

# Phytophthora ramorum Werres S. & Awam de Cock

**S. Vanarelli, D. Rizzo, G. Gilli, L. Stefani, M. Paoli**

Regione Toscana - Laboratorio di diagnostica fitopatologica e di biologia molecolare del Servizio Fitosanitario Regionale.

## Origine e distribuzione geografica

Phytophthora ramorum è l'agente patogeno responsabile della malattia conosciuta come "Sudden oak death" (SOD) ritrovata a partire dal 1995 in California e Oregon (USA) su Lithocarpus densiflorus e altre specie di querce, tipiche di quell'areale.

Questo patogeno è estremamente dannoso sia per la sua estrema polifagia sia a causa della rapidità di diffusione, legata alla capacità di attaccare anche gli organi epigei (come foglie e rami) sui quali differenzia sporangi caduchi, facilmente trasportabili da acqua e vento, lo rendono altamente dannoso. A conferma di quanto riportato, SOD ha assunto negli anni successivi alla sua prima segnalazione, proporzioni epidemiche portando a morte decine di migliaia di alberi (in particolare querce) e causando danni su varie altre specie arbustive.

Phytophthora ramorum è stata recentemente descritta a partire da isolati raccolti nel 1993, da Rododendro e Viburnum nei Paesi Bassi ed in Germania. Dal 2001 e il 2002, rispettivamente, ci sono stati rapporti non confermati dalla Polonia e Gran Bretagna.

Nell'ultimo decennio è cresciuta la preoccupazione per questo oomicete che è stato riconosciuto come l'agente causale della morte improvvisa della quercia in California, dove migliaia di querce di molti generi diversi (Quercus agrifolia, Q. kelloggii, Q. parvula var. shrevei e Lithocarpus densiflorus) sono state attaccate. Dal momento in cui è stato individuato il primo focolaio in Marin County, in California, nel 1995, l'epidemia è rimasta concentrata soprattutto lungo la costa del Pacifico vicino a San Francisco, ma è stata riportata anche in Oregon.

In Europa P. ramorum è stata segnalata, a partire dal 2001, principalmente in vivaio, su rododendro, viburno e azalea.

Nell'aprile 2002, Phytophthora ramorum è stata associata ai sintomi di ruggine sui ramoscelli e macchie marroni comparsi sulle foglie di Rhododendron spp. in un vivaio in Francia. Nel corso del 2002, P. ramorum è stata isolata anche da piante malate di Viburnum tinus e V. bodnantense che mostravano sintomi di avvizzimento e di scolorimento alla base degli steli. Successivamente, sono state ripetute le indagini per verificare la presenza o meno di P. ramorum nei vivai e nelle aree ad essi circostanti attraverso tutta la Francia.

Nel maggio 2002, la malattia è stata segnalata per la prima volta anche in Belgio dal Servizio Protezione Piante (Ministero dell'Agricoltura) dove sono state rinvenute piante di Viburnum bodnantense recanti i tipici sintomi della malattia: appassimento fogliare, viraggio di colore dal verde al marrone, scolorimento dei tessuti vascolari e necrosi radicale. Le piante affette dalla malattia provenivano da un vivaio di piante ornamentali dei Paesi Bassi.

Nel 2002 il patogeno è stato segnalato anche in Italia su piante di Rhododendron yakushimanum in un vivaio di Verbania (Piemonte) e su piante di Viburnum tinus e Viburnum bodnantense in un vivaio in provincia di Pistoia (Toscana).

A partire dal 2003, anche in Europa ed in particolare nel Regno Unito ed in Olanda, sono stati osservati i primi sintomi della malattia su alcune specie arboree europee come quercia (Quercus falcata, Q. rubra, Q. robur, Q. cerris, Q. ilex), faggio, frassino, castagno e ippocastano. Le piante colpite si trovavano all'interno di aree boschive o di parchi e, in tutti i casi, in vicinanza di piante di rododendro infette.

A partire dal 2003, nel Regno Unito ed in Olanda, sono stati osservati i primi sintomi della malattia anche su alcune specie arboree in aree boschive.

