



Regione Siciliana
Assessorato regionale dell'Agricoltura dello
Sviluppo rurale e della Pesca mediterranea
Dipartimento regionale dell'Agricoltura



UNIVERSITÀ
degli STUDI
di CATANIA

Dipartimento
DiSA

LINEE GUIDA PER LA LOTTA AL MAL SECCO

PLENODOMUS TRACHEIPHILUS

IN SICILIA



PRESENTAZIONE

Il Mal secco, la malattia più distruttiva ed economicamente importante degli agrumi a frutto acido nella regione Mediterranea, può essere considerata il principale fattore limitante per l'espansione della limonicoltura. In Italia, la lotta al Mal secco è regolamentata dal DM del 17 Aprile 1998 pubblicato nella Gazzetta Ufficiale della Repubblica Italiana del 1 giugno 1998, n. 125 (attualmente in fase di revisione); in Sicilia è stato emanato il DDG 2558/2020 che prevede l'eradicazione obbligatoria dei focolai mediante potatura o estirpazione degli alberi malati, con bruciatura *in situ* del materiale di risulta.

Negli ultimi anni si è assistito a una recrudescenza delle epidemie di Mal secco soprattutto nella Sicilia orientale, dovuta probabilmente alla convergenza di diversi fattori quali il ripetersi di violente grandinate e forti venti, l'elevata diffusione del limone 'Femminello Siracusano 2Kr' nei nuovi impianti e l'impiego di portinnesti molto suscettibili quali l'alemow (*Citrus×macrophylla*) e il limone volkameriano (*Citrus×volkameriana*), che sono stati preferiti all'arancio amaro in quanto inducono una maggiore precocità della messa a frutto, una maggiore precocità della raccolta e una maggiore produttività delle piante.

Attualmente la gestione del Mal secco è piuttosto complessa e non sempre risolutiva. Tuttavia, gli effetti della malattia possono essere mitigati con l'applicazione di una strategia integrata comprendente l'applicazione di buone pratiche agricole.

Questa guida è rivolta ai produttori di limoni in risposta all'esigenza di disporre di conoscenze rigorose della malattia e di soluzioni adeguate e applicabili, evitando così di dover fare riferimento a informazioni spesso incomplete e frammentarie.

Tale strategia è fondata prevalentemente sulla prevenzione, risponde a criteri di sostenibilità ambientale ed economica e si articola sui concetti basilari di esclusione ed eradicazione del patogeno e di protezione della pianta.

L'AGENTE CAUSALE DEL MAL SECCO

Il Mal secco è una malattia vascolare perché l'agente patogeno si insedia nei vasi che trasportano la linfa della pianta. È causata dal fungo *Plenodomus tracheiphilus* (sinonimi: *Bakerophoma tracheiphila*, *Deuterophoma tracheiphila* e *Phoma tracheiphila*) della famiglia Leptosphaeriaceae.

Attualmente, è presente in tutti i paesi limonicoli del bacino del mar Mediterraneo e del mar Nero, ad esclusione di Marocco, Portogallo e Spagna. Un focolaio della malattia, segnalato nel 2015 in Spagna nella provincia di Málaga, è stato eradicato prontamente.

SINTOMI

In base ai sintomi si possono distinguere **tre forme** di Mal secco.

1. Forma più comune: i *primi sintomi* compaiono a fine inverno e consistono in clorosi delle nervature fogliari, disseccamento dei germogli, delle foglie e dei rametti apicali, caduta delle foglie con persistenza del peduncolo sul rametto. Questi fenomeni progrediscono rapidamente verso il basso interessando intere branche dell'albero. Spesso la sintomatologia riguarda soltanto un settore della chioma perché rispecchia la distribuzione del patogeno all'interno del sistema vascolare dell'albero. In genere gli alberi vigorosi reagiscono producendo polloni sul tronco e nella porzione basale delle branche interessate dalla malattia. I sintomi tipici del Mal secco sono: a) una colorazione rosa-salmone o arancione del legno, che si osserva scortecciando i rametti con sintomi di disseccamento apicale, nelle branche e nel tronco; b) presenza di piccolissimi puntini neri, cioè dei picnidi, i corpi fruttiferi del patogeno, che sono visibili a stento a occhio nudo, sparsi in modo casuale all'interno di aree di colore grigio-argento sui polloni e sui rametti secchi di 2-3 anni. La malattia progredisce più o meno rapidamente dall'alto verso il basso fino a causare anche la morte dell'albero.



