



Regione Siciliana

ASSESSORATO AGRICOLTURA E FORESTE
DIPARTIMENTO INTERVENTI INFRASTRUTTURALI
Servizio XI - Servizi allo Sviluppo

LA RICERCA SCIENTIFICA SUL PUNTERUOLO ROSSO E GLI ALTRI FITOFAGI DELLE PALME IN SICILIA

Vol. 1



UNIVERSITÀ DI PALERMO
Facoltà di Agraria
Dipartimento S.En.Fi.Mi.Zo.
Facoltà di Ingegneria
Dipartimento di Ingegneria
Chimica dei Processi
e dei Materiali



UNIVERSITÀ DI CATANIA
Facoltà di Agraria
Dipartimento DISTEF



C.R.A.-SFM
Unità di ricerca per il recupero
e la valorizzazione delle specie
floricole mediterranee

REPORT ANNO 2008

PROGETTI:

FITOPALMINTRO

I FITOfagi delle PALMe di recente INTROduzione nel territorio siciliano

MEDEA

Metodi per la diagnosi precoce di infestazione da Punteruolo rosso delle palme

Soggetto Attuatore:

Regione Siciliana – Assessorato Agricoltura e Foreste
Dipartimento Interventi Infrastrutturali – Servizi allo Sviluppo

Coordinatore Generale dei Progetti:

Dott.ssa Loredana Guarino e Funz. Dir. Antonino Angileri
(Assessorato Agricoltura e Foreste – Servizio XI – Dip. Interventi Infrastrutturali)

Coordinatori Scientifici:

Prof. Stefano Colazza (Università di Palermo – Dip. S.En.Fi.Mi.Zo.)
Prof. Giuseppe Filardo (Università di Palermo – Dip. Ingegneria Chimica
dei Processi e dei Materiali)



Prof. Giovanni La Via

Assessore per l'Agricoltura e per le Foreste della Regione Siciliana

Le infestazioni di Punteruolo rosso sembrano rappresentare una sfida, a volte, davvero insostenibile. Accanto alle gravi ripercussioni sulla percezione sia del sontuoso paesaggio delle campagne siciliane, dove gli antichi casali possiedono quasi sempre una palma imponente sia delle affascinanti città mediterranee, con i filari di palmizi affacciati lungo il mare, sia dei parchi pubblici, ingenti sono i danni economici per i proprietari delle palme e per i vivaisti del comparto florovivaistico.

Ma, certamente di prioritaria attenzione, sono i rischi per la pubblica incolumità derivanti dal potenziale crollo degli stipiti delle piante di considerevole fusto, oramai inevitabilmente compromesse.

L'Assessorato dell'Agricoltura e delle Foreste della Regione Siciliana è parte attiva sul fronte dell'emergenza costituita dall'introduzione nel territorio siciliano del Punteruolo rosso delle palme. Attraverso il coinvolgimento diretto degli Uffici regionali per l'applicazione delle misure di contenimento, in particolare il Servizio Fitosanitario Regionale, le S.O.A.T. e l'Azienda Regionale Foreste Demaniali, la gestione degli interventi urgenti è corroborata dalle decisive sinergie con un'équipe composita di soggetti accademici e di altri soggetti istituzionali, di alto profilo scientifico, comunque dedicati più strettamente alla sperimentazione.

L'obiettivo determinante della ricerca è l'innovazione delle conoscenze di base sui fitofagi delle palme di recente diffusione e la definizione degli interventi più efficaci per il loro contenimento.

Partendo dalla ricerca e dall'esperienza maturata sul campo, l'intento prioritario è quello di puntare, nel breve periodo, ad ottenere risposte prettamente applicative per cittadini, vivaisti, Enti locali e per la stessa Amministrazione regionale, tutti interessati, a vario titolo, nel confronto con questi insetti dannosi alle palme.

