

Comportamento vegeto-produttivo ed ecofisiologico di viti allevate fuori suolo in serra

CARLO GAMBINO⁽¹⁾ - BIAGIO DIMAURO⁽²⁾ - ROSARIO DI LORENZO⁽¹⁾

⁽¹⁾ Dipartimento di Colture Arboree - Università di Palermo

⁽²⁾ U.O.S. 36 - Assessorato Agricoltura e Foreste - Regione Sicilia

Nella viticoltura da tavola in ambiente protetto, a seguito della variazione dei principali parametri climatici, risulta modificato il comportamento vegeto-produttivo ed ecofisiologico della pianta. La diversità dell'ambiente protetto rispetto al pieno campo si esprime principalmente nei riguardi delle temperature, della luce disponibile e della CO₂. L'azione sinergica della bassa radiazione solare, della concentrazione di CO₂ e dell'elevata temperatura deprime l'attività di fotosintesi, ma modifica in maniera meno evidente la traspirazione e la conduttanza stomatica (During, 1988; La Malfa e Magnani, 1994; Novello *et al.*, 1999a; 1999b; Giuffrida *et al.*, 1999).

La bibliografia sull'argomento evidenzia, peraltro, risultati a volte contrastanti sul comportamento vegeto-produttivo della vite coltivata in ambiente protetto. Ciò è attribuibile alla complessità del sistema realizzato con la copertura, ove si combinano molti fattori, non ultimo quello genetico, responsabili di una spiccata eterogeneità di crescita delle piante. Sono le specifiche condizioni che si realizzano in ciascun determinato ambiente protetto ad influire, quindi, sulle attività della pianta; è quanto mai opportuno, pertanto, non ricorrere a generalizzazioni descrittive sul comportamento della vite in serra, ma valutarne il comportamento nelle condizioni ambientali e culturali in cui si opera.

Nell'ambito delle tipologie di produzione dell'uva da tavola destinate all'ottenimento di produzioni

precoci, l'attenzione è stata rivolta alla coltivazione fuori suolo che ha assunto, negli ultimi anni, un importante ruolo accanto alla coltivazione in serra, soprattutto per la plasticità di adattamento dimostrata da alcune cultivar (Di Lorenzo *et al.*, 2005; Barbagallo *et al.*, 2005); in questo studio è stato valutato il comportamento vegeto-produttivo ed ecofisiologico di tre cultivar.

Materiali e metodi

La ricerca è stata condotta in un'azienda estesa 10 ha circa, ricadente in agro di Vittoria (Rg; altezza 30 m s.l.m., 36° N 58' 14" E 32'), specializzata nella produzione di uva da tavola sotto serra e, a partire dal 2003, nella coltivazione della vite fuori suolo.

L'apprestamento serricolo è quello tradizionale dell'area di Vittoria, "a capannina" (Fig. 1), avente un'altezza alla gronda di 2,15 m e al colmo di 2,65 m, e copertura con film

plastico in polietilene additivato con Eva e cariche minerali.

La densità è di 1,6 piante per m², ottenuta con una distanza delle piante in vaso di 125 cm tra le file e di 50 cm sulla fila. I vasi di 10 litri di capacità sono isolati dal terreno da un tappetino di coltivazione e da un supporto di polistirolo di 4 cm di altezza realizzato lungo il filare per facilitare lo sgrondo dell'acqua d'irrigazione. La soluzione nutritiva, distribuita attraverso un impianto di microportata, non viene riutilizzata (impianto a ciclo "aperto").

La centralina di fertirrigazione gestisce la distribuzione idrica e minerale della pianta e consente, a monte, un controllo costante della conducibilità elettrica (EC) e del pH della soluzione nutritiva (Di Lorenzo *et al.*, l.c.).

