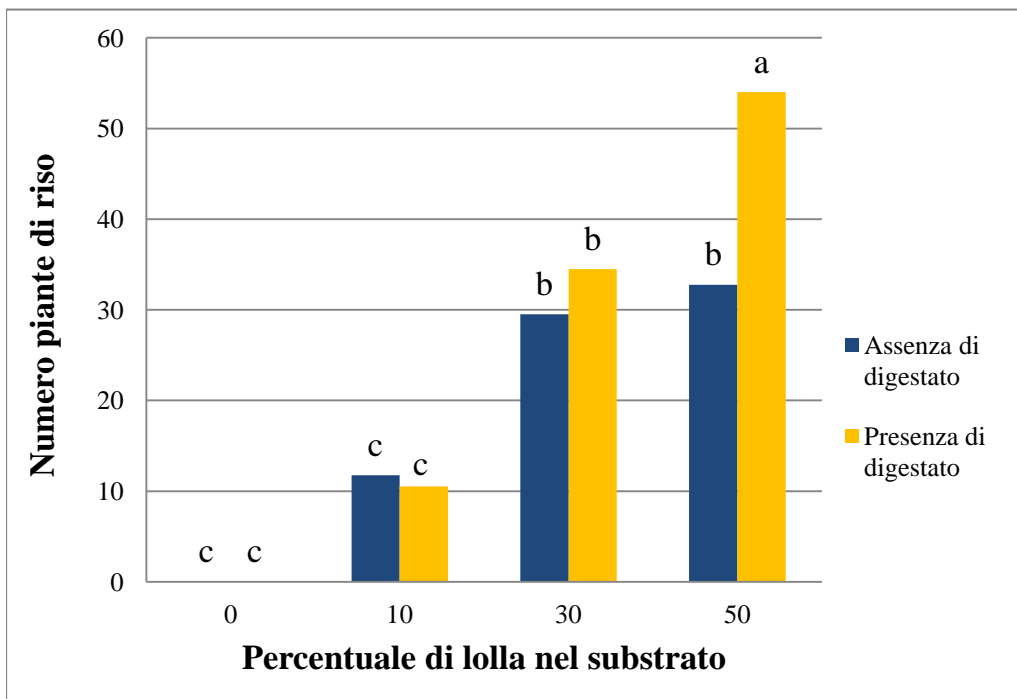


Figura 3. Effetto di interazione "% di lolla x presenza di digestato" sul numero di piantine di riso nate. Barre di istogramma con lettere diverse differiscono statisticamente per $P \leq 0,05$ (Test di Tukey).

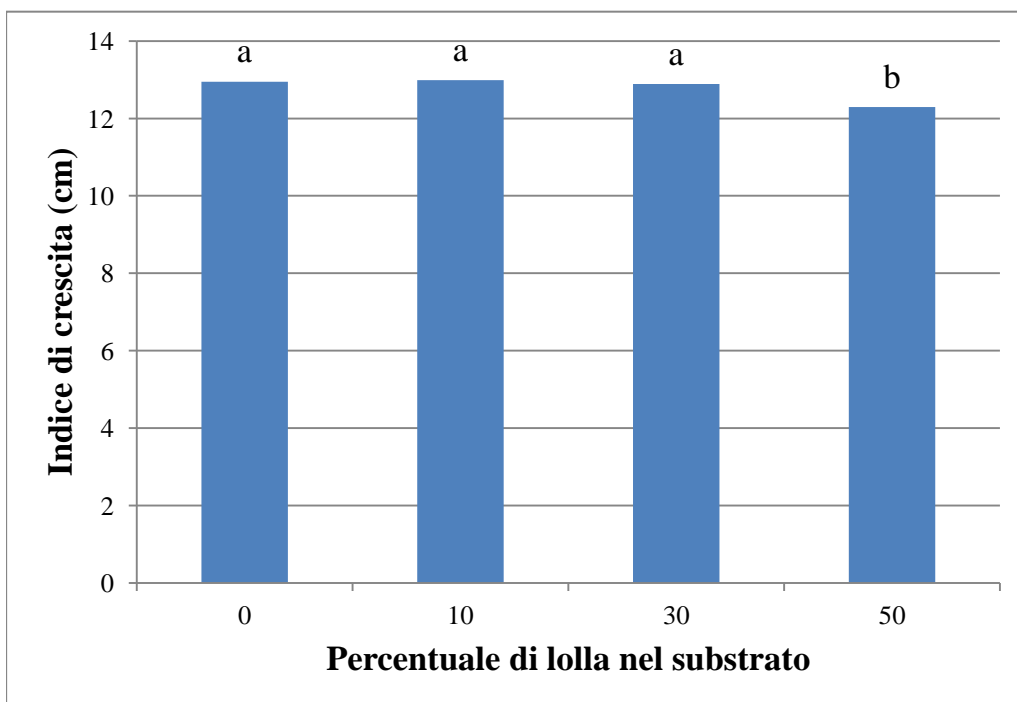


Figura 4. Influenza della percentuale di lolla sull'indice di crescita delle piante di ciclamino (rilievo: 15/07/11). Barre di istogramma con lettere diverse differiscono statisticamente per $P \leq 0,05$ (Test di Tukey).

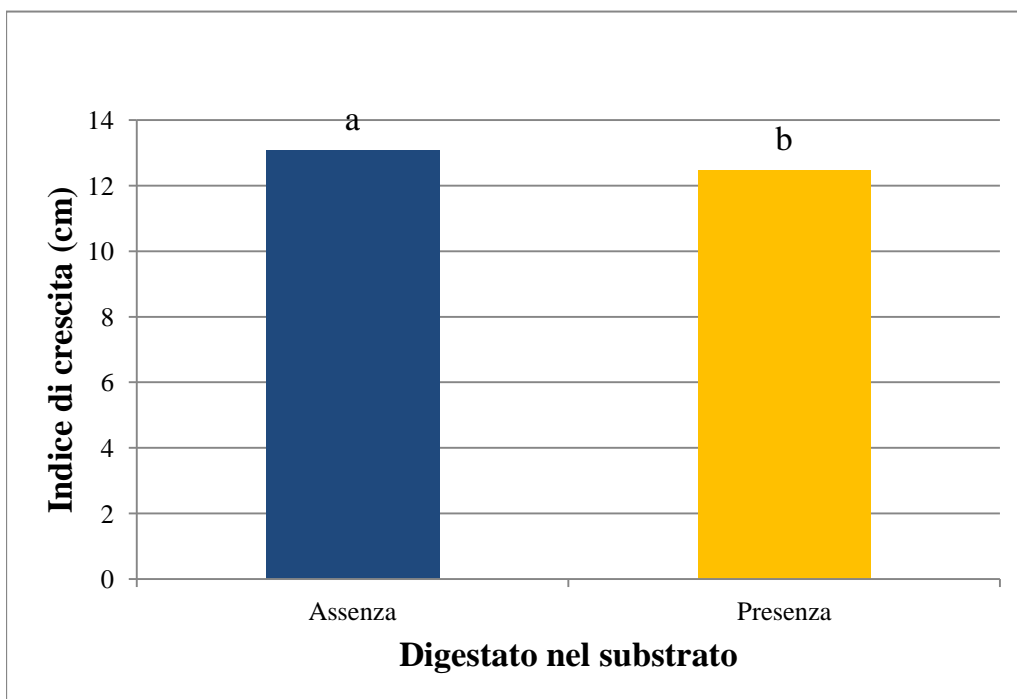


Figura 5. Influenza della presenza di digestato sull'indice di crescita delle piante di ciclamino (rilievo: 15/07/11). Barre di istogramma con lettere diverse differiscono statisticamente per $P \leq 0,05$ (Test di Tukey).

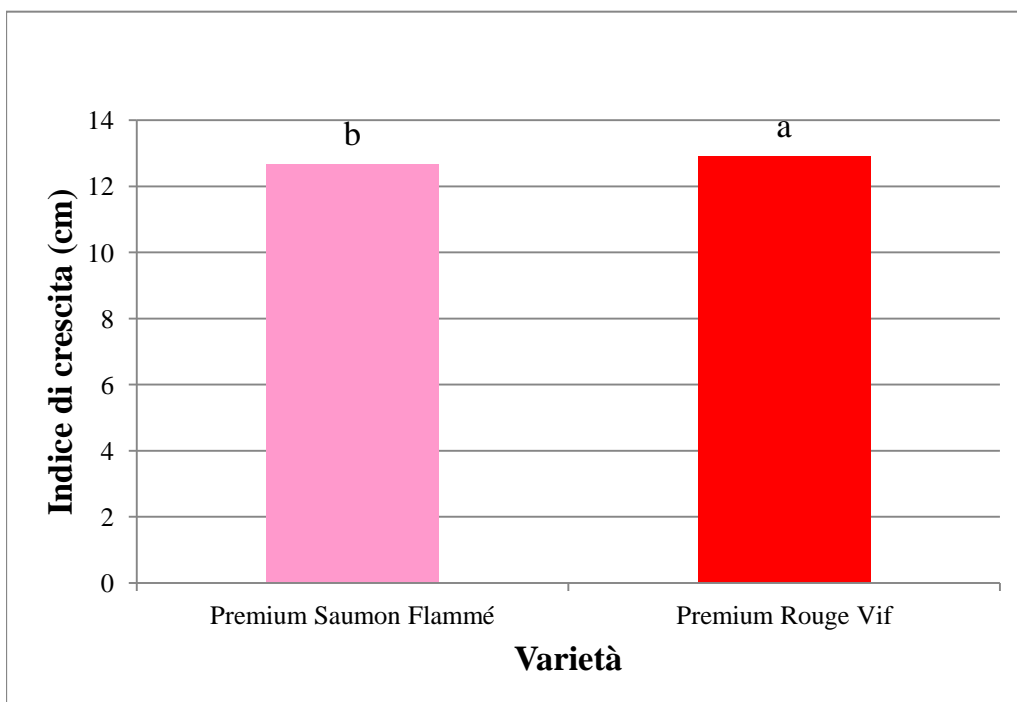


Figura 6. Influenza della varietà sull'indice di crescita delle piante di ciclamino (rilievo: 15/07/11). Barre di istogramma con lettere diverse differiscono statisticamente per $P \leq 0,05$ (Test di Tukey).

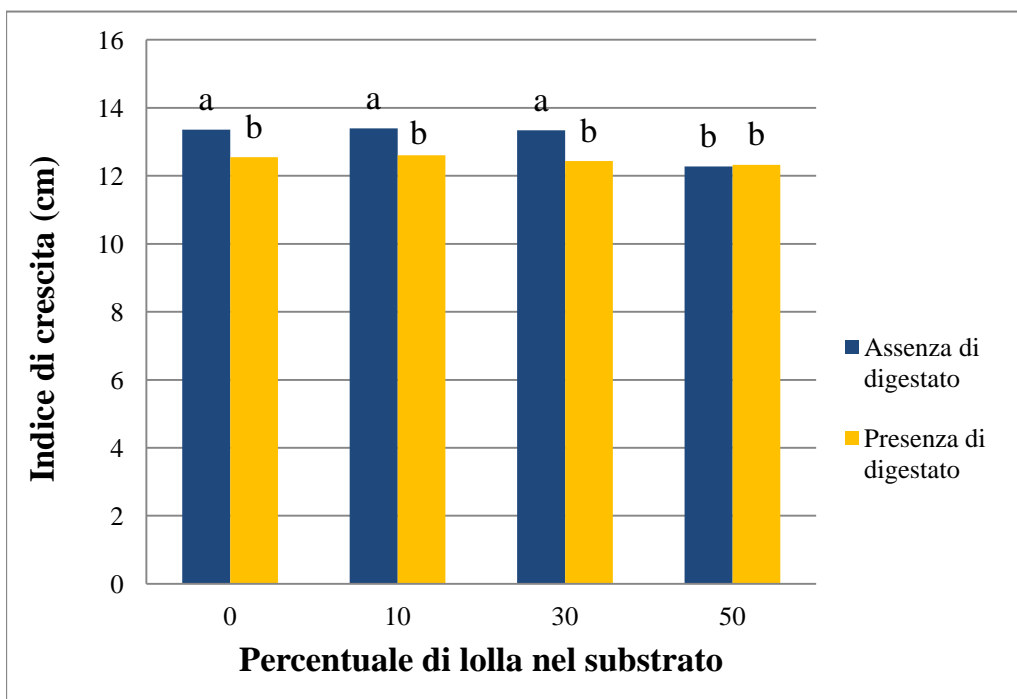


Figura 7. Effetto di interazione "% di lolla x presenza di digestato" sull'indice di crescita delle piante di ciclamino (rilievo: 15/07/2011). Barre di istogramma con lettere diverse differiscono statisticamente per $P \leq 0,05$ (Test di Tukey).

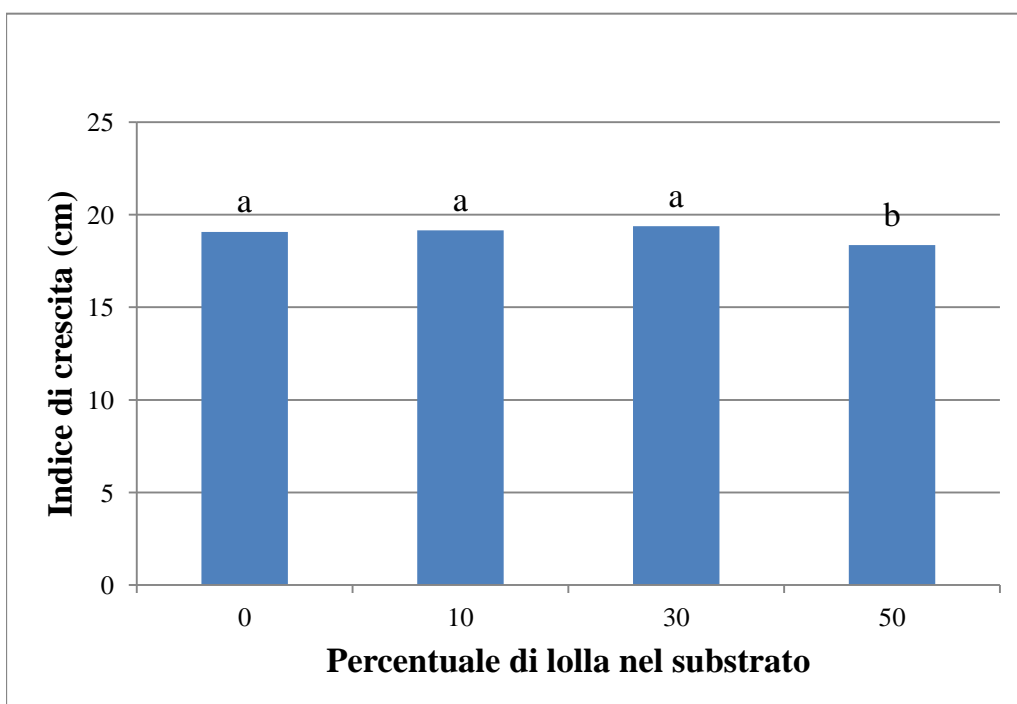


Figura 8. Influenza della percentuale di lolla sull'indice di crescita delle piante di ciclamino (rilievo: 11/08/11). Barre di istogramma con lettere diverse differiscono statisticamente per $P \leq 0,05$ (Test di Tukey).

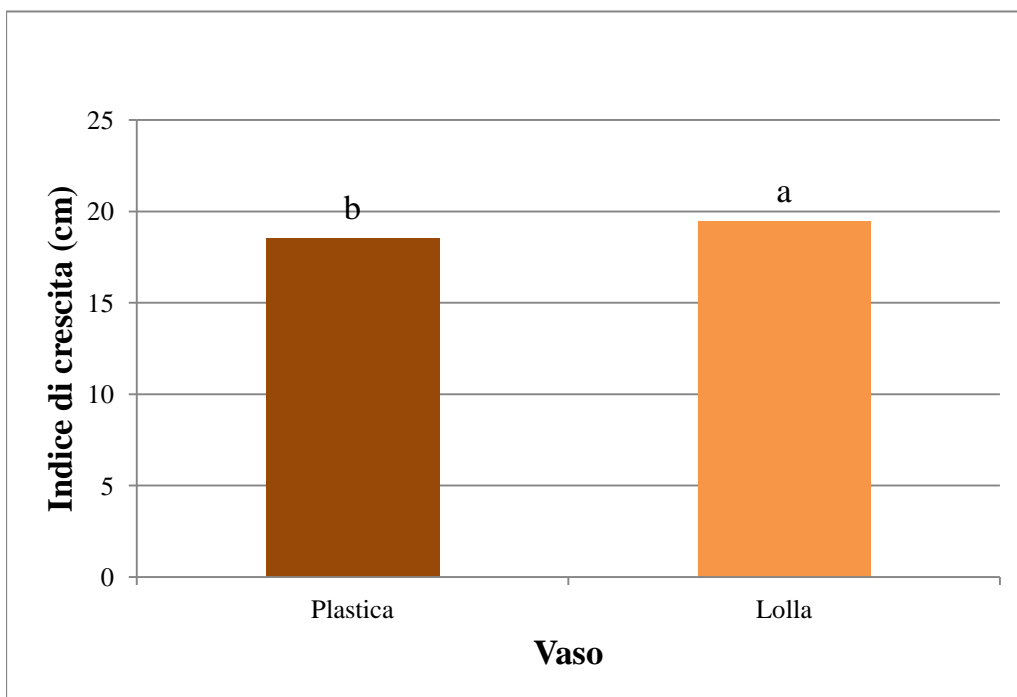


Figura 9. Influenza del vaso sull'indice di crescita delle piante di ciclamino (rilievo: 11/08/11). Barre di istogramma con lettere diverse differiscono statisticamente per $P \leq 0,05$ (Test di Tukey).

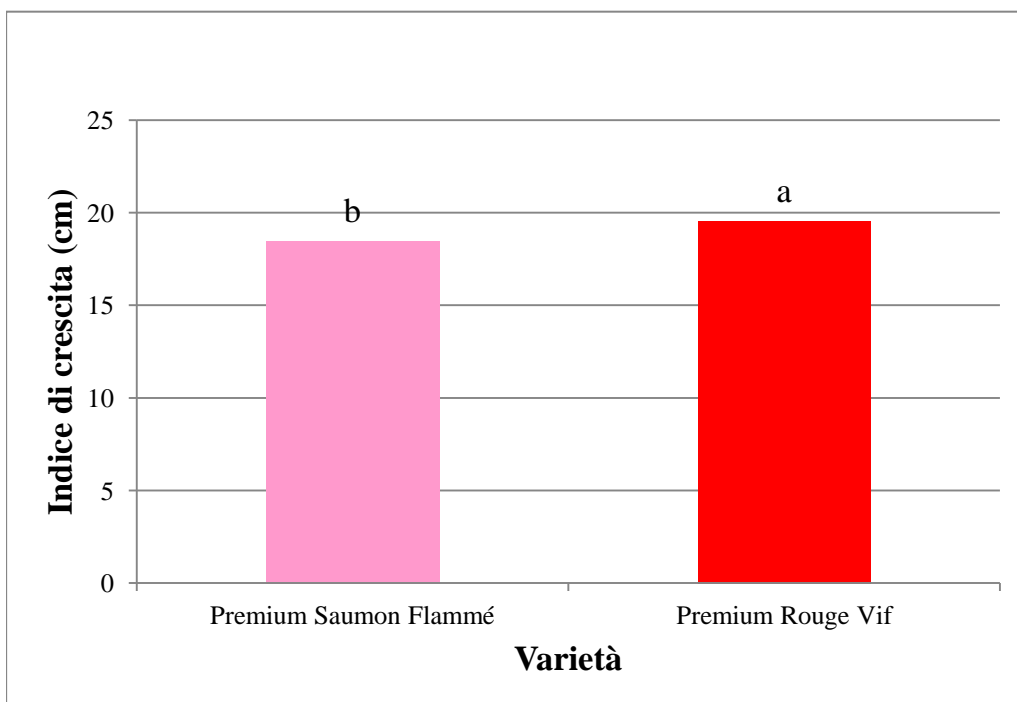


Figura 10. Influenza della varietà sull'indice di crescita delle piante di ciclamino (rilievo: 11/08/11). Barre di istogramma con lettere diverse differiscono statisticamente per $P \leq 0,05$ (Test di Tukey).

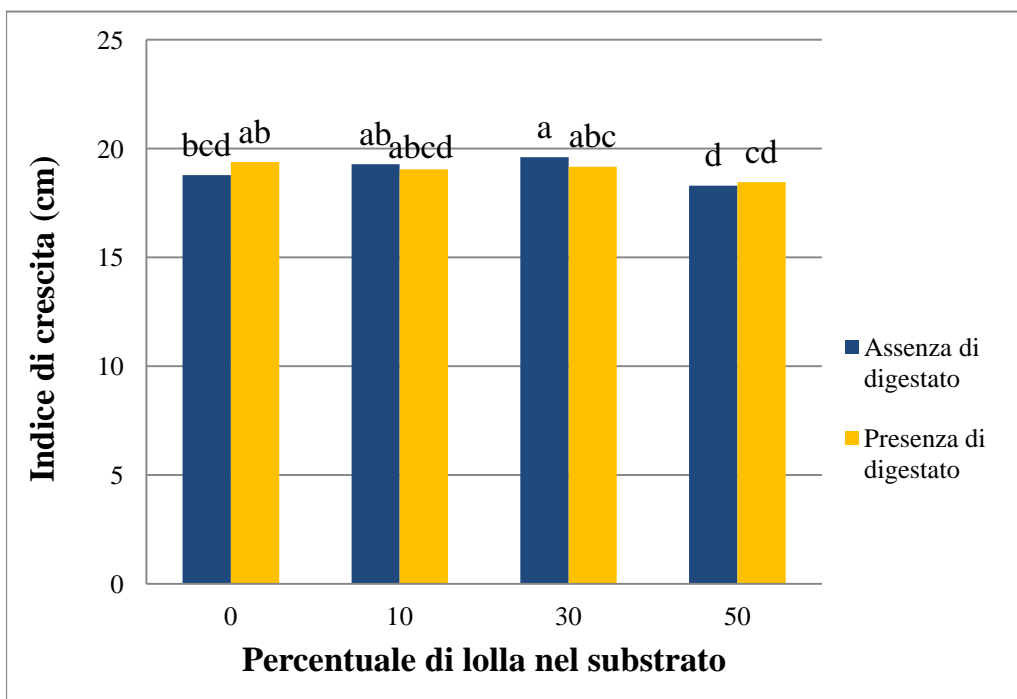


Figura 11. Effetto di interazione "% di lolla x presenza di digestato" sull'indice di crescita delle piante di ciclamino (rilievo: 11/08/11). Barre di istogramma con lettere diverse differiscono statisticamente per $P \leq 0,05$ (Test di Tukey).

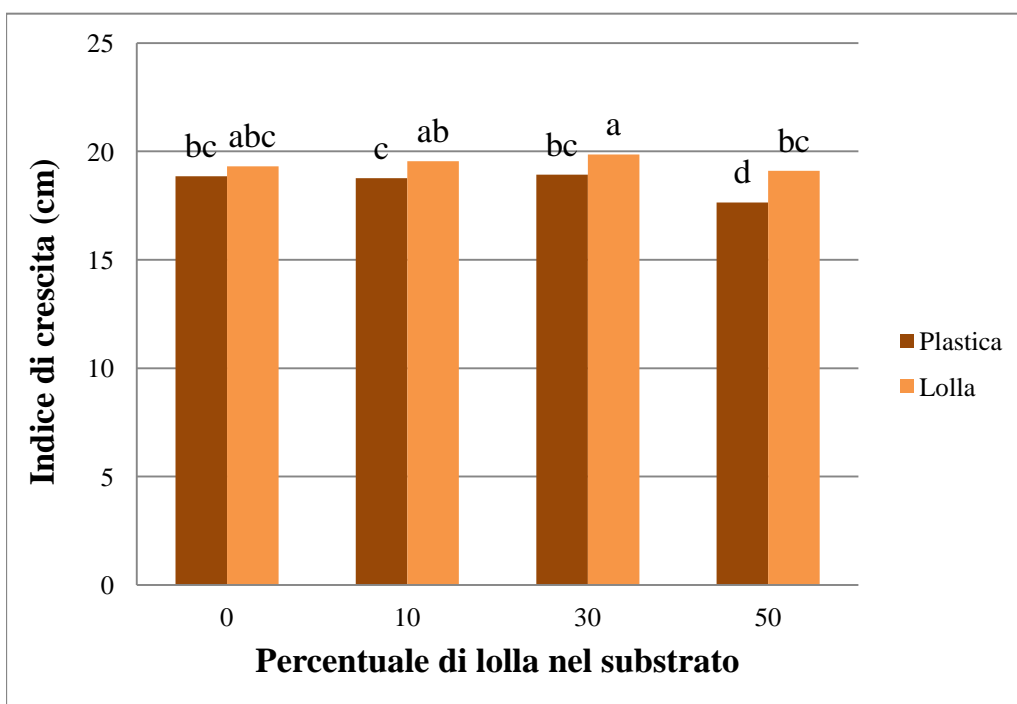


Figura 12. Effetto di interazione "% di lolla x tipo di vaso" sull'indice di crescita delle piante di ciclamino (rilievo: 11/08/11). Barre di istogramma con lettere diverse differiscono statisticamente per $P \leq 0,05$ (Test di Tukey).

