

NUOVI APPROCCI DI CONTENIMENTO DELLA MACULATURA BRUNA DEGLI AGRUMI

P. BELLA¹, M. RUSSO², M. TOMASELLO², V. CATARA¹, A. CATARA²

¹Dipartimento di Scienze delle Produzioni Agrarie e Alimentari,
Università degli Studi di Catania, Via Santa Sofia 100, 95123 Catania

²Parco Scient. e Tecn. della Sicilia – Z. I. Blocco Palma I Via V. Lancia, 95121 Catania
patrizia.bella@unict.it

RIASSUNTO

Alternaria alternata, “patotipo tangerino”, causa gravi danni su frutti di tangerino Dancy e i suoi ibridi, molto apprezzati dal mercato, in quanto l’uso di fungicidi non assicura una copertura adeguata (anche se ripetuti). Per ridurre la carica di inoculo sono stati adottati interventi agronomici (potatura, diradamento, consociazione). La sperimentazione è stata effettuata in un’azienda agrumicola sita nel comune di Bovalino (Reggio Calabria) su cinque parcelle di piante di Fortune innestate su citrange Troyer. Una parcella con sesto 3x4m è stata potata e diradata per ottenere un sesto 6x4m, un’altra non è stata potata ma diradata (sesto 6x4m); una terza è stata solo potata; in una quarta le piante erano in consociazione a piante di Nova e nella quinta erano presenti piante giovani di 3 anni con sesto 6x5m. Oltre ai trattamenti antiparassitari ordinari, tutte le parcelle sono state sottoposte a due interventi con prodotti rameici in maggio e giugno. Nel periodo primaverile–estivo nella parcella potata e diradata, al sesto di 6x4m, il numero di germogli infetti e di foglie sintomatiche per germoglio si è ridotto del 25-30%. Nella parcella sottoposta solo a potatura invece si è assistito a un aumento di germogli e foglie infette pari al 15-30%. Percentuali elevate di frutti sintomatici (> 60%) sono stati rilevati in tutte e tre le parcelle. Valori più bassi dell’incidenza di malattia su germogli, foglie e frutti sono stati osservati nelle parcelle con piante giovani e in quella in cui le piante erano consociate a Nova.

Parole chiave: *Alternaria alternata*, agrumi, maculatura bruna degli agrumi

SUMMARY

NEW APPROACHES TO CONTROL ALTERNARIA BROWN SPOT OF CITRUS

The “tangerine pathotype” of *Alternaria alternata*, causes severe damage on Dancy tangerine and its hybrids, highly appreciated by the market, since the use of fungicides does not provide adequate coverage (even with 6 to 12 applications). In order to prevent the inoculum build-up in the field, control measures based on agronomical practices (pruning, intercropping), and reduced spraying program were tested. The experiments were conducted in 2011 on five plots of Fortune plants grafted onto citrange Troyer in a citrus orchard located in Bovalino (Reggio Calabria). A plot on a 3-by 4m spacing was pruned and thinned to obtain a 6x4m spacing, another plot was thinned but not pruned (6x4 m spacing) and a third plot was only pruned; in a fourth plot, plants were intercropped with Nova plants; the fifth plot was characterized by 3 years old Fortune plants (6 by 5 m spacing). In addition to regular pesticide treatments, all plots were subjected to two sprays with copper-based products (May and June). During spring and summer the number of infected twigs and leaves was reduced by 25-30% in the plot pruned and thinned (6x4m). Fortune plot subjected only to pruning increased infected leaves and twigs up to 15-30%. A high percentage of symptomatic fruits (> 60%) was detected in all

three plots. Lower values of the incidence of the disease on shoots, leaves and fruits were observed in the plot with young plants and where Fortune plants were intercropped with Nova.

Keywords: *Alternaria alternata*, citrus, Alternaria brown spot of citrus

INTRODUZIONE

Alternaria alternata è un fungo patogeno di diverse colture arboree ed erbacee (agrumi, melo, pero, pomodoro, tabacco etc.) che attacca attraverso patovar specializzate.