Le piante utilizzate sono state costituite in azienda secondo il protocollo definito dal DCA dell'Università di Palermo (Di Lorenzo *et al.*, 2000; Di Lorenzo *et al.*, 2001). Le

▼ Fig. 1 - Tradizionale serra per la coltivazione dell'uva da tavola nel ragusano.



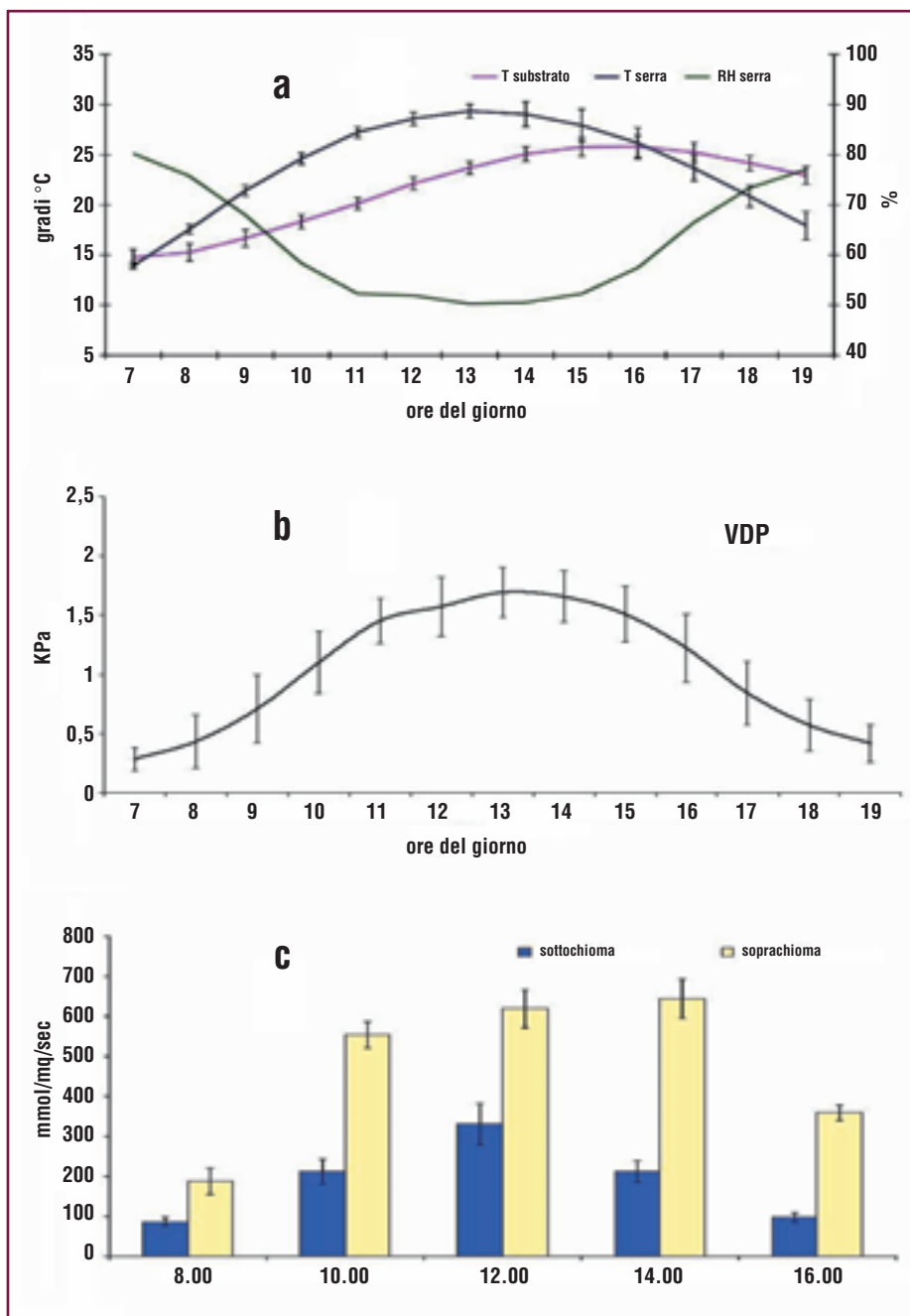
cultivar Vittoria, Matilde e Black Magic, scelte per lo studio, tutte con semi, sono caratterizzate da un buon adattamento alla coltivazione fuori suolo (Barbagallo *et al.*, l.c.).