Nel maggio 2003, Phytophthora ramorum è stata isolata dalle punte delle foglie di un'unica pianta di Maianthemum racemosum (L.), nota anche come Smilacina racemosa (L.) Desf.), pianta erbacea perenne appartenente alla famiglia delle Liliaceae, alla Jack London State Park nella contea di Sonoma, in California. Le foglie colpite avevano lesioni sulle punte di colore bruno delimitate da un alone clorotico giallo.

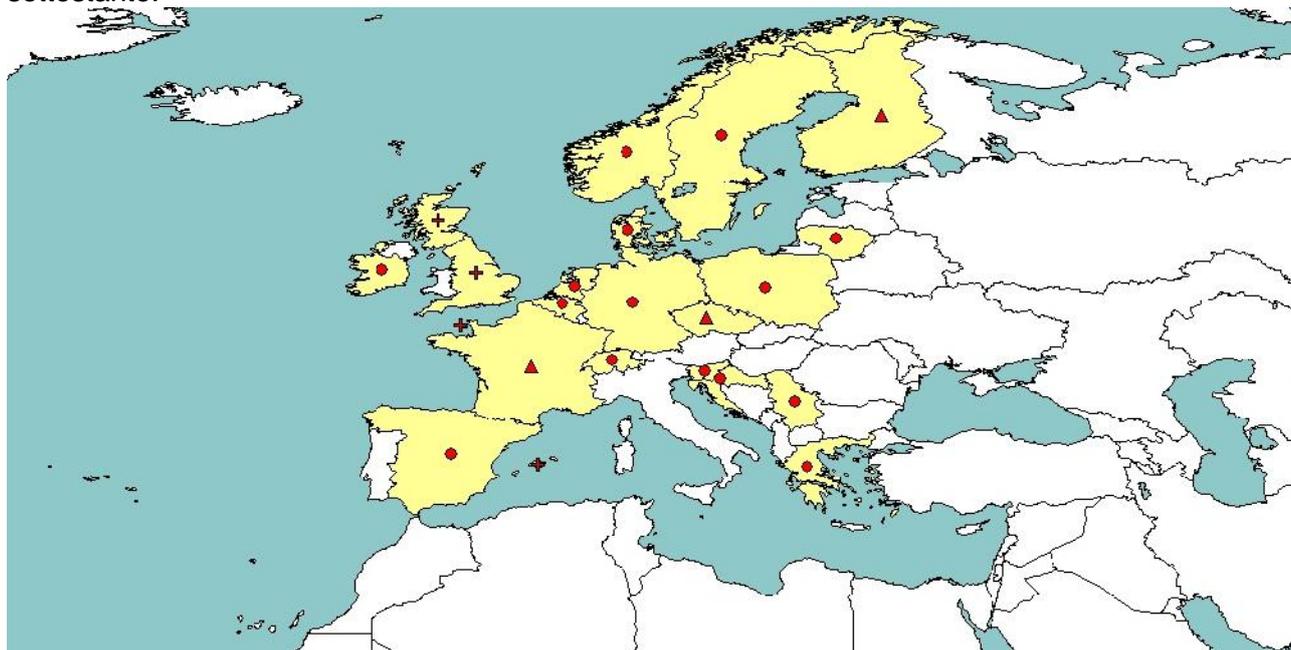
Successivamente *Phytophthora ramorum* è stata trovata nel 2004 anche in Finlandia su piante commercializzate di *Rhododendron* spp. e in Finlandia su *Rhododendron catawbiense* e *Rhododendron* spp.

Nel 2005, *Phytophthora ramorum* è stata isolata da 9 piante di *Adiantum jordanii* che crescevano in 2 siti forestali (Samuel P. Taylor State Park, Marin County e Peachland Road, Mendocino County) e da sette piante di *A. aleuticum* in un solo sito boschivo (Peachland Road) in California. In entrambi i luoghi, le piante sintomatiche erano distribuite vicino ai fiumi e strade e in associazione con piante infette di *Umbellularia californica*, *Heteromeles arbutifolia* e *Lithocarpus densiflorus*. Le foglie mostravano come sintomi macchie brune talvolta fuse tra loro, che portavano al disseccamento dell'intera lamina fogliare.

