

Introduzione

Lo stress meccanico inflitto da vento, pioggia, grandine, movimento degli animali e molte pratiche agronomiche rappresenta una potente forza di controllo della forma e dello sviluppo delle piante all'aperto od in ambienti naturali (Mitchell, 1996). Il controllo dell'altezza delle piante in vivaio ed in vaso é importante per produrre materiale di alta qualità (Latimer, 1991). Nella produzione di piante in vivaio l'obiettivo del coltivatore è quello di ottenere piante che 1) resistano agli stress fisici ai quali saranno sottoposte durante la movimentazione, il trasporto ed il trapianto in campo; 2) si adattino rapidamente alle condizioni ambientali; 3) superino facilmente lo shock da trapianto e riprendano la crescita rapidamente dopo il trapianto stesso; 4) siano altamente produttive senza incorrere in ritardi di messa in produzione. Il metodo ideale di controllo della crescita dovrebbe portare a produrre piante indurite, resistenti e vigorose con stelo spesso, robusto e di colore verde scuro.

Lo sviluppo intensivo delle colture protette e la competizione internazionale hanno portato i produttori a mettere in coltura le diverse specie praticamente durante tutto l'arco dell'anno. La coltivazione delle specie in periodi dell'anno durante i quali le condizioni di crescita non risultano ottimali porta come diretta conseguenza alla non idonea taglia della pianta a livello commerciale. La pianta presenta un elevato allungamento dello stelo che, per le specie orticole in vivaio, comporta un abbassamento della resistenza al trapianto, mentre per le specie floricole da vaso comporta un deprezzamento commerciale del prodotto.

Il controllo dell'allungamento dello stelo nella produzione commerciale in serra viene effettuata principalmente da fitoregolatori sintetici (Erwin e Heins, 1995). Tuttavia, considerazioni e preoccupazioni sull'impatto di questi composti sulla salute umana e sull'ambiente possono limitare in futuro il loro impiego e la loro disponibilità. L'impiego del prodotto 'Alar' è stato proibito negli USA nelle colture di specie eduli; in Germania l'unico prodotto ritardante di crescita registrato per controllare l'altezza di piante in serra è il Chlormequat (Ludolph, 1992). La riduzione dell'impiego di prodotti di sintesi è auspicabile anche da parte dei consumatori, i quali sono sempre più attenti alle problematiche relative alla sanità dei prodotti e alla riduzione dell'impatto ambientale. Come conseguenza, occorre sviluppare tecniche di controllo dell'altezza delle piante in ambiente controllato attraverso l'impiego di mezzi non chimici.

Un possibile mezzo per il controllo non chimico dell'altezza delle piante in serra è il condizionamento meccanico, che consiste in una stimolazione fisica applicato deliberatamente alla pianta con lo scopo di controllarne la crescita e la qualità (Latimer, 1991).

Nelle aziende della zona della piana di Albenga (SV), il problema risulta di grande rilevanza ed è particolarmente sentito dagli agricoltori locali: per queste ragioni si è sperimentato un nuovo sistema efficace, alternativo, senza impatto ambientale, compatibile con il Reg. CEE n. 2078/1992. L'obiettivo è infatti quello di ridurre gradualmente l'impiego di brachizzanti nella coltivazione di molte specie floricole in vaso ed orticole in vivaio, per sostituirli con tecniche meccaniche per il controllo dell'altezza delle piante sottoposte a coltura.

In questo lavoro verranno forniti i risultati relativi al secondo anno di attività dimostrativa, consistente nell'applicazione di questa nuova tecnica colturale di contenimento dell'altezza delle piante, utilizzando un sistema meccanico di spazzolamento delle piante a livello dei tessuti apicali di differenziazione cellulare. Tale tecnica è stata ideata negli USA ed è nota come **brushing** (= spazzolamento).

Materiali e metodi

L'attività dimostrativa ha interessato diverse specie di piante ornamentali in vaso e si è svolta secondo diverse modalità di spazzolamento. Con il garofanino (4 cultivar) ed il geranio si è utilizzata una barra di legno, mentre con la poinsettia si è apportata una modifica all'apparecchio realizzato dalla ditta Metalserra s.a.s. di Terzorio (IM), in quanto la barra di legno aveva un'azione troppo violenta sulle piante, facendo cadere i vasi, mentre la striscia di telo pacciamante sfilacciato utilizzata nel 2001 produceva un effetto spazzolante troppo leggero sull'apice delle piante. Per questi motivi si è montata una barra doppia di materiali diversi per moltiplicare gli effetti del trattamento spazzolante. Una prima parte della barra era costituita da una canna di bambù di piccole dimensioni sospesa sotto l'apparecchio mediante due catenelle che le permettevano di oscillare liberamente al contatto con le piante; la seconda parte era invece costituita da uno spesso telo plastico, rigido, tuttavia meno aggressivo della barra di legno originaria.

L'apparecchio è stato oggetto di una manutenzione che ha permesso il corretto svolgimento dell'attività dimostrativa durante tutto il corso dell'anno.