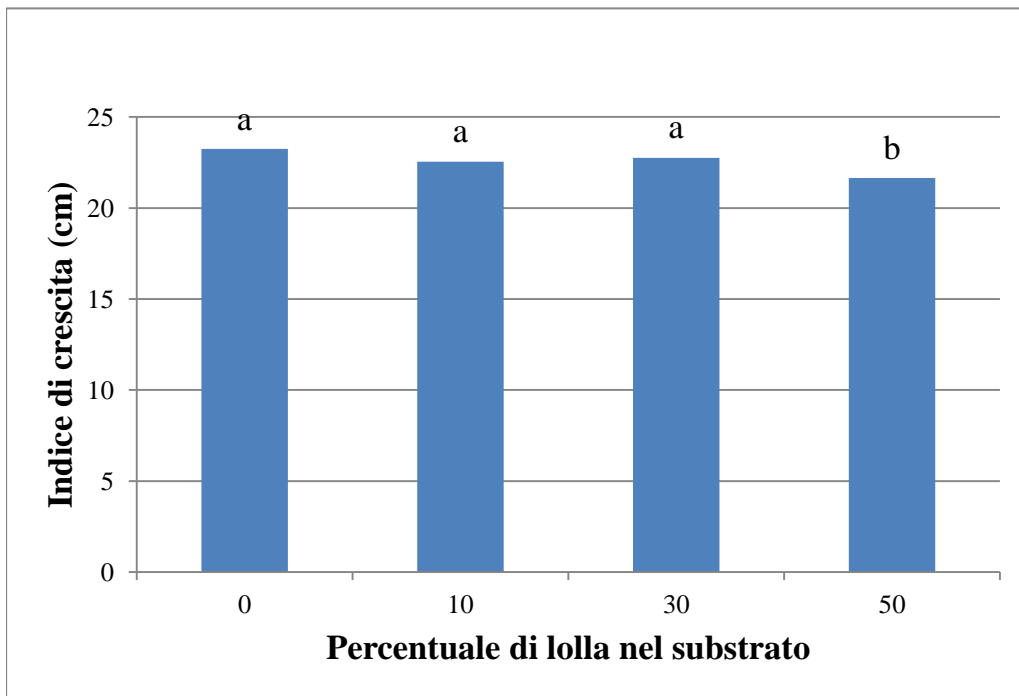


Figura 13. Influenza della percentuale di lolla sull'indice di crescita delle piante di ciclamino (rilievo: 19/09/11). Barre di istogramma con lettere diverse differiscono statisticamente per $P \leq 0,05$ (Test di Tukey).

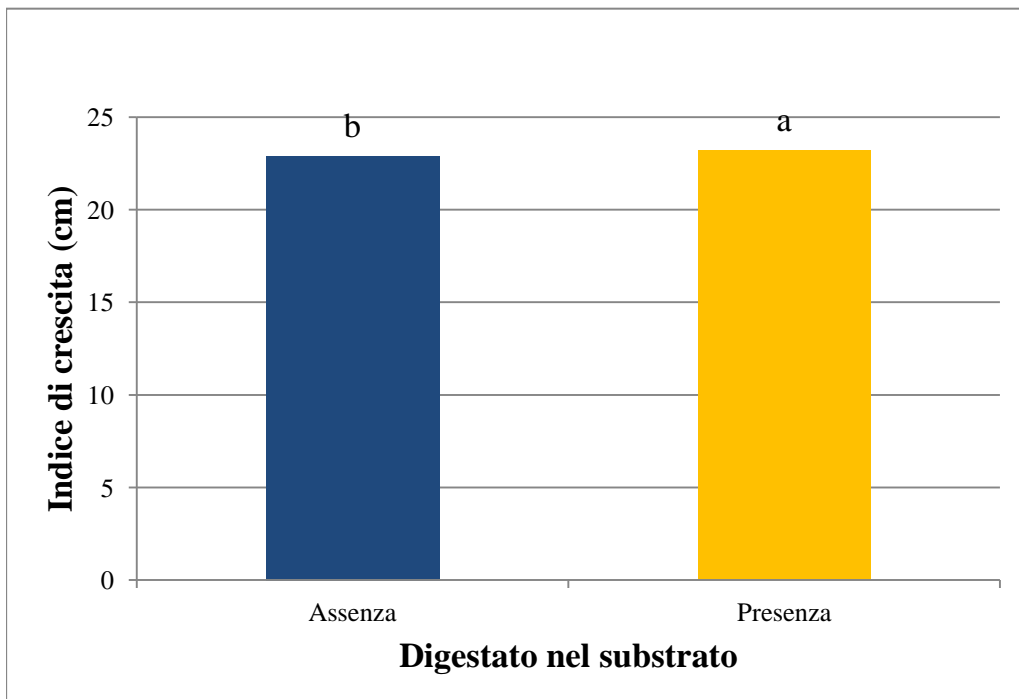


Figura 14. Influenza della presenza di digestato sull'indice di crescita delle piante di ciclamino (rilievo: 19/09/11). Barre di istogramma con lettere diverse differiscono statisticamente per $P \leq 0,05$ (Test di Tukey).

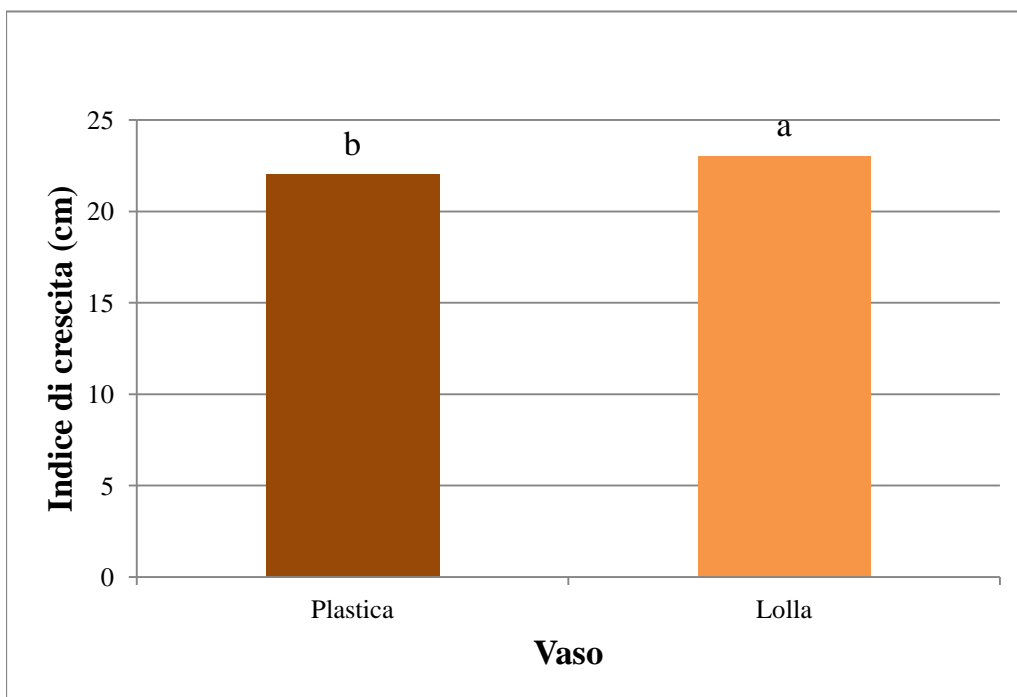


Figura 15. Influenza del vaso sull'indice di crescita delle piante di ciclamino (rilievo: 19/09/11). Barre di istogramma con lettere diverse differiscono statisticamente per $P \leq 0,05$ (Test di Tukey).

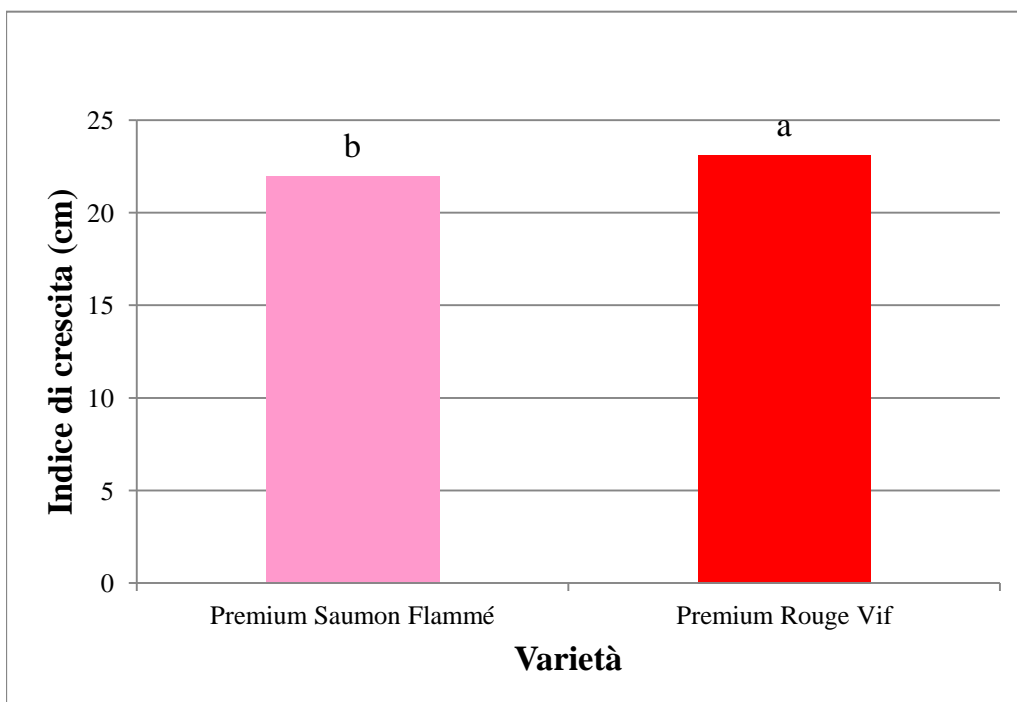


Figura 16. Influenza della varietà sull'indice di crescita delle piante di ciclamino (rilievo: 19/09/11). Barre di istogramma con lettere diverse differiscono statisticamente per $P \leq 0,05$ (Test di Tukey).

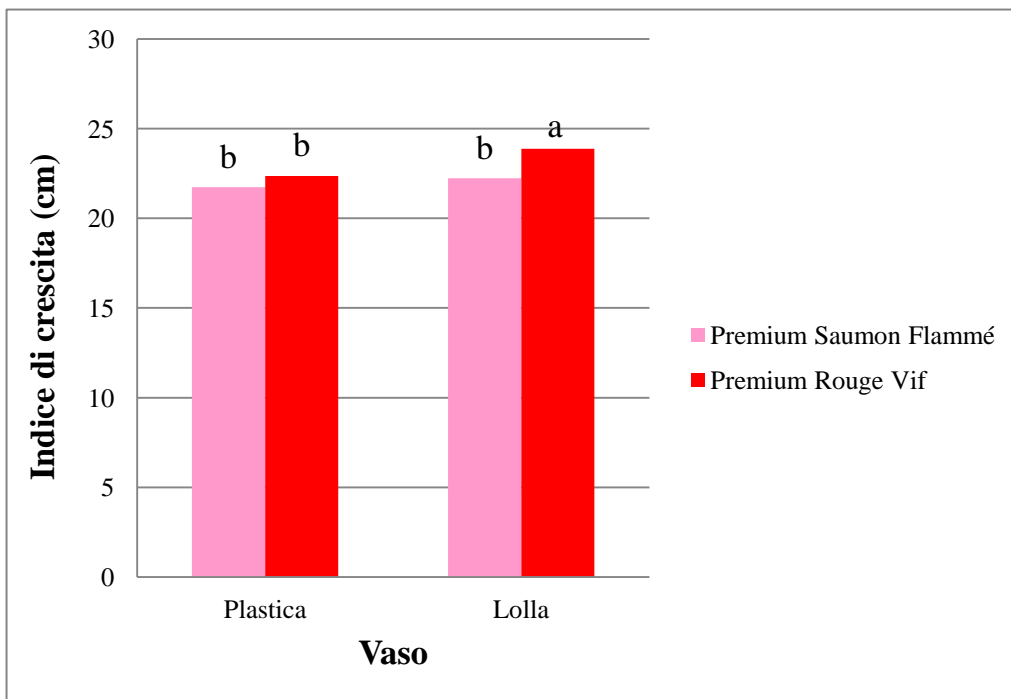


Figura 17. Effetto di interazione "tipo di vaso x varietà" sull'indice di crescita delle piante di ciclamino (rilievo: 19/09/11). Barre di istogramma con lettere diverse differiscono statisticamente per $P \leq 0,05$ (Test di Tukey).

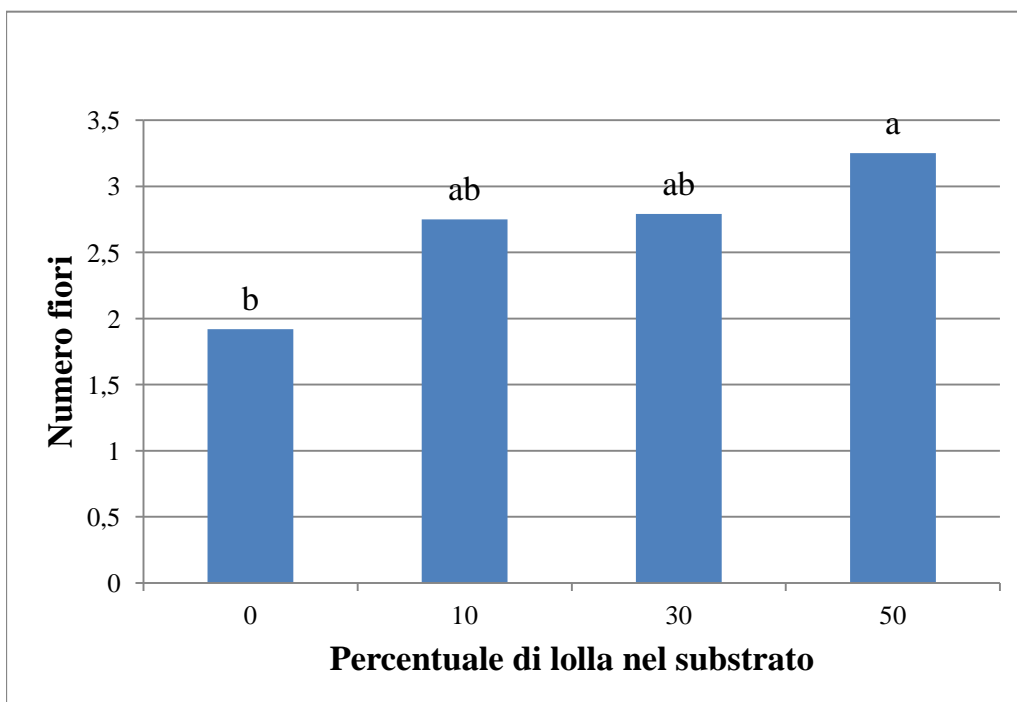


Figura 18. Influenza della percentuale di lolla sul numero di fiori del ciclamino (rilievo distruttivo). Barre di istogramma con lettere diverse differiscono statisticamente per $P \leq 0,05$ (Test di Tukey).

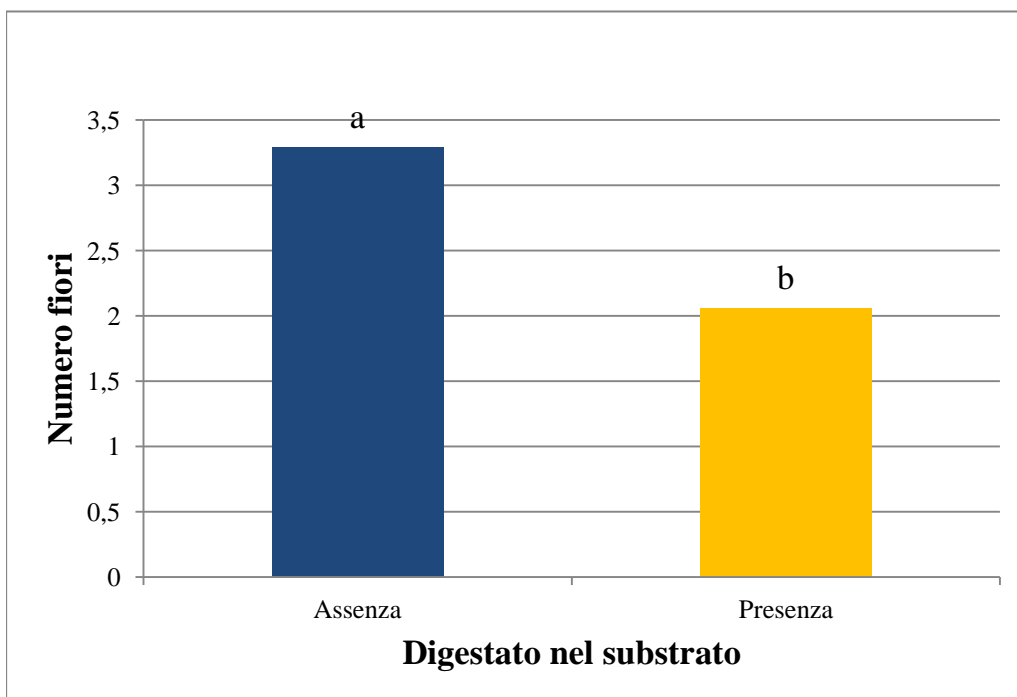


Figura 19. Influenza della presenza di digestato sul numero di fiori del ciclamino (rilievo distruttivo). Barre di istogramma con lettere diverse differiscono statisticamente per $P \leq 0,05$ (Test di Tukey).

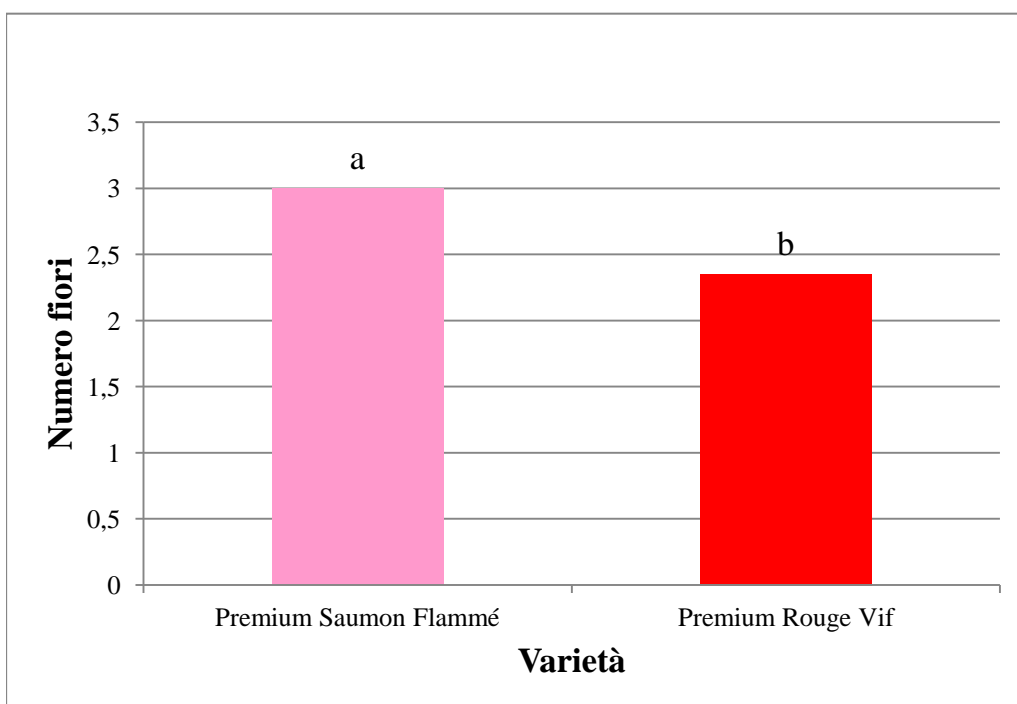


Figura 20. Influenza della varietà sul numero di fiori del ciclamino (rilievo distruttivo). Barre di istogramma con lettere diverse differiscono statisticamente per $P \leq 0,05$ (Test di Tukey).

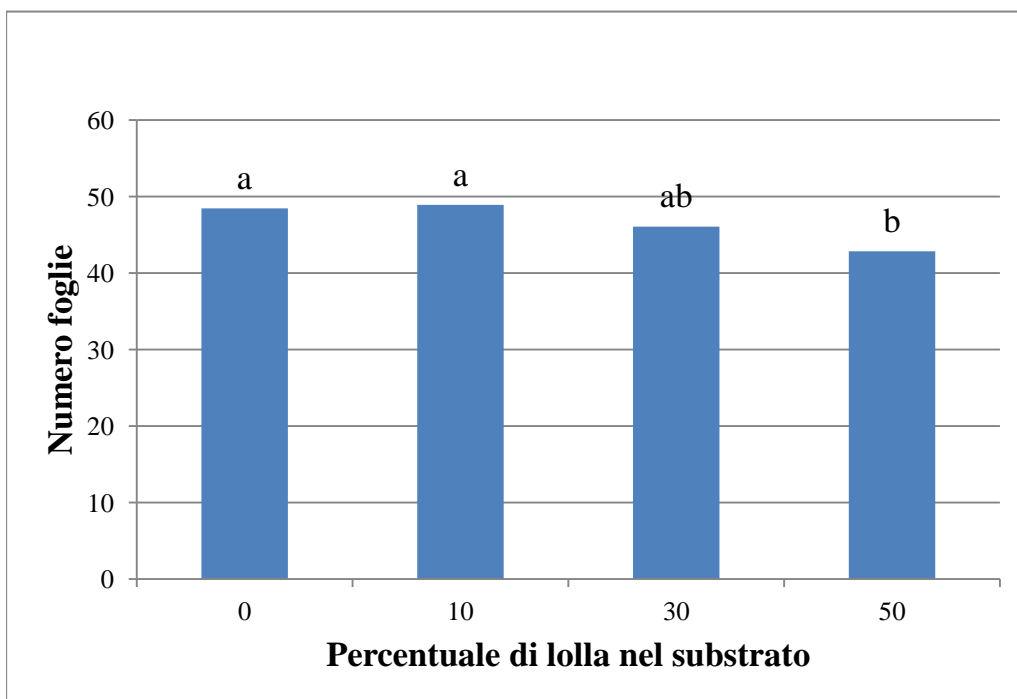


Figura 21. Influenza della percentuale di lolla sul numero di foglie del ciclamino (rilievo distruttivo). Barre di istogramma con lettere diverse differiscono statisticamente per $P \leq 0,05$ (Test di Tukey).