Fig. 1 Persistenza del picciolo su rametto di limone infetto da Mal secco.



Fig. 2 Sintomi di Mal secco su piantina di limetta

2. il Mal nero: prende il nome dal *sintomo caratteristico*, una colorazione bruno-scura, con contorni arancione, delle cerchie più interne del legno. Si tratta di un'infezione cronica, inizialmente asintomatica (latente), che progredisce sistemicamente e dall'interno verso l'esterno; quando il patogeno invade le cerchie di legno giovane, che sono quelle più funzionali, l'albero collassa improvvisamente. Questo tipo di infezioni è stato riscontrato anche su specie di agrumi normalmente tolleranti quali arancio, clementine e mandarino-simili.



Fig. 3 Sintomi di Mal nero nel tronco di mandarino "Fortune" innestato su *Citrus macrophylla* (cortesia di S.O. Cacciola)

3. il Mal fulminante: viene così definito il disseccamento improvviso dell'intero albero ed è il risultato di gravi infezioni dell'apparato vascolare della pianta. Sia il Mal nero che il Mal fulminante hanno origine da infezioni radicali.

CICLO

I fattori che favoriscono le infezioni sono:

- il vento, il gelo, la grandine e in genere tutti gli eventi che causano ferite sui diversi organi della pianta;
- temperature tra 15 e 28°C;

- operazioni di raccolta, presenza di lesioni della corteccia e tagli di potatura recenti in concomitanza di giornate umide o piovose, lavorazioni meccaniche del terreno in periodi piovosi dell'anno.

Il fungo penetra attraverso le ferite nelle foglie, nei rami e nelle radici. L'inoculo è costituito dai conidi prodotti dai picnidi che si formano su rametti giovani secchi o che si sviluppano dal micelio del fungo su superfici legnose dell'albero esposte o su detriti vegetali a terra. La propagazione della malattia a livello locale avviene prevalentemente ad opera della pioggia e del vento mentre la diffusione a lunga distanza è operata soprattutto dell'uomo tramite materiale di propagazione (marze) e piantine infette.

L'intervallo di temperatura in cui possono verificarsi le infezioni è compreso tra 15 e 28°C. Nella regione mediterranea, i periodi di infezione dipendono dalle condizioni climatiche e stagionali locali: in Sicilia le infezioni si verificano prevalentemente da Ottobre ad Aprile. La durata del periodo di incubazione (periodo di tempo che intercorre tra l'infezione e la comparsa dei sintomi) può variare a seconda della stagione. La temperatura ottimale per la crescita del patogeno e l'espressione dei sintomi è di 20-25°C, mentre la temperatura massima per la crescita del fungo (in laboratorio) è di 30°C. Un'umidità relativa prossima alla saturazione o le piogge e temperature tra i 20 e i 25°C favoriscono le infezioni delle ferite artificiali o naturali quali il punto di distacco del picciolo fogliare. Il fungo può rimanere vitale nel suolo all'interno di residui vegetali (foglie, materiale di risulta della potatura, radici) per mesi o anche anni; la durata del periodo di sopravvivenza dipende anche dalle caratteristiche del terreno e nei terreni argillosi è maggiore che nei terreni sabbiosi.



Fig. 4 Piantina di limone affetta da Mal secco (cortesia di S.O. Cacciola)



Fig. 5 Sintomi iniziali di decolorazione delle nervature di una foglia di arancio amaro (cortesia di S.O. Cacciola)



Fig. 6 Sintomi iniziali di decolorazione delle nervature di una foglia di limone (cortesia di S.O. Cacciola)