Nei due cicli di produzione (2005-06) durante i quali sono stati effettuati i rilievi ecofisiologici, la copertura della serra è avvenuta nella prima settimana di dicembre dell'anno precedente la produzione. Le piante sono state trattate con una soluzione contenente idrogeno-cianamide (prodotto commerciale Dormex®) alla concentrazione del 4%. Il ciclo produttivo si è concluso in entrambi gli anni entro la prima settimana di giugno.

L'ambiente serra è stato monitorato attraverso una centralina climatica e dei data-logger. I principali parametri climatici rilevati sono stati: la temperatura dell'aria, l'umidità relativa e l'energia radiante espressa in PPFd; inoltre, è stato calcolato il deficit di pressione di vapore (VPD) ed è stata monitorata la temperatura del substrato con una sonda collegata ad un data-logger ed infissa nel substrato alla profondità di 15 cm.

Alla raccolta, su 30 viti rappresentative per cultivar è stata determinata, mediante misure con "area meter", la superficie fogliare (cm²) e la produzione di uva (g) per pianta ed è stato calcolato il relativo rapporto (cm²/g). A fine ciclo, sulle stesse piante è stato pesato il legno di potatura (g); sono stati calcolati l'indice di Ravaz e la "resa vegeto-produttiva" (RVG). Su 5 piante è stata inoltre determinata la quantità (g) e la ripartizione percentuale della sostanza secca nei diversi organi epigei ed è stato calcolato il rapporto tra la superficie fogliare e la sostanza secca (cm²/g).

Su due piante per cultivar sono stati misurati, in due epoche, nell'intervallo fenologico tra l'allegagione e l'invaiaitura, gli scambi gassosi ed il potenziale idrico fogliare, rispettivamente con un misuratore-gas CI-RAS-1 2000® PP System e con una camera a pressione tipo Scholander. I rilievi sono stati effettuati in condizioni di cielo non nuvoloso in cinque momenti (8:00, 10:00, 12:00, 14:00, 16:00) della giornata su due foglie della porzione mediana del germoglio (6°-10° nodo) per il rilievo effettuato dopo l'allegagione e su due foglie apicali per quello dell'invaiaitura (Hunter e Visser, 1988; Hunter *et al.*, 1994; Intreri *et al.*, 1992). Sono state selezionate, in en-



▲ Fig. 2 - Caratterizzazione climatica della serra (T, RH, VPD e luce) durante il periodo di osservazioni.

trambi i casi, foglie ben esposte alla luce rispettando, durante il rilievo, l'orientamento naturale della foglia. Al termine della lettura la foglia è stata staccata per la misura immediata del potenziale idrico.