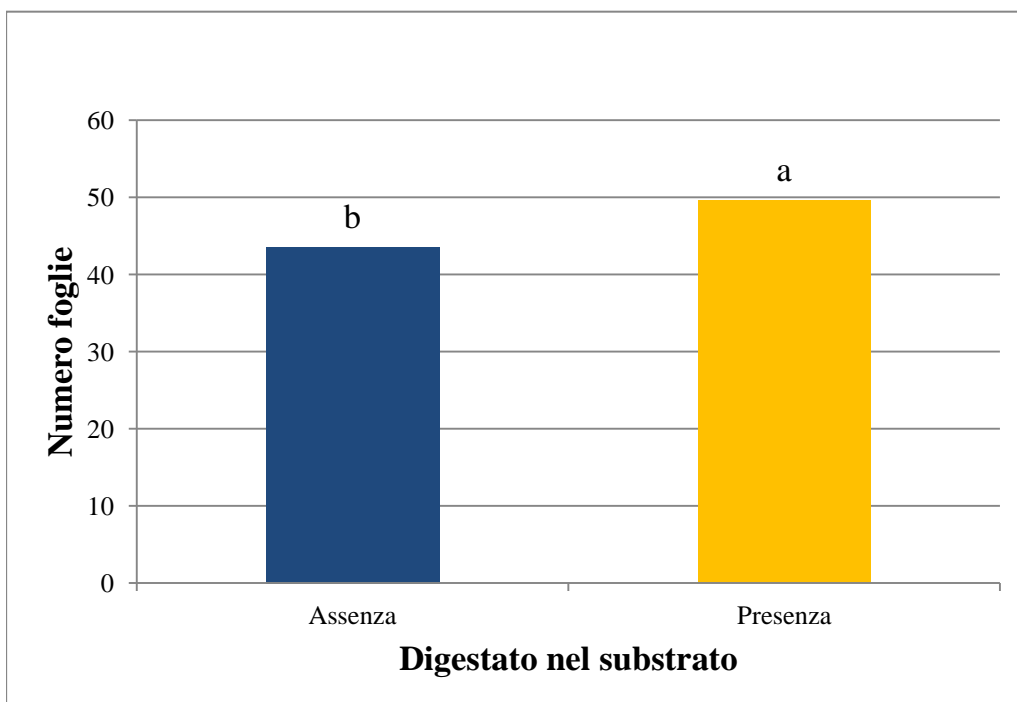


Figura 22. Influenza della presenza di digestato sul numero di foglie del ciclamino (rilievo distruttivo). Barre di istogramma con lettere diverse differiscono statisticamente per $P \leq 0,05$ (Test di Tukey).

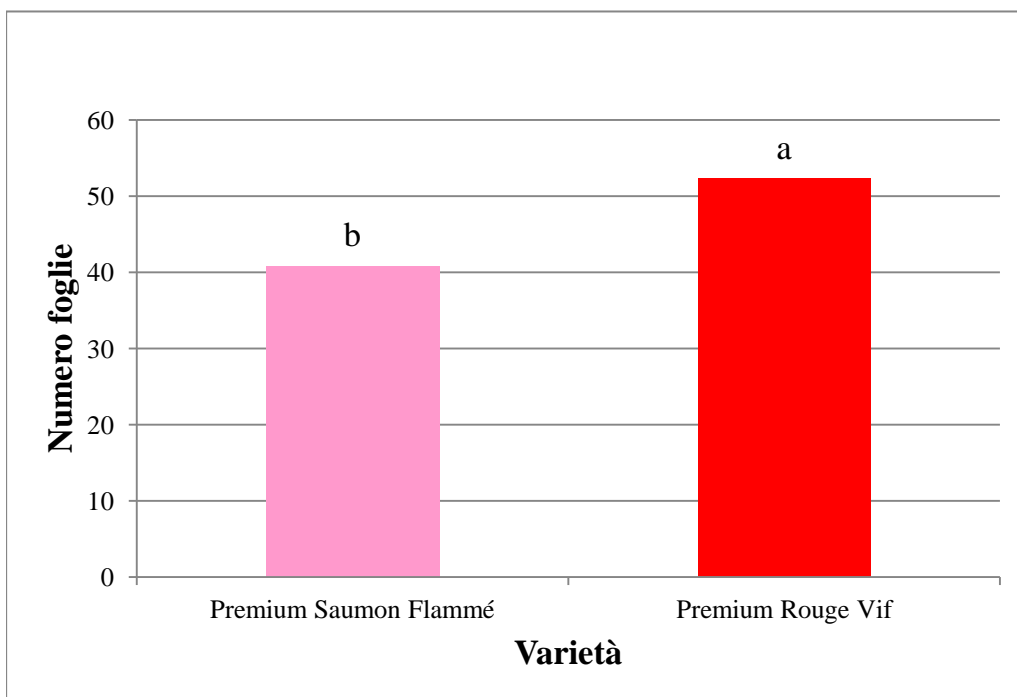


Figura 23. Influenza della varietà sul numero di foglie del ciclamino (rilievo distruttivo). Barre di istogramma con lettere diverse differiscono statisticamente per $P \leq 0,05$ (Test di Tukey).

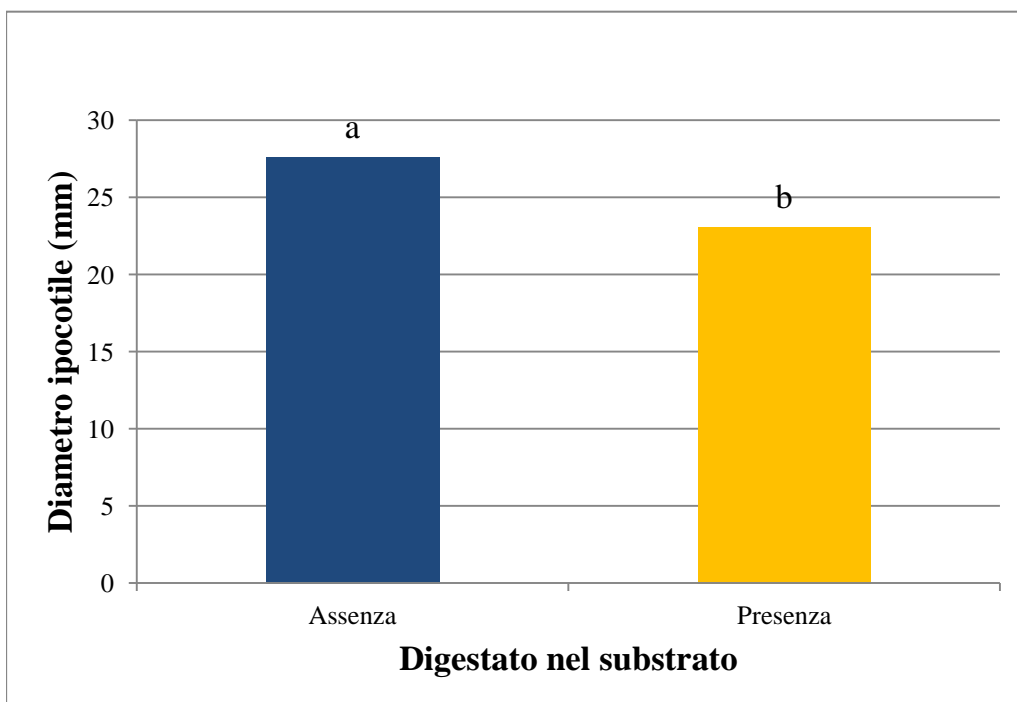


Figura 24. Influenza della presenza di digestato sul diametro dell'ipocotile del ciclamino. Barre di istogramma con lettere diverse differiscono statisticamente per $P \leq 0,05$ (Test di Tukey).

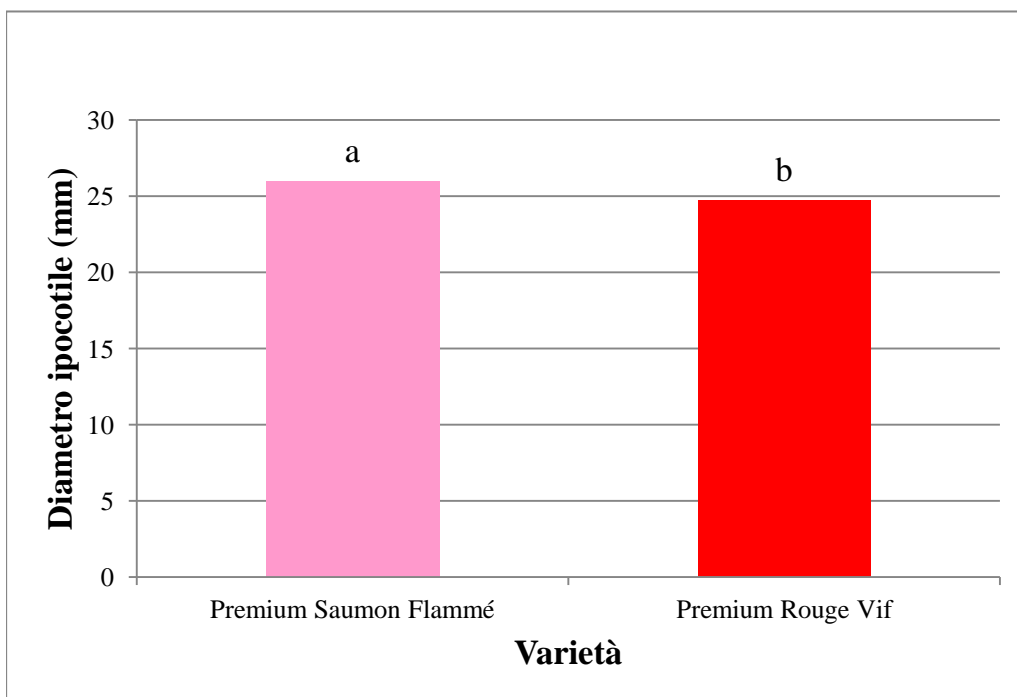


Figura 25. Influenza della varietà sul diametro dell'ipocotile del ciclamino. Barre di istogramma con lettere diverse differiscono statisticamente per $P \leq 0,05$ (Test di Tukey).

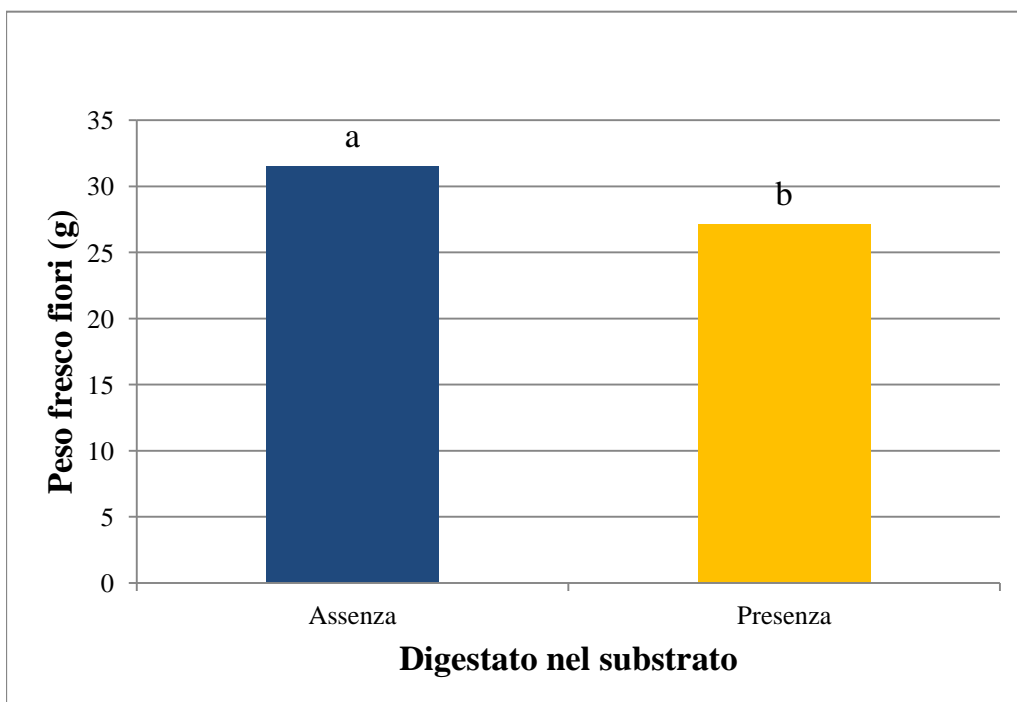


Figura 26. Influenza della presenza di digestato sul peso fresco dei fiori del ciclamino. Barre di istogramma con lettere diverse differiscono statisticamente per $P \leq 0,05$ (Test di Tukey).

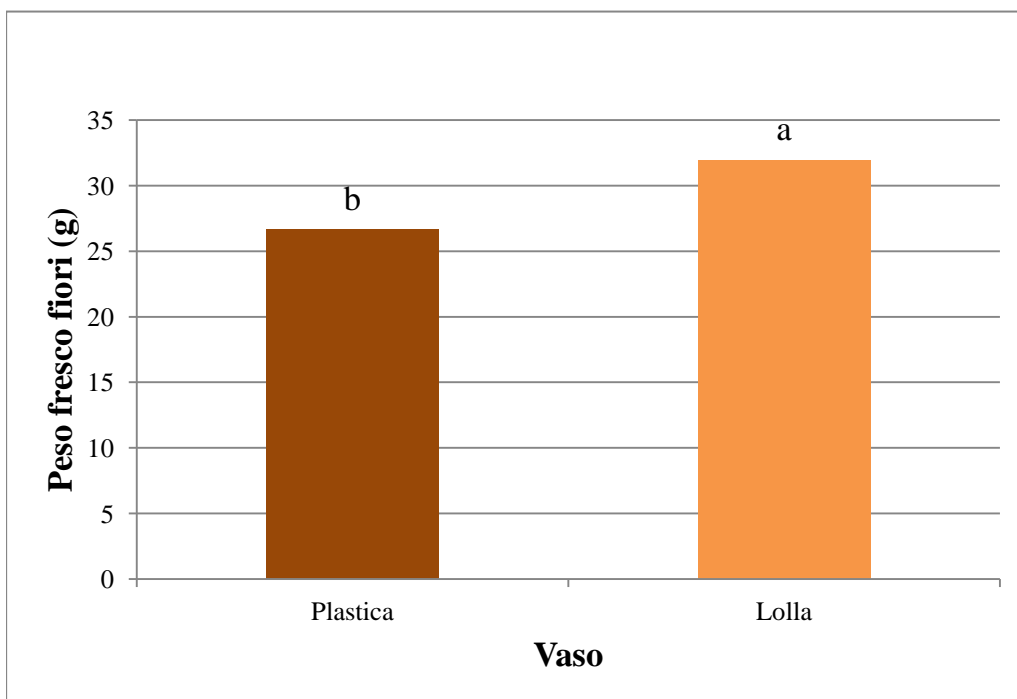


Figura 27. Influenza del vaso sul peso fresco dei fiori del ciclamino. Barre di istogramma con lettere diverse differiscono statisticamente per $P \leq 0,05$ (Test di Tukey).

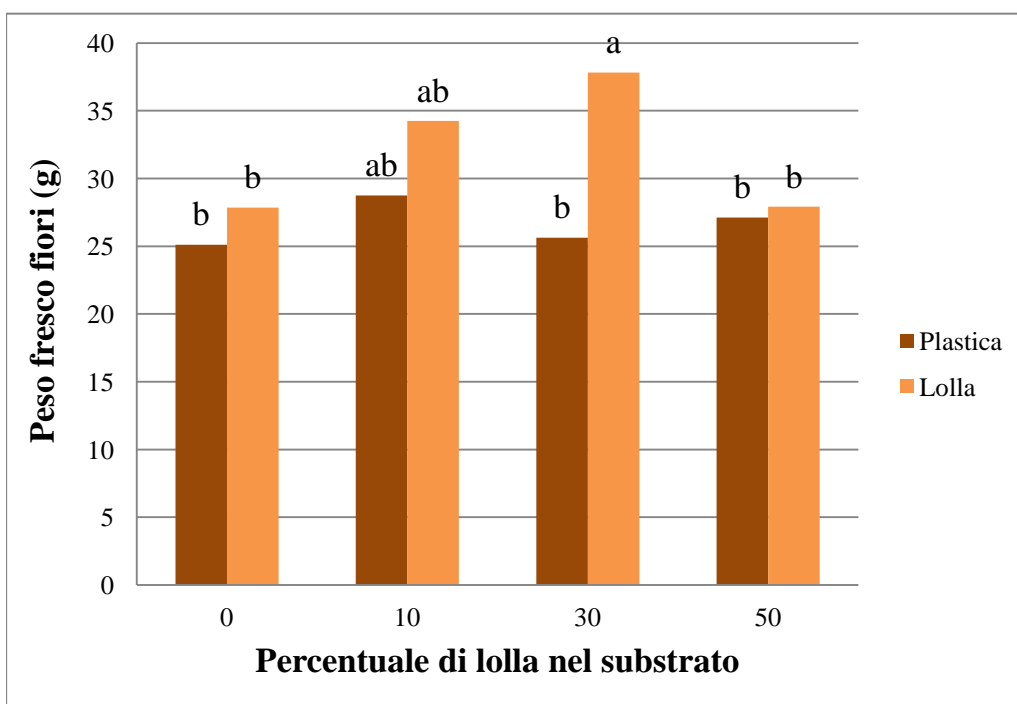


Figura 28. Effetto di interazione "% di lolla x tipo di vaso" sul peso fresco dei fiori del ciclamino. Barre di istogramma con lettere diverse differiscono statisticamente per $P \leq 0,05$ (Test di Tukey).

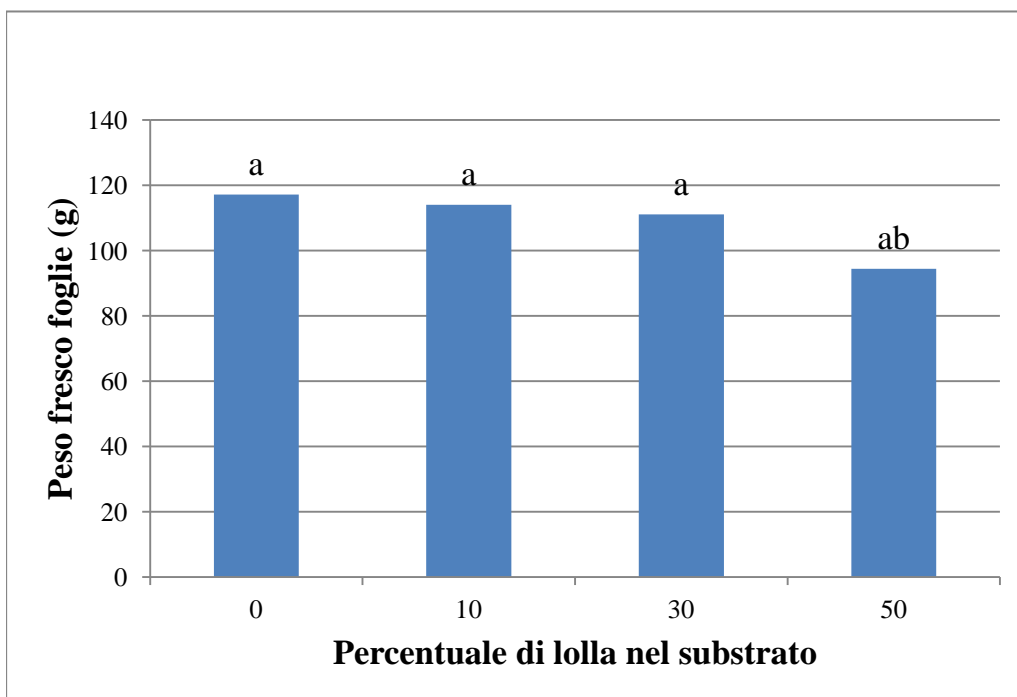


Figura 29. Influenza della percentuale di lolla sul peso fresco delle foglie del ciclamino. Barre di istogramma con lettere diverse differiscono statisticamente per $P \leq 0,05$ (Test di Tukey).

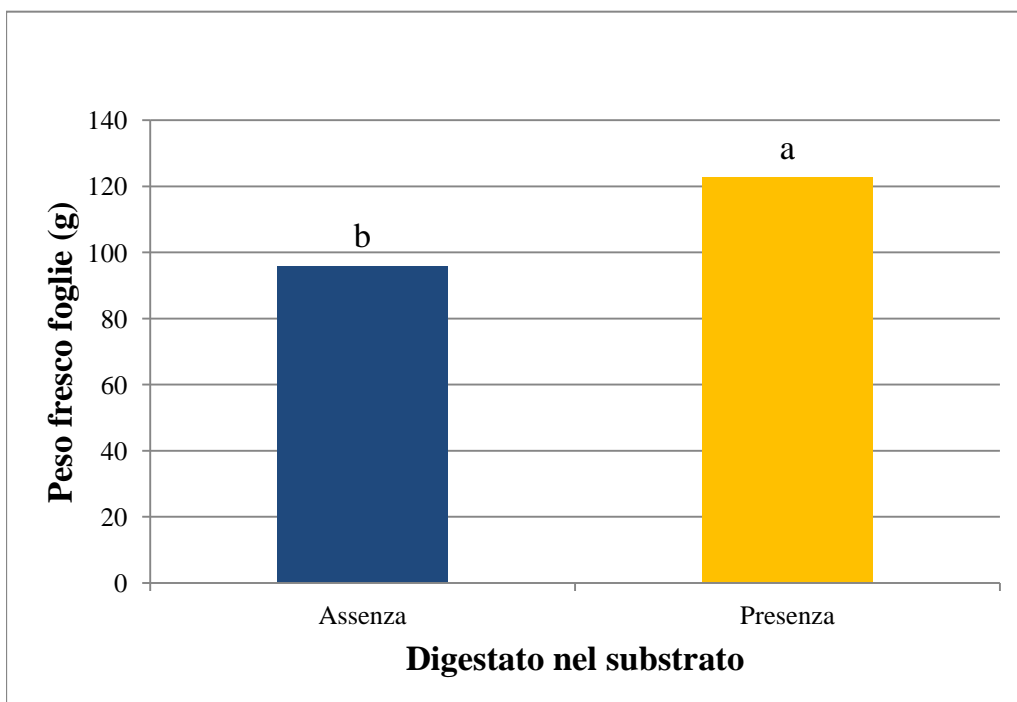


Figura 30. Influenza della presenza di digestato sul peso fresco delle foglie del ciclamino. Barre di istogramma con lettere diverse differiscono statisticamente per $P \leq 0,05$ (Test di Tukey).

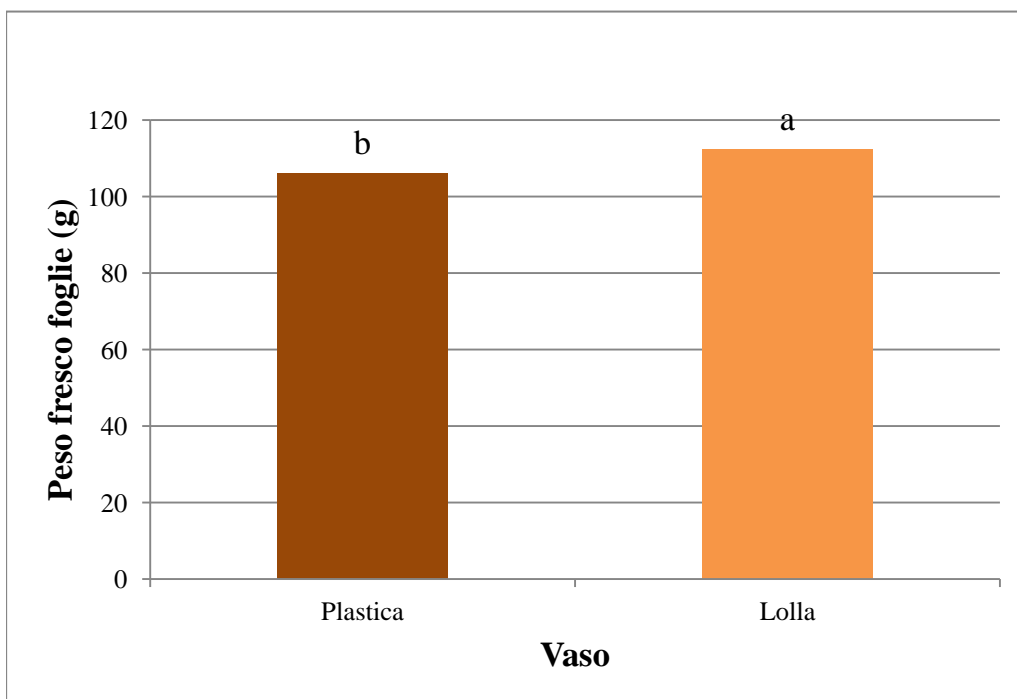


Figura 31. Influenza del vaso sul peso fresco delle foglie del ciclamino. Barre di istogramma con lettere diverse differiscono statisticamente per $P \leq 0,05$ (Test di Tukey).