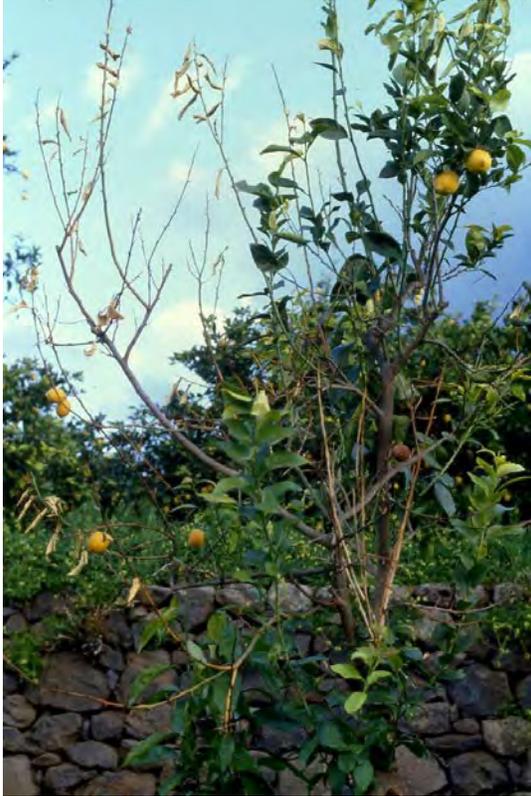


Fig. 7 Rametti apicali secchi di una pianta di limone affetta da Mal secco (cortesia di S.O. Cacciola)



Fig. 8 Pianta di limone con sintomi di Mal secco; si notano nella parte alta rametti giovani disseccati con picnidi (cortesia di S.O. Cacciola)



Fig. 9a Reinnesto a corona su pianta di limone gravemente infetta (pratica da evitare); si osserva la tipica colorazione rosa-salmone delle cerchie interne del legno (cortesia di S.O. Cacciola)

Fig. 9b Colorazione rosa salmone sulle cerchie interne del legno di piantina in vivaio



Fig. 10 Pianta di limone con sintomi di Mal secco; si notano nella parte alta rametti disseccati (cortesia di S.O. Cacciola)