Al fine di fronteggiare questa emergenza fitosanitaria sono stati messi in campo i progetti FITOPALMINTRO e MEDEA, fortemente correlati tra di loro, articolati sulle competenze apportate dai diversi partner scientifici coinvolti e che rappresentano risorse locali importantissime per l'allestimento e la conduzione dei test di laboratorio e di campo, vista la dimestichezza con il territorio e l'esperienza nell'approntamento di studi concernenti il complesso biocenotico, legato alle piante ed agli organismi infedati nell'ambiente mediterraneo.

Molti progetti sono tutt'ora *in itinere* e questo volume rappresenta un primo significativo *report* per l'anno 2008 delle attività di sperimentazione, condotte grazie ad un approccio davvero significativo per il suo carattere interdisciplinare: le ricerche effettuate, infatti, si con-



nettono a diversi livelli, tra argomenti di botanica, coltivazioni arboree, ingegneria chimica e ingegneria per le applicazioni ambientali, biologia animale e biologia molecolare, ecc., il tutto correlato al quadro strettamente fitosanitario su materie proprie di entomologia e di controllo biologico degli organismi dannosi.

Le molteplici attività dei due Progetti sono state organizzate in *work package*, espressamente dedicati alle tematiche del paesaggio, di bioecologia, alle relazioni tra piante ed insetti fitofagi, all'identificazione dei sintomi, alle indagini genetiche, ai metodi di monitoraggio e di controllo territoriale.

Le indicazioni scientifiche che seguono, corredate da un'obiettiva valutazione delle esperienze tecniche e dalla descrizione di un quadro legislativo in costante evoluzione, hanno consistente valenza non solo ai fini della permuta delle conoscenze tra i diversi partecipanti ai Progetti FITOPALMINTRO e MEDEA ma anche, e soprattutto, della doverosa informazione sullo stato dell'arte della lotta al Punteruolo rosso e al Castnide delle palme.



Dott. Cosimo Gioia
Dirigente Generale
Dipartimento Interventi Infrastrutturali

L'emergenza connessa al dilagare delle infestazioni di Punteruolo rosso *Rhyncophorus ferrugineus* coinvolge direttamente anche il Dipartimento Regionale Interventi Infrastrutturali che, con i propri uffici territoriali, svolge un ruolo strategico sia nell'azione di monitoraggio che nella divulgazione delle più opportune strategie di controllo.

La problematica incombe in maniera sempre più pressante su tutto il territorio regionale e i tecnici delle SOAT sono da tempo impegnati nella segnalazione degli esemplari infestati e nella conduzione di rapporti di intesa e collaborazione con le istituzioni di ricerca, con gli enti locali, con i privati e con gli operatori del settore. Per quest'ultimi, soprattutto, si ritiene fondamentale, al fine di arginare il dilagare del fenomeno, un'assistenza puntuale e continuativa, finalizzata anche a contenere un uso sconsiderato di agrofarmaci che può determinare danni ambientali non indifferenti.

L'azione di monitoraggio, svolta in sinergia con il Servizio Fitosanitario Regionale, prevede inoltre l'ausilio di strumentazioni di rilevamento GPS che consentiranno ai Sistemi Informativi Territoriali di realizzare una mappatura su scala regionale delle palme infestate. Sarà sempre più incisivo, quindi, l'impiego degli strumenti di Informazione e Comunicazione di cui già si avvale il Dipartimento.

Sono ampie, infine, le aspettative legate all'attuazione dei progetti triennali FITOPALMIN-TRO e MEDEA coordinati dai Servizi allo Sviluppo, in quanto connettono più ruoli e competenze in un sistema organizzato che ci auguriamo possa contrastare efficacemente, e nel più breve tempo possibile, questo temibile fitofago.