La presenza del patotipo tangerino in Italia è stata segnalata inizialmente su frutti di mandarino Fortune (ibrido di clementino x tangerino Dancy) in un campo di sei anni di età al sesto di 3x4 m (Bella *et al.*, 2001). La malattia è stata osservata su altri ibridi che hanno il tangerino Dancy fra i parentali (Minneola, Orlando, Nova, Winola, Lee, Sunburst), ove provoca sia necrosi su foglie, fiori, germogli e frutti, che filloptosi, cascola dei frutticini e disseccamento dei rametti. I danni, variabili in relazione all'andamento climatico, sono talvolta di gravità tale da costringere i produttori ad abbandonare la coltura.

Le infezioni sono favorite da 10-12 ore di bagnatura delle foglie e da temperature intorno ai 27°C (Canihos *et al.*, 1999; Timmer *et al.*, 2000), mentre il meccanismo patogenetico è collegato ad una tossina ospite-specifica (ACT-toxin), che causa la morte delle cellule degli organi infetti (Kohmoto *et al.*, 1993). In condizioni di elevata umidità o di bagnatura delle foglie, il fungo produce abbondanti conidi che, trasportati dal vento, realizzano nuove infezioni dall'emissione di nuovi germogli fino all'invasiatura dei frutti (Timmer *et al.*, 1998).

Il contenimento della malattia è essenzialmente basato su interventi di tipo chimico che, a seconda dei caratteri climatici locali, possono prevedere 3-15 applicazioni (Timmer *et al.*, 2003). I prodotti utilizzati sono diversi (captafol, iprodione, composti rameici, ditiocarbammati, triazoli, strobilurine, etc.), con risultati alterni. Un modello a punti per la previsione delle infezioni (Timmer *et al.*, 2001), non riduce il numero degli interventi chimici, ma garantisce un prodotto di qualità migliore nelle regioni più umide (Timmer *et al.*, 2003).

In Italia, il contenimento della malattia risulta particolarmente critico, anche in conseguenza del numero ristretto di principi attivi registrati su agrumi. Nel campo in cui era stata segnalata per la prima volta, la malattia è stata gestita con sufficiente successo mediante un intervento a fine estate con prodotti rameici, ripetuto in autunno. Gravissime infezioni a carico di frutti, foglie e rametti, in coincidenza delle intense precipitazioni dell'autunno 2005, hanno aumentato la carica d'inoculo a livelli tali da richiedere un numero più elevato di interventi chimici, selezionati sull'esperienza di altri Paesi.

In considerazione dei risultati aleatori conseguiti nei primi due anni è stata contestualmente avviata una sperimentazione mirata a definire una strategia di gestione integrata della malattia, basata sull'analisi dei parametri meteo-climatici della zona e sulla riduzione della carica d'inoculo del patogeno. La sperimentazione ha preso in esame, con modalità diverse, epoca e intensità degli interventi di potatura e la consociazione con specie meno suscettibili.

MATERIALI E METODI

La sperimentazione è stata effettuata in un'azienda sita nel comune di Bovalino (Reggio Calabria), che comprende un'ampia sezione di piante di ibridi di mandarino Nova e Fortune, su citrange Troyer, messe a dimora nel 1995. Nel 2009 sono state delimitate tre ampie parcelle di piante di Fortune di circa 2000 m² nelle quali sono stati effettuati programmi di difesa guidata basati sull'andamento termopluviometrico del quinquennio precedente, sulle fasi fenologiche e sul rilievo dei sintomi di malattia, con l'obiettivo di assicurare una copertura delle giovani foglie e germogli e dei frutti, con applicazioni prima dell'inizio della vegetazione, a fine fiori-

tura, a settembre, ottobre e novembre. I formulati utilizzati, scelti in base a indicazioni bibliografiche e a precedenti prove *in vitro* (Bella *et al.*, 2010) sono riportati in tabella 1.