L'attività dimostrativa si è svolta presso l'azienda agricola Santamaria, ubicata nella Piana di Albenga, che aveva già ospitato i due anni precedenti, con l'assistenza dei tecnici della cooperativa Ortofrutticola. La dimostrazione prevedeva un confronto fra:

- piante trattate con brachizzante (conduzione convenzionale e standard nella zona in esame),
- piante sottoposte allo spazzolamento,
- piante di controllo come testimone.

Le specie saggiate sono state: poinsettia (*Euphorbia pulcherrima* 'Peterstar' di colore bianco e rosso), geranio e garofanino (*Dianthus* 'Nero', 'Ciclamino', 'Screziato', 'Rosso').

L'attività dimostrativa è stata condotta disponendo le piante in gruppi lungo i bancali messi a disposizione dalla ditta a seconda dei trattamenti. Sono stati previsti dei rilievi sul contenuto in clorofilla delle foglie, al fine di evidenziare una possibile interazione tra trattamenti per la riduzione dell'altezza delle piante e colore delle foglie.

Poinsettia

Nella serra di vetro si sono allestiti due bancali di dimensioni 1,9x25 m: nel primo sono stati posti i vasi con le piante per le tesi "spazzolamento" e "controllo", nel secondo le piante per la tesi "brachizzante", disponendole con sesto d'impianto variabile nel corso della stagione per seguire l'accrescimento delle piante. Su un'estremità del bancale adibito allo spazzolamento è stato sistemato l'apparecchio per il trattamento modificato come detto in precedenza; le piante della tesi spazzolamento sono state disposte lungo quattro file: due file sono state sottoposte a spazzolamento mediante un telo plastico, rigido, le altre due mediante un'astina oscillante. L'apparecchio è stato regolato ad una velocità di 12 m/min, per due trattamenti al giorno con durata di 30' ciascuno e per un totale di 34 passaggi per trattamento. I trattamenti venivano effettuati durante il periodo di maggior divisione cellulare dello stelo, quindi, nel corso della dimostrazione, il periodo di trattamento è stato modificato in funzione delle condizioni di luce. All'inizio della differenziazione florale il trattamento è stato sospeso per non impedire la formazione della falsa infiorescenza.

Le piante di poinsettia (fornite dalla stessa azienda Santamaria, Albenga) sono state invasate in vasi con diametro 16 cm. Sono state praticate le normali cure colturali adottate nell'area (fertilizzazione, cimatura dello stelo per permettere l'emissione di più getti, trattamenti brachizzanti con Alar e CycocelTM). Le piante sono state irrigate tramite l'impianto di microirrigazione (punto goccia) in dotazione nella serra.

I rilievi sono stati effettuati secondo il calendario riportato nella tabella 1. Ad ogni rilievo si è misurata l'altezza della porzione di chioma interessata dallo spazzolamento, rilevata dal bordo del vaso all'apice dello stelo principale.

Tab. 1. Calendario delle attività in serra (Anno 2002)

Rilievo	Data
1	30 /7
2	20/8
3	3/9
4	17/9
5	3/10
6	5/10
7	22/10
8	18/11

Geranio

Le piante di geranio sono state invase in vasi con diametro 14 cm. Sono state praticate le normali cure colturali adottate nell'area (fertilizzazione, trattamenti brachizzanti con Alar e CycocelTM). Le piante sono state irrigate tramite l'impianto di microirrigazione (punto goccia) in dotazione nella serra.

I rilievi sono stati effettuati secondo il calendario riportato nella tabella 2. Ad ogni rilievo si è misurata l'altezza della porzione di chioma interessata dallo spazzolamento, rilevata dal bordo del vaso all'apice dello stelo principale. Durante l'attività sono stati effettuati due rilievi per la determinazione dell'indice del contenuto in clorofilla delle foglie mediante l'impiego di un clorofillometro; per ogni tesi si è fatta una lettura su tutte le piante campione.

Tab. 2. Calendario delle attività in serra (Anno 2002)

Rilievo	Data
1	18/2
2	5/3
3	14/3
4	28/3

Garofanino

L'attività è stata condotta in concomitanza con quella del geranio. Le piante di garofanino sono state invase in vasi con diametro 14 cm. Sono state praticate le normali cure colturali adottate nell'area (fertilizzazione, trattamenti brachizzanti con Alar e CycocelTM). Le piante sono state irrigate tramite l'impianto di microirrigazione (punto goccia) in dotazione nella serra.

I rilievi sono stati effettuati secondo il calendario riportato nella tabella 3. Ad ogni rilievo si è misurata l'altezza della porzione di chioma interessata dallo spazzolamento, rilevata dal bordo del vaso all'apice dello stelo principale. Durante l'attività sono stati effettuati due rilievi per la determinazione dell'indice del contenuto in clorofilla delle foglie mediante l'impiego di un clorofillometro; per ogni tesi si è fatta una lettura su tutte le piante campione.