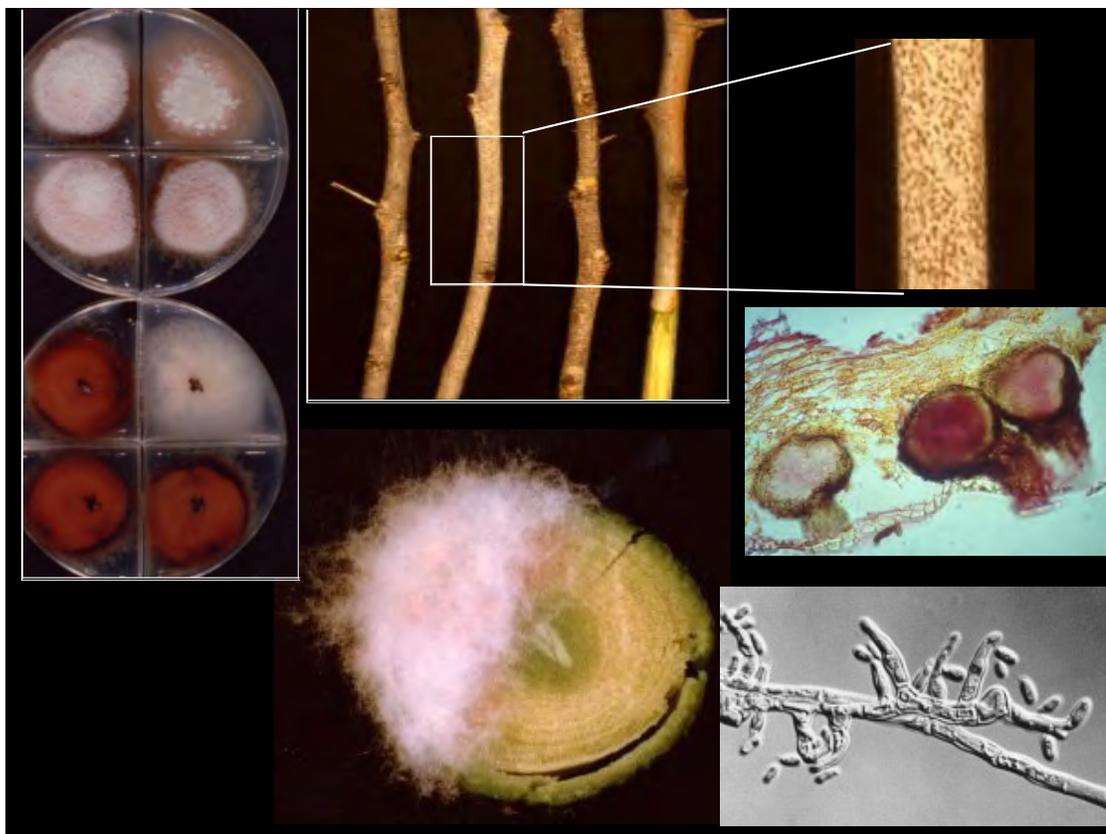


Fig. 11 Da destra a sinistra: colture di *Plenodomus tracheiphilus* su Czapek-agar; rametti giovani disseccati con picnidi; picnidi di *P. tracheiphilus* subcorticali erompenti dall'epidermide e fialidi e fialoconidi di *P. tracheiphilus* all'interno del legno (osservazioni al microscopio ottico); micelio di *P. tracheiphilus* che in ambiente umido emerge dal legno di un rametto di limone sezionato (cortesia di S.O. Cacciola)

STRATEGIE DI DIFESA

In quasi tutti i paesi del mondo i Servizi Fitosanitari Regionali applicano rigorose misure di quarantena per impedire l'introduzione e l'insediamento di *P. tracheiphilus* nelle aree in cui non è ancora presente. Per quanto riguarda l'Organizzazione Europea e Mediterranea per la Protezione delle Piante (EPPO), *P. tracheiphilus* è nella lista A2 che comprende i patogeni e i parassiti presenti soltanto in aree delimitate della macroregione; nella normativa europea il malsecco è classificato come Organismo Nocivo Regolamentato non da Quarantena (ONRQ). La gestione della malattia è problematica e i successi conseguiti sono parziali. In Sicilia, la lotta al Mal secco è obbligatoria e prevede l'eradicazione dei focolai mediante potatura o estirpazione degli alberi malati, con bruciatura *in situ* del materiale infetto. Il periodo migliore per la potatura di risanamento è tarda primavera - estate, quando i sintomi della malattia sono evidenti e la possibilità di nuove infezioni è ridotta. Le lavorazioni meccaniche del terreno nei periodi dell'anno piovosi e il diserbo chimico abbinato alla non-lavorazione aumentano il rischio di infezioni radicali, le prime perchè causano ferite nelle radici

che possono essere vie di infezioni, il secondo perchè favorisce la risalita in superficie dell'apparato radicale aumentando la probabilità di infezioni radicali da contatto con rami infetti lasciati sul suolo. Le reti antigrandine e i frangivento riducono la probabilità che si creino ferite e conseguentemente il rischio di infezioni sulla chioma degli alberi. Le reti di protezione sono raccomandate soprattutto nei vivai. Trattamenti con prodotti rameici, nei mesi autunnali e invernali e soprattutto immediatamente dopo le grandinate, forti venti o le gelate hanno una discreta efficacia preventiva di copertura, ma non curativa e sono raccomandati soprattutto nei vivai.

Attualmente, in generale, nelle aree limonicole in cui si è insediato il Mal secco, il problema è ancora irrisolto ma i suoi effetti possono essere mitigati con l'applicazione di una strategia integrata comprendente l'applicazione di buone pratiche agricole, sintetizzate nelle seguenti linee guida indirizzate principalmente ai limonicultori. Tale strategia è fondata prevalentemente sulla prevenzione e risponde a criteri di sostenibilità ambientale ed economica. Come già sottolineato si articola sui concetti basilari di esclusione ed eradicazione del patogeno e di protezione della pianta.

Linee guida per la gestione aziendale del Mal secco

1. *Vivai, nuovi impianti e reinnesti*

1.1 Esclusione del patogeno

1.1.1 *Acquisto delle piantine per i nuovi impianti*: - acquistare le piantine in vivai di fiducia; acquistare soltanto piante certificate ("cartellinate"); - tenere presente che il regolamento CE 2019/2072 e il DDG n 2558/2020 vietano la commercializzazione di piante di agrumi colpite da Mal secco; - ispezionare i lotti di piantine in vivaio prima di eventuali cimature; escludere i lotti in cui siano presenti piantine con evidenti sintomi di Mal secco; - ispezionare le piantine al momento della messa a dimora ed escludere le piantine con sintomi sospetti.