Prove di lotta biologica contro il Punteruolo rosso delle palme per mezzo di Nematodi entomopatogeni

Mirella Clausi e Maria Teresa Vinciguerra

Dipartimento di Biologia Animale "M. La Greca", Università di Catania

Introduzione

Nell'ambito dell'agricoltura biologica un crescente interesse va assumendo il recente impiego di nematodi entomopatogeni (EPN) come insetticidi biotecnologici, a basso impatto ambientale rispetto ai tradizionali pesticidi. I nematodi entomopatogeni, letali per molte specie di insetti, appartengono a due famiglie, *Steinernematidae* ed *Heterorhabditidae*, che compiono quasi tutto il loro ciclo vitale all'interno delle larve di insetti ed occasionalmente anche di insetti adulti. Un unico stadio si trova nel suolo, la larva del terzo tipo, che è lo stadio infettivo (I₃), che non si nutre e che può vivere nel terreno per un lungo periodo aspettando un nuovo ospite. Il loro meccanismo d'azione consiste nella penetrazione attiva all'interno dell'insetto ospite e nel rilascio, all'interno dell'ospite, di alcuni batteri simbiotici (*Xenorhabdus* spp. per gli *Steinernematidae* e *Photorhabdus* spp. per gli *Heterorhabditidae*), che si moltiplicano e provocano la morte della larva in 24-48 ore, creando il substrato idoneo perché gli EPN possano accrescersi e svilupparsi. Infatti, il batterio offre al nematode proteine anti-immunitarie, per consentirgli di superare le difese dell'ospite ed espande nell'insetto proteine anti-microbiche, che impediscono la colonizzazione del cadavere da parte di invasori secondari. Il ciclo si ripete all'interno dell'ospite fino a che c'è disponibilità di cibo, quindi le larve del terzo stadio (I₃) fuoriescono e ricercano attivamente un nuovo ospite.

Risultati interessanti sono stati ottenuti utilizzando varie specie di EPN per il controllo di numerosi Coleotteri curculionidi. *Heterorhabditis* sp. e *Steinernema carpocapsae* sono stati utilizzati per il controllo di *Conorrhynchus mendicus*, responsabile di vari danni alla barbabietola da zucchero (Curto G.M., Boselli M., Paganini U., Ghedini R., 1992). *H. bacteriophora* ha dato buoni risultati contro *Otiorrhynchus cribricollis*, *O. sulcatus* e *Diaprepes abbreviatus* responsabili dell'attacco di foglie e radici di ulivo, vite e agrumi (Curto G., Boselli M. and Ricci M., 2001; Shapiro-Ilan D.I et al., 2005). Recenti studi di laboratorio hanno saggiato, con buoni risultati, la possibilità di usare EPN contro *Balaninus nucum*, Curculionide delle nocciole, *Curculio elephas* Curculionide delle castagne (Kuske S. et al., 2005; Clausi e Vinciguerra, 2005) e *Curculio caryae* Curculionide del pesco (Shapiro-Ilan D.I et al., 2005).

Successi significativi sono stati ottenuti anche nella lotta a *Rhynchophorus ferrugineus* in Egitto, uno tra i paesi più colpiti dal parassita, (Abbas, M.S.T et al., 2001; Salama H.S. and Abd-Elgawad M., 2002): in laboratorio quasi tutti i ceppi utilizzati hanno causato il 100% di mortalità delle larve e degli adulti; in campo, invece, i risultati sono stati meno buoni, infestando dal 29% al 67% delle larve.

Scopo della nostra ricerca è quello di saggiare l'efficacia dei nematodi entomopatogeni nel controllo del Punteruolo rosso utilizzando sia diverse specie di nematodi commerciali e sia di specie



autoctone. L'uso di ceppi di nematodi autoctoni nella lotta biologica comporta infatti due vantaggi: da un lato, una maggiore capacità dei nematodi di sopravvivere e moltiplicarsi nei siti in cui vengono immessi; dall'altro, un minor impatto nei confronti della biocenosi, all'interno della quale sono già integrati. A tal proposito, da alcuni anni il nostro gruppo di ricerca sta effettuando uno screening di nematodi entomopatogeni nel territorio etneo e sono già stati isolati numerosi ceppi nei castagneti dell'Etna. Recentemente, anche in relazione alla messa a punto di una strategia di attacco nei confronti del punteruolo rosso, la nostra ricerca si è estesa all'area urbana e suburbana di Catania.