Nell'aprile 2010, nel corso di un sondaggio condotto nella Prefettura di Fthiotis nella Grecia centrale, su due piante di *Rhododendron*, ibrido 'Kate Waterer' coltivate in contenitore in un vivaio sono stati osservati sintomi di necrosi del gambo e lesioni fogliari. Anche in questo caso dalle foglie sintomatiche, è stata isolata *Phytophthora ramorum*. Il vivaio è stato riesaminato 6 settimane dopo ed è stato possibile notare la diffusione del patogeno ad alcune piante vicine nello stesso blocco, altre 5 piante di *Rhododendron* recavano sintomi simili mentre una delle piante originariamente infette era ormai morta.

Il patogeno è confermato assente in Austria, Cipro, Repubblica Ceca (un'intercettazione eradicata), Ungheria, Lituania, Malta, Portogallo e Slovacchia. Il patogeno non è stato segnalato nei seguenti paesi EPPO: Albania, Algeria, Belarus, Bulgaria, Croazia, Grecia, Israele, Giordania, Kazakistan, Kirgizstan, Macedonia, Moldova, Marocco, Romania, Russia, Montenegro, Tunisia, Turchia, Ucraina e Uzbekistan.

Per le aree europee dove sono stati segnalati focolai del fungo in questione, vedasi la cartina sottostante:



*P. ramorum* non figura al momento negli elenchi degli allegati I e II della Direttiva 2000/29/CE ma è stato inserito nella Alert list dell'EPPO. La diffusione di questo patogeno potrebbe costituire una grave minaccia per la Comunità, pertanto sono state adottate temporaneamente misure fitosanitarie d'emergenza al fine di impedirne la diffusione ovvero l'introduzione in paesi che al momento risultano esenti dal patogeno (Decisione della Commissione del 19 settembre 2002 e Decreto Ministeriale 28 novembre 2002).

## Il patogeno

L'agente causale *Phytophthora ramorum* Werres S. & Awam de Cock, risulta essere molto simile per caratteristiche morfologiche a *Phytophthora lateralis* (Tucker & Milbrath) agente causale della moria di *Chamaecyparis lawsoniana*.

Le due specie sono distinguibili in coltura: *P. lateralis* presenta clamidospore laterali, mentre in *P. ramorum* queste sono spesso terminali. Esistono alcune indicazioni che indicano alcune differenze genetiche tra gli isolati europei (mating type A1) e americani (mating type A2) di *P. ramorum*.

Morfologicamente *P. ramorum* presenta ife altamente ramificate, contorte, dendritiche, le clamidospore sono prodotte agli apici ifali e sono dapprima ialine poi brune, brunorossastre di 30-90 µm. Gli sporangi 30-90 µm sono semi papillati e decidui: questa ultima caratteristica è importante per differenziarla da *P. cinnamomi* (con la quale può essere confusa e che può trovarsi su diversi ospiti nella stessa area) che presenta sporangi non papillati e persistenti, con ife meno contorte e non dendritiche.

*P. ramorum* viene isolata utilizzando uno speciale terreno selettivo PARP-agar (Storer et al., 2001.): pimaricina-ampicillina-rifampicina-PCNB, lasciando crescere le colonie al buio per 7 giorni a 20-22 °C. La caratterizzazione morfologica avviene su colonie fatte crescere in Corn Meal Agar o Agar V-8.

## Piante ospiti

In Europa *P. ramorum* è stata isolata solo da *Rhododendron* sp. e *Viburnum* sp. in Germania, Olanda, Polonia, Italia e Gran Bretagna. Particolarmente sensibili risultano essere *Rhododendron macrophyllum*, *R. occidentale* e *Viburnum* (*Viburnum x bodnatense*). Il *Rhododendron simsii* Planch conosciuto anche col nome di Azalea indica risulta invece resistente alla fitopatia.

Non esistono ancora dati relativi alle specie di piante europee ospiti, alcuni risultati, che richiedono conferme e approfondimenti, mostrano una maggiore resistenza delle querce Europee alla malattia.

Piante ospiti in America sono: *Quercus agrifolia*, *Quercus kelloggii*, *Q. parvula* var. *shrevei*, *Lithocarpus densiflorus*, *Arbutus menziesii*, *Vaccinium ovatum*, *Arctostaphylos manzanita*, *Umbellularia californica*, *Acer macrophyllum*, *Heteromeles arbutifolia*, *Aesculus californica*, *Rhamnus californica*, *Lonicera hispidula*.