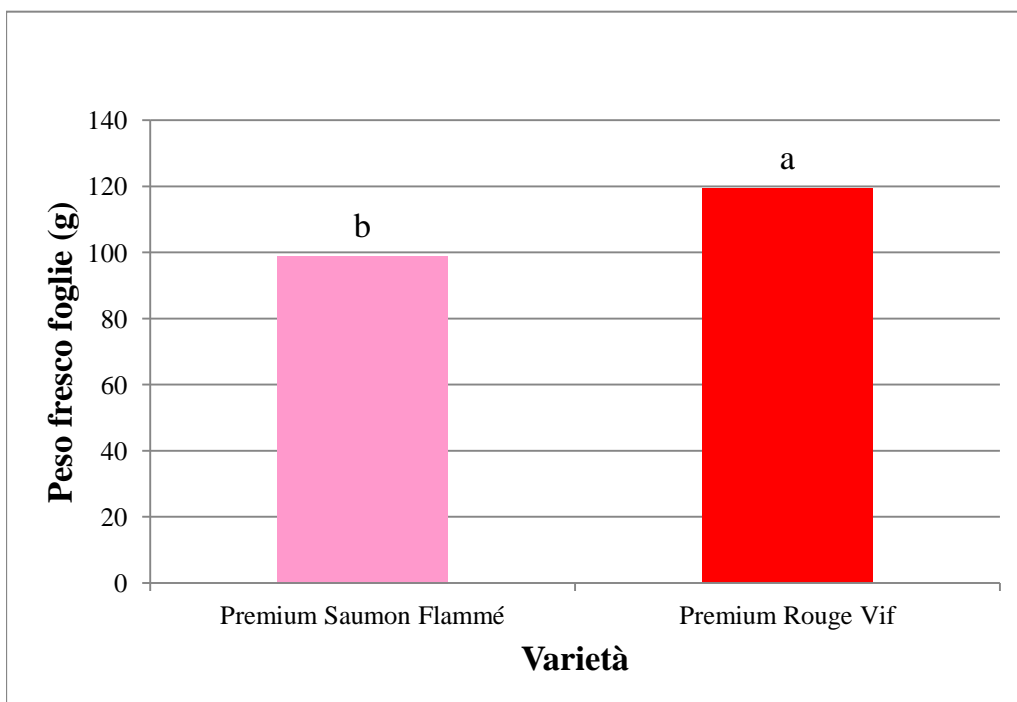


Figura 32. Influenza della varietà sul peso fresco delle foglie del ciclamino. Barre di istogramma con lettere diverse differiscono statisticamente per $P \leq 0,05$ (Test di Tukey).

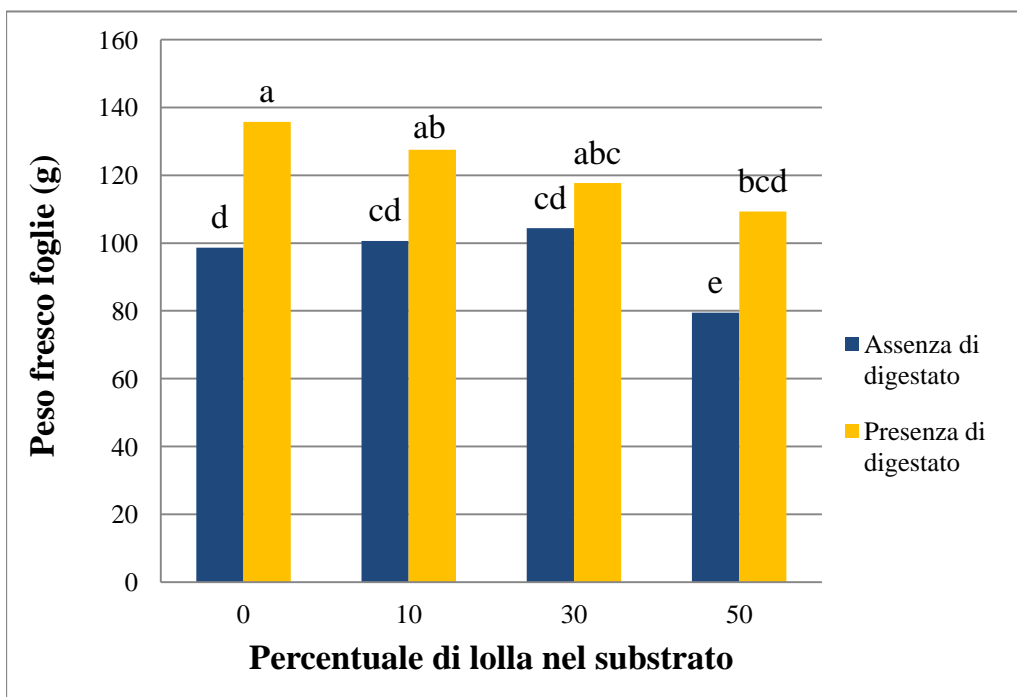


Figura 33. Effetto di interazione "% di lolla x presenza di digestato" sul peso fresco delle foglie del ciclamino. Barre di istogramma con lettere diverse differiscono statisticamente per $P \leq 0,05$ (Test di Tukey).

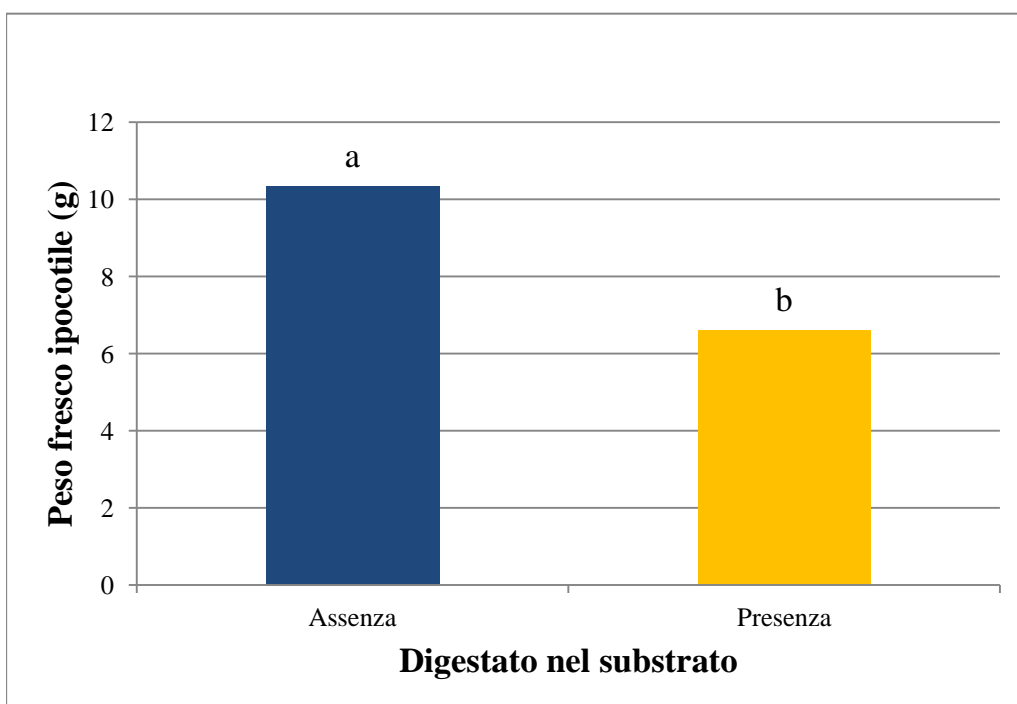


Figura 34. Influenza della presenza di digestato sul peso fresco dell'ipocotile del ciclamino. Barre di istogramma con lettere diverse differiscono statisticamente per $P \leq 0,05$ (Test di Tukey).

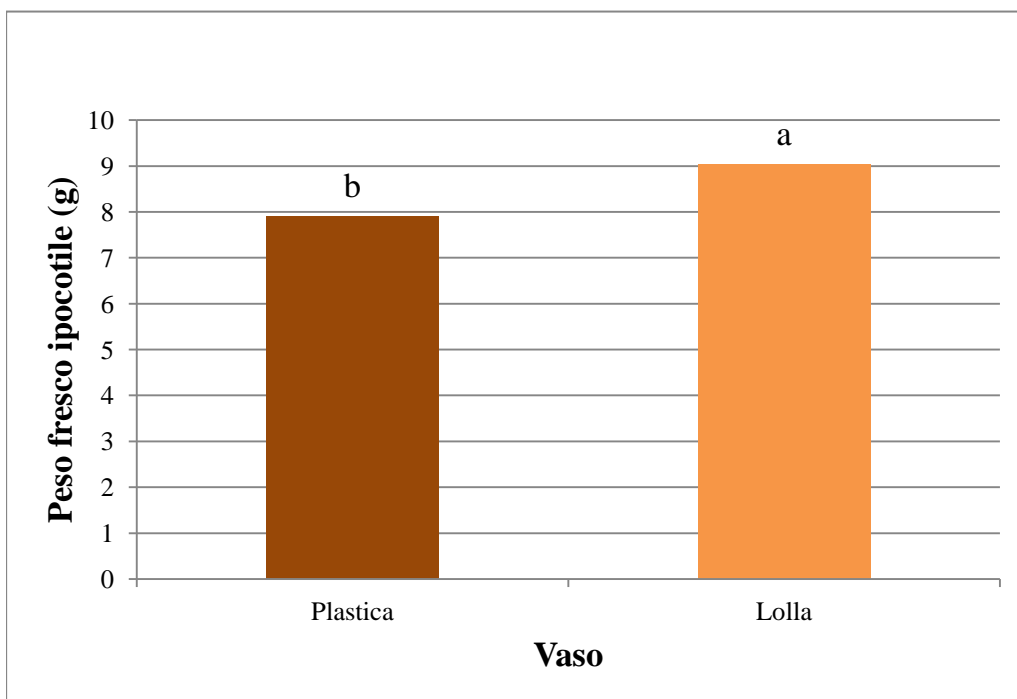


Figura 35. Influenza del vaso sul peso fresco dell'ipocotile del ciclamino. Barre di istogramma con lettere diverse differiscono statisticamente per $P \leq 0,05$ (Test di Tukey).

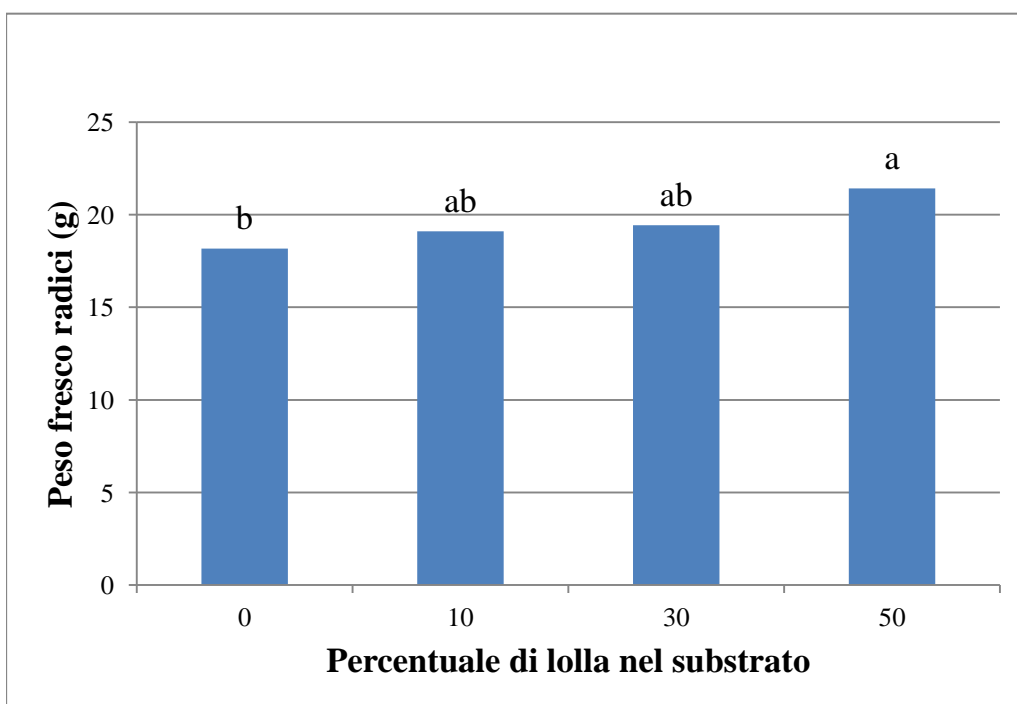


Figura 36. Influenza della percentuale di lolla sul peso fresco delle radici del ciclamino. Barre di istogramma con lettere diverse differiscono statisticamente per $P \leq 0,05$ (Test di Tukey).

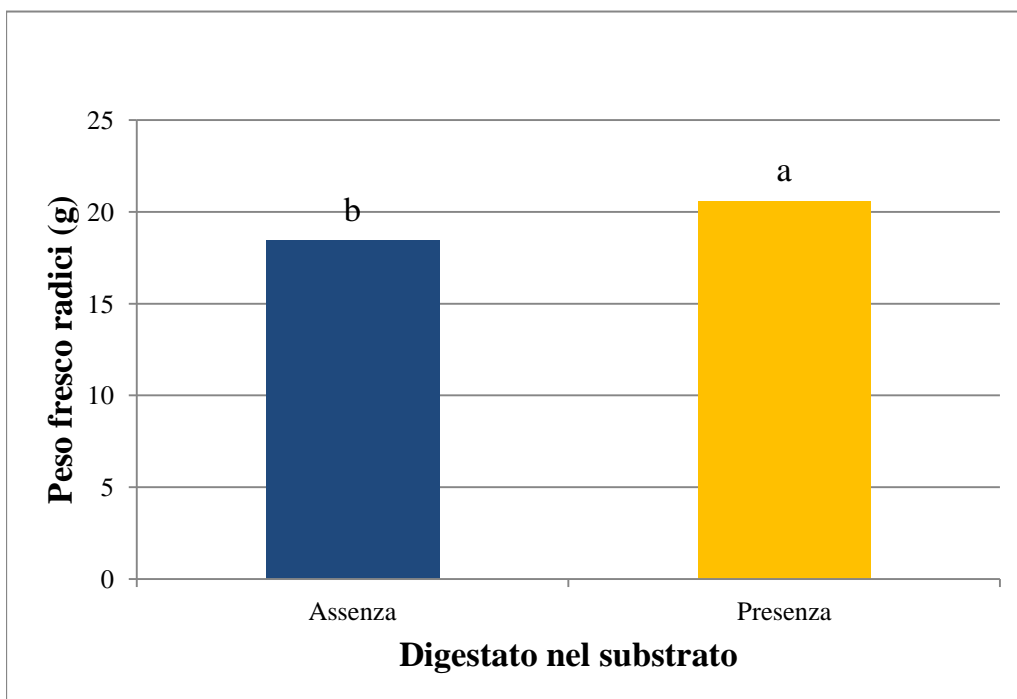


Figura 37. Influenza della presenza di digestato sul peso fresco delle radici del ciclamino. Barre di istogramma con lettere diverse differiscono statisticamente per $P \leq 0,05$ (Test di Tukey).

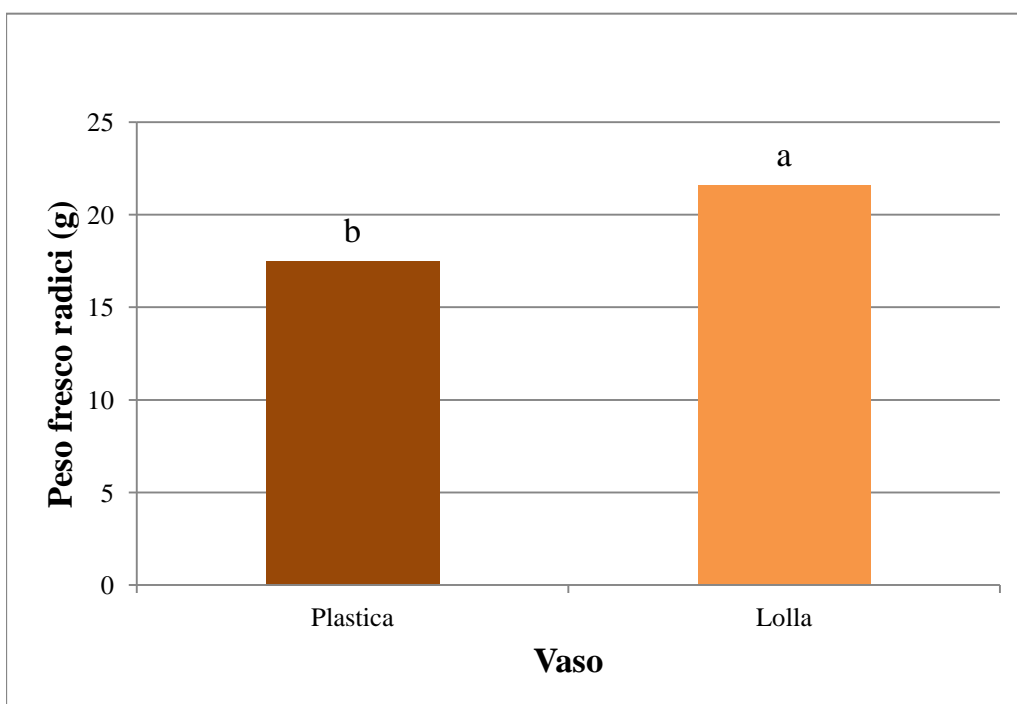


Figura 38. Influenza del vaso sul peso fresco delle radici del ciclamino. Barre di istogramma con lettere diverse differiscono statisticamente per $P \leq 0,05$ (Test di Tukey).

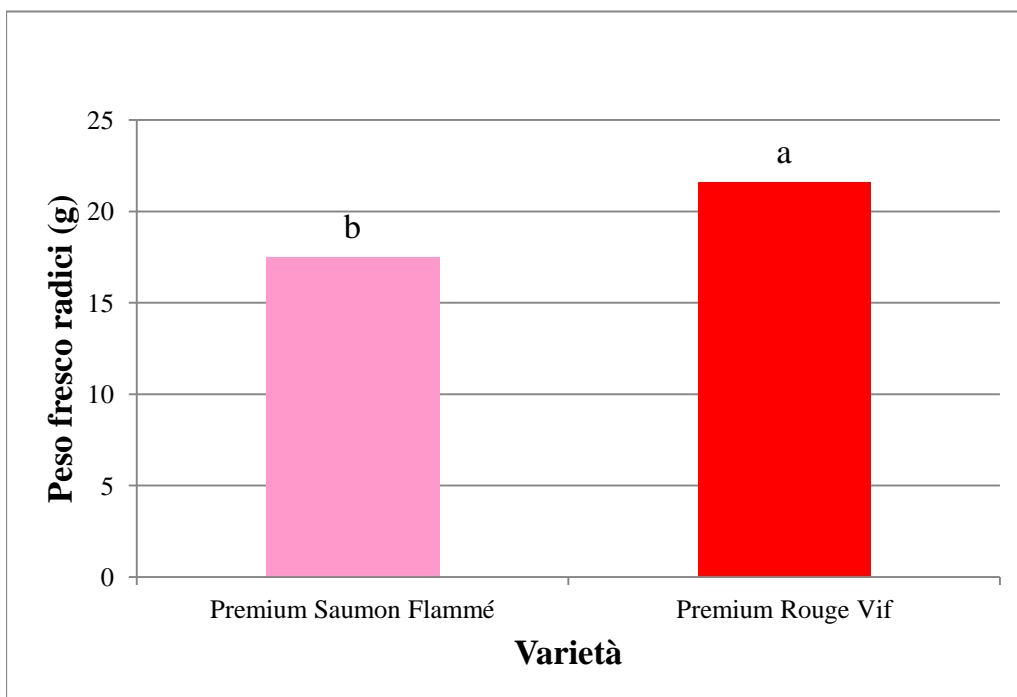


Figura 39. Influenza della varietà sul peso fresco delle radici del ciclamino. Barre di istogramma con lettere diverse differiscono statisticamente per $P \leq 0,05$ (Test di Tukey).

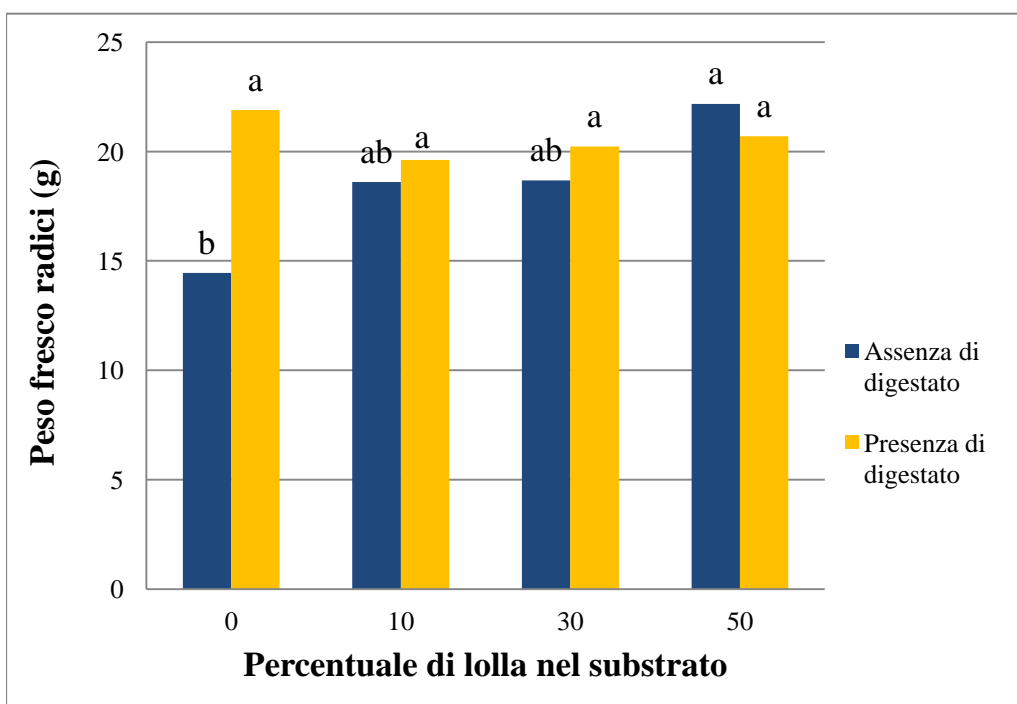


Figura 40. Effetto di interazione "% di lolla x presenza di digestato" sul peso fresco delle radici del ciclamino. Barre di istogramma con lettere diverse differiscono statisticamente per $P \leq 0,05$ (Test di Tukey).

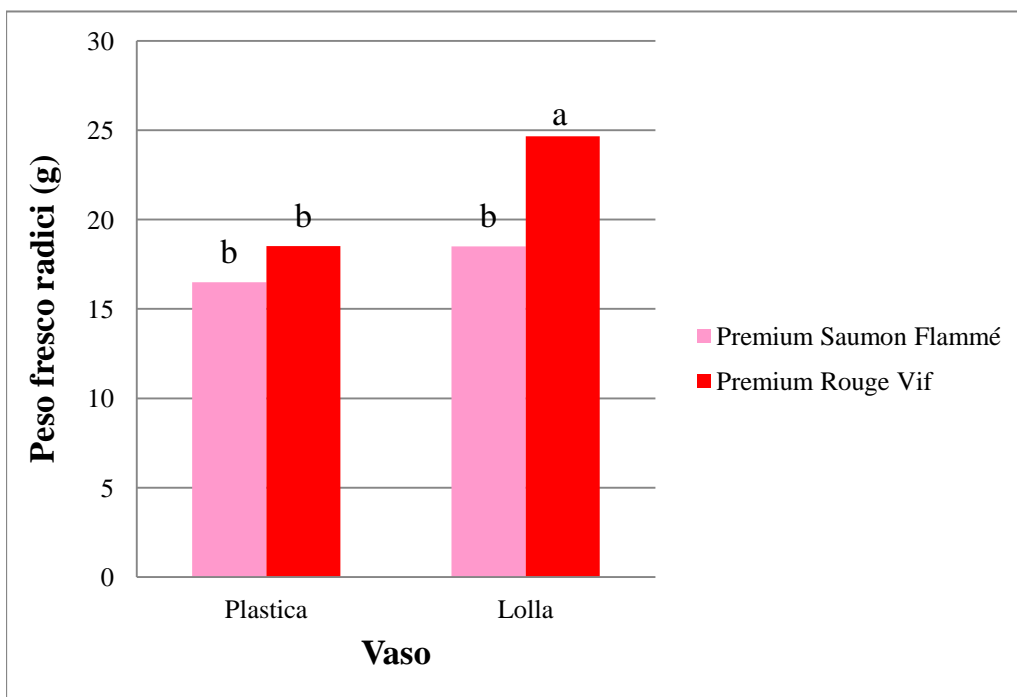


Figura 41. Effetto di interazione "tipo di vaso x varietà" sul peso fresco delle radici del ciclamino. Barre di istogramma con lettere diverse differiscono statisticamente per $P \leq 0,05$ (Test di Tukey).