Materiali e Metodi

I campionamenti per la ricerca di ceppi autoctoni di EPN sono stati effettuati in alcune zone di Catania contenenti palme: Villa Bellini, Piazza Roma, Boschetto della Playa, Piazza S. M. di Gesù, area verde del complesso universitario di via Androne. Inoltre sono stati prelevati campioni nell'Oasi del Simeto, e in varie zone in prossimità di Sigonella.

L'estrazione degli EPN dal terreno è stata effettuata con una metodologia standardizzata che prevede l'uso di larve esca di *Galleria mellonella* (tecnica di Bedding e Akhurst, 1975). Sono stati prelevati circa 2 kg di terreno da ognuna delle parcelle delle aree oggetto della ricerca, fino ad una profondità di 10-15 cm. In laboratorio, da ciascun campione sono stati prelevati 150 g di terriccio che è poi stato posto in una capsula di Petri; qui sono state immerse anche 10 larve di *G. mellonella* (Fig. 1). Il terreno è stato mantenuto umido al fine di garantire la sopravvivenza dei nematodi. Le larve del Lepidottero parassitate muoiono nel giro di 4-5 giorni. Le larve morte sono state poste su dischetti di carta da filtro poggianti sul fondo di capsule di Petri di 60 mm, a loro volta poste all'interno di altre capsule da 90 mm contenenti acqua (*White traps*: White, 1972). Dopo alcuni giorni i nematodi, nello stadio resistente, fuoriescono dall'insetto raccogliendosi nell'acqua, da cui vengono prelevati per essere utilizzati in laboratorio o per essere conservati con modalità idonee.

Per le prove di attacco di larve di *R. ferrugineus* sono stati usati ceppi forniti da bioditte, o trovati nei terreni siciliani esaminati:

- *Heterorhabditis bacteriophora* (Intrachem; Agrifutur)
- *Heterorhabditis megidis* (Intrachem)
- *Steinernema feltiae* (Intrachem; Agrifutur)
- *Steinernema carpocapse* (Agrifutur)
- *Steinernema feltiae*, ceppo EMM1, Etna sud-est
- *Steinernema feltiae* ceppo ESA, Etna est
- *Steinernema kraussei* ceppo ESC3, Etna sud;
- *Steinernema* sp. ceppo ESC1, Etna sud.

Per i test in laboratorio sono state utilizzate delle piastre di Petri, che sono state foderate con dischetti di carta bibula inumidita per garantire la sopravvivenza e la possibilità di movimento dei nematodi. In ciascuna piastra sono stati immessi con una pipetta i nematodi, di cui si è sempre verificato preventivamente lo stato di vitalità, e successivamente 1 larva del Punteruolo rosso. Dopo 48 ore, se le larve del parassita risultavano ancora vive, venivano reimmessi i nematodi. Le larve morte (Fig. 2) sono state lavate in acqua corrente, per eliminare qualsiasi nematode rimasto in superficie che avrebbe potuto falsare il risultato, e sono state poi montate nelle *White traps*.

Inizialmente si è aspettata la fuoriuscita dei nematodi, sintomo dell'avvenuta infestazione; in seguito, le larve morte sono state sezionate per verificare la presenza al loro interno dei nematodi. Il numero di larve di *Rhynchophorus ferrugineus* utilizzate nelle prove con i vari ceppi di nematodi è dipeso dalla contemporanea disponibilità di larve di *Rhynchophorus* e di nematodi.



Risultati

Nelle aree con palme non sono stati rinvenuti nematodi entomopatogeni. Una popolazione di *Steinernema* è stata trovata nell'area del Boschetto della Playa, in una zona di vegetazione mista vicino ai pini. Si sta cercando di moltiplicare la popolazione, sia per effettuare le prove con il curculionide e sia per determinarne la specie. I risultati delle prove con i vari ceppi sono riportati in Tabella 1.