## Biologia ed epidemiologia

Le temperature di crescita del patogeno sono comprese tra 2 e 26°C, con temperatura ottimale intorno ai 20°C ed in condizioni di elevata umidità ambientale. Nelle piante colpite, in corrispondenza delle lesioni fogliari, è stata evidenziata un'abbondante produzione di spore, che può continuare alcuni mesi anche in foglie disseccate mantenendo, in questo modo, elevata la carica di inoculo. *P. ramorum* produce due tipi di spore asessuate: sporangi contenenti zoospore biflagellate e clamidospore dotate di sottile parete che possono sopravvivere nel terreno e nei residui vegetali. Esse sono in grado di evadere dalle foglie e dai rametti colpiti e possono essere diffuse dall'acqua durante le piogge o irrigazioni (fenomeni di splashing e ruscellamenti).

La trasmissione dell'infezione avviene attraverso la parte aerea delle piante, non necessariamente con ferite sulle foglie e sul fusto, a medie distanze da piccole gocce d'acqua trasportate dal vento, e a lunga distanza con materiale vegetale, costituito da piante ospiti e substrati infetti.

L'infezione non si trasmette attraverso gli apparati radicali, ma sul suolo si possono trovare clamidospore, sporangi o miceli che possono essere trasportati con i residui di terra su calzature, attrezzi, pneumatici ecc.

Negli areali californiani dove la malattia è endemica alcune specie erbacee-arbustive (*Vaccinium* sp., *Arbutus* sp.) del sottobosco costituiscono serbatoio d'inoculo per le infezioni che possono interessare le querce e altre piante arboree forestali.

In vivaio il miglior mezzo di diffusione dell'infezione è rappresentato dall'acqua piovana o di irrigazione soprachioma, in alcuni casi le spore del patogeno possono permanere nei bacini di raccolta delle acque reflue (Werres and Wagner, 2007). La specie si dimostra piuttosto esigente in

termini di umidità atmosferica e ciò sembra confermato sia dal fatto che la sua diffusione resta circoscritta alle aree costiere e sia dal fatto che le piante prevalentemente colpite sono quelle adattate al clima oceanico. Tuttavia, *P. ramorum* non sembra essere influenzata dall'umidità del suolo o da ristagni idrici, infatti, di norma attacca l'apparato aereo e non la parte ipogea.

#### Danni e sintomi

Diversi tipi di sintomatologie sono ascrivibili a questo oomicete in relazione al tipo di ospite, qui di seguito si riportano le tre tipologie annoverate nel documento EPPO PM7/66(1):

- 1) Morte Improvvisa delle querce o specie arboree dovuta alla sviluppo di cancri letali (Sudden Oak Death -SOD), ovvero presenza di cancri con essudato.
- 2) Appassimento/avvizzimento dei germogli per infezioni fogliari e/o infezioni del fusto, rami e branche ovvero per marciume del colletto e delle radici (*P. ramorum* shoot dieback).
- 3) Avvizzimento fogliare (*P. ramorum* leaf blight) Macchie fogliari a margine spesso indistinto, dall'apparenza oleosa spesso che si sviluppano dalla periferia della foglia verso il centro.

Nel dettaglio:

- 1) Morte Improvvisa: sintomi rilevabili su alberi in particolare su Querce, ma anche su faggio, castagno ed ippocastano

Tronco: la presenza di *P. ramorum* è caratterizzata da un trasudato rosso-scuro o nero in corrispondenza di cancri (bleeding cankers) spesso siti nella parte bassa del tronco. Le lesioni che possono risalire sul tronco fino a oltre 2-3 m.

Chioma: le necrosi che interessano l'intera circonferenza del tronco o di rami spesso inducono una morte improvvisa dell'intera pianta e di porzioni di chioma. Si nota un cambio rapido e uniforme del colore della chioma e le foglie, dopo la morte, rimangono attaccate ai rami.

- 2) Appassimento/avvizzimento dei germogli (*P. ramorum* shoot dieback):

Questa tipologia di sintomo è rilevabile su diverse piante ornamentali e/o boschive quali, rododendro, pieris (noto anche come Asebo), lillà, douglasia e viburno.