Tabella 1. Formulati impiegati per il controllo della maculatura bruna degli agrumi.

Sostanza attiva	Formulato	Concentrazione s.a.
Fenbuconazole	Simitar 5 (EW)	70 ml/100 l
Ossicloruro di rame	Coprantol (WG)	150 g/100 l
Ossicloruro di rame	Cupravit Blu (WG)	250g/100 l
Mancozeb-Rame metallico	Cuprofix 30 (WG)	250 g/100 l
Solfato rame -idrossido di calcio	Poltiglia bordolese	10 kg/ 1000 l

Nell'annata agraria 2008/09 sono stati eseguiti 3 trattamenti a base di fenbuconazole (aprile-settembre) e rame ossicloruro (settembre). Nel 2009/10 sono stati eseguiti 4 trattamenti a base di fenbuconazole (luglio-settembre-ottobre) e rame metallico (dicembre). Nondimeno, a causa delle eccezionali precipitazioni si sono registrati danni gravissimi. Pertanto nel 2010/11 sono stati effettuati 8 trattamenti a base di: rame (gennaio - novembre), mancozeb + rame (aprile, maggio, giugno, agosto, settembre, ottobre).

L'esito è stato valutato su un congruo campione di frutti raccolti a maturazione commerciale (febbraio 2010 e 2011) e a dicembre su frutto pendente nell'annata in corso. La gravità della malattia è stata calcolata mediante una scala a tre classi calibrata sul numero di lesioni per frutto: 0= nessuna macchia, 2= più di 5 macchie (Vincent *et al.*, 2004).

Nel 2011 sono state selezionate cinque ampie parcelle vicine fra loro: quattro piantate al sesto di 4x3m e una con piante giovani (3 anni di età) al sesto di 6x5m. Tutte le parcelle sono state coltivate secondo le consuetudini aziendali e sono state sottoposte ai trattamenti antiparassitari ordinari, più due irrorazioni in maggio e in giugno con formulati a base di Cupravit e Cuprofix 30. Al fine di ridurre la pressione del patogeno, una parcella, potata nel marzo 2011, è stata diradata ad inizio giugno, in modo da ottenere un sesto di 6x4m; un'altra non è stata potata ma è stata diradata (6x4m); una terza è stata potata ma non diradata (4x3m); la quarta era costituita da piante di Fortune, consociate a piante di Nova (clementino x tangelo), nel rapporto di 1:3. Ciascuna parcella presa in considerazione era pertanto di superficie diversa, ma tutte comprendevano circa cento piante fra le quali venivano scelte a caso le piante (in media 25) da cui venivano prelevati i campioni da esaminare.

Nel corso dell'anno sono stati effettuati tre rilievi (primavera, estate ed autunno) prelevando 100 germogli/parcella ai 4 punti cardinali delle piante, sui quali è stata rilevata la diffusione e la gravità dell'infezione, stimata come percentuale di germogli e foglie infette e numero di lesioni per foglia. Allo scopo è stata utilizzata una scala a 6 classi di malattia: 0= nessun segno d'infezione; 5= più di 15 lesioni (Mondal *et al.*, 2007). La gravità su foglie e frutti è stata calcolata mediante l'indice di McKinney (1923): $(\sum v_n)/(NV) \times 100$.

I dati relativi alle temperature e alle precipitazioni verificatesi nel territorio specifico, a partire dal 2005, sono stati ricavati da una stazione di monitoraggio del servizio agrometeorologico della regione Calabria, ubicata a poche centinaia di metri dall'azienda, con riferimento alle fasi fenologiche suscettibili alle infezioni di *A. alternata* (aprile-ottobre).