Ceppo di EPN saggiato	<i>R. ferrugineus</i>		
	N° larve trattate	N° larve infettate	% larve infettate
<i>Heterorhabditis bacteriophora</i> (Intrachem)	20 larve di 2° stadio	16	80
<i>Heterorhabditis bacteriophora</i> (Agrifutur)	20 larve di 2° stadio	20	100
	20 larve di 3° stadio	20	100
<i>Heterorhabditis megidis</i> (Intrachem)	12 larve di 4° stadio	4	33
<i>Steinernema feltiae</i> (Intrachem)	30 larve di 3° stadio	0	0
	30 larve di 4° stadio	0	0
<i>Steinernema feltiae</i> (Agrifutur)	30 larve di 3° stadio	0	0
	30 larve di 4° stadio	0	0
<i>Steinernema carpocapse</i> (Agrifutur)	30 larve 2° stadio	30	100
	30 larve 3° stadio	30	100
<i>Steinernema feltiae</i> , ceppo EMM1	25 larve 2° stadio	25	100
	20 larve 2° stadio	10	50
<i>Steinernema feltiae</i> ceppo ESA	20 larve 2° stadio	20	100
<i>Steinernema kraussei</i> ceppo ESC3	15 larve 4° stadio	0	0
<i>Steinernema</i> sp. ceppo ESC1	12 larve 2° stadio	8	67
<i>Steinernema</i> sp. ceppo ESC1	15 larve 3° stadio	15	100
<i>Steinernema</i> sp. ceppo ESC1	15 larve 4° stadio	0	0

Tabella 1 - Prove di efficacia di diversi ceppi di EPN nei confronti di larve di *Rhynchophorus ferrugineus*.

Conclusioni

Come si vede dai risultati, che dovranno comunque essere confermati da ulteriori prove, alcune specie e/o ceppi di nematodi hanno sicuramente una grossa potenzialità di azione nel controllo biologico di *Rhynchophorus ferrugineus*. Le specie risultate più attive sono quelle appartenenti al genere *Heterorhabditis*; tuttavia, anche con alcune specie di *Steinernema* i risultati sono stati buoni. I risultati migliori sono stati ottenuti con le larve di 2° e 3° stadio, mentre le larve di 4° stadio non sono state quasi mai infettate. Un dato negativo, però, che emerge da tutte le prove fin qui effettuate, è che i nematodi non riescono a completare il ciclo e a moltiplicarsi all'interno del coleottero: dopo la morte dell'insetto, infatti, non si è osservata la consueta fuoriuscita dei nematodi, tanto che, per essere sicuri che l'infestazione fosse avvenuta, abbiamo dovuto dissezionare le larve. Questo fatto, dovuto probabilmente a qualche sostanza inibente emessa dall'insetto, rappresenta sicuramente un limite dell'effica-



cia potenziale del trattamento in quanto, se confermato, comporterebbe la reimmissione periodica dei nematodi nei trattamenti in campo.

Il fatto di non avere ritrovato nematodi entomopatogeni nelle aree cittadine è probabilmente legato al degrado ambientale delle aree urbane che porta ad una inevitabile riduzione della biodiversità; inoltre, la distribuzione di tipo aggregato dei nematodi spesso consente a piccole popolazioni di sfuggire al campionamento. Il recente ritrovamento di un ceppo di EPN (non ancora identificato né saggiato) in un sito del boschetto della Plaja ci permette tuttavia di ipotizzare che ulteriori campionamenti potranno fornire un quadro più chiaro sulla diffusione degli EPN nell'ambiente urbano; le successive ricerche saranno effettuate in aree distanti dall'apparato radicale delle palme, in quanto queste emettono sostanze che probabilmente rendono difficile la sopravvivenza di questi organismi nel loro raggio d'azione.



Fig. 1: Estrazione di nematodi entomopatogeni mediante larve di *Galleria mellonella* e *White traps* con larve infettate.