Tab. 3. Calendario delle attività in serra (Anno 2002)

Rilievo	Data
1	18/2
2	5/3
3	14/3
4	28/3

Risultati

Poinsettia

Le altezze registrate all'ultimo rilievo, tutte comprese tra 28,6 e 29,2 cm, dimostrano come lo spazzolamento possa sostituire con ottimi risultati il trattamento con brachizzanti, che è normalmente utilizzato per contenere lo sviluppo in altezza della chioma. Infatti, nel corso dell'attività dimostrativa i diversi trattamenti hanno svolto un'azione limitante della crescita con effetti confrontabili, in quanto le altezze di entrambe le cv considerate hanno avuto un andamento molto simile (fig. 1 e 2). Dall'analisi dell'incremento delle altezze, ottenuto come differenza tra le altezze all'ultimo ed al primo rilievo, emerge che nella poinsettia rossa l'incremento maggiore è stato ottenuto in corrispondenza della barra mobile mentre la barra fissa con nastro ha sortito un effetto quasi pari a quello del brachizzante (fig. 3). La poinsettia bianca ha risentito dei due effetti spazzolanti allo stesso modo, mentre con il trattamento commerciale si ottenuto il minor incremento in altezza, quindi il risultato migliore (fig. 4).

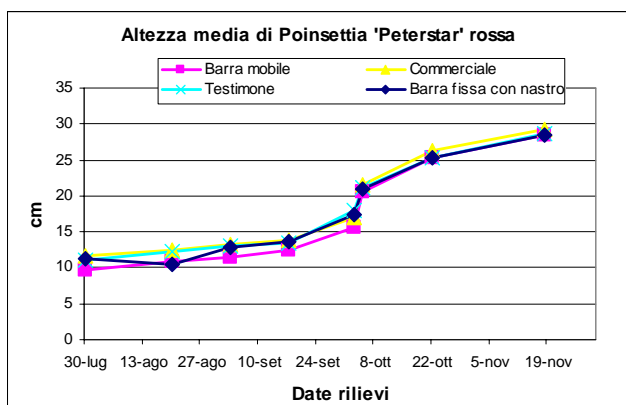


Fig. 1. Andamento delle altezze di poinsettia rossa

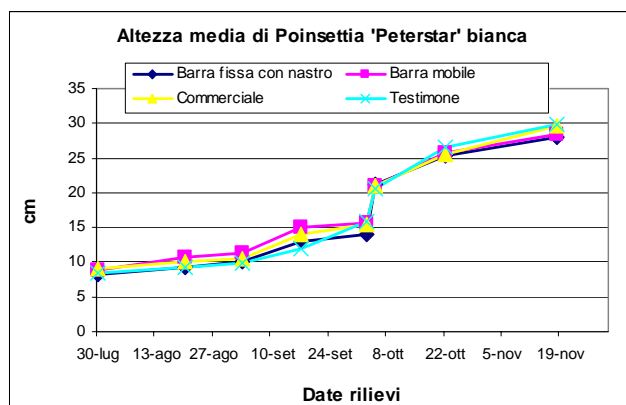


Fig. 2. Andamento delle altezze di poinsettia bianca

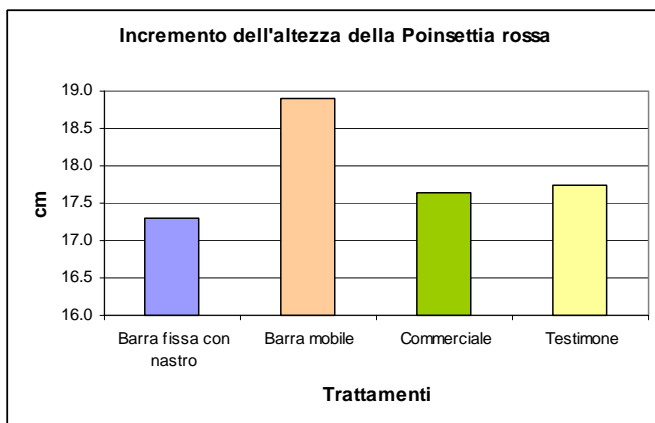


Fig. 3. Incremento in altezza di poinsettia rossa

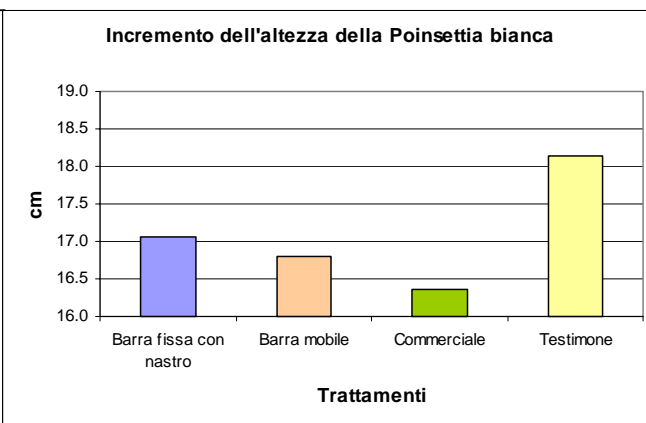


Fig. 4. Incremento in altezza di poinsettia bianca



Fig. 5. Vista dei bancali con la poinsettia e l'apparecchio per il brushing. A sinistra: barra fissa con nastro; a destra: barra mobile.