I sintomi riguardano la chioma, comprendendo foglie e germogli, con lo sviluppo di lesioni che si originano solitamente dall'apice fogliare o del germoglio progredendo verso la base. Per il viburno l'appassimento è dovuto a necrosi del colletto e delle radici.

Diverse specie di *Phytophthora*, come pure alcuni patogeni fungini appartenenti ai generi *Colletotrichum*, *Botryosphaeria*, *Botrytis*, ovvero altre cause, possono mascherare i sintomi dovuti a *P. ramorum*.

- QUERCIA

La malattia si manifesta con necrosi localizzate dei tessuti corticali di fusto e branche. Dai cancri, che possono essere esternamente riconosciuti per una colorazione bruno-nerastra, nella stagione umida fuoriescono gocce di linfa di colore rosso scuro e talvolta nero catrame ("sanguinamento" o "macchia di catrame"). Tale fenomeno in genere diminuisce o si arresta durante l'estate. Sollevando la corteccia, in corrispondenza della lesione si osservano chiazze brune delimitate da un bordo più scuro; in seguito la necrosi penetra solo pochi millimetri all'interno del legno, interessando successivamente anche il tessuto cambiale. Queste ferite possono ospitare dei parassiti secondari come patogeni fungini e coleotteri xilofagi che contribuiscono al deperimento totale della pianta. I cancri non si estendono al di sotto della linea del suolo e le radici non vengono interessate. Gli alberi malati possono sopravvivere uno o molti anni finché il cancro resta circoscritto a livello corticale, tuttavia, la progressione dello stesso a carico dei tessuti cambiali e vascolari comporta la morte della pianta, evidenziata dal cambiamento di colore delle foglie che possono imbrunire nell'arco di una settimana (da cui la denominazione "morte improvvisa delle querce").

- RODODENDRO

Le piante di rododendro infette da *P. ramorum* solo raramente muoiono. I sintomi si manifestano con necrosi non depresse dei rametti, di colore bruno scuro e a margine indefinito, avvizzimento dei germogli, macchie fogliari bruno scuro a margine diffuso per lo più localizzate vicino al picciolo e sparse sul lembo. Sezionando il ramo longitudinalmente si osserva l'imbrunimento dei tessuti interni. Nella pagina inferiore delle foglie può verificarsi l'emissione di organi riproduttivi del patogeno. Le radici non sembrano essere colpite. Sul rododendro, *P. ramorum* causa disseccamenti repentini (blight) dei rametti. Le cortecce delle parti di vegetazione colpite presentano una colorazione dal marrone al nero. Generalmente l'imbrunimento inizia dagli apici e si sviluppa progressivamente verso la base. I sintomi possono apparire in qualsiasi punto del rametto e progredire verso l'alto o verso il basso, interessando i piccioli e le foglie. Il tessuto cambiale e il legno dei rametti colpiti imbruniscono e necrotizzano. L'infezione sulle foglie può precedere il manifestarsi di sintomi sui rametti. La lamina fogliare presenta macchie bruno nerastre dai contorni non ben definiti e in condizioni di elevata umidità, sulla pagina inferiore, avviene l'evasione e la sporulazione del patogeno, per mezzo di sporangi e clamidospore. L'apparato radicale non risulta essere infettato.