RISULTATI E DISCUSSIONE

Come si osserva dall'istogramma (figura 1) nel periodo considerato (2005-2011) le precipitazioni verificatesi nel mese di aprile sono state in generale inferiori a 40 mm, ad eccezione dell'anno 2005 (65,8 mm), e del 2011 (159,4 mm), mentre nel mese di settembre hanno superato i 100 mm, con un valore massimo di 371,6 mm nel 2009. Negli altri mesi i valori sono

stati sempre molto bassi o nulli, ad eccezione del maggio 2011 e dell'agosto 2005. Nell'anno 2011 particolarmente favorevoli alle infezioni sono risultate le precipitazioni verificatesi a metà aprile (> 100 mm di pioggia in soli due giorni) in coincidenza con la presenza di tessuti suscettibili e temperature medie fra 15 e 18°C adeguate allo sviluppo del patogeno. Nel periodo successivo l'andamento pluviometrico è risultato non dissimile dagli altri anni e le temperature medie si sono assestate fra 22 e 24°C.

Nonostante i numerosi interventi chimici effettuati allo scopo di assicurare una copertura dei frutti nel periodo di maggiore piovosità, la percentuale di frutti colpiti dal 2008 al 2010 è risultata elevatissima (tabella 2). Nel 2010 tutti i frutti presentavano sintomi della malattia e la quasi totalità ricadeva nella classe di malattia più alta (96%); nell'anno precedente, invece, solo il 16% ricadeva in questa classe e circa il 30% risultava asintomatico. Nonostante ciò i frutti furono ugualmente apprezzati dal mercato nazionale per le peculiari caratteristiche organolettiche, che non risultavano influenzate dall'infezione, in quanto limitata all'epicarpo.

Figura 1. Precipitazioni mensili registrate nel periodo di suscettibilità in agro di Bovalino (2005-2011).

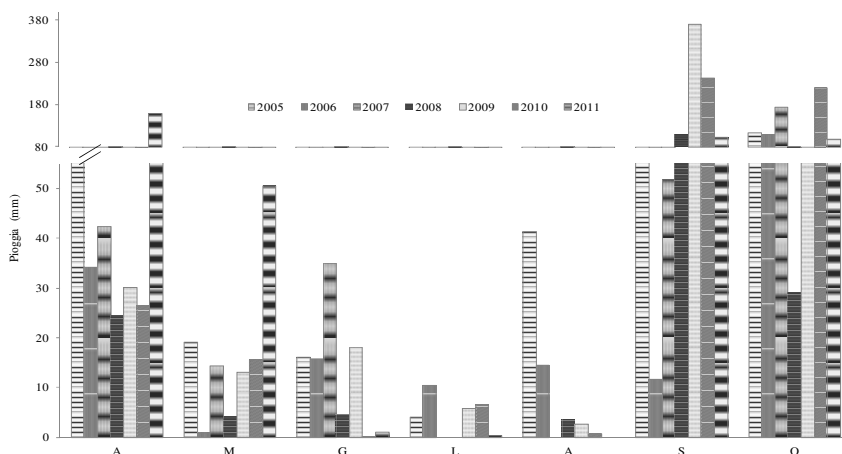
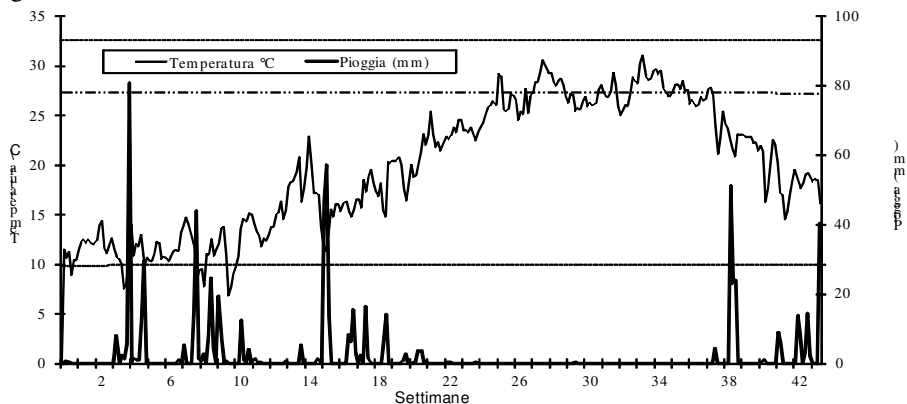


Figura 2. Temperature medie e precipitazioni giornaliere registrate in agro di Bovalino nel periodo gennaio-ottobre 2011.