Fig. 2: Larve di *Rhynchophorus ferrugineus* infettate da *Heterorhabditis bacteriophora*

Bibliografia

- Abbas, M.S.T. Saleh M.M.E. and Akil A.M., (2001). Laboratory and field evaluation of the pathogenicity of entomopathogenic nematode to the red palm weevil, *Rhynchophorus ferrugineus*
- Bedding, R. A., and Akhurst, R. J., 1975. A simple technique for the detection of insect parasitic rhabditid nematodes in soil. *Nematologica* 21, 109-110.
- Clausi M., Vinciguerra M.T. (2005). I nematodi entomopatogeni in un progetto per lo sviluppo sostenibile dei castagneti. *Nematologia Mediterranea*, 33: 91-94.
- Curto G.M., Boselli M., Paganini U., Ghedini R. (1992). Prove di lotta contro il clono della barbabietola da zucchero (*Conorrhynchus mendicus* Gyll.) (Coleoptera Curculionidae). *Informatore Fitopatologico*, 12: 45-49.
- Curto G., Boselli M. and Ricci M. (2001). Winter field trial against black vine Weevil (*Otiiorhynchus sulcatus*) in potter *Evonymus japonica* using the cold active nematode *Steinernema krausei* N0096 strain. In: Development in entomopathogenic nematode/bacterial research. Proceedings of the workshop held at the National University of Ireland, Maynooth 13 to 15 April 2000. Ed. European Communities
- Kuske S., Daniel C., Wyss E., Sarraquigne J.P., Jermini M., Conedera M. e Grunder M.J. (2005). Biocontrol potential of entomopathogenic nematode against nut and orchard pests. *IOBC/wprs Bulletin*, 28 (2): 163-167.
- Poinar Jr., G.O. (1979). Nematodes for biological control of insects. Boca Raton, FL, USA, CRC Press, 277pp.
- Salama H.S. and Abd-Elgawad M. (2002). Activity of heterorhabditid nematodes at high temperature and in combination with cytoplasmic polyhedrosis virus. *Anz. Schadlingskunde/J. Pest Science*: 78-80.
- Shapiro-Ilan D.I., Stuart R.J., McCoy C.W. (2005). Characterization of biological control traits in the entomopathogenic nematode *Heterorhabditis mexicana* (MX4 strain). *Biological Control*, 32: 97-103.
- White, G.F. (1972). A method for obtaining infective nematode larvae from cultures. *Science*, 66: 302303.

Indice

Presentazione	pag. 3
Introduzione .....	.5
Il Punteruolo rosso delle palme e il Castnide delle palme .....	.7
Indagini sulla presunta presenza nel XIX secolo di un Punteruolo dannoso alle palme in Italia .....	.13
Presentazione dei progetti "FITOPALMINTRO" e "MEDEA" .....	.17
I CAMPI SPERIMENTALI .....	.19
Il campo sperimentale del "giardinetto delle palme" dell'Ateneo palermitano di viale delle Scienze .....	.21
Il campo sperimentale di "Luparello" dell'Unità di Ricerca per il Recupero e la Valorizzazione delle specie floricole mediterranee .....	.25
WORK PACKAGE 0 - PAESAGGIO .....	.27
Le palme nel paesaggio siciliano .....	.29
Importanza economica delle palme in Sicilia e riflessi commerciali dopo l'introduzione del Punteruolo rosso .....	.39
WORK PACKAGE 1 .....	.43
BIOECOLOGIA DEL PUNTERUOLO ROSSO E DEL CASTNIDE DELLE PALME	
Note biologiche sul Punteruolo rosso delle palme in Sicilia .....	.45
Diffusione del Punteruolo rosso delle palme a Palermo a tre anni dalla sua introduzione .....	.49
Stato fisiologico delle femmine del Punteruolo rosso delle palme ottenute dal monitoraggio e dalla cattura massale .....	.53



Microrganismi fungini associati al Punteruolo rosso delle palme in Sicilia	.57
Artropodi associati al Punteruolo rosso delle palme	.61
Monitoraggio del Punteruolo rosso nella città di Palermo con l'uso di trappole	.65
Indagini preliminari su bacilli sporigeni associati ad adulti di Punteruolo rosso e loro possibili impieghi in lotta biologica	.69
Gli antagonisti naturali del Punteruolo rosso delle palme	.73
Una specie di acaro associata al Punteruolo rosso delle palme: <i>Centrouropoda almerodai</i> (Uroactiininae, Uropodina)	.79