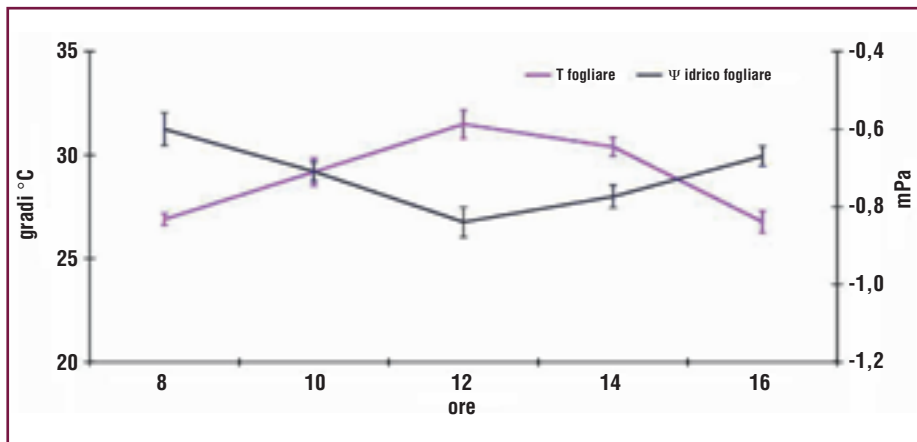
Sono stati effettuati complessivamente 120 rilievi relativi ai seguenti parametri: conduttanza stomatica (g_s), assimilazione netta di CO₂ (A), traspirazione (E), temperatura della foglia (T_{leaf}). Per l'intera durata delle osservazioni sono stati rilevati ogni ora i valori di PPFd all'interno della serra, con 8 sensori Par "LI-COR quantum" posizionati su una barra e

collegati ad un CR 10 Campbell Scientific in corrispondenza della fascia produttiva delle viti. Dai dati di fotosintesi e di traspirazione è stata infine calcolata l'efficienza dell'uso dell'acqua (WUE) rapportando il numero di moli di C assimilati al numero di moli di acqua traspirata.

Risultati e discussioni

Caratterizzazione climatica dell'ambiente serra

Le figure 2a e 2b riportano rispettivamente i valori di temperatura



▲ Fig. 3 - Valori di temperatura fogliare e di Ψ idrico dentro la serra (media delle due date di rilievo e delle tre cultivar).

TAB. 1 – INDICI DI EFFICIENZA E DI EQUILIBRIO PER LE TRE CULTIVAR (VALORI MEDI 05-06 PER PIANTA)

	Black Magic		Matilde		Vittoria	
	media	e.s.	media	e.s.	media	e.s.
Sup.fogliare asse (cm ²)	2934,1	264,53	2472,9	234,71	2880,0	316,56
Sup.fogliare femminelle (cm ²)	3304,2	341,59	2773,9	724,65	6463,9	1527,75
Produzione uva per pianta (g)	1738,6	52,82	2302,3	78,77	1806,5	35,37
Produzione legno per pianta (g)	368,4	38,98	210,5	9,87	396,3	19,40
Indice di Ravaz	4,7	-	10,9	-	4,5	-
R.V.P. (g)	0,5	-	0,6	-	0,6	-
Sup.fogliare/S.secca (cm ² /g)	42,1	-	37,7	-	51,0	-
Sup.fogliare/Produzione (cm ² /g)	17,9	0,83	13,3	0,74	22,4	0,65

(aria e substrato) e di umidità relativa nell'ambiente serra registrati nel periodo fioritura-invaiaura e l'andamento del deficit della pressione di vapore. Durante il periodo di osservazioni la temperatura dell'aria si è mantenuta tra i 10 ed i 30 °C, mentre l'umidità ha fatto registrare valori compresi tra il 50 e l'80% della saturazione dell'aria. La temperatura del substrato è invece oscillata tra 15 ed 25 °C. I valori di VPD ricavati non hanno mai superato la soglia dei 2 KPa e non sono mai stati, quindi, limitanti per la crescita della pianta (Nederhoff, 1997; Prenger e Ling, 2000).

I valori di flusso fotonico fotosinteticamente attivo (PPFD), registrati in corrispondenza della fascia produttiva della pianta (sottochioma), prima delle ore 8:00 del mattino e dopo le ore 16:00 sono stati inferiori a 100 μmol m⁻² s⁻¹ e soltanto nelle ore centrali del giorno sono stati registrati valori prossimi ai 300 μmol m⁻² s⁻¹. I rispettivi valori rilevati soprachioma, riferibili anche all'ambiente serra, sono variati invece tra

120 e 1.300 μmol fotoni m⁻² s⁻¹; valori superiori a 600 μmol m⁻² s⁻¹ si sono raggiunti solo nelle ore centrali della giornata, dalle 12:00 alle 14:00 (Fig. 2c)

Nella figura 3 si riportano i dati di temperatura della foglia e del potenziale idrico fogliare. La foglia della vite in serra ha presentato, nelle condizioni di piena esposizione alla luce, temperature sempre maggiori di 25 °C e nelle ore centrali superiori a 30 °C.