*Le linee orizzontali indicano l'intervallo di temperatura favorevole alle infezioni di *Alternaria alternata*

Tabella 2. Percentuale di frutti con sintomi di maculatura bruna rilevati negli anni a fronte dei piani di intervento chimico messi in atto dall'azienda.

Classe di malattia	% Frutti colpiti		
	Febbraio 2010	Febbraio 2011	Dicembre 2011
Nessuna macchia	29,1	3,0	4,90
1-5 macchie/ frutto	53,9	3,7	19,61
>5 macchie /frutto	16,9	96,3	75,49

Sulla base di tali risultati nell'anno 2011 si è deciso di modificare la strategia, peraltro non sostenibile per l'alto impatto ambientale e i costi elevati, effettuando solamente due trattamenti con formulati rameici nel periodo maggio-giugno e introducendo alcuni interventi per ridurre la carica di inoculo. I rilievi periodici effettuati nel corso dell'anno hanno interessato i nuovi flussi di vegetazione (maggio, settembre e dicembre) e i frutti pendenti (dicembre). La percentuale di frutti colpiti da maculatura bruna è risultata mediamente elevata, ma le differenze in classi di malattia fra le diverse tesi sono state rilevanti, essendo chiaramente influenzate dal numero di piante/m², dall'epoca di potatura e dal volume della chioma (tabella 3).

Nella parcella A, al sesto di 6x4 m, la potatura precoce ha fatto registrare un flusso di vegetazione molto anticipato che, a causa delle piogge insistenti, ha sortito esiti di infezione di eccezionale gravità su foglie, fiori, frutticini, seguiti da cascola e disseccamento di germogli e rametti. Il tempestivo diradamento eseguito in giugno ha permesso di contenere le infezioni nelle fasi successive, sicché il numero di germogli infetti e di foglie sintomatiche per germoglio, seppur mantenendosi elevato, si è ridotto del 25% circa (dal 96,3 al 71%) per i germogli infetti e di oltre il 30% (dal 50 al 16 %) per le foglie sintomatiche (tabella 3). L'indice di malattia sulle foglie ha fatto registrare una riduzione da 0,7 a 0,2, risalendo in dicembre a 0,64. I pochi frutti rimasti hanno mostrato esiti di infezioni nel 90% dei casi circa, e un indice di malattia pari a 73,02 (tabella 4).

La parcella che non aveva subito alcuna potatura ma solo diradamento ha mostrato in dicembre valori percentuali più elevati rispetto alle altre parcelle nello stesso periodo, con foglie e frutti infetti rispettivamente del 5% e del 98%, con indici di gravità della malattia pari a 1,04 e 88 (tabelle 3 e 4).

Tabella 3. Infezioni di *Alternaria alternata* rilevate nell'anno 2011 su germogli e foglie di Fortune (%) e indice di McKinney su tre diversi flussi vegetativi.

Sesto (m)	Trattamento	% Infezioni						Indice di McKinney		
		Germogli			Foglie					
		Mag	Sett	Dic	Mag	Sett	Dic	Mag	Sett	Dic
6x4	A. Potatura + diradamento	96,3	71,0	25,0	50,7	16,7	3,4	0,72	0,21	0,64
6x4	B. Solo diradamento	-	-	32,0	-	-	5,0	-	-	1,04
3x4	C. Potatura ordinaria	80,0	94,0	28,0	19	53,0	4,7	0,61	0,79	0,91
3x4	D. Consociazione	53,0	56,0	15,0	13,8	17,2	2,1	0,14	0,17	0,42
6x5	E. Piante giovani	-	-	32,1	-	-	3,9	-	-	0,78

Nella parcella al sesto di 4x3m e patatura tardiva il 61,47 % dei frutti ha mostrato sintomi di maculatura bruna con indice di malattia 41,7 (tabella 4). I rilievi sulle foglie e germogli hanno fatto registrare l'80 e 94% di germogli infetti e più del 50% di foglie sintomatiche, con un indice di gravità della malattia intorno a 0,9 (tabella 3).