Geranio

I risultati relativi all'analisi dell'andamento dell'altezza media indicano che il geranio è sensibile al condizionamento meccanico operato mediante lo spazzolamento della chioma, in quanto a fine attività sono state prodotte piante di altezza pari a quella delle piante brachizzate con prodotti chimici (10,1 e 10,3 cm rispettivamente; fig. 6). Il controllo ha avuto un andamento decisamente anomalo, in quanto ha raggiunto il risultato migliore attestandosi su un'altezza media finale inferiore a quella raggiunta con i trattamenti per la riduzione dell'altezza. L'incremento in altezza è stato maggiore per il brushing (3,8 cm): il controllo chimico contiene maggiormente la taglia delle piante, anche se di poco (3,1 cm; fig. 7). Con il controllo si ottiene nuovamente il miglior risultato, confermando l'anomalia già rilevata per l'altezza.

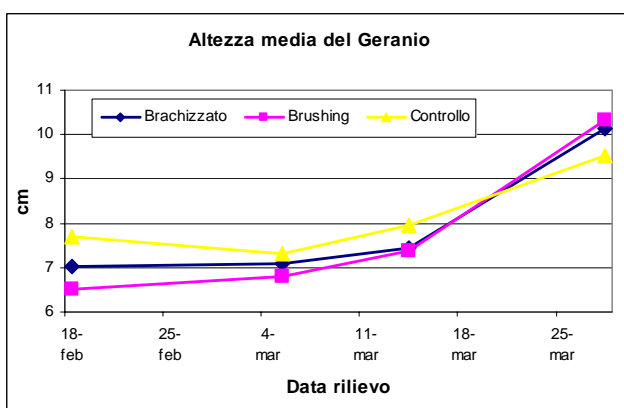


Fig. 6. Andamento delle altezze del geranio.

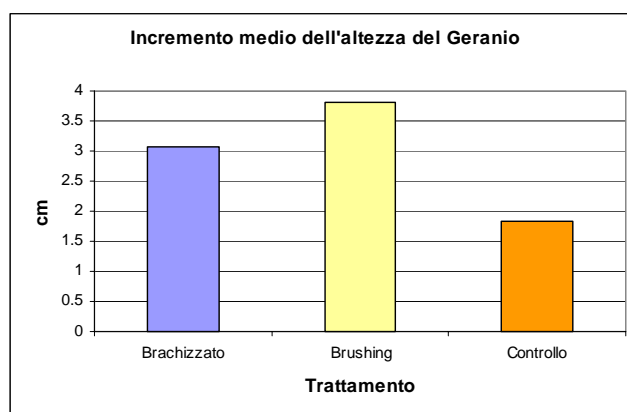


Fig. 7. Incremento in altezza del geranio.

L'analisi dei dati relativi alla misurazione dell'indice del contenuto in clorofilla delle foglie ha messo in evidenza che l'indice aumenta con l'avanzare della stagione per tutti i trattamenti considerati (fig. 8). Al primo rilievo l'indice misurato nelle piante brachizzate, spazzolate e di controllo è rispettivamente di 43,8, 44,3 e 40,1 gradi SPAD; a circa 1 mese dall'inizio dei trattamenti non vi è quindi alcuna differenza di rilievo tra le tesi considerate. Al secondo rilievo si è