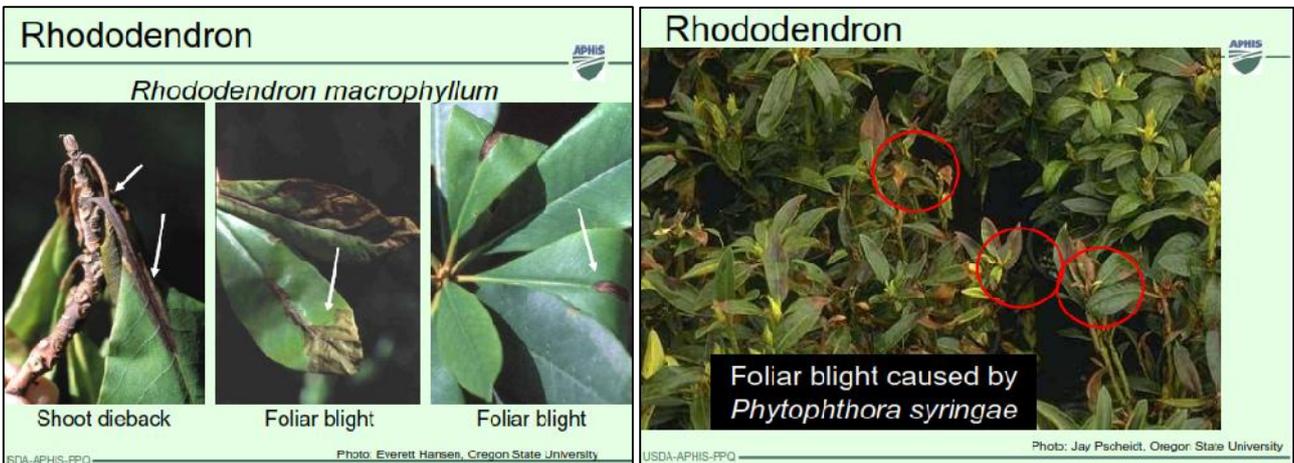


Fig. 1-2-3: Sintomi di *P. ramorum* su foglie e rametti di Rododendro, © Picture by Forestry Commission Plant Disease; Fig. 4: Sintomi su *R. macrophyllum*, © Picture by E. Hansen, Oregon State university; Fig.5: Sintomi fogliari causati da *Phytophthora syringae* su Rododendro, © Picture by J. Pscheidt, Oregon State university.

- VIBURNO

Sulle foglie si riscontrano lesioni e necrosi a livello delle nervature centrali per poi allargarsi ed occupare parte della lamina fogliare, maculature più o meno sfrangiate a partire dai bordi e anulature necrotiche anche puntiformi disposte in modo casuale. Le necrosi risultano per lo più decorrenti lungo le nervature principali, partendo dagli apici fogliari e/o dal picciolo. Nel caso dei rametti le sindromi evidenziabili sono riconducibili a due categorie:

- disseccamenti degli apici fiorali a partire dall'apice per poi "scendere" verso il basso;
- necrosi più o meno delimitate a livello dei rametti e dei fusticini disposte a metà altezza random come lesioni spot. Le lesioni non evidenziavano depressioni (con tessuti ritirati e/o "asciugati") ed si presentano tendenzialmente "umide", ed originano striature scure a livello del cambio. Il patogeno può attaccare anche parti dello stelo, causando la necrosi del tessuto corticale fino al cambio e al legno sottostante.



Fig. 6-16: Sintomi da infezione da *P. ramorum* su foglie e rametti di Viburno, © Picture by Servizio Fitosanitario Regione Toscana e Oregon Dept. Of Agriculture.

- CAMELIA, KALMIA, LAURUS, SYRINGA e LEUCOTHOE

Su queste piante *P. ramorum* causa solitamente infezioni fogliari, che si manifestano con macchie bruno-nero all'apice o sul bordo fogliare;