1.1.2 *Prelievo delle marze*: - prelevare le marze da piante che non manifestano sintomi di Mal secco e in aree dove l'incidenza e la gravità della malattia non sono elevate; - disinfettare con candeggina le forbici utilizzate per i prelievi.

1.1.3 *Tolleranza genetica*

Il metodo di gestione della malattia più efficace ed economicamente più vantaggioso sarebbe l'impiego di varietà di limone tolleranti. Sin dalla prima comparsa della malattia in Italia, nel 1918, è iniziata la selezione di cloni e varietà di limone per la resistenza al Mal secco e sono stati individuate cloni e varietà tolleranti, quali 'Monachello' e 'Interdonato', o moderatamente suscettibili, quali 'Femminello S. Teresa', 'Femminello Zagara Bianca', 'Femminello Continella m84', 'Adamo', 'Cerza' e 'Kamarina'. Tuttavia, la maggior parte di questi cloni o varietà non si

adattano ad ambienti diversi da quello di origine e alcuni/e sono poco produttivi/e oppure producono frutti qualitativamente scadenti. Le varietà di origine spagnola ‘Verna’ e ‘Fino’ e quella di origine californiana ‘Eureka’ sono risultate molto suscettibili al Mal secco. La varietà ‘Femminello Siracusano 2Kr’ ha mostrato un elevato potenziale produttivo e produce frutti di elevate qualità. Purtroppo, ha mostrato una suscettibilità al Mal secco molto elevata. Un ibrido triploide (4x) denominato ‘Lemox’ ha mostrato elevata produttività, vigore e una notevole precocità di maturazione del frutto, ma le aspettative agronomiche sono state deluse essendo risultato molto suscettibile al Mal secco.

1.2 Eradicazione del patogeno (riduzione dell’inoculo)

1.2.1 *Reimpianti*: prima di reimpiantare un terreno precedentemente impiantato a limoneto, eliminare con cura i residui vegetali e bruciarli in loco; si può procedere al reimpianto soltanto dopo aver effettuato una lavorazione profonda (almeno 40-70 cm) con aratro voltaorecchio nei mesi estivi. Al fine di limitare le infezioni radicali, è consigliabile effettuare il reimpianto dopo almeno un anno dall’estirpazione.

1.2.2 *Reinnesti*: reinnestare direttamente sul portinnesto senza lasciare come intermediario il precedente nesto, soprattutto se si tratta di una varietà di limone suscettibile o di limone ‘Monachello’.

1.3 Protezione delle piantine

1.3.1 In vivaio utilizzare reti di protezione antigrandine.



Fig. 12 Struttura protettiva antigrandine in vivaio di agrumi

- 1.3.2 In vivaio effettuare trattamenti fungicidi di routine con *prodotti rameici* durante i mesi autunnali e invernali e, in caso di piante non protette, trattare subito dopo una grandinata, forti venti o una gelata.
- 1.3.3 Durante i mesi invernali coprire con *tessuto non tessuto* le piantine messe a dimora per proteggerle dal vento freddo e ridurre i danni da abbassamento termico (*chilling*). La protezione con tessuto non tessuto consente la riduzione del numero di trattamenti fungicidi.



Fig 13 Giovani piantine di agrumi protette con rete in “*tessuto non tessuto*”

- 1.3.4 In zone ventose proteggere i nuovi impianti con *reti frangivento* o frangiventi vivi



Fig. 14 Nuovo impianto di limone sotto copertura con rete protettiva

- 1.3.5 Realizzare *impianti intensivi sotto rete*.
- 1.3.6 Durante i mesi autunnali e invernali, proteggere le piantine messe a dimora con *trattamenti fungicidi* di copertura, utilizzando *prodotti rameici*. Nel caso di trattamenti con rame (Cu⁺⁺) non superare i quantitativi previsti dalla regolamentazione sull'uso dei composti contenenti Cu⁺⁺ (limite massimo attuale: 28 kg di Cu⁺⁺/ha nell'arco di 7 anni), per prevenire l'accumulo di questo ione nel suolo e i conseguenti effetti tossici sul microbioma. Nelle annate poco piovose è possibile utilizzare dosi ridotte di rame, non superando la soglia di 1Kg/ha/anno di Cu⁺⁺.