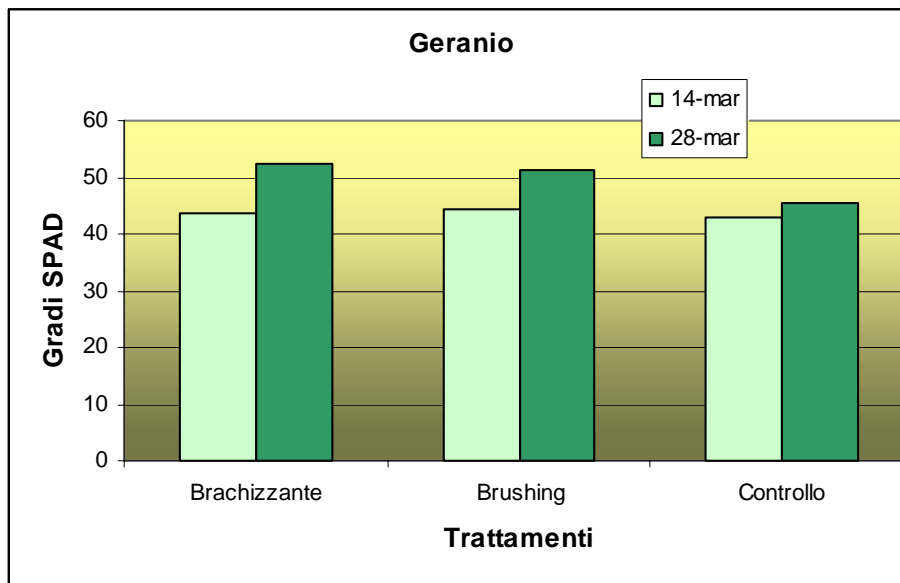


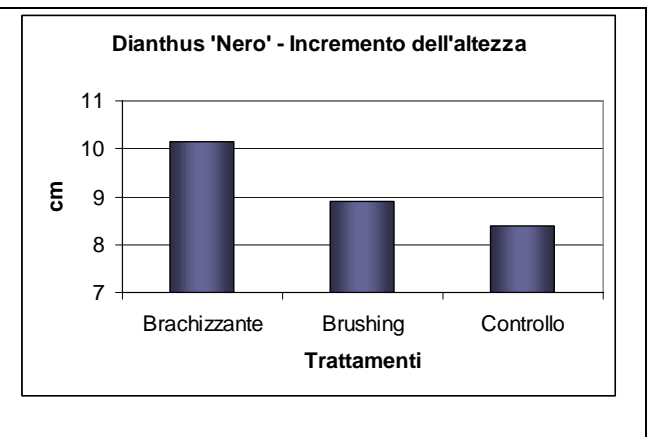
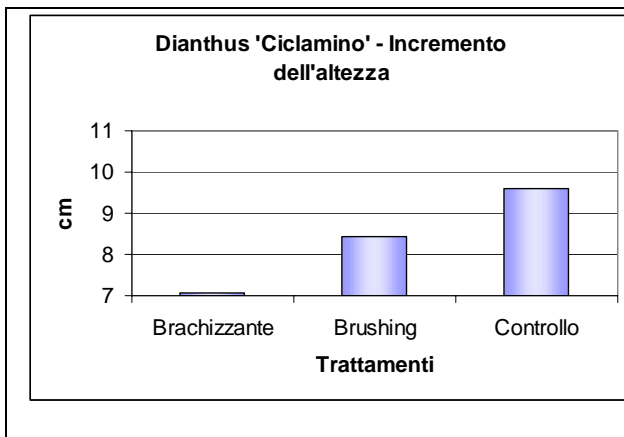
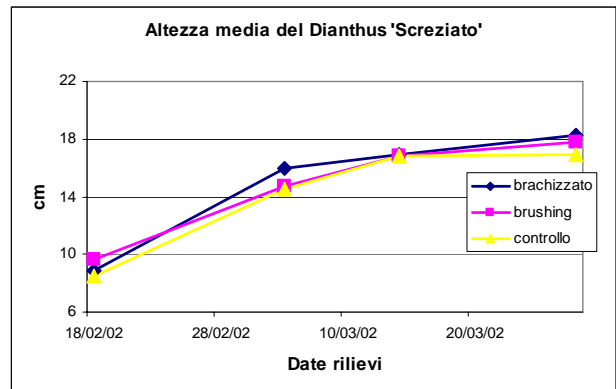
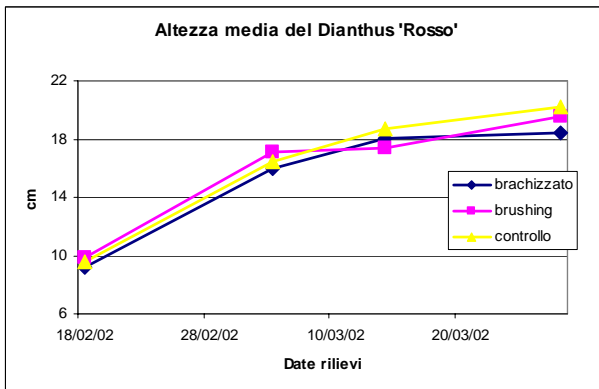
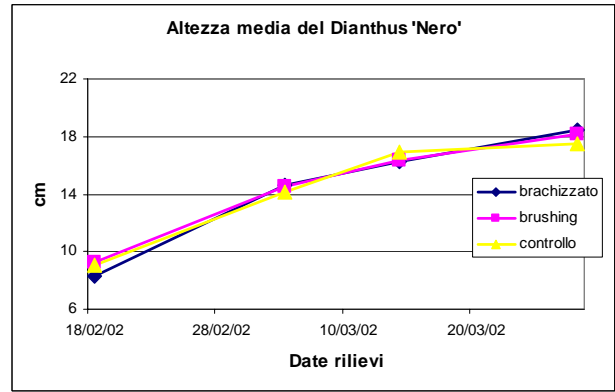
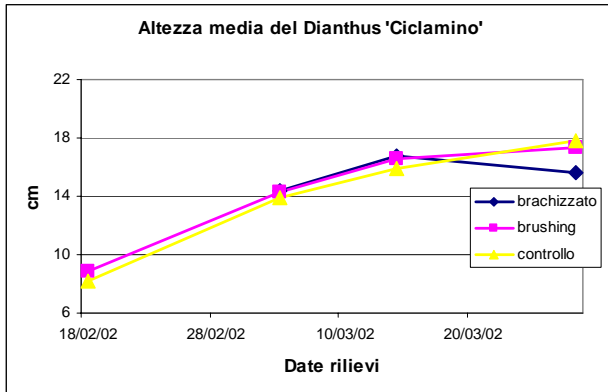
Fig. 8. Indice del contenuto in clorofilla delle foglie di geranio (gradi SPAD)