Tabella 4. Ripartizione dei frutti di Fortune con maculatura bruna per classi e indice di malattia, e trattamento (2011).

Trattamenti	Numero frutti per classe di malattia			% frutti infetti	Indice di McKinney
	0 macchie	1-5 macchie	>5 macchie		
A. Potatura + diradamento	11,11	31,75	57,14	88,89	73,02
B. No potatura, sì diradamento	1,80	19,82	78,38	98,20	88,29
C. Potatura ordinaria	38,53	39,45	22,02	61,47	41,74
D. Consociazione	66,99	20,39	12,62	33,01	22,82

Più modesta è stata l'incidenza della malattia nella parcella in cui le piante di Fortune erano consociate a Nova e in quella con piante giovani. Il numero di germogli infetti pari al 53% in maggio, non è sostanzialmente variato nei rilievi di settembre (56%), scendendo a valori molto bassi nel mese di dicembre (15%) (tabella 3). L'indice di malattia a 0,14 in maggio e 0,17 in settembre, ha raggiunto valori di poco superiori in dicembre (0,42). Anche il numero di frutti infetti è risultato molto più basso delle altre parcelle (33%), con un indice di malattia pari a 22,8 (tabella 4). Sintomi sono stati osservati in misura contenuta anche su frutti di Nova, raramente anche su foglie, ma la gravità della malattia non ha mai raggiunto valori significativi a livello commerciale.

A differenza di quelle adulte, le piante giovani di Fortune non hanno presentato sintomi apprezzabili della malattia, rilevati solo su pochi germogli in maggio poi diventati più numerosi in settembre e in dicembre, ma sempre sotto forma di sparute maculature di piccole dimensioni sul 3,9% delle foglie, con un indice di gravità 0,78 (tabella 3).

La comparsa e l'evoluzione dei sintomi della malattia sono risultati correlati all'andamento climatico e alla fase fenologica della pianta, il che spiega anche una certa variabilità fra le piante. Per quanto riguarda i frutti i primi sintomi sono stati osservati allorché essi hanno raggiunto 1-2 cm di diametro, e hanno dato luogo nel tempo a maculature profonde, con arresto di sviluppo del mesocarpo. All'invasatura le maculature hanno raggiunto circa 1,5 cm di diametro. I frutti così danneggiati sono stati oggetto di fessurazione dell'epicarpo e cascola o di infezioni secondarie ad opera di *Penicillium* spp. *Phytophthora* spp.. Le infezioni verificatesi su frutti più grandi (o di seconda fioritura) hanno causato maculature di dimensioni modeste (1-2 mm), talvolta anche numerose, che non hanno determinato lo svilimento commerciale del prodotto, ancorché apprezzato da mercati locali.

CONCLUSIONI

La sperimentazione pluriennale oggetto della presente nota, supportata da un lungo periodo di osservazioni in varie località agrumicole della Sicilia e della Calabria e di altri Paesi conferma le difficoltà di gestione delle maculature brune degli agrumi, in quanto la velocità di germinazione del patogeno rende praticamente impossibile garantire una copertura adeguata dei frutti. I dati raccolti mettono in evidenza che le infezioni a carico degli organi verdi della pianta giocano un ruolo molto importante quale fonte d'inoculo e

che il contenimento del patogeno risulta efficace nel ridurre le infezioni di foglie e frutti. I risultati ottenuti, lungi dall'essere considerati definitivi, possono contribuire a tracciare delle linee guida per una gestione della malattia con criteri di protezione integrata e sostenibile, la cui messa a punto permetterebbe di valorizzare anche nel nostro ambiente un gruppo di agrumi che è apprezzato in tutto il mondo.