2. *Limoneti commerciali in produzione*

2.1 Esclusione del patogeno

- 2.1.1 Per sostituire le fallanze utilizzare piantine con i requisiti di cui al punto 1.1.1
- 2.1.2 Nei periodi critici è bene che operai addestrati al riconoscimento dei sintomi della malattia controllino le piante con cadenza quindicinale e intervengano tempestivamente con la rimozione e bruciatura dei rami sintomatici. La bruciatura in loco del materiale di risulta della potatura di risanamento nel periodo estivo deve essere autorizzata dal Servizio Fitosanitario Regionale.
- 2.1.3 Impiego della tolleranza genetica: utilizzo di varietà e portinnesti meno suscettibili nelle aree in cui il rischio di infezioni è elevato e dove non esistono vincoli varietali previsti dai disciplinari IGP.

2.2 Eradicazione del patogeno (riduzione dell'inoculo)

- 2.2.1 In conformità a quanto previsto dal DM del 17 Aprile 1998 e dal DDG 2558/2020, si procederà all'estirpazione e alla bruciatura in loco del materiale infetto, nel caso di limoneti caratterizzati da grave e diffusa sintomatologia e non più coltivati. Nei limoneti in cui le condizioni fitosanitarie dell'impianto sono gravemente compromesse, è consigliabile estirpare l'impianto e procedere eventualmente al reimpianto, secondo le modalità previste al punto 1.2.1
- 2.2.2 Potatura di risanamento: asportazione dei rami e delle branche sintomatiche ed estirpazione di piante morte o gravemente infette. Effettuare l'intervento in estate quando i sintomi sono evidenti e la possibilità di nuove infezioni è molto ridotta. Effettuare i tagli in giornate soleggiate e asciutte. Evitare la decorticazione di grosse branche o del tronco, che secondo la tradizione si effettuavano con l'idea di risanare chirurgicamente l'albero. Asportare i polloni soprattutto se

l'albero è innestato su un portinnesto molto suscettibile come l'alemow. Rimuovere i residui della potatura e bruciare in loco. Disinfettare e ricoprire con mastice le ferite dovute ai tagli di potatura (possibilmente entro 24 – 48h), nei periodi favorevoli alle infezioni. La bruciatura in loco del materiale di risulta della potatura di risanamento nel periodo estivo deve essere autorizzata dal Servizio Fitosanitario Regionale.

- 2.2.3 Potatura ordinaria: Effettuare l'intervento in tarda primavera – estate quando la possibilità di nuove infezioni è molto ridotta viste le condizioni atmosferiche sfavorevoli alla diffusione del patogeno; se nel corso della potatura ordinaria si asportano branche o rami sintomatici, questi debbono essere portati fuori dal limoneto e bruciati in loco.

2.3 Protezione delle piante

2.3.1 Durante i mesi autunnali e invernali, proteggere gli alberi con trattamenti fungicidi di copertura, utilizzando prodotti rameici. Nel caso di trattamenti con rame (Cu⁺⁺) non superare i quantitativi previsti dalla regolamentazione sull'uso dei composti contenenti Cu⁺⁺ (limite massimo attuale: 28 kg di Cu⁺⁺/Ha nell'arco di 7 anni), per prevenire l'accumulo di questo ione nel suolo e i conseguenti effetti tossici sul microbioma. Nelle annate poco piovose è possibile utilizzare dosi ridotte di rame, non superando la soglia di 1Kg/ha/anno di Cu⁺⁺. I trattamenti debbono essere cadenzati tenendo conto dei periodi di raccolta dei frutti e dei tempi di carenza dei prodotti utilizzati per i trattamenti.

2.3.2 Nelle zone ventose o soggette frequentemente a grandinate, densità di impianto elevate proteggono reciprocamente gli alberi e riducono il rischio di infezioni.