I valori di potenziale idrico giornaliero sono variati tra -0,5 ed -0,9 mPa, che sono considerati valori di stress da moderato a severo (Di Lorenzo *et al.*, 2007).

Comportamento vegeto-produttivo

La superficie fogliare misurata a fine ciclo, significativamente condizionata dagli interventi di sfogliatura e di sfemminellatura realizzati tra la fioritura e la raccolta, ha avuto il valore più alto nella cv Vittoria che presenta, inol-

tre, un'incidenza delle femminelle di oltre il doppio rispetto a quella dell'asse (Tab. 1).

La produzione di uva è stata in media di 1,9 kg, con leggere differenze tra le cultivar. La maggiore produttività si è avuta nella cv Matilde (2,3 kg); le cv Vittoria e Black Magic hanno prodotto rispettivamente e soltanto 0,5 e 0,6 kg, in meno.

La quantità di legno dalle viti fuori suolo non ha superato mediamente, in termini di peso fresco, i 325 g: i valori maggiori si sono avuti nella cv Vittoria (396,3 g), quelli più bassi nella cv Matilde (210,5 g). L'indice di Ravaz è oscillato tra 4,5 per le cv Vittoria e Black Magic ed 11,0 per la cv Matilde (Tab. 1).

La sostanza secca della porzione epigea (legno + uva) è variata tra 680 g circa della cv Matilde e 780 g della cv Black Magic. La ripartizione percentuale della sostanza secca ha messo in evidenza un'incidenza media dell'uva compresa tra il 60% per la cv Matilde ed il 44% nella cv Black Magic (Tab. 2).

L'RVP è risultata piuttosto omogenea tra le cultivar con variazioni comprese tra 0,5 e 0,6 (Tab. 1).

Per quanto riguarda, infine, gli indici di efficienza, sono emerse differenze significative tra le cultivar con un andamento decrescente in termini di uva e di sostanza secca rispettivamente per Matilde, Black Magic e Vittoria.

Comportamento ecofisiologico

La tabella 3 riporta la distribuzione percentuale delle frequenze dei valori di traspirazione, assimilazione netta e conduttanza stomatica sul totale dei rilievi effettuati. Solo nel 3% dei casi si sono avuti valori di traspirazione superiori a 5 mmol m⁻² s⁻¹, mentre per il 71% i valori sono stati inferiori a 3 mmol m⁻² s⁻¹.

L'assimilazione netta di CO₂ (A) è stata invece superiore a 10 μmol m⁻² s⁻¹ solo nel 9% dei casi, mentre nel

TAB. 2 – QUANTITÀ E RIPARTIZIONE PERCENTUALE DELLA SOSTANZA SECCA DELLA PORZIONE EPIGEA

	Matilde	Vittoria	Black Magic
Totale s.s.(g)	681,3	768,0	780,7
Legno l'anno + foglie (%)	29	32	38
Legno vecchio (%)	11	15	18
Uva (%)	60	53	44

52% si sono avuti valori compresi tra 2 e 6 $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$; la conduttanza stomatica, misurata in serra è risultata, nel 72% dei casi, inferiore a 200 $\text{mmol m}^{-2} \text{s}^{-1}$.

L'efficienza dell'uso dell'acqua (WUE) calcolata nelle piante fuori suolo è stata, nel 34% dei casi, inferiore a 2 mmol mmol^{-1} e compresa tra 2 e 4 mmol mmol^{-1} per il 62%; soltanto nel 4% si sono avuti valori compresi tra 4 e 6 mmol mmol^{-1} .