WORK PACKAGE 283

RELAZIONI PIANTA-INSETTI FITOFAGI

Piante ospiti del Punteruolo rosso e del Castnide delle palme in Sicilia	.85
Impiego di tecniche elettroantennografiche per lo studio dei composti semiochimici attivi nei confronti del Punteruolo rosso delle palme	.87
Osservazioni al Microscopio Elettronico a Scansione (SEM) del rachide fogliare di palme attaccate da Punteruolo rosso	.91
Monitoraggio delle emissioni di CO ₂ e di VOCs da palme infestate da Punteruolo rosso	.93
Misura della traspirazione di palme infestate da Punteruolo rosso mediante sensori di flusso xilematico	.97

WORK PACKAGE 3101

MONITORAGGIO E METODI DI IDENTIFICAZIONE DEI SINTOMI

Applicazioni di termografia, endoscopia ed analisi indiretta per la diagnosi precoce degli attacchi di Punteruolo rosso	.103
Utilizzo della termografia per l'individuazione dell'infestazione da Punteruolo rosso	.107
Misure termografiche da pallone aerostatico per la diagnosi precoce di attacchi da Punteruolo rosso delle palme	.113



Parametri termici acquisiti mediante sonde per la diagnosi precoce di attacchi di Punteruolo rosso	119
WORK PACKAGE 4	123
VARIABILITÀ GENETICA DELLE POPOLAZIONI DI PUNTERUOLO ROSSO	
Caratteristiche morfologiche delle popolazioni di Punteruolo rosso presenti in Sicilia	125
Analisi molecolare per lo studio della variabilità genetica nel Punteruolo rosso ..	129
Sistema immunitario del Punteruolo rosso	133
Interazioni tra sistema immunitario del Punteruolo rosso e il batterio entomopatogeno <i>Bacillus thuringiensis</i>	137
Caratterizzazione molecolare di specie fungine associate al Punteruolo rosso ...	141
Analisi della comunità batterica intestinale di larve del Punteruolo rosso	143
Indagini di laboratorio sulla patogenicità di <i>Bacillus thuringiensis</i> nei confronti del Punteruolo rosso delle palme	147
WORK PACKAGE 5	151
METODI DI CONTROLLO	
La cattura massale degli adulti del Punteruolo rosso nel comune di Marsala ...	153
Il risanamento meccanico delle palme attaccate dal Punteruolo rosso	157
Impiego dei nematodi entomopatogeni in ambiente urbano per il controllo del Punteruolo rosso	161
Prove di lotta biologica contro il Punteruolo rosso delle palme per mezzo di Nematodi entomopatogeni	165
Prove preliminari di lotta biologica con <i>Beauveria bassiana</i> e <i>Metarhizium anisopliae</i> nei confronti del Punteruolo rosso	169
Prove di endoterapia preventiva e curativa nei confronti del Punteruolo rosso delle palme nel Comune di Palermo	173



Efficacia dell'endoterapia a pressione per il contenimento del Punteruolo rosso delle palme nel centro urbano di Catania	179
Determinazione del grado di fitotossicità degli insetticidi impiegati in trattamenti endoterapici su palma delle Canarie	185
Interventi di lotta chimica contro il Punteruolo rosso delle palme	189
WORK PACKAGE 6	193
MONITORAGGIO E CONTROLLO DEL TERRITORIO	
Attività di divulgazione e aggiornamento	195
Sorveglianza e gestione del territorio - Applicazione di misure fitosanitarie ...	197
L'evoluzione della legislazione sul Punteruolo rosso delle palme	201
La legislazione recente sull'uso dei prodotti fitosanitari e la lotta al Punteruolo rosso delle palme	203
Il vivaismo e le misure di emergenza fitosanitaria per il Punteruolo rosso delle palme	207
Protocolli di abbattimento e attività dell'Azienda Regionale Foreste Demaniali nel contenimento del punteruolo rosso delle palme	211
APPENDICE FOTOGRAFICA	213
Indice	219