IN SINTESI

Caratteristiche epidemiologiche della malattia

- il fungo responsabile della malattia è un patogeno da ferita;
- sopravvive nel terreno, associato ai residui vegetali;
- il fungo è disseminato prevalentemente attraverso l'acqua e quindi le infezioni si verificano in presenza di acqua allo stato liquido;
- per la produzione dei conidi (i propaguli infettivi) è necessaria un'umidità relativa >95%;
- i conidi sono prodotti sui rametti secchi all'interno dei picnidi, mentre nel legno infetto sono prodotti i fialoconidi, anch'essi propaguli infettivi;
- il patogeno è attivo a temperature comprese tra 8e 28°C mentre a temperature > 30°C lo sviluppo del patogeno si arresta;

- la diffusione a distanza della malattia avviene attraverso il materiale di propagazione infetto (marze e piantine) e quindi è opera dell'uomo;
- le infezioni sono favorite da grandinate, forti venti e gelate;
- ad oggi non si dispone di un prodotto fitosanitario capace di inibire lo sviluppo del patogeno una volta che è riuscito a penetrare all'interno della pianta, rendendo di fatto la malattia incurabile con mezzi chimici;
- ad oggi non si dispone di varietà commerciali di limone o limetta resistenti (alcune varietà, quali ad es. 'Monachello', 'Interdonato' e 'Zagara Bianca' posseggono vari gradi di tolleranza);
- ad oggi non si dispone di un metodo diagnostico rapido che possa diagnosticare la malattia in campo.

Le condizioni climatiche favorevoli alle infezioni nelle aree limonicole siciliane si hanno principalmente da ottobre a aprile ed è quindi in questo periodo in cui tutti gli sforzi si devono concentrare al fine di ridurre l'inoculo e prevenire le infezioni.

Cosa fare:

- controllare regolarmente i sintomi di infezione durante tutto il corso dell'anno tenendo conto che in piena estate (Luglio/Agosto) e in pieno inverno (Dicembre/Gennaio) è difficile in genere osservare sintomi di infezione in campo negli agrumeti curati;
- utilizzare per i nuovi impianti nelle zone tradizionali di coltivazione del limone e altri frutti acidi di agrumi combinazioni di innesto meno suscettibili alla malattia;
- utilizzare per i nuovi impianti varietà precoci anche su portinnesti vigorosi (*C.× macrophylla* o *C.× volkameriana*) solo in nuove aree di coltivazione del limone;
- acquistare piante certificate;
- evitare le lavorazioni profonde;
- evitare/ridurre gli apporti di azoto a partire dal mese di agosto;
- evitare di eliminare i "succhioni" o eseguire potature oltre la metà di settembre (le ferite rimangono suscettibili alle infezioni per almeno 30 giorni);
- bruciare le ramaglie infette appena possibile e comunque prima che inizino le piogge autunnali;
- eseguire un trattamento fitosanitario al più presto possibile dopo il verificarsi di eventi che hanno potuto produrre ferite alla chioma;
- proteggere gli impianti con reti prestando attenzione ai possibili attacchi da parte di parassiti e patogeni che negli impianti coperti hanno comportamenti assai diversi rispetto al pieno campo.

Cosa non fare:

- sostituire le fallanze in agrumeti con gravi ed estese infezioni di Mal secco;

- la raccolta di frutto “affogliato”;
- impiantare agrumeti in zone a rischio di gelate (lesioni della chioma) o troppo esposte al vento, specialmente se ricco in salsedine (rischio di defogliazione);
- lavorazioni del terreno che possano produrre ferite all’apparato radicale nel periodo autunnale;
- prelevare marze per innesti in limoneti in cui sono presenti alberi con sintomi manifesti della malattia;
- lasciare nell’agrumeto i rami infetti;
- eseguire la potatura meccanica prima di aver asportato le porzioni di chioma infette.

Palermo, aprile 2021

Servizio 4 - Servizio Fitosanitario Regionale e Lotta alla contraffazione
agri.serviziofitosanitario@regione.sicilia.it

Servizio 13 - Ispettorato dell’Agricoltura di Siracusa
usasiracusa@regione.sicilia.it

Università degli Studi di Catania
Dipartimento Agricoltura, Alimentazione e Ambiente
Prof. ssa Santa Olga Cacciola
olga.cacciola@unict.it

Ha collaborato alla realizzazione delle linee guida il dott. Sebastiano Ferrante