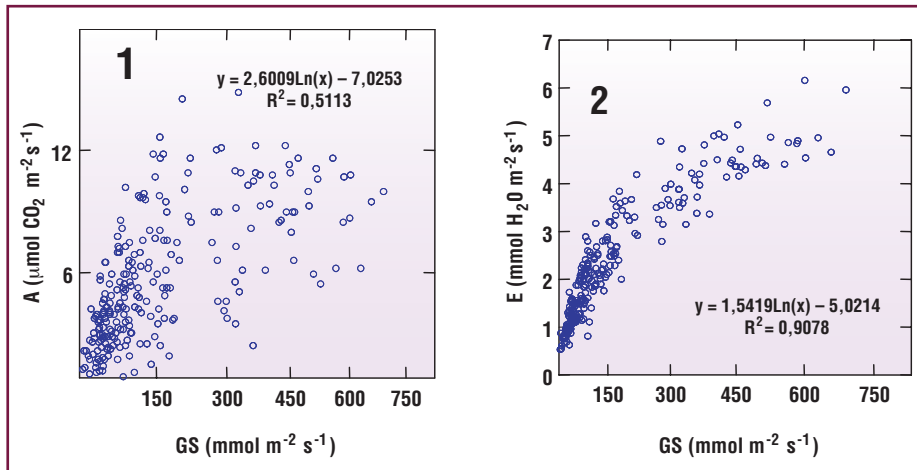
Tra le cultivar non sono emerse differenze di particolare rilievo anche se, nel complesso, si evidenzia nella cv Vittoria una tendenza verso valori maggiori in termini di attività fotosintetica e di conduttanza stomatica (Figg. 4b e 4c); nei riguardi della traspirazione si sono avuti, invece, valori inferiori a 4 $\text{mmol H}_2\text{O m}^{-2} \text{s}^{-1}$, simili per le tre cultivar nel 60% dei casi.

In termini di efficienza dell'uso dell'acqua (WUE), la cultivar meno efficiente è stata Black Magic, la più efficiente Matilde con valori, compresi tra 2 e 6 $\mu\text{mol mmol}^{-1}$, rispettivamente di 56 e 73%.

Nella figura 4 sono riportate le correlazioni trovate tra i valori di

TAB. 3 – DISTRIBUZIONE PERCENTUALE DELLE FREQUENZE RELATIVE ALL'ATTIVITÀ ECO-FISIOLOGICA

	Classi di valori %						
	0 - 1,5	1,6 - 2	2,1 - 3	3,1 - 4	4,1 - 5	5,1 - 6	6,1 - 7
E ($\text{mmol m}^{-2} \text{sec}^{-1}$)							
Matilde	34	18	20	14	14	-	-
Vittoria	39	9	24	12	9	3	3
Black Magic	35	15	20	18	10	3	-
<i>Media</i>	<i>36</i>	<i>14</i>	<i>21</i>	<i>15</i>	<i>11</i>	<i>2</i>	<i>1</i>
A ($\mu\text{mol m}^{-2} \text{sec}^{-1}$)	0 - 2	2,1 - 4	4,1 - 6	6,1 - 8	8,1 - 10	10,1 - 12	12,1 - 14
Matilde	12	33	19	10	15	12	-
Vittoria	16	19	31	13	16	6	-
Black Magic	11	39	16	13	13	5	3
<i>Media</i>	<i>13</i>	<i>30</i>	<i>22</i>	<i>12</i>	<i>15</i>	<i>8</i>	<i>1</i>
GS ($\text{mmol m}^{-2} \text{sec}^{-1}$)	0 - 100	101 - 200	201 - 300	301 - 400	401 - 500	501 - 600	601 - 700
Matilde	48	21	11	9	7	2	2
Vittoria	53	24	3	3	6	9	3
Black Magic	50	20	10	8	10	-	3
<i>Media</i>	<i>50</i>	<i>22</i>	<i>8</i>	<i>6</i>	<i>8</i>	<i>4</i>	<i>2</i>
WUE ($\mu\text{mol}/\text{mmol}$)	0 - 2	2,1 - 4	4,1 - 6				
Matilde	24	73	4				
Vittoria	38	56	6				
Black Magic	41	56	2				
<i>Media</i>	<i>34</i>	<i>62</i>	<i>4</i>				