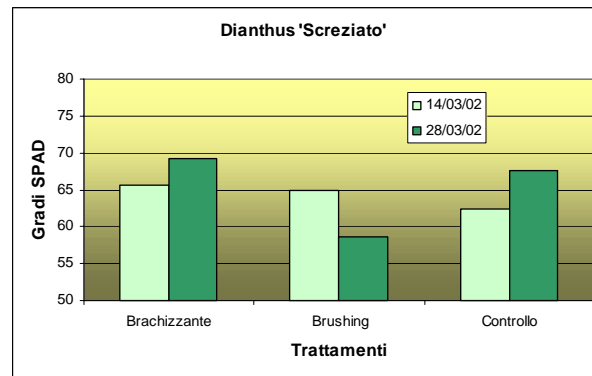
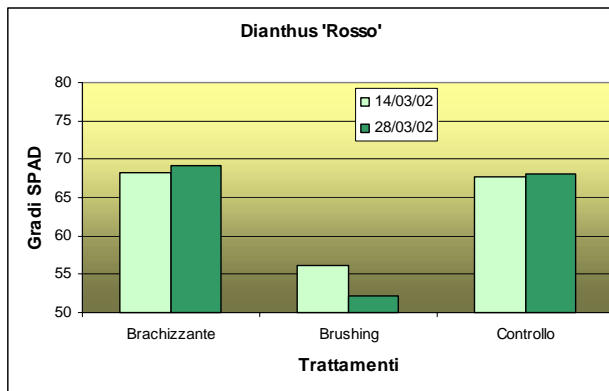
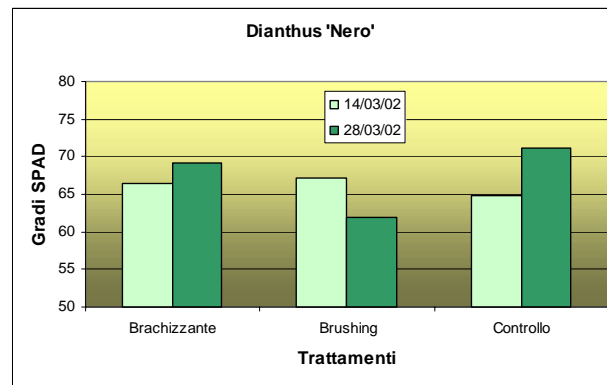
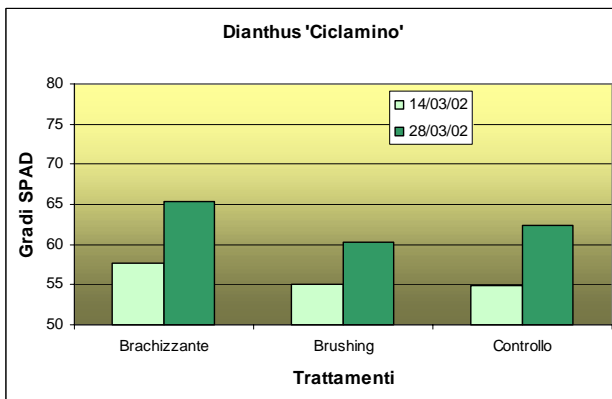
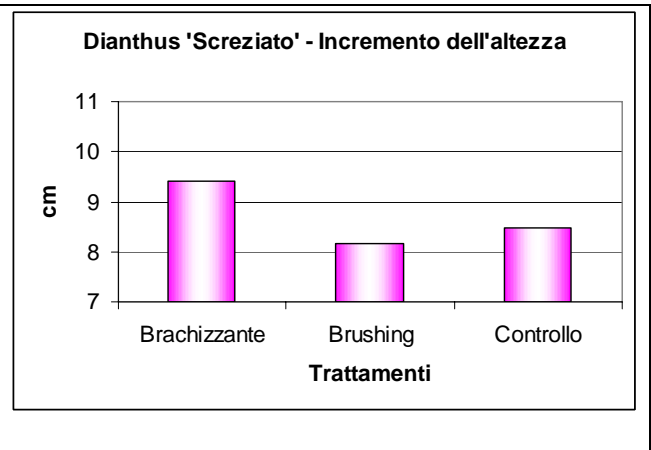
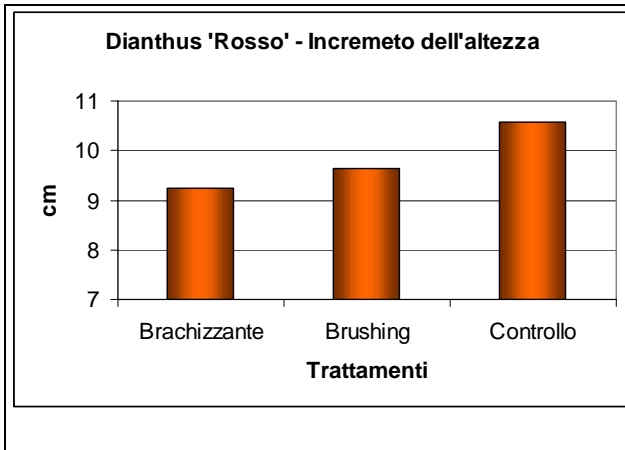
registrato un incremento dei gradi SPAD soprattutto in corrispondenza delle piante brachizzate (52.3 gradi SPAD) e di quelle spazzolate (51.4 gradi SPAD).