Coerentemente con l'andamento termo-pluviometrico della zona, tali misure preventive, dovrebbero tenere conto, già nella fase dell'impianto, la scelta di portinnesti non troppo vigorosi, l'orientamento dei filari, e, nella fase di gestione corretti interventi di potatura e di concimazione. Diversamente, in concomitanza con prolungate condizioni favorevoli alle infezioni, l'estrema suscettibilità del mandarino Fortune e di altri ibridi può infatti determinare un aumento della carica d'inoculo che rende ancora più difficile il contenimento del patogeno con interventi chimici, che in ogni caso dovranno essere limitati e mirati.

LAVORI CITATI

- Bella P., Guarino, C., La Rosa R., Catara A., 2001. Severe infections of *Alternaria* spp. on mandarin hybrids. *Journal of Plant Pathology*, 83, 231.
- Bella P., Ialacci G., Catara A., Catara V., 2009. Further spread of *Alternaria alternata* brown spot on tangerines and their hybrids in Italy. *Journal of Plant Pathology*, 91 (Supplement 4), 49.
- Bella P., Ialacci G., Catara A., Russo M., Catara V., 2010. Efficacia di fungicidi contro *Alternaria alternata*, agente della maculatura bruna degli agrumi. *Atti Giornate Fitopatologiche*, 2: 201-202.
- Canihos Y., Peever T.L., Timmer L.W., 1999. Temperature, leaf wetness, and isolate effects on infection of Minneola tangelo leaves by *Alternaria* sp. *Plant Disease*, 83, 429-433.
- Kohmoto K., Itoh Y., Shimomura N., Kondoh Y., Otani H., Kodama M., Nishimura S., Nakatsuka S., 1993. Isolation and biological activities of two host-specific toxins from the tangerine pathotype of *Alternaria alternata*. *Phytopathology*, 83, 495-502.
- McKinney H.H., 1923 Influence of soil temperature and moisture on infection of wheat seedlings by *Helmintosporium sativum*. *Journal of Agricultural Research*, 26, 195-218.
- Mondal S.N., Vicent A., Reis R.F., Timmer L.W., 2007. Efficacy of pre- and post-inoculation application of fungicides to growing leaves for control of melanose, scab, and *Alternaria* brown spot. *Plant Disease*, 91 (12), 1600-1606.
- Timmer L.W., Solel Z., Gottwald T.R., Ibáñez A.M., Zitko S.E., 1998. Environmental factors affecting production, release, and field production of conidia of *Alternaria alternata*, the cause of brown spot of citrus. *Phytopathology*, 78, 1218-1223.
- Timmer L.W., Darhower H.M., Zitko S.E., Peever T.L., Ibáñez A.M., Bushong P.M., 2000. Environmental factors affecting the severity of *Alternaria* brown spot of citrus and their potential use in timing fungicide applications. *Plant Disease*, 84, 638-643.
- Timmer L.W., Darhower H.M., Bhatia A., 2001. The Alter-Rater, a new weather-based model for timing fungicide sprays for *Alternaria* control. Publication No. PP 175, University of Florida, IFAS, EDIS, Gainesville, Florida.
- Timmer L.W., Peever T.L., Solel Z., Akimitsu K., 2003. *Alternaria* diseases of citrus – Novel pathosystems. *Phytopathologia Mediterranea*, 42, 99-112.
- Vicent A., Badal J., Asensi M.J., Sanz N., Armengol J., García-Jiménez J., 2004. Laboratory evaluation of citrus cultivars susceptibility and influence of fruit size on Fortune mandarin to infection by *Alternaria alternata* pv. *citri*. *European Journal of Plant Pathology*, 110, 245-251.