▲ Fig. 4 - Correlazione (1) tra conduttanza stomatica (gs) e attività fotosintetica (A) e (2) tra conduttanza stomatica e attività traspirativa (E).

conduttanza stomatica (gs) e l'attività fotosintetica (1) e traspirativa (2) con valori di R² rispettivamente di 0,51 e 0,91.

Conclusioni

Il risultato produttivo del fuori suolo della vite, in termini di epoca di raccolta e di quantità prodotte soddisfa il viticoltore, nonostante le strutture attualmente in uso rimangano insufficienti e limitanti per il soddisfacimento delle esigenze fisiologiche della pianta; gli elevati investimenti di piante per ettaro accentuano i problemi legati alla scarsa luminosità interna, non garantendo in questa maniera condizioni uniformi e standard di crescita per le viti; il fuori suolo della vite, per esprimere a pieno le proprie potenzialità, non può pertanto prescindere da un ammodernamento della struttura serricola.

L'attività fisiologica delle piante è stata complessivamente caratterizzata da bassi valori di assimilazione netta e di traspirazione (Poni *et al.*, 2007) e da una parziale chiusura degli stomi: Questo comportamento è riconducibile in misura maggiore ai valori insufficienti di intensità luminosa (Novello *et al.*, 1999), più che ai valori di temperatura dell'aria. Sui valori riscontrati di fotosintesi e traspirazione ha influito probabilmente anche il fattore età della pianta, trattandosi per entrambi gli anni di osservazione di piante al primo ciclo produttivo, ed essendo noto che il quadro di tolleranza allo stress delle viti incrementa col procedere dello stadio di crescita (Okamoto *et al.*, 2004).

I risultati ottenuti vanno valutati tenendo conto anche dell'influenza esercitata dalla tipologia del materiale di propagazione utilizzato: viti autoradicate manifestano valori di assimilazione netta e di traspirazione tendenzialmente più bassi di quelli di piante innestate (Iacono *et al.*, 1998). I valori di conduttanza stomatica riportati dagli Autori sono inferiori rispetto a quelli riscontrati nella sperimentazione oggetto di studio; probabilmente tale comportamento è legato o alla cultivar oppure al diverso ambiente di coltivazione. Alcuni Autori ritengono che, in condizioni di stress idrico moderato, l'assimilazione netta si riduce a causa della chiusura stomatica, ma più lentamente rispetto al tasso di traspirazione: si determinano così condizioni in cui la WUE della pianta viene incrementata (Satisha e Prakash, 2006; Poni *et al.*, l.c.). Indubbiamente la riduzione della lunghezza dei germogli e dell'area fogliare, legati all'esigenza della pianta di ridurre la traspirazione e quindi la perdita di acqua, sono il risultato della contenuta attività fotosintetica rilevata nello studio realizzato. ■

RINGRAZIAMENTI

Si ringrazia il Sig. Salerno Fortunato, titolare dell'azienda, per l'ospitalità e l'assistenza prestata alle prove sperimentali.

BIBLIOGRAFIA

Barbagallo M.G., Gambino C., Dimauro B., Di Lorenzo R. (2005) - Ulteriori considerazioni sulla coltivazione in fuori suolo dell'uva da tavola. *Rivista di frutticoltura*, 1, 32-36.
Behboudian M.H., Singh Z. (2001) - Water relations and irrigation scheduling in grapevines. *Horticultural Reviews*, 27, 189-225.
Di Lorenzo R., Mafrica R. (2000) - La coltivazione fuori suolo dell'uva da tavola - risul-

tati di un biennio di esperienze condotte in Sicilia. *Rivista di Frutticoltura*, 62 (3), 48-52.