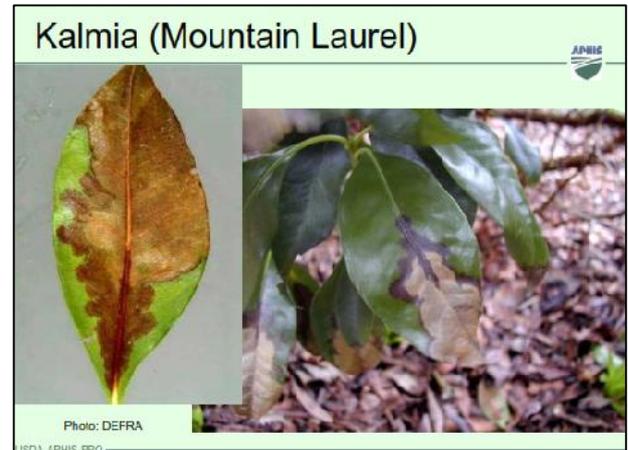
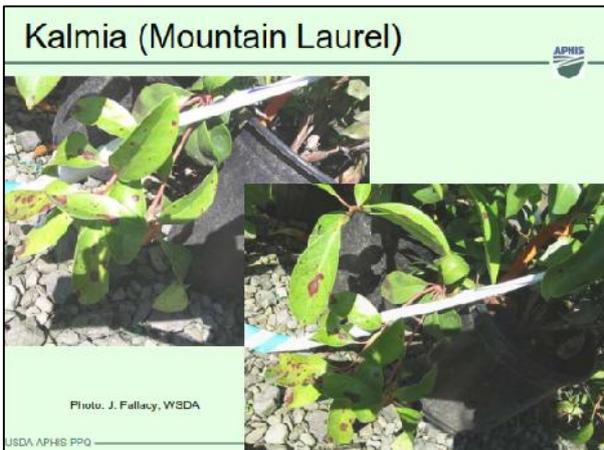
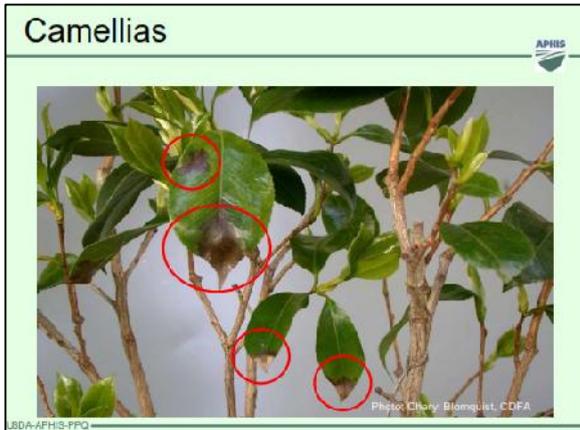
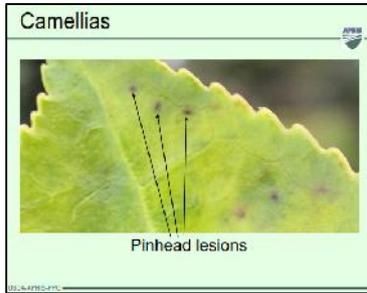


Fig. 17-24: Sintomi fogliari da *P. ramorum* su Camelia, © Picture by C. Blomquist; Fig. 20 e 21: Sintomi fogliari su Kalmia, © Picture by J. Fallacy, DEFRA.

- AZALEA

Causa disseccamenti rapidi dei rametti. Le cortecce delle parti di vegetazione colpite presentano una colorazione dal marrone al nero;

- TAXUS

Provoca avvizzimento delle giovani foglie e seccume della parte aerea.

- PIERIS

Causa lesioni brune sullo stelo e sintomi fogliari simili a quelli che si evidenziano sul rododendro;

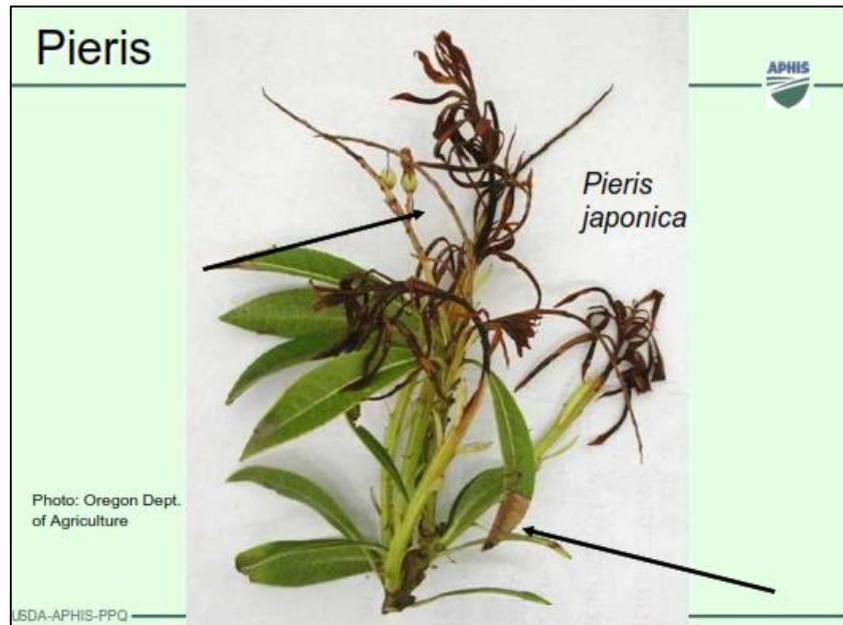


Fig. 25: Sintomi da *P. ramorum* su *Pieris japonica*, © Picture by Oregon Dept. Of Agriculture.