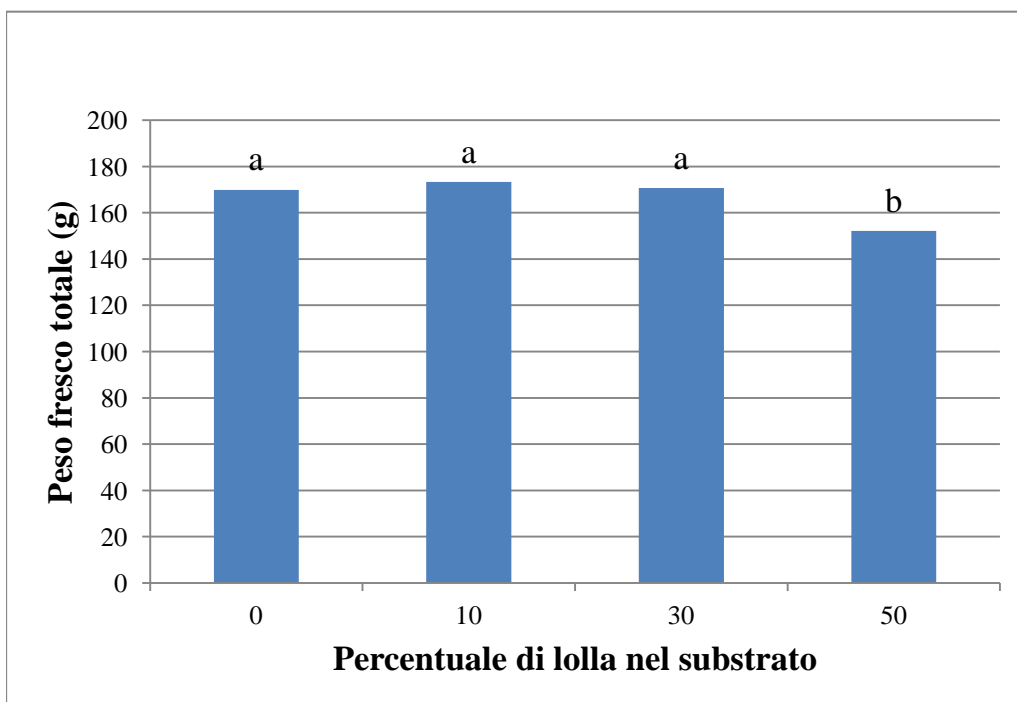


Figura 42. Influenza della percentuale di lolla sul peso fresco totale del ciclamino. Barre di istogramma con lettere diverse differiscono statisticamente per $P \leq 0,05$ (Test di Tukey).

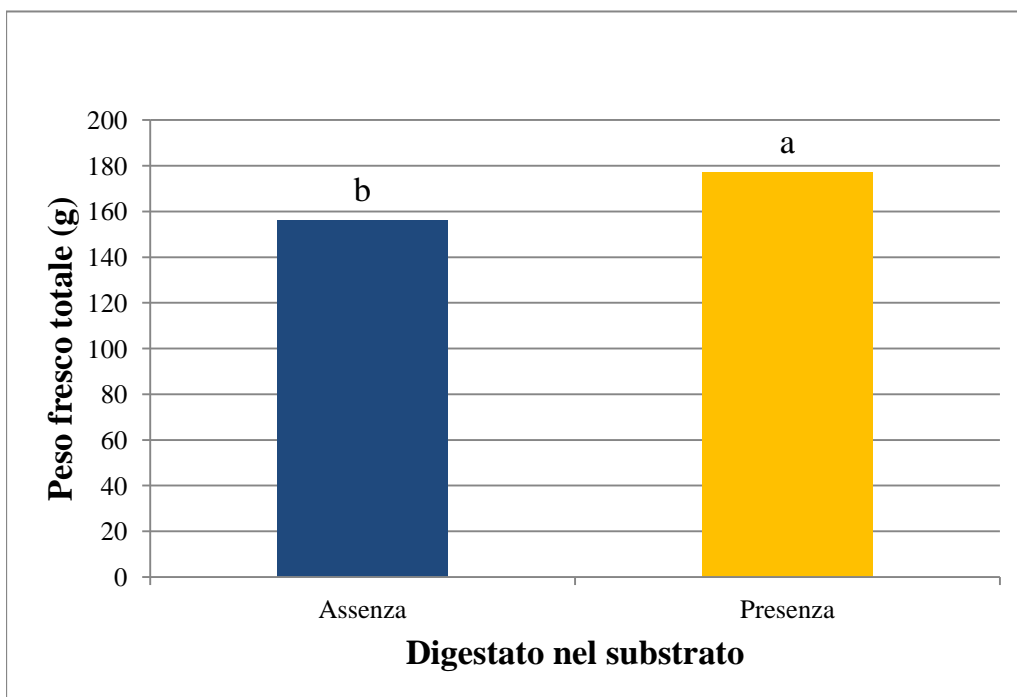


Figura 43. Influenza della presenza di digestato sul peso fresco totale del ciclamino. Barre di istogramma con lettere diverse differiscono statisticamente per $P \leq 0,05$ (Test di Tukey).

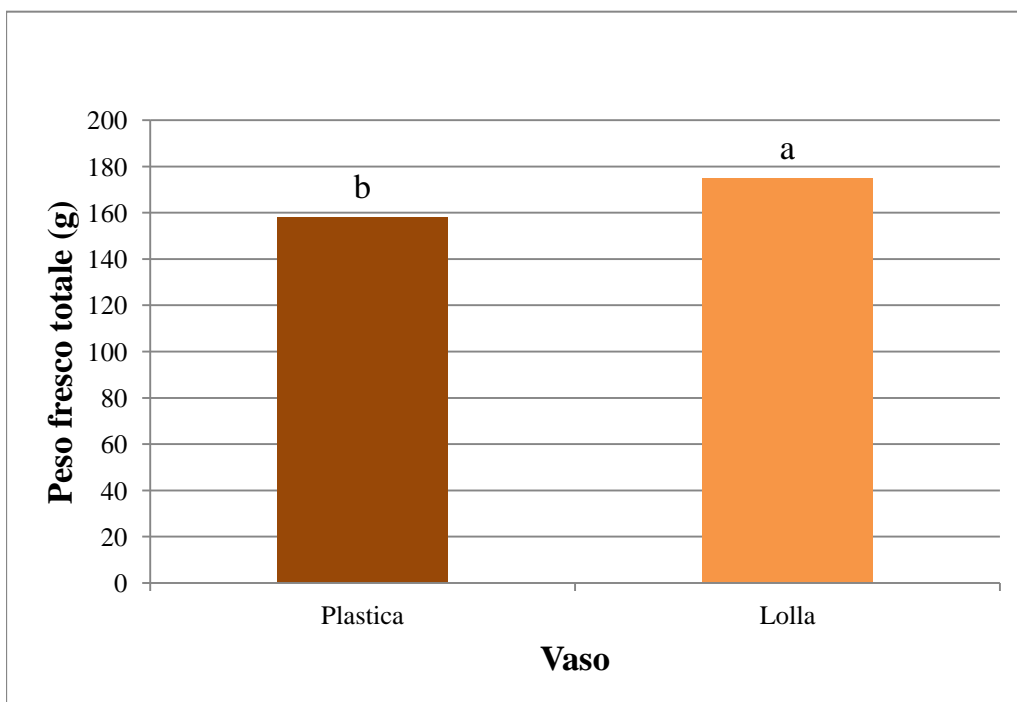


Figura 44. Influenza del vaso sul peso fresco totale del ciclamino. Barre di istogramma con lettere diverse differiscono statisticamente per $P \leq 0,05$ (Test di Tukey).

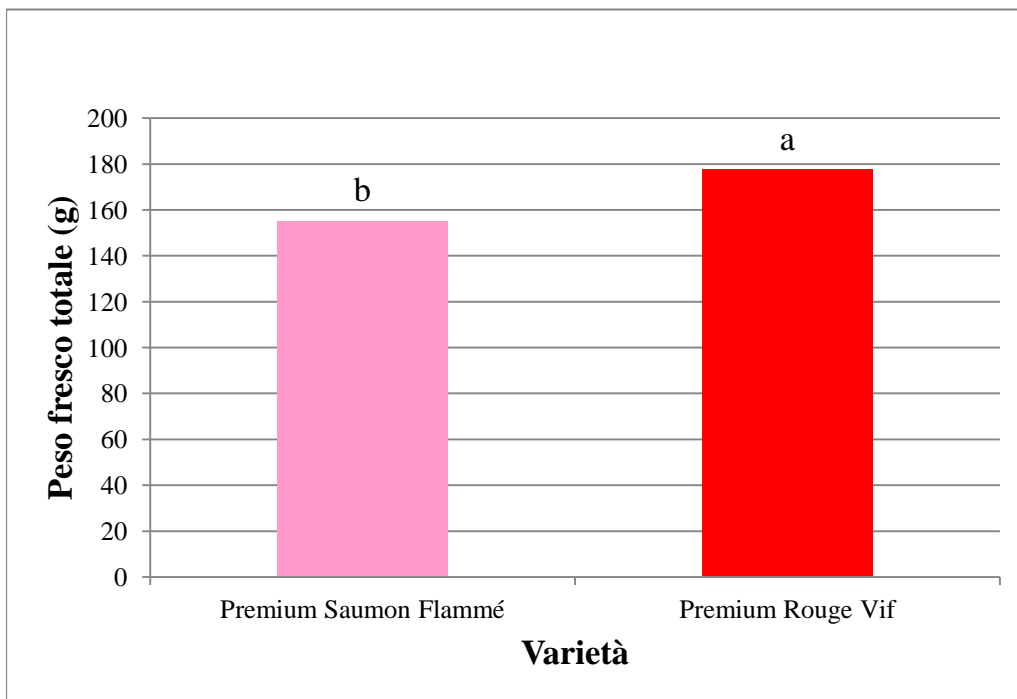


Figura 45. Influenza della varietà sul peso fresco totale del ciclamine. Barre di istogramma con lettere diverse differiscono statisticamente per $P \leq 0,05$ (Test di Tukey).

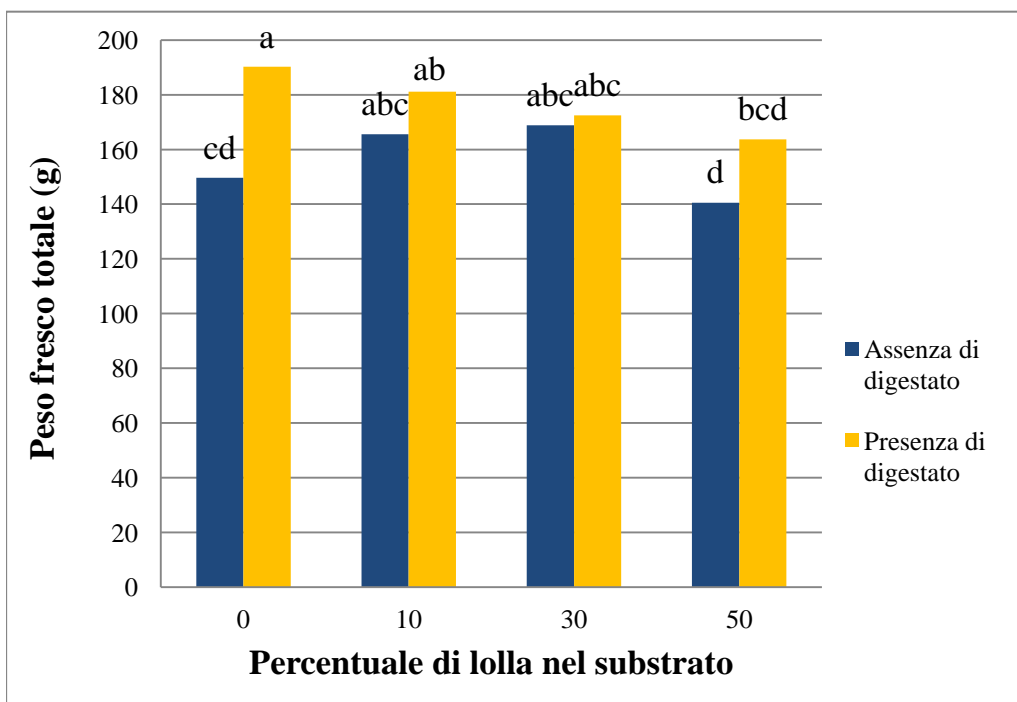


Figura 46. Effetto di interazione "% di lolla x presenza di digestato" sul peso fresco totale del ciclamine. Barre di istogramma con lettere diverse differiscono statisticamente per $P \leq 0,05$ (Test di Tukey).

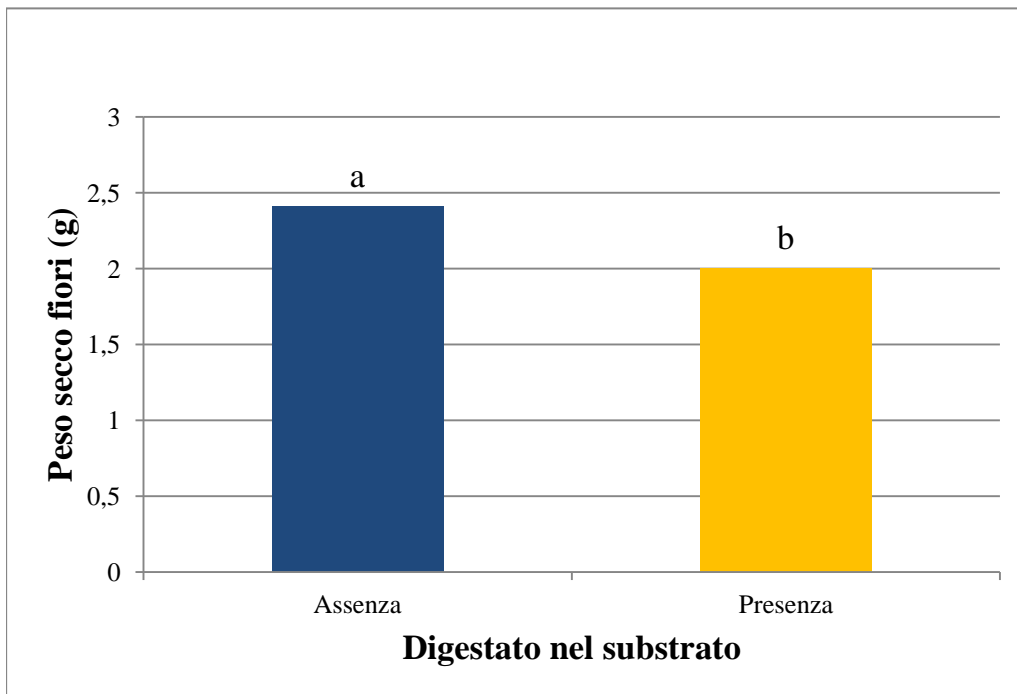


Figura 47. Influenza della presenza di digestato sul peso secco dei fiori del ciclamino. Barre di istogramma con lettere diverse differiscono statisticamente per $P \leq 0,05$ (Test di Tukey).

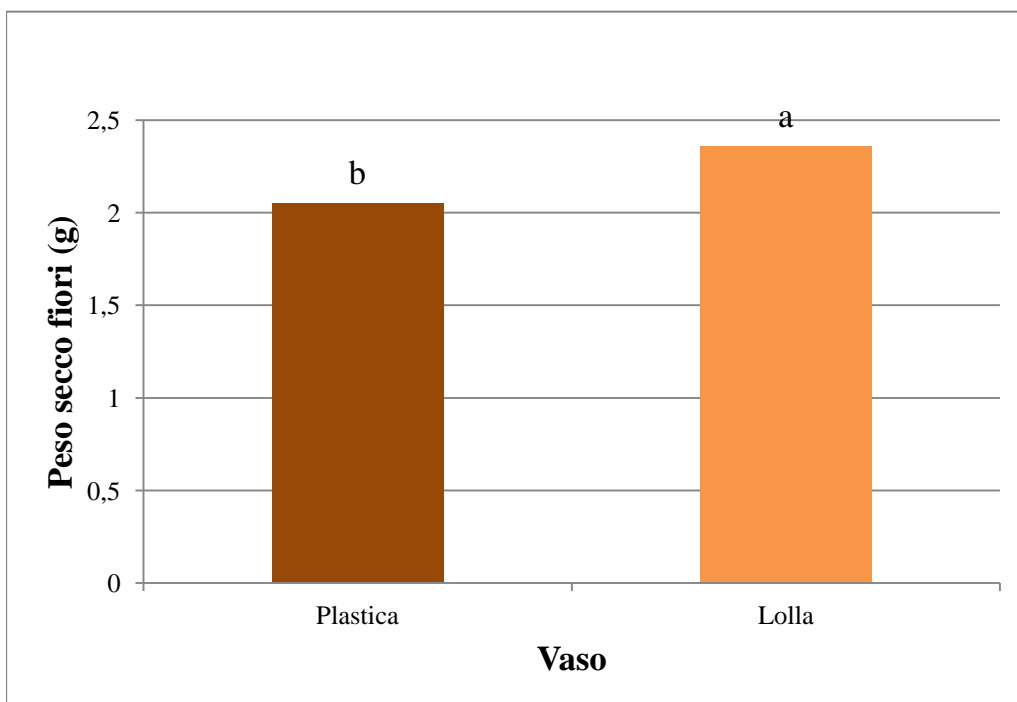


Figura 48. Influenza del vaso sul peso secco dei fiori del ciclamino. Barre di istogramma con lettere diverse differiscono statisticamente per $P \leq 0,05$ (Test di Tukey).

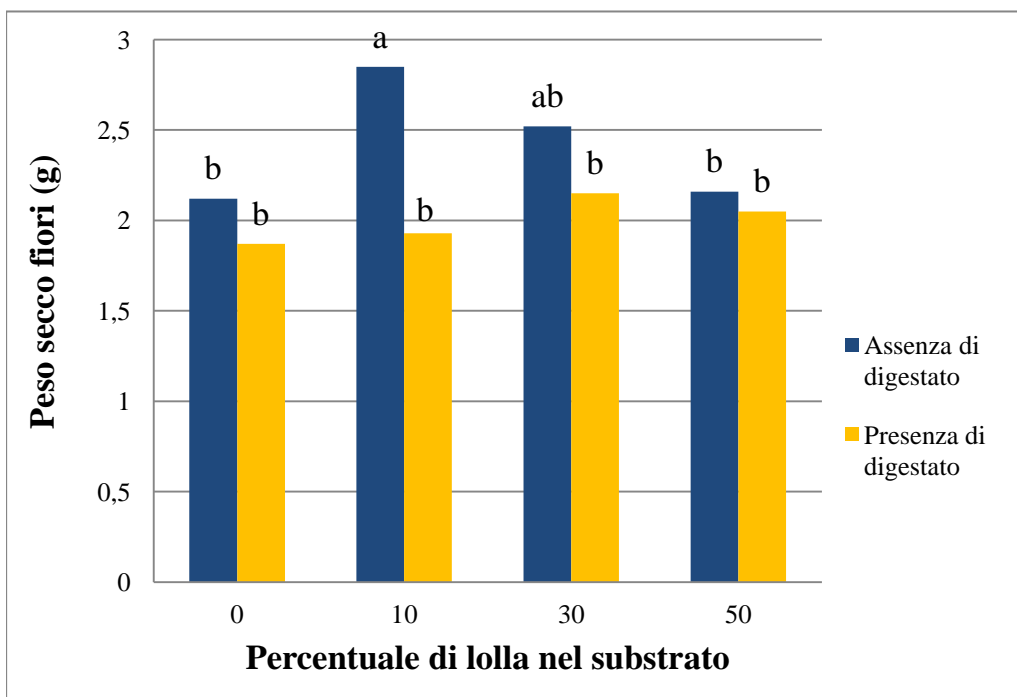


Figura 49. Effetto di interazione "% di lolla x presenza di digestato" sul peso secco dei fiori del ciclamino. Barre di istogramma con lettere diverse differiscono statisticamente per $P \leq 0,05$ (Test di Tukey).

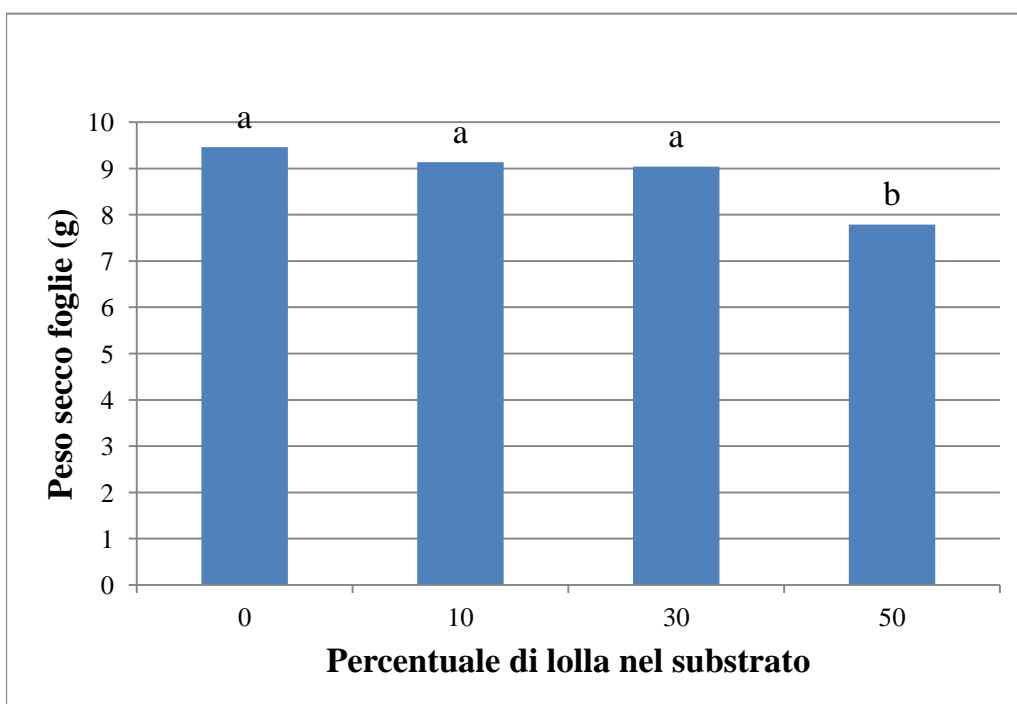


Figura 50. Influenza della percentuale di lolla sul peso secco delle foglie del ciclamino. Barre di istogramma con lettere diverse differiscono statisticamente per $P \leq 0,05$ (Test di Tukey).

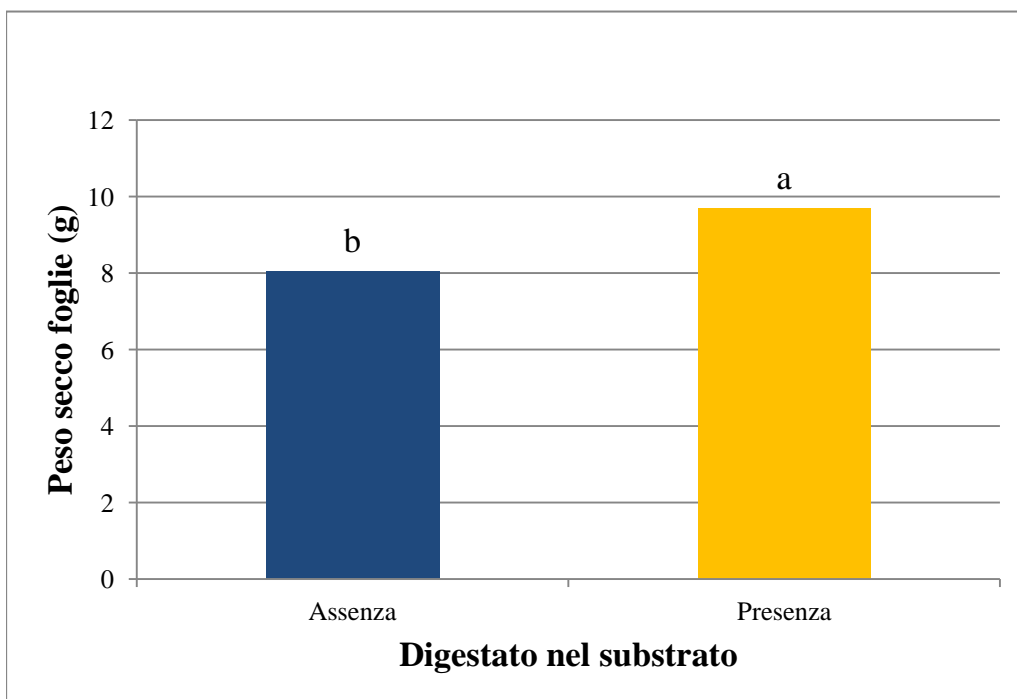


Figura 51. Influenza della presenza di digestato sul peso secco delle foglie del ciclamino. Barre di istogramma con lettere diverse differiscono statisticamente per $P \leq 0,05$ (Test di Tukey).