Di Lorenzo R., Barbagallo M.G., Mafrica R., Palermo G., Dimauro B. (2001) - Bio-Agronomic and physiological aspects of the training of "soilless" table grapes in Sicily. *Atti XII Gesco*.
Di Lorenzo R., Gambino C., Dimauro B. (2005) - Il fuori suolo nella viticoltura da tavola: risultati del biennio 2004-05 relativi alla fenologia ed al comportamento vegeto-produttivo di cultivar con semi. *Atti del Convegno Nazionale "Strategie per il miglioramento dell'orticoltura protetta in Sicilia"*, Ragusa.
During H. (1988) - CO₂ assimilation and photorespiration of grapevine leaves: responses to light and drought. *Vitis*, 27, 4, 199-208.
Giuffrida S., Ferrante S., Di Lorenzo R. (1999) - Aspetti del comportamento fisiologico, vegetativo e produttivo della cv Matilde in ambiente protetto. *Rivista di frutticoltura*, 3, 61-66.
Hunter J.J., Skrivan R., Ruffner H.P. (1994) - Photosynthetic rate, sugar content, and sucrolytic activity in grapevine leaves. *International Symposium on Table Grape Production - Anaheim California*, 28-29th June, pp. 167-170.
Hunter J.J., Visser J.H. (1988) - The effect of partial defoliation, leaf position and developmental stage of the vine on the photosynthetic activity of *Vitis vinifera* L. cv Cabernet sauvignon. *S. Afr. J. Enol. Vitic.*, 9, 2, 9-15.
Intrieri C., Poni S., Silvestroni O., Filippetti I. (1992) - Leaf age, leaf position and photosynthesis in potted grape vines. *Adv. Hort. Sci.*, 6, 23-27.
Iacono F., Buccella A., Peterlunger E. (1998) - Water stress and rootstock influence on photosynthesis of grafted and ungrafted grapevines. Corresponding author : iacono@itc.isma.it.
La Malfa G., Magnani G. (1994) - I materiali plastici per le colture protette. *Culture protette*, 1, 49-54.
Nederhoff E. (1997) - How to use RH and other Humidity Measures: part 2 of Humidity in Greenhouse. *HortResearch Publication-Commercial Grower*, 52, 2, Marzo.
Novello V., De Palma L., Tarricone L. (1999a) - Influence of cane girdling and plastic covering on leaf as exchange, water potential and viticultural performance of table grape cv Matilde. *Vitis*, 38, 2, 51-54.
Novello V., De Palma L., Tarricone L. (1999b) - Changes in solar radiation and air CO₂ concentration: effects on ecophysiological activity, vine growth and production in table-grape grown under protected cultivation. *Atti 11 Giornata GESCO*, Sicilia 6-12 giugno, Vol. 2, pp. 711-717.
Okamoto G., Ueki K., Imai T. (2004) - A comparative study of drought and excess-water tolerance in *Vitis coignetiae* and several table grapes grown in Japan. *Scientific Reports Of The Faculty Of Agriculture*. Okayama University, Vol. 93, pp. 39-43.
Poni S., Palliotti A., Mattii G., Di Lorenzo R. (2007) - Funzionalità fogliare ed efficienza della chioma in *Vitis vinifera* L. *Review*, 6 - *Italus Hortus*, 14 (4), 29-46.
Prenger J.J., Ling P.P. (2000) - *Greenhouse condensation control*. Fact Sheet (Series) AEX-804. Ohio State University Extension, Columbus, OH, pp. 1-4.
Satisha J., Prakash G.S. (2006) - The influence of water and gas exchange parameters on grafted grapevines under conditions of moisture stress. *S. Afr. J. Enol. Vitic.*, 27, 1, 40-45.