- HAMAMELIS

I sintomi sono simili a quelli su rododendro, ma le necrosi fogliari appaiono principalmente agli apici e ai bordi e sono delimitati dalle nervature.

## Bibliografia

- Belisario A., *Phytophthora* in vivaio, *Petria* 16 (3), 277-284 (2006) - Rassegna/Review;
- Belisario A., Vitale S., Protocollo diagnostico per *Phytophthora ramorum*;
- Chastagner G., Riley K. L., First Report of *Phytophthora ramorum* Infecting California Red Fir in California, *Plant Disease*, September 2010, Volume 94, Number 9, Page 1170;
- Dart, N. L., Chastagner, G. A., Rugarber, E. F., Riley, K. L. 2007: Recovery frequency of *Phytophthora ramorum* and other *Phytophthora* spp. in the soil profile of ornamental retail nurseries. *Plant Dis.* 91:1419-1422.D;
- De Merlier D., Chandelier A., Cavelier M., First Report of *Phytophthora ramorum* on *Viburnum bodnantense* in Belgium, *Plant Disease*, February 2003, Volume 87, Number 2, Page 203;
- Direzione Regionale Agricoltura Regione Lazio, "Phytophthora ramorum", Area Servizi Tecnici e Scientifici, Servizio Fitosanitario Regionale;
- Garbellotto M., Rizzo D.M., Davidson J., Frankel S., How to recognise symptoms of diseases caused by *Phytophthora ramorum* causal agent of sudden oak death;
- Herrero M. L., Toppe B., Brurberg M. B., First Report of *Phytophthora ramorum* Causing Shoot Dieback on Bilberry (*Vaccinium myrtillus*) in Norway, *Plant Disease*, March 2011, Volume 95, Number 3, Page 355;
- Hüberli D., K. L. Ivors, A. Smith, J. G. Tse, M. Garbellotto, First Report of Foliar Infection of *Maianthemum racemosum* by *Phytophthora ramorum*, *Plant Disease*, February 2005, Volume 89, Number 2, Page 204;
- Husson C., Delatour C., Frey P., Marçais B., October 2007, First Report of *Phytophthora ramorum* on Ornamental Plants in France, *Plant Disease*, Volume 91, Number 10, Page 1359;
- Kroon, L. P. N. M., Brouwer, H., de Cock, A., Govers, F., 2012, The genus *Phytophthora*, *Phytopathology* 102:348-364;
- Kroon, L., Verstappen, E., Kox, L., Flier, W., Bonants, P., 2004, A rapid diagnostic test to distinguish between American and European populations of *Phytophthora ramorum*, *Phytopathology* 94:613-620;
- Lilja A., Rytkönen A., Kokkola M., Parikka P., Hantula J., First Report of *Phytophthora ramorum* and *P. inflata* in Ornamental Rhododendrons in Finland, *Plant Disease*, August 2007, Volume 91, Number 8, Page 1055;
- Maloney P. E., Rizzo D. M., Harnik Y., Garbellotto M., First Report of *Phytophthora ramorum* on Coast Redwood in California, *Plant Disease*, November 2002, Volume 86, Number 11, Page 1274;
- Moralejo E., Werres S., First Report of *Phytophthora ramorum* on *Rhododendron* sp. in Spain, September 2002, Volume 86, Number 9, Page 1052;
- Pintos Varela C., Mansilla Vázquez J. P., Aguín Casal O., *Phytophthora ramorum* nuevo patógeno en España sobre *Camellia japonica* y *Viburnum tinus*, *Bol. San. Veg. Plagas*, 30: 97-111, 2004;
- Riley, K. L., Chastagner, G. A., Blomquist, C., 2011, First report of *Phytophthora ramorum* infecting grand fir in California. *Plant Health Progress* doi:10.1094/PHP-2011-0401-01-BR;
- Riley, K. L., Chastagner, G. A., Blomquist, C. 2011, First report of *Phytophthora ramorum* infecting grand fir in California, *Plant Health