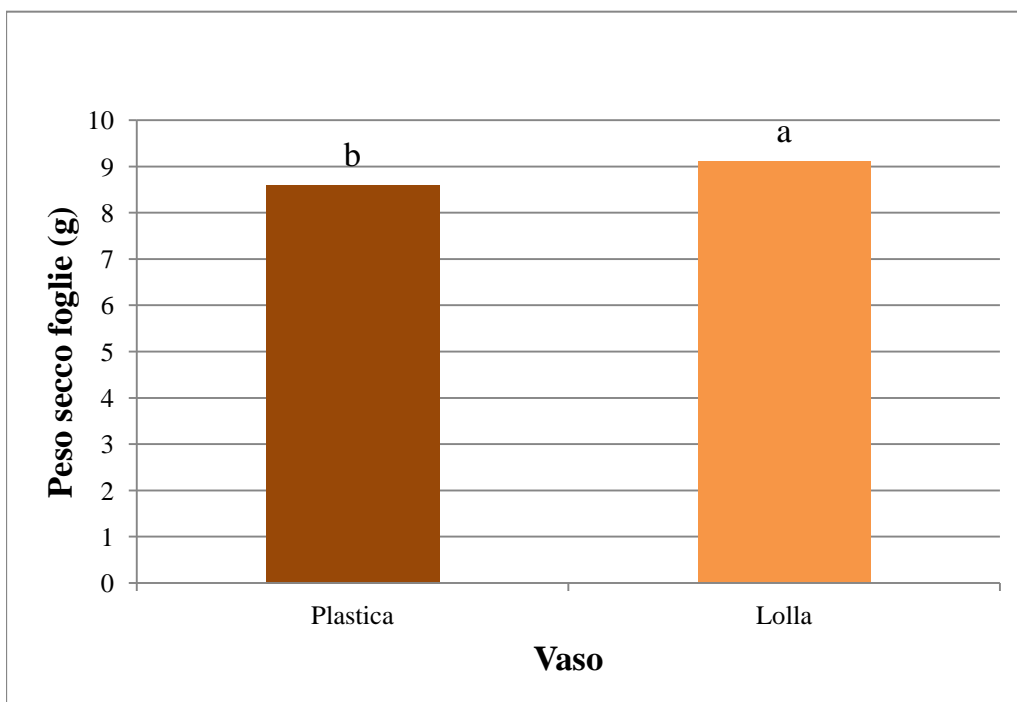


Figura 52. Influenza del vaso sul peso secco delle foglie del ciclamino. Barre di istogramma con lettere diverse differiscono statisticamente per $P \leq 0,05$ (Test di Tukey).

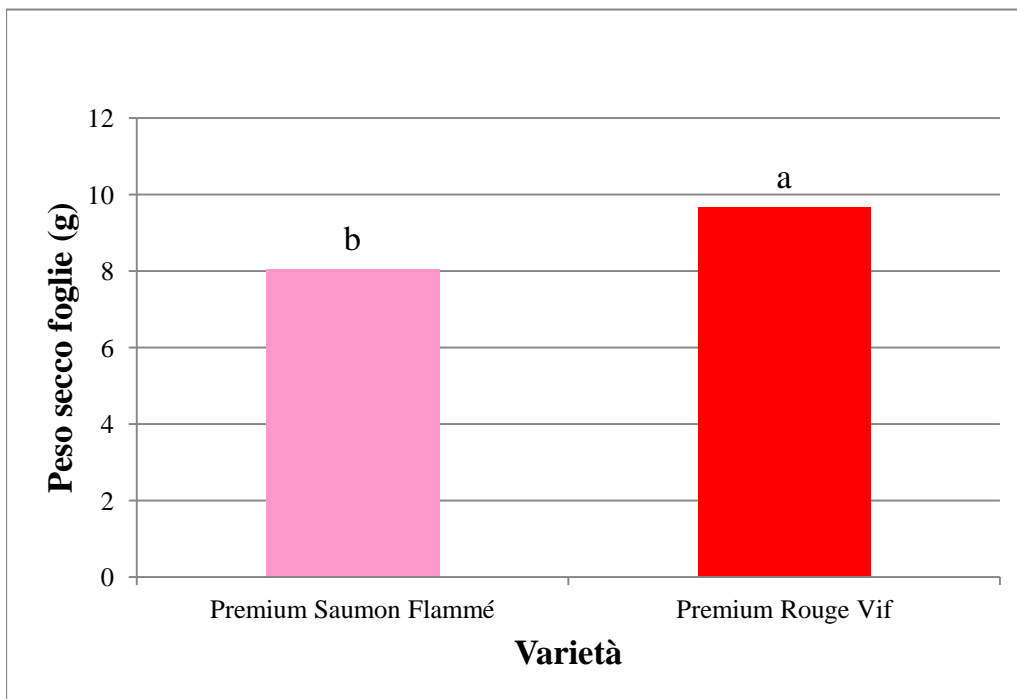


Figura 53. Influenza della varietà sul peso secco delle foglie del ciclamino. Barre di istogramma con lettere diverse differiscono statisticamente per $P \leq 0,05$ (Test di Tukey).

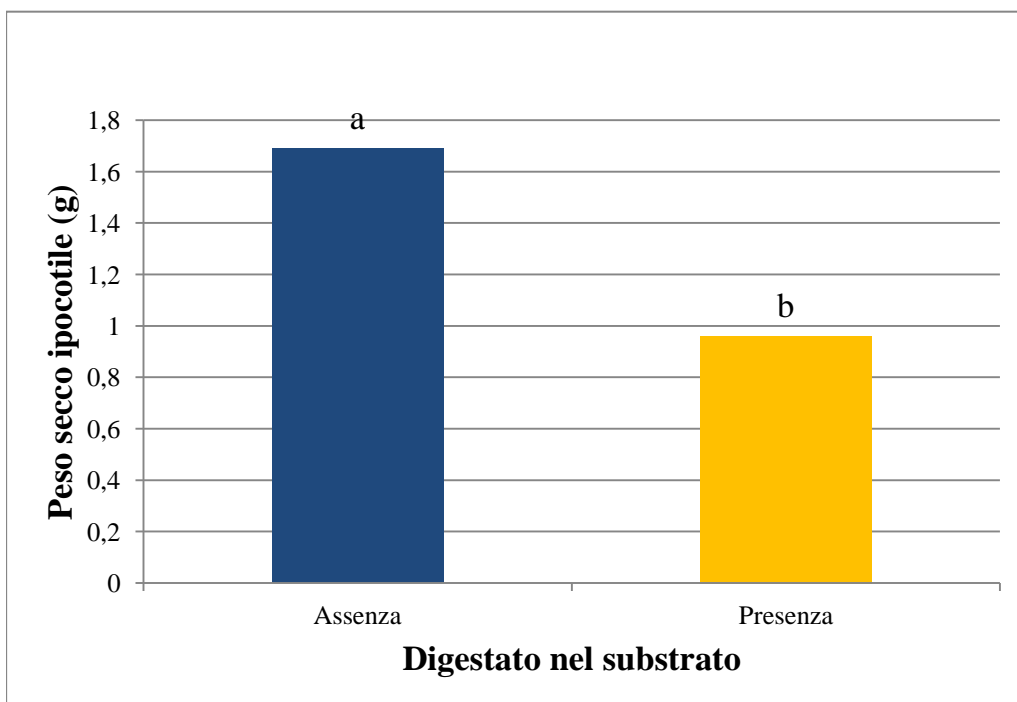


Figura 54. Influenza della presenza di digestato sul peso secco dell'ipocotile del ciclamino. Barre di istogramma con lettere diverse differiscono statisticamente per $P \leq 0,05$ (Test di Tukey).

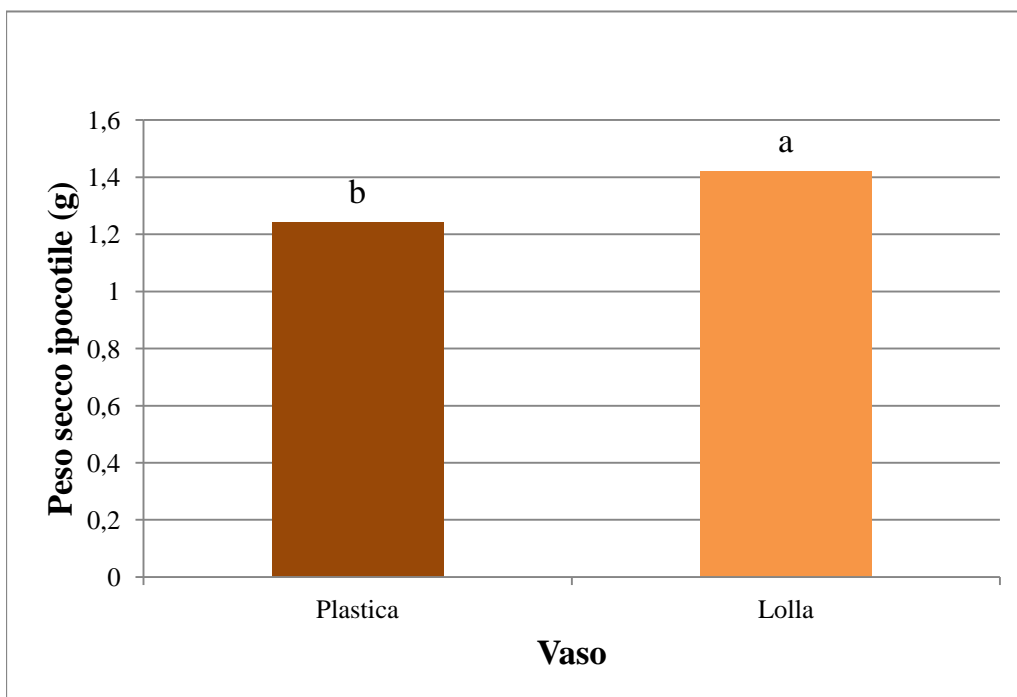


Figura 55. Influenza del vaso sul peso secco dell'ipocotile del ciclamino. Barre di istogramma con lettere diverse differiscono statisticamente per $P \leq 0,05$ (Test di Tukey).

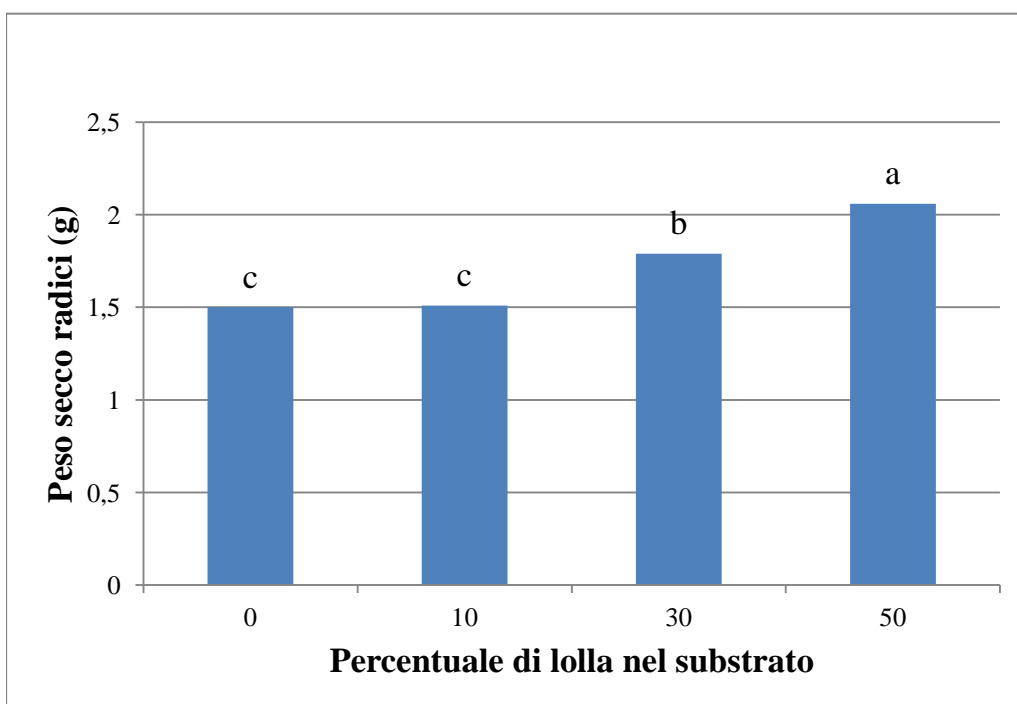


Figura 56. Influenza della percentuale di lolla sul peso secco delle radici del ciclamino. Barre di istogramma con lettere diverse differiscono statisticamente per $P \leq 0,05$ (Test di Tukey).

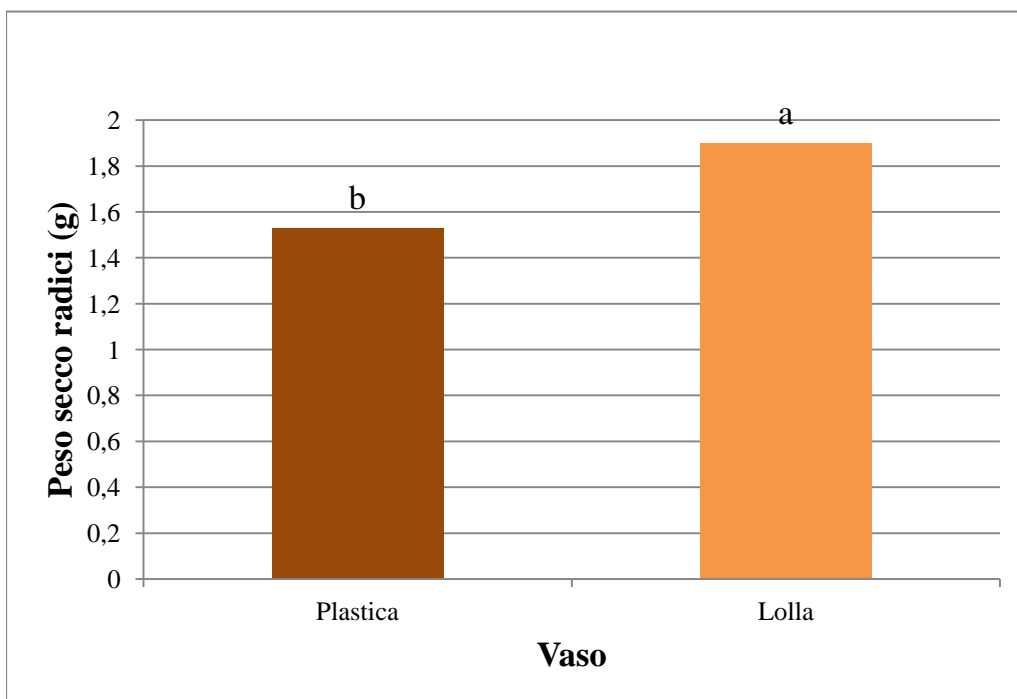


Figura 57. Influenza del vaso sul peso secco delle radici del ciclamino. Barre di istogramma con lettere diverse differiscono statisticamente per $P \leq 0,05$ (Test di Tukey).

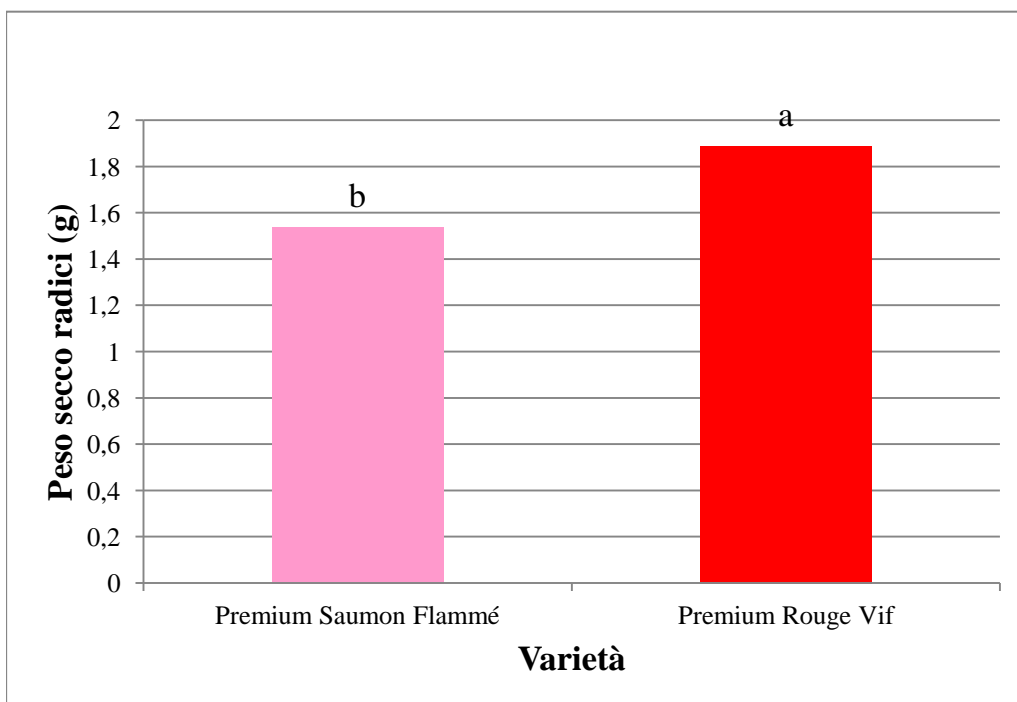


Figura 58. Influenza della varietà sul peso secco delle radici del ciclamino. Barre di istogramma con lettere diverse differiscono statisticamente per $P \leq 0,05$ (Test di Tukey).

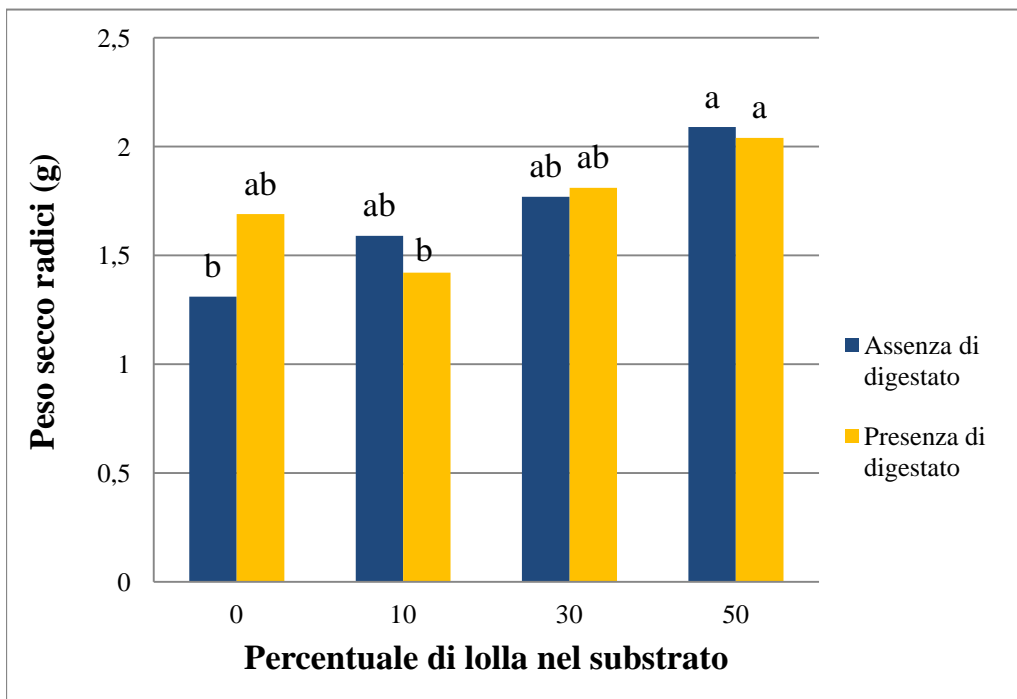


Figura 59. Effetto di interazione "% di lolla x presenza di digestato" sul peso secco delle radici del ciclamino. Barre di istogramma con lettere diverse differiscono statisticamente per $P \leq 0,05$ (Test di Tukey).

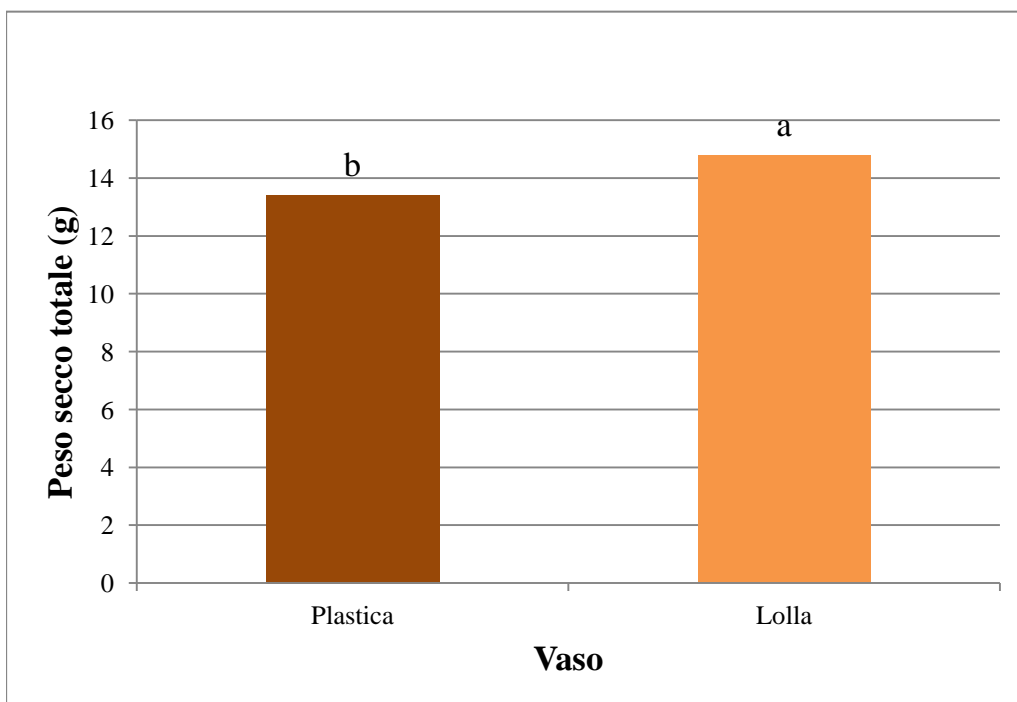


Figura 60. Influenza del vaso sul peso secco totale del ciclamino. Barre di istogramma con lettere diverse differiscono statisticamente per $P \leq 0,05$ (Test di Tukey).

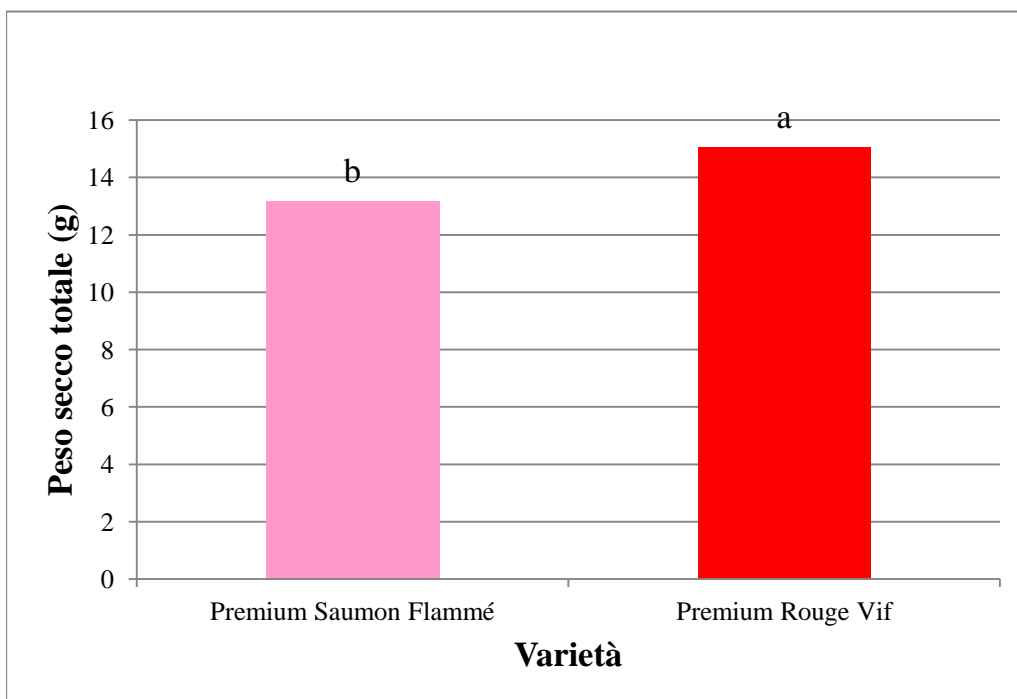


Figura 61. Influenza della varietà sul peso secco totale del ciclamino. Barre di istogramma con lettere diverse differiscono statisticamente per $P \leq 0,05$ (Test di Tukey).

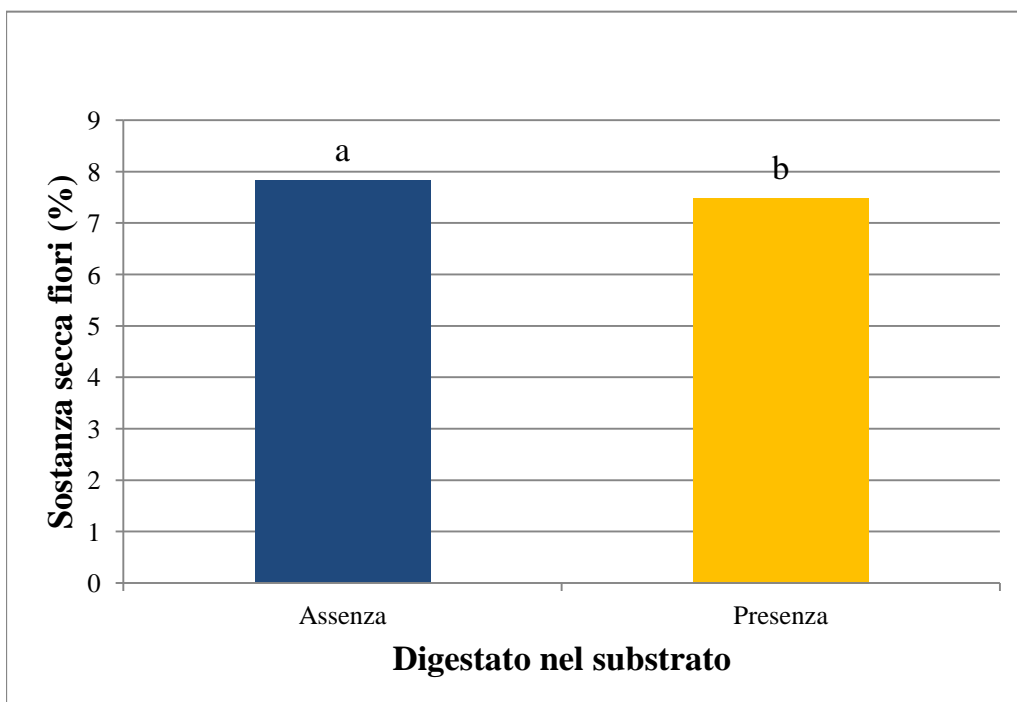


Figura 62. Influenza della presenza di digestato sulla percentuale di sostanza secca dei fiori del ciclamino. Barre di istogramma con lettere diverse differiscono statisticamente per $P \leq 0,05$ (Test di Tukey).

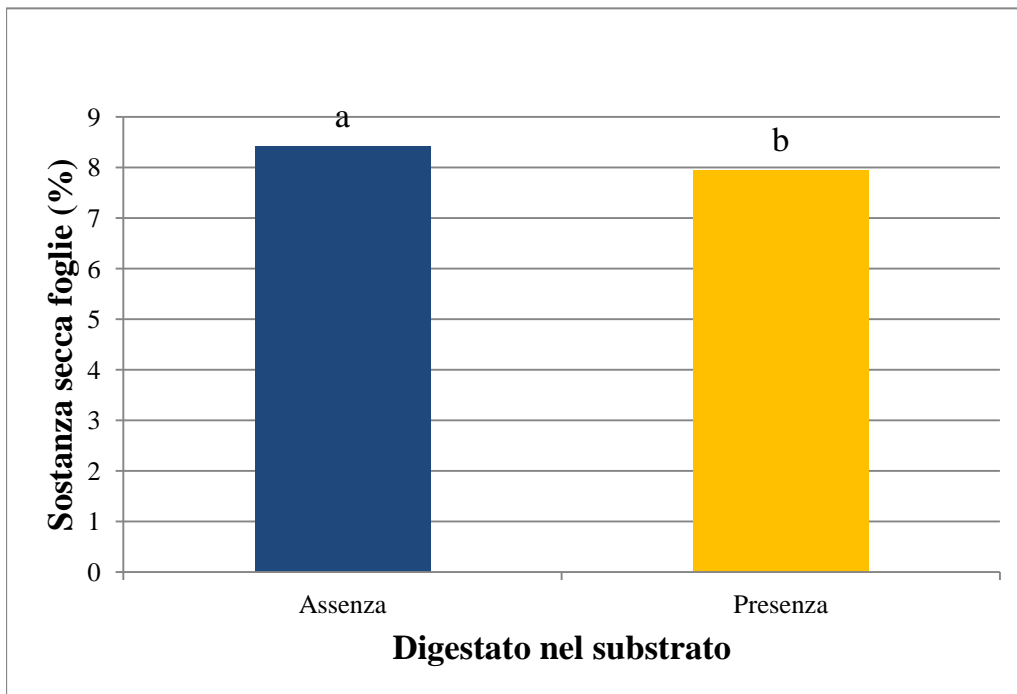


Figura 63. Influenza della presenza di digestato sulla percentuale di sostanza secca delle foglie del ciclamino. Barre di istogramma con lettere diverse differiscono statisticamente per $P \leq 0,05$ (Test di Tukey).

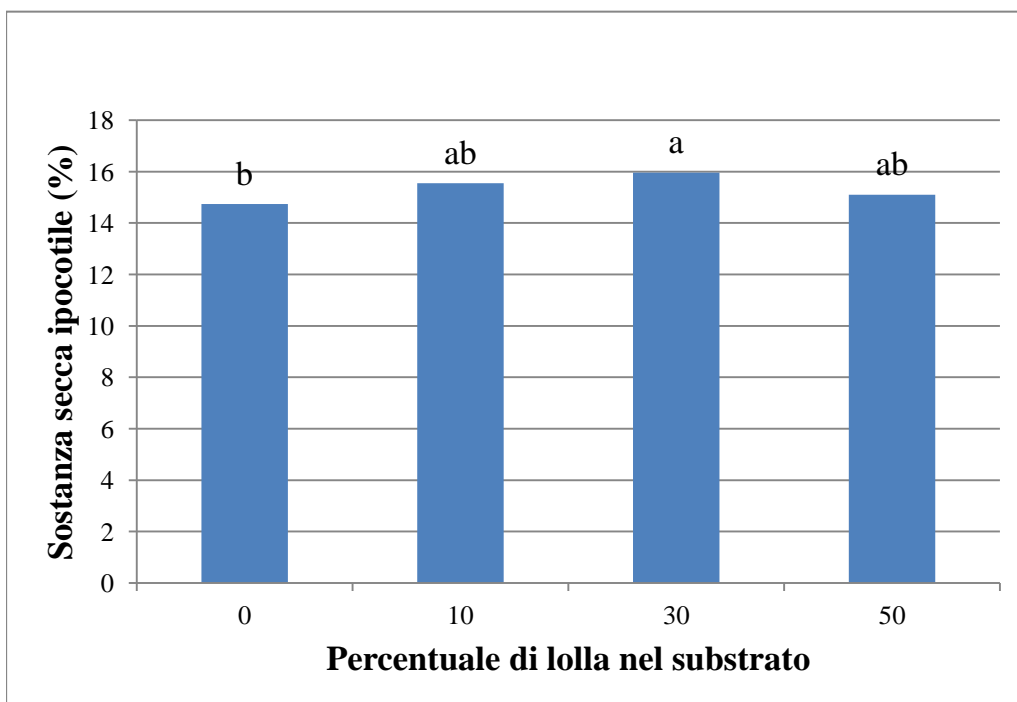


Figura 64. Influenza della percentuale di lolla sulla percentuale di sostanza secca dell'ipocotile del ciclamino. Barre di istogramma con lettere diverse differiscono statisticamente per $P \leq 0,05$ (Test di Tukey).

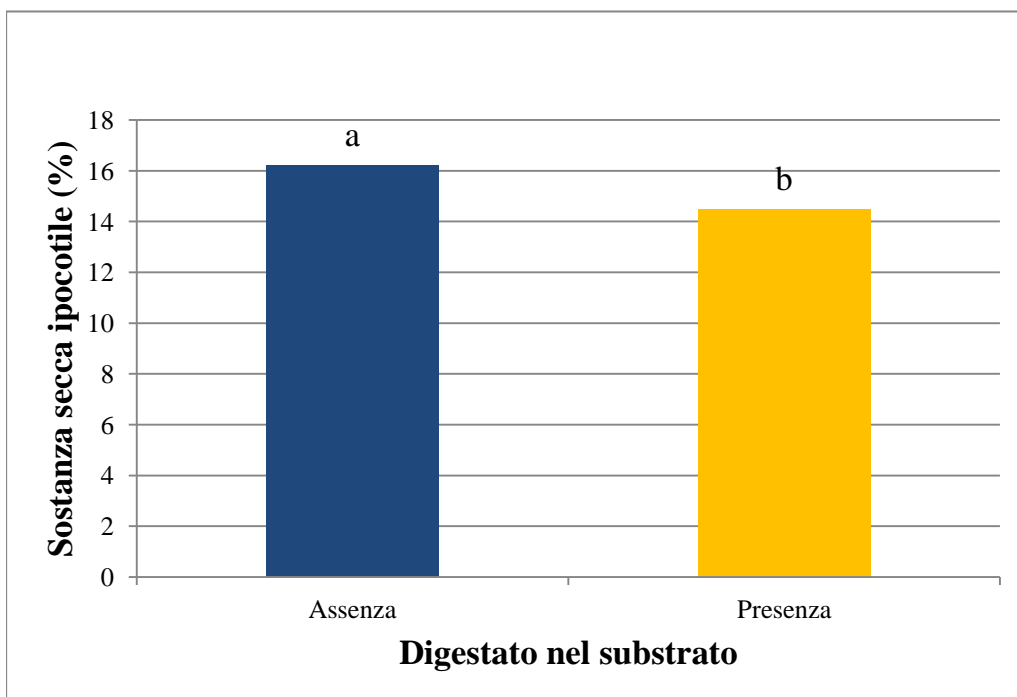


Figura 65. Influenza della presenza di digestato sulla percentuale di sostanza secca dell'ipocotile del ciclamino. Barre di istogramma con lettere diverse differiscono statisticamente per $P \leq 0,05$ (Test di Tukey).

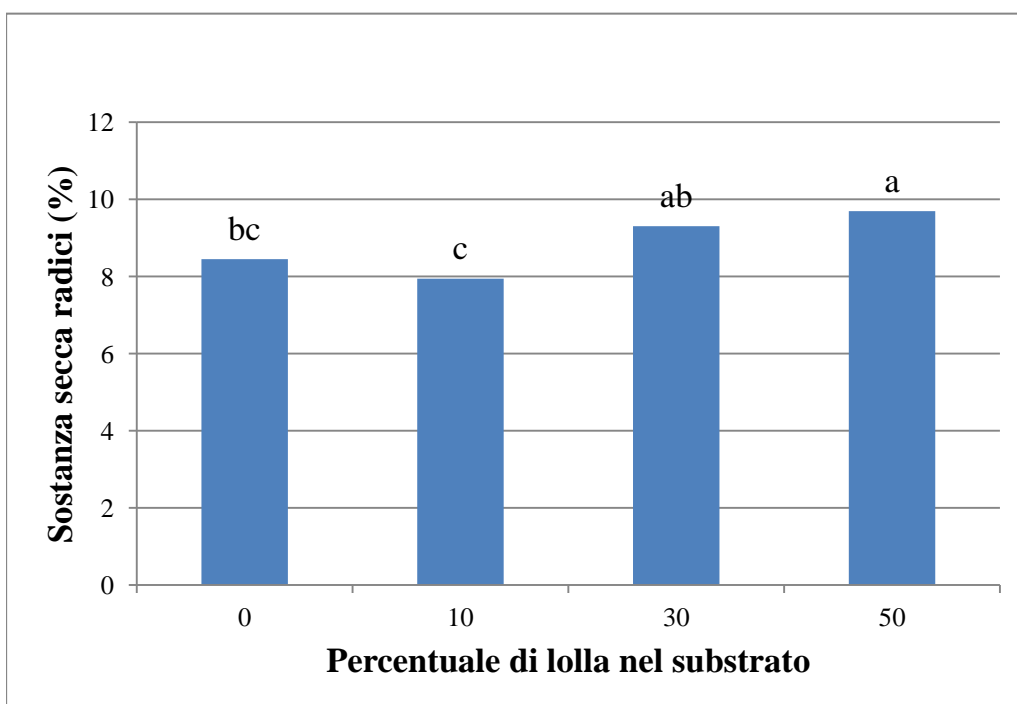


Figura 66. Influenza della percentuale di lolla sulla percentuale di sostanza secca delle radici del Ciclamino. Barre di istogramma con lettere diverse differiscono statisticamente per $P \leq 0,05$ (Test di Tukey).

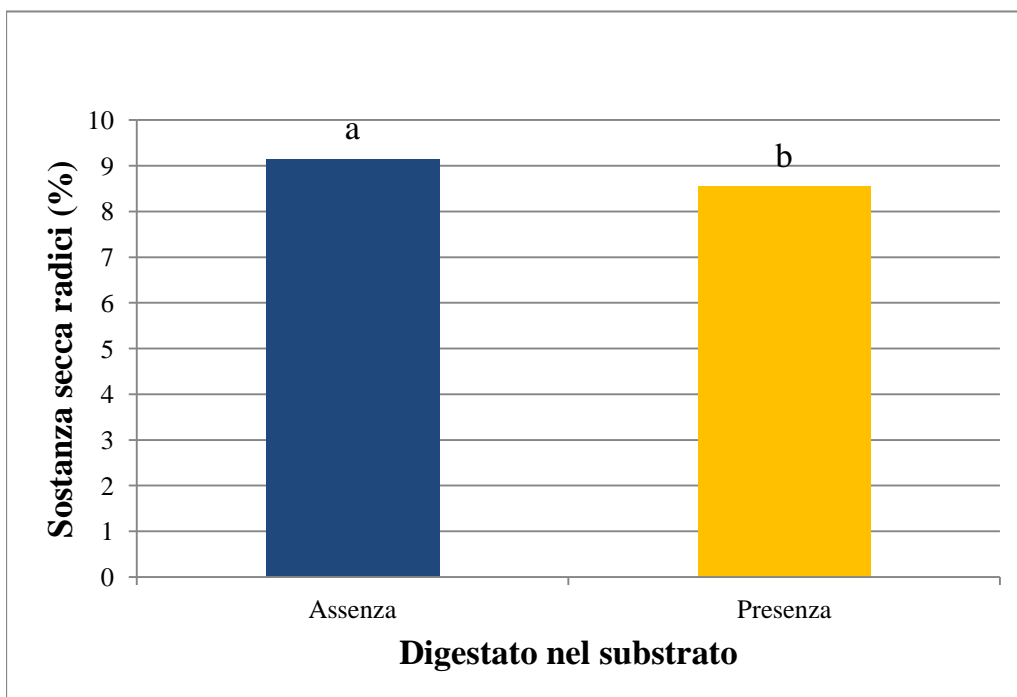


Figura 67. Influenza della presenza di digestato sulla percentuale di sostanza secca delle radici del ciclamino. Barre di istogramma con lettere diverse differiscono statisticamente per $P \leq 0,05$ (Test di Tukey).

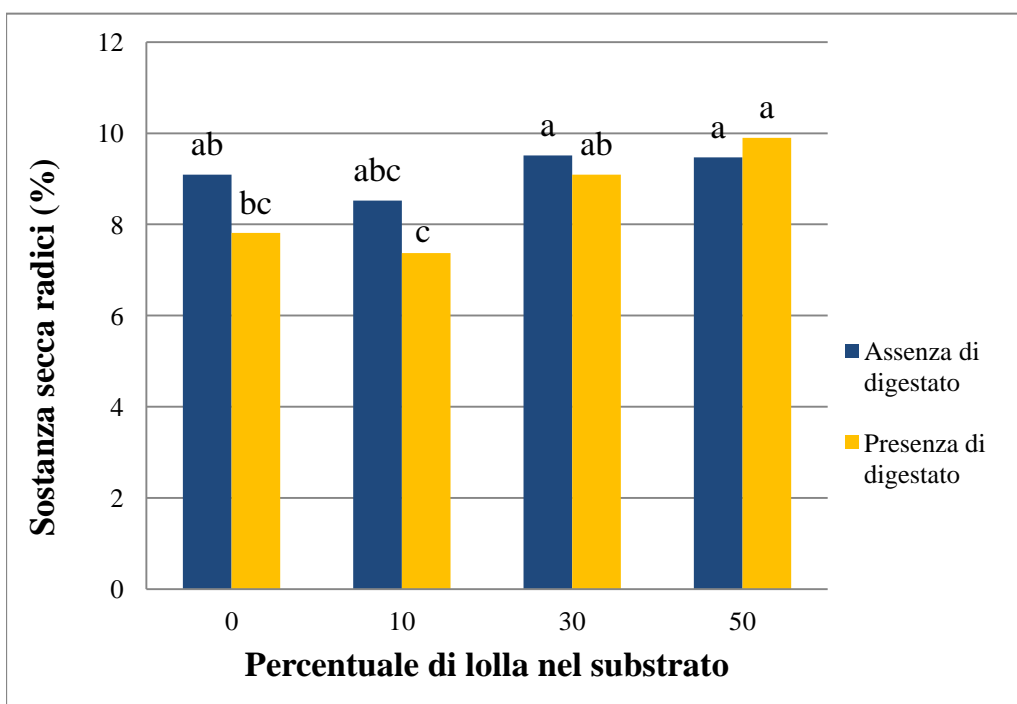


Figura 68. Effetto di interazione "% di lolla x presenza di digestato" sulla percentuale di sostanza secca delle radici del ciclamino. Barre di istogramma con lettere diverse differiscono statisticamente per $P \leq 0,05$ (Test di Tukey).

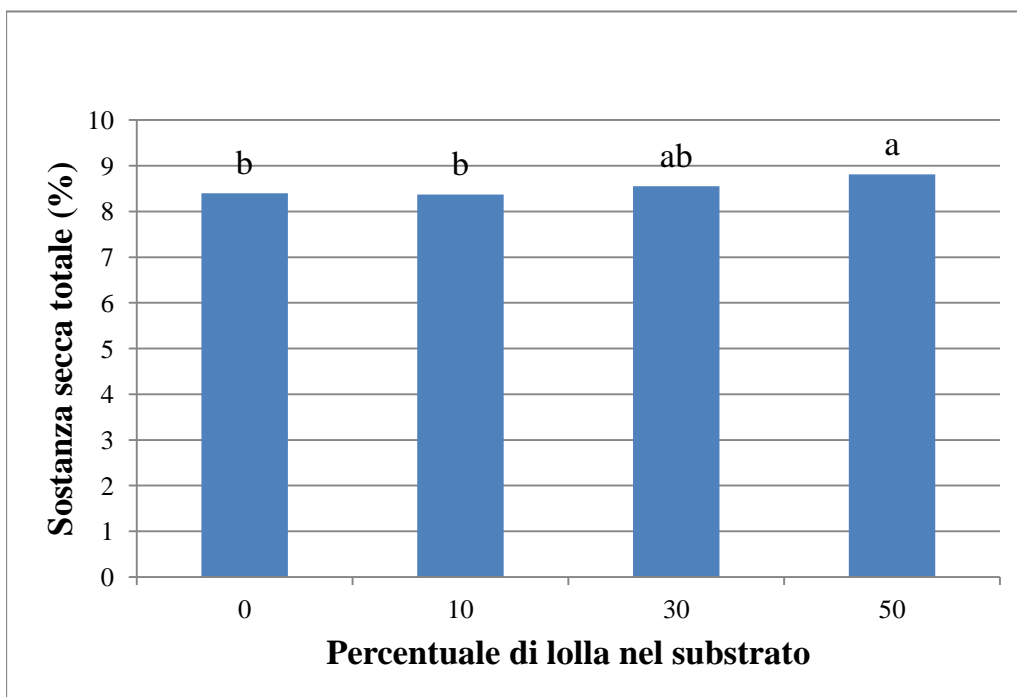


Figura 69. Influenza della percentuale di lolla sulla percentuale di sostanza secca totale del ciclamino. Barre di istogramma con lettere diverse differiscono statisticamente per $P \leq 0,05$ (Test di Tukey).

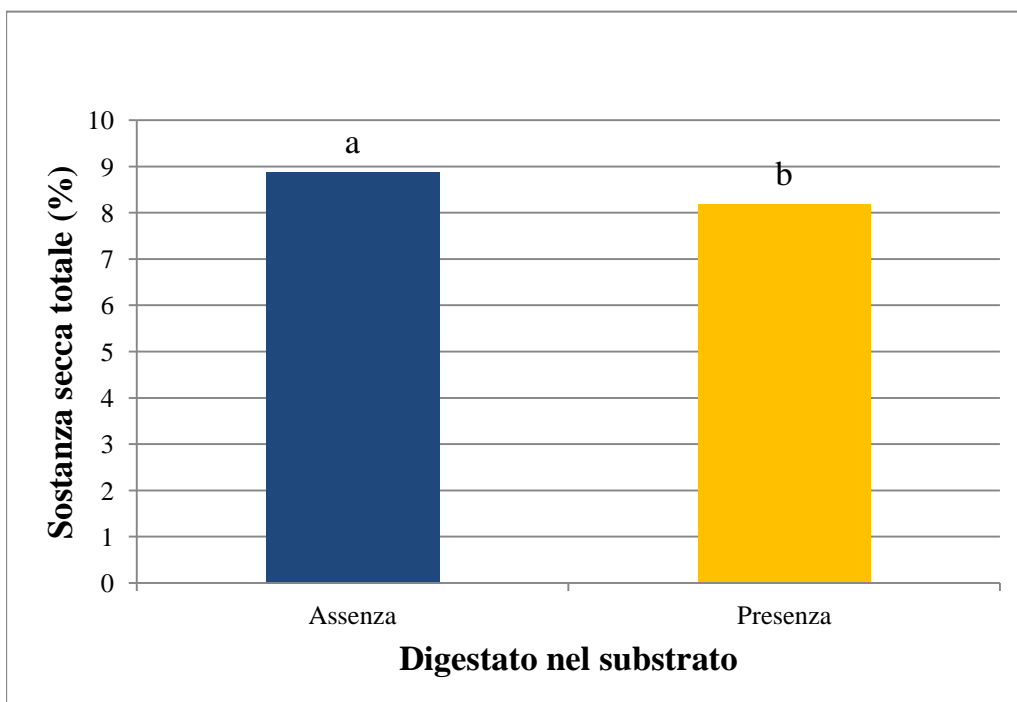


Figura 70. Influenza della presenza di digestato sulla percentuale di sostanza secca totale del ciclamino. Barre di istogramma con lettere diverse differiscono statisticamente per $P \leq 0,05$ (Test di Tukey).

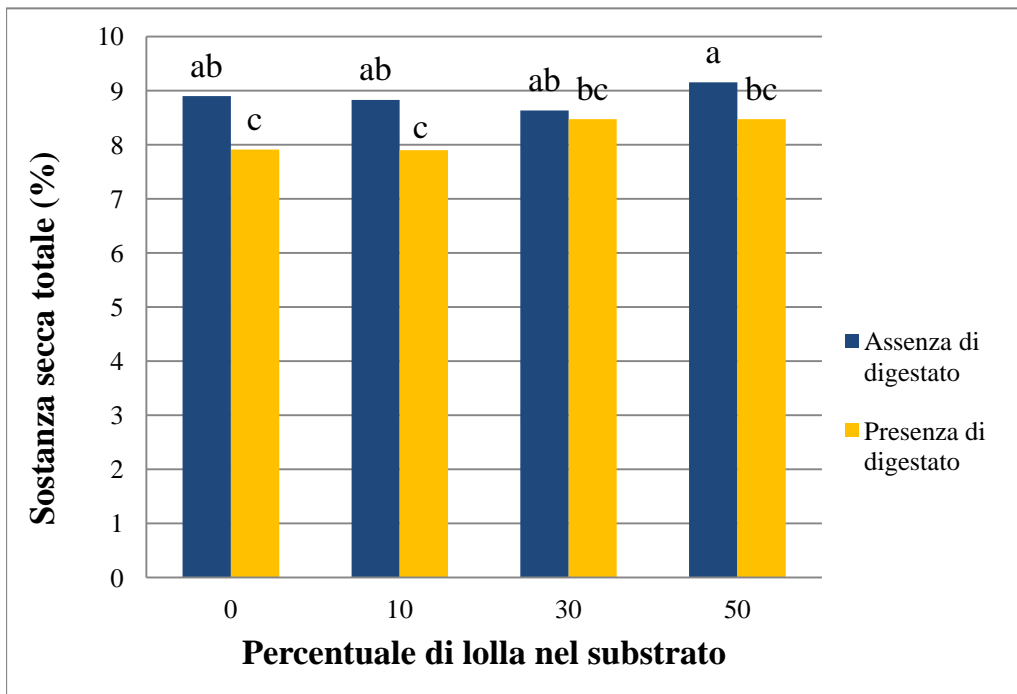


Figura 71. Effetto di interazione "% di lolla x presenza di digestato" sulla percentuale di sostanza secca totale del ciclamino. Barre di istogramma con lettere diverse differiscono statisticamente per $P \leq 0,05$ (Test di Tukey).

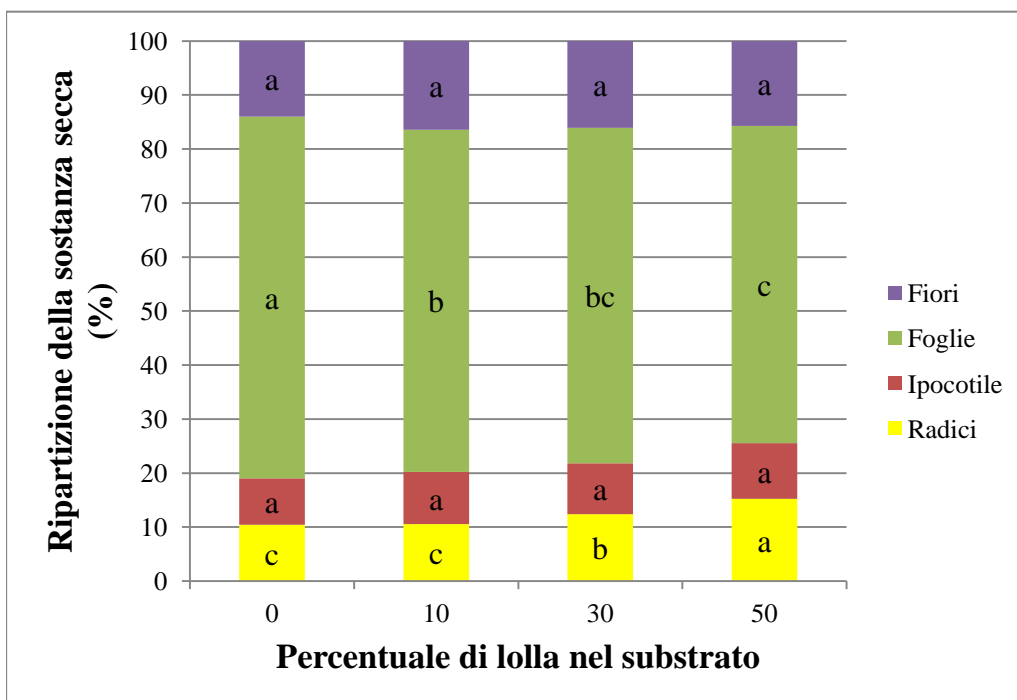


Figura 72. Influenza della percentuale di lolla sulla ripartizione della sostanza secca del ciclamino. Barre di istogramma con lettere diverse differiscono statisticamente per $P \leq 0,05$ (Test di Tukey).

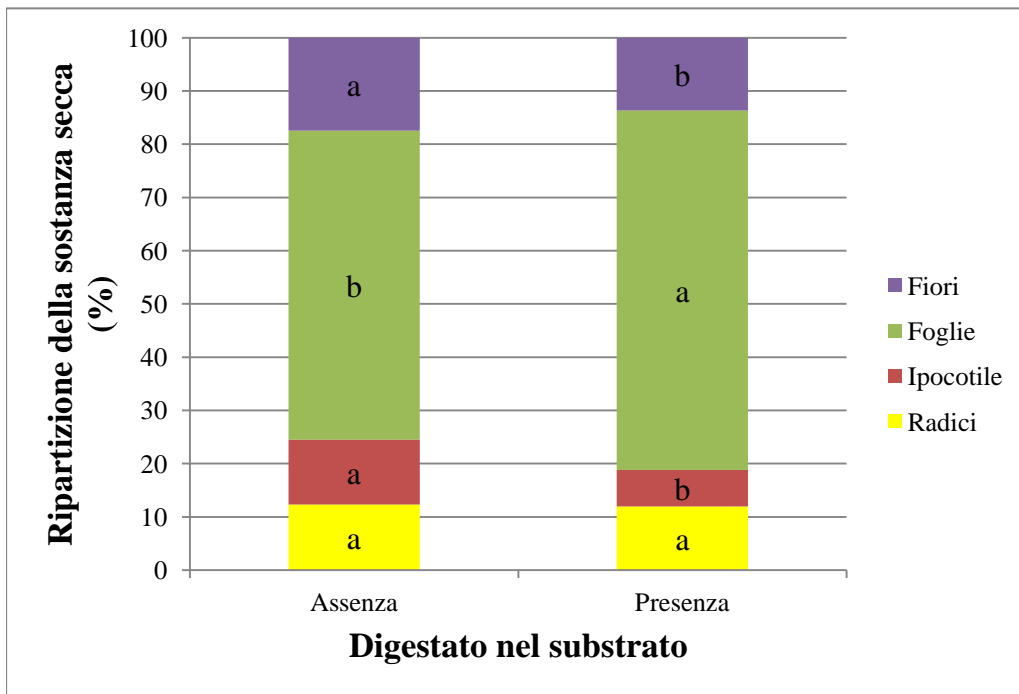


Figura 73. Influenza della presenza di digestato sulla ripartizione della sostanza secca del ciclamino. Barre di istogramma con lettere diverse differiscono statisticamente per $P \leq 0,05$ (Test di Tukey).

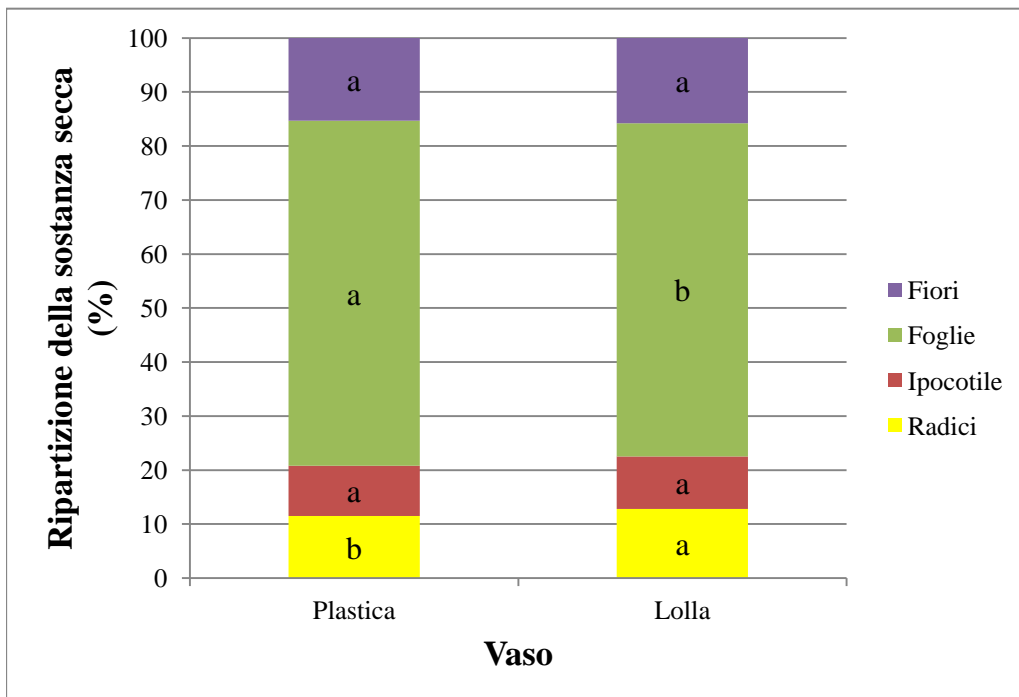


Figura 74. Influenza del vaso sulla ripartizione della sostanza secca del ciclamino. Barre di istogramma con lettere diverse differiscono statisticamente per $P \leq 0,05$ (Test di Tukey).

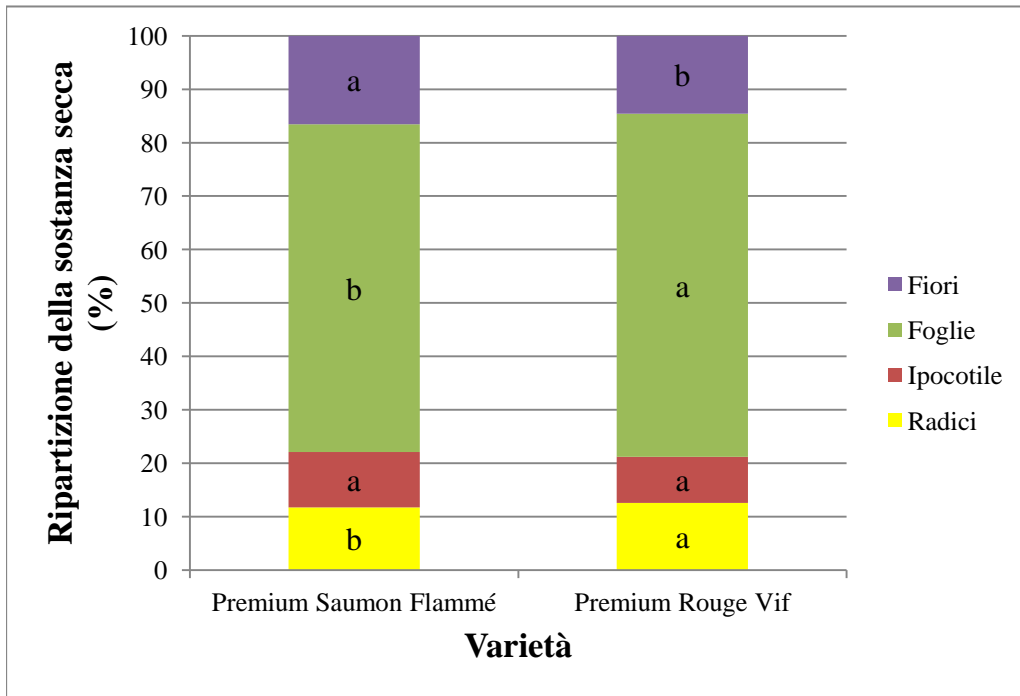


Figura 75. Influenza della varietà sulla ripartizione della sostanza secca del ciclamino. Barre di istogramma con lettere diverse differiscono statisticamente per $P \leq 0,05$ (Test di Tukey).

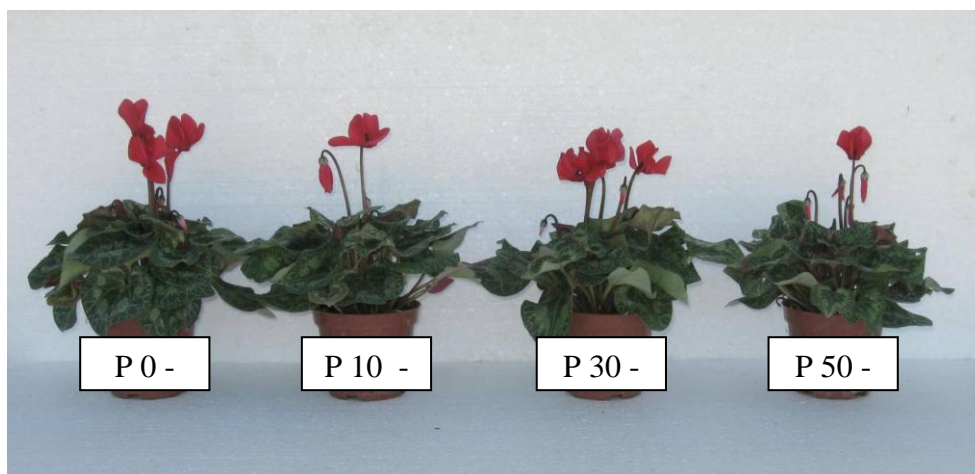


Foto 1. Piante di ciclamino della varietà Premium Rouge Vif allevate in contenitori di plastica con diverse percentuali di lolla in assenza di digestato nel substrato.

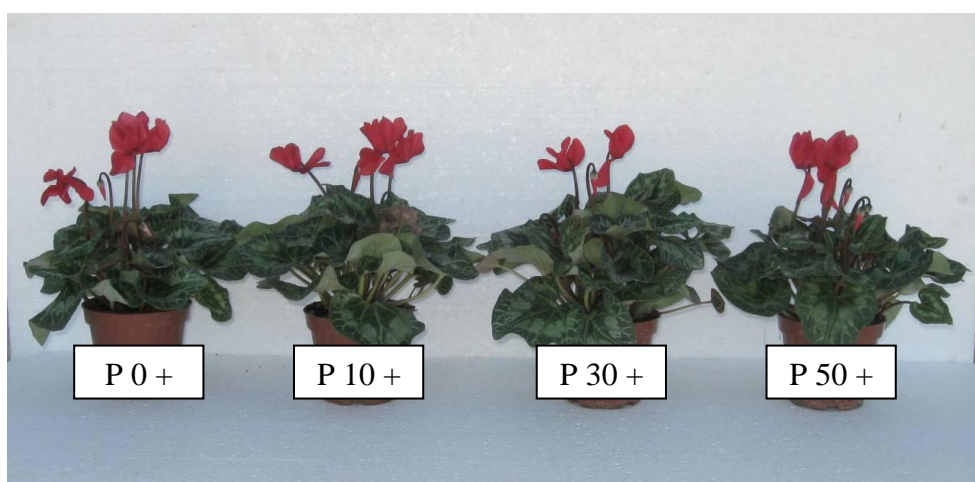


Foto 2. Piante di ciclamino della varietà Premium Rouge Vif allevate in di plastica con diverse percentuali di lolla in presenza di digestato nel substrato.

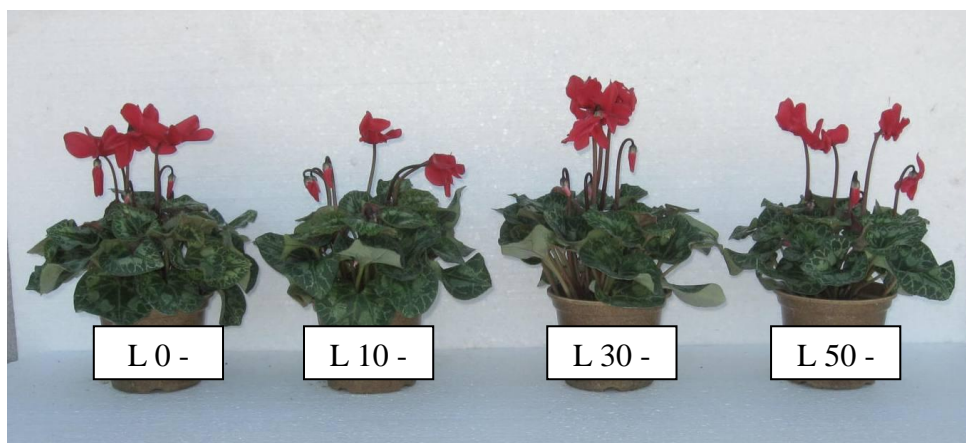


Foto 3. Piante di ciclamino della varietà Premium Rouge Vif allevate in contenitori di lolla con diverse percentuali di lolla in assenza di digestato nel substrato.

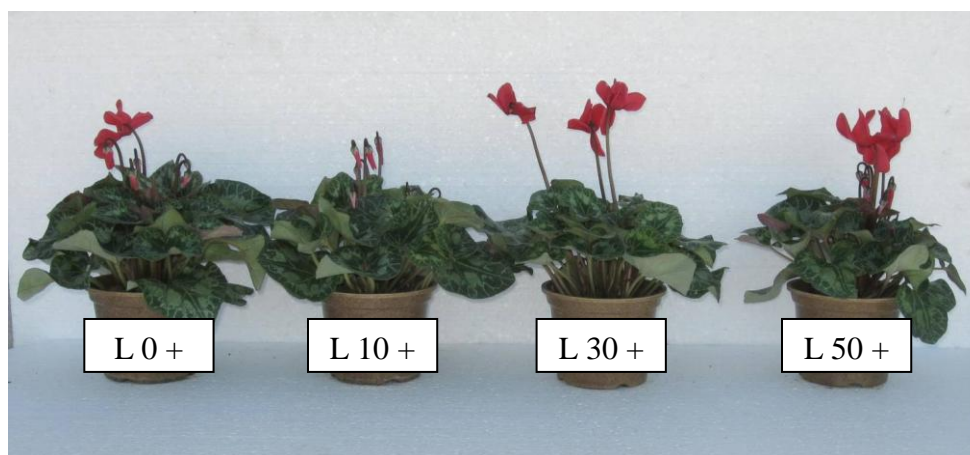


Foto 4. Piante di ciclamino della varietà Premium Rouge Vif allevate in contenitori di lolla con diverse percentuali di lolla in presenza di digestato nel substrato.

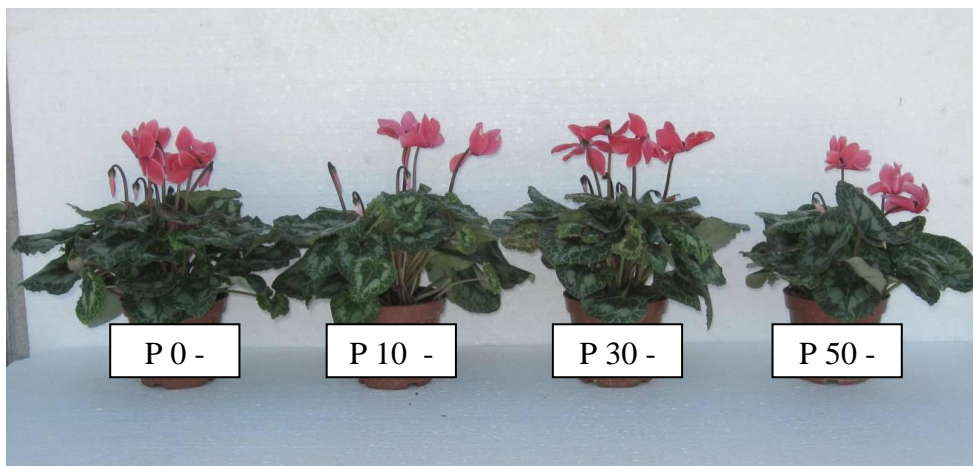


Foto 5. Piante di ciclamino della varietà Premium Saumon Flammé allevate in contenitori di plastica con diverse percentuali di lolla in assenza di digestato nel substrato.

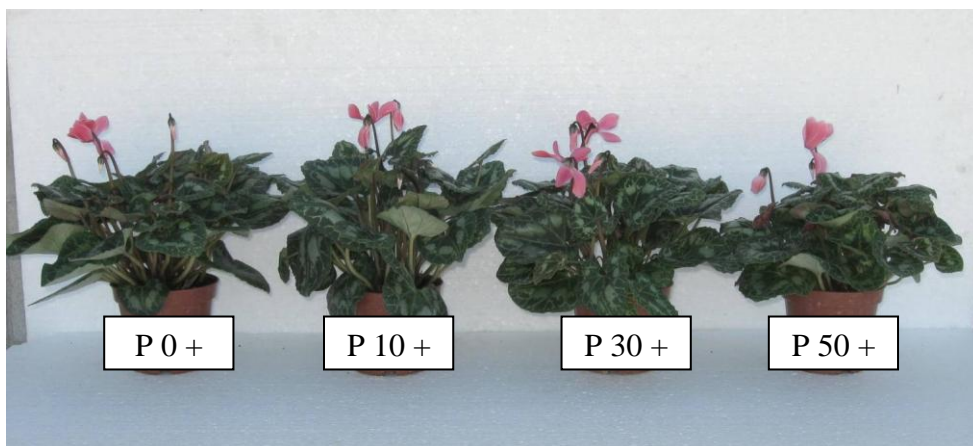


Foto 6. Piante di ciclamino della varietà Premium Saumon Flammé allevate in contenitori di plastica con diverse percentuali di lolla in presenza di digestato nel substrato.

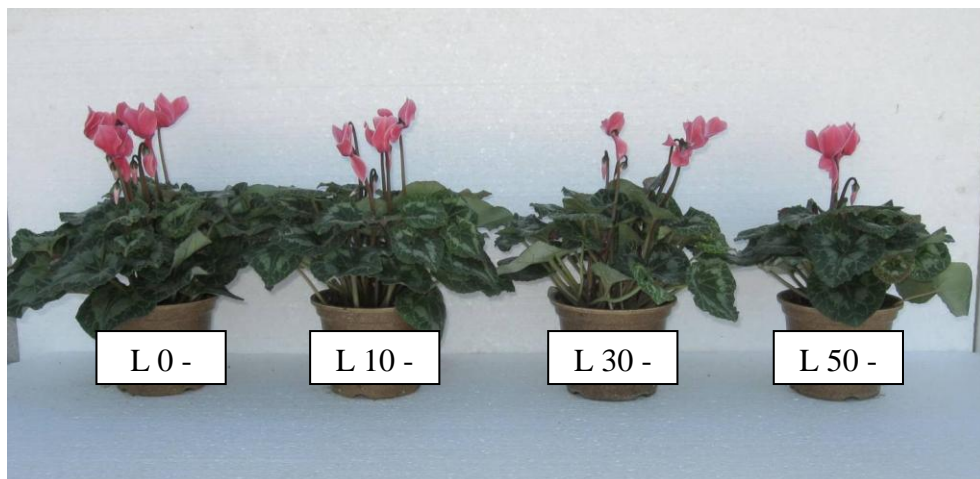


Foto 7. Piante di ciclamino della varietà Premium Saumon Flammé allevate in contenitori di lolla con diverse percentuali di lolla in assenza di digestato nel substrato.

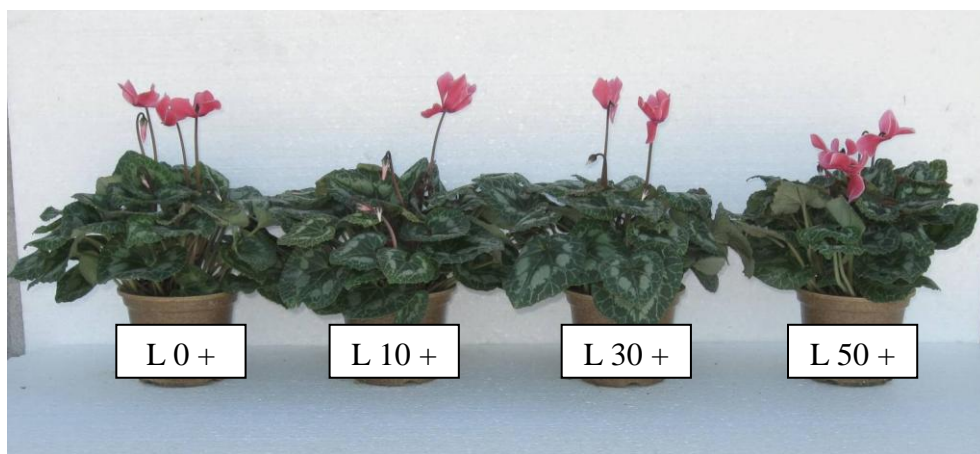


Foto 8. Piante di ciclamino della varietà Premium Saumon Flammé allevate in contenitori di lolla con diverse percentuali di lolla in presenza di digestato nel substrato.

RINGRAZIAMENTI

Al Ch.mo Prof. Giorgio Ponchia per la grande attenzione e l'esperta precisione con cui mi ha seguito.

Al Dott. Paolo Zanin e Dott.ssa Lucia Coletto per la professionalità e disponibilità con cui mi hanno accompagnato fino a questo traguardo.