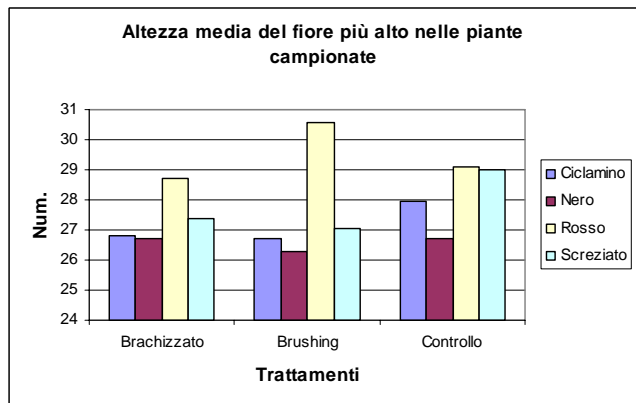
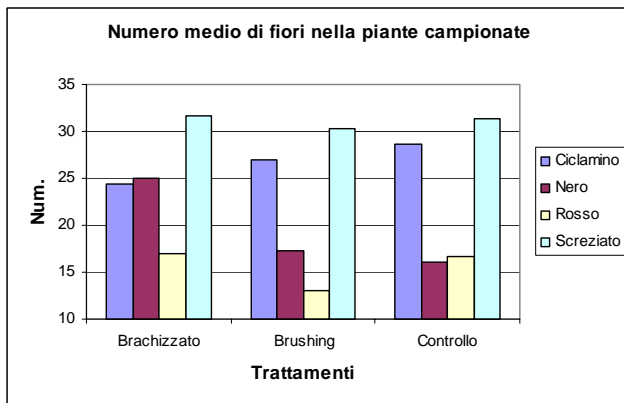
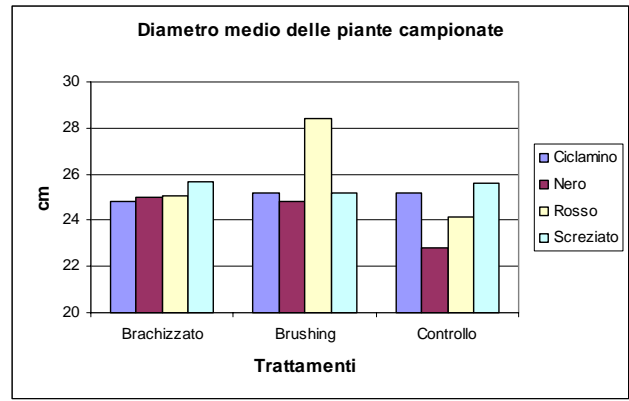
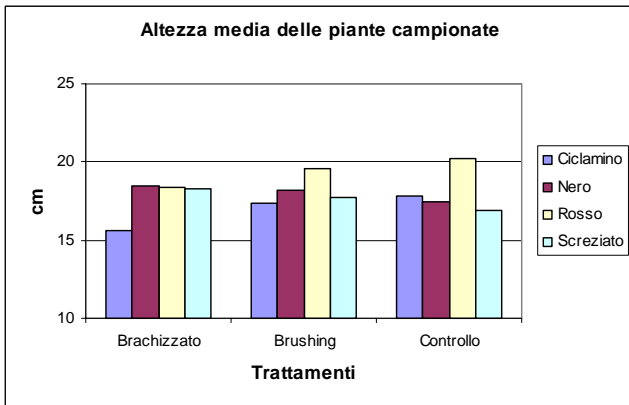


Fig. 9. Impiego del clorofillometro per la determinazione dell'indice del contenuto in clorofilla delle foglie di geranio.

Dianthus







Impatto dell'attività dimostrativa

L'attività condotta sulla verifica dell'applicabilità dello spazzolamento come metodo alternativo all'uso di brachizzanti per il contenimento dell'altezza delle piante ha fornito risultati decisamente positivi e molto incoraggianti già al termine del primo anno. Infatti, per tutte le specie saggiate è stato rilevato un minor incremento in altezza delle piante spazzolate rispetto alle piante sia brachizzate sia di controllo per tutta la durata del trattamento.

Si può inoltre affermare che la trasferibilità dei risultati su vasta scala è attuabile senza particolari problemi, in quanto si è visto come l'apparecchio realizzato possa essere facilmente adattato alle strutture della serra ed alle specifiche esigenze del coltivatore (automatizzazione dell'impianto, superficie trattata, specie diverse, sfruttamento di strutture preesistenti, basso consumo).

Nel corso delle giornate divulgative si sono rilevati dapprima la curiosità e lo scetticismo degli operatori del settore nei confronti dello "spazzolamento" delle piante, e poi l'interesse crescente per questa tecnica innovativa, che alcuni coltivatori vorrebbero già realizzare nella propria azienda; un agricoltore ha già testimoniato il successo dello spazzolamento, applicandolo manualmente, direttamente nella sua azienda, sulla rucola.

L'attività ha permesso di verificare l'adattabilità dello spazzolamento all'areale in esame, la Piana di Albenga. Infatti, questo metodo di controllo a basso impatto ambientale è stato ideato in luoghi climaticamente molto diversi, ed era importante verificare il suo funzionamento anche in questa zona prima di proporlo ai coltivatori.

Attività divulgativa

Nel corso dell'attività dimostrativa si sono organizzate due giornate dimostrative per presentare agli operatori del settore (coltivatori e tecnici) l'attività prevista per il 2001 ed i risultati ottenuti nel secondo anno di applicazione di questa nuova tecnologia.

1^a Giornata divulgativa: 28 novembre 2001

Nella sede dell'Ortofrutticola si è presentata al pubblico l'attività in programma con proiezione di lucidi e diapositive, richiamando gli obiettivi e le finalità del progetto nell'ambito della produzione ortofloricola locale (Agr. Gianrico Bassetti – L'Ortofrutticola), la problematica del contenimento dell'altezza delle piante, i principi di funzionamento dello spazzolamento e la tecnica con cui effettuarlo (Dott.ssa Silvana Nicola – Dip. Agronomia). Con una breve panoramica dei risultati raggiunti all'estero si sono presentati gli obiettivi prefissati nell'ambito del progetto dimostrativo (Agr. Ingrid Amprimo - L'Ortofrutticola). Alla conclusione della presentazione si è aperto un dibattito con numerose domande ed interventi da parte dei coltivatori.

2^a Giornata divulgativa: 18 febbraio 2002

E' stata organizzata una visita presso l'azienda ospitante la dimostrazione, perché gli interessati potessero visionare direttamente l'apparecchiatura ed il suo funzionamento. Nella sede dell'Ortofrutticola si è svolto l'incontro conclusivo in cui si sono riassunti gli scopi della dimostrazione (Agr. Gianrico Bassetti – L'Ortofrutticola, Dott.ssa Silvana Nicola – Dip. Agronomia) e si sono presentati i risultati ottenuti nel secondo anno di attività (Agr. Ingrid Amprimo - L'Ortofrutticola).

Ad entrambe le giornate divulgative ha partecipato l'Ispettore delegato del Servizio Ispettorato alle Funzioni agricole di Savona, che ha verificato la regolarità degli incontri.

Un momento della visita in serra nel corso della seconda giornata dimostrativa

Nell'ambito dell'attività divulgativa, si segnala la partecipazione di due lavori relativi alla tecnica di spazzolamento utilizzata nel presente progetto al convegno internazionale che si terrà a Toronto nell'agosto 2002:

1. NICOLA, S., HOEBERECHTS, J., FONTANA, E. 2001. Mechanical conditioning to control stem elongation in commercial greenhouse plant production. XXVIth International horticultural Congress and Exhibition. 11-17/8 2002, Toronto (Canada). (Abs.)
2. NICOLA, S., HOEBERECHTS, J., FONTANA, E. 2001. A brushing automatic system to control plant height in commercial greenhouses. XXVIth International horticultural Congress and Exhibition. 11-17/8 2002, Toronto (Canada). (Abs.)

Considerazioni conclusive

La dimostrazione è stata fortemente condizionata dall'andamento climatico sfavorevole del periodo gennaio-aprile 2001, decisamente anomalo per la zona rivierasca. Il maltempo ha infatti rallentato la crescita delle piante condizionando i risultati, anche se un positivo effetto dello spazzolamento è stato comunque rilevato. L'impiego dei prodotti brachizzanti è stato posticipato fino al limite della conclusione della dimostrazione, per cui il confronto tra i vari trattamenti deve tenere conto anche di questo importante fattore.

L'utilizzo dell'apparecchiatura con le specie saggiate ha permesso di affinare la tecnica di spazzolamento, regolando i tempi dei trattamenti, la velocità dei passaggi e la regolazione dell'altezza della sbarra.

I risultati positivi ottenuti dai primi due anni di attività dimostrativa incoraggiano al proseguimento della stessa con altre specie tra le più coltivate nella zona di Albenga, al fine di verificare la funzionalità del sistema e favorire la diffusione dello spazzolamento per limitare l'impiego di prodotti chimici di sintesi.

Bibliografia generale

- Erwin, J.E., Heins, R.D. (1990). Temperature effects on lily development rate and morphology from the visible bud stage until anthesis. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.*, 115(4): 644-646.
- Erwin, J.E., Heins, R.D. (1995). Thermomorphogenic responses in stem and leaf development. *HortScience*, 30(5): 940-949.
- Erwin, J.E., Heins, R.D., Karlsson, M.G. (1989). Thermomorphogenesis in *Lilium longiflorum* Thunb. *Amer. J. Bot.*, 76: 47-52.
- Heins, R.D., Erwin, J.E. (1990). Understanding and applying DIF. *Greenhouse Grower*, 8: 73-78.
- Latimer, J.G, Beverly, R.B. (1993). Mechanical conditioning of greenhouse-grown transplants. *HortTechnology*, 3(4): 412-414.
- Latimer, J.G. (1991). Growth retardants affect landscape performance of Zinnia, Impatiens, and Marigold. . *HortScience*, 26(5): 557-560.
- Latimer, J.G. (1991). Mechanical conditioning for control of growth and quality of vegetable transplants. *HortScience*, 26(12): 1456-1461.
- Latimer, J.G., Thomas, P.A. (1991). Application of brushing for growth control of tomato transplants in a commercial setting. *HortTechnology*, 1(1): 109-110.
- Ludolph, D. (1992). Height control of ornamental plants without chemical retardants. *Ohio Florist's Bul.*, 748: 1-4.
- Mitchell, C.A. (1996). Recent advances in plant response to mechanical stress: theory and application. *HortScience*, 31(1): 31-35.
- van Iersel, M. (1997). Tactile conditioning increases water use by tomato. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.*, 122(2): 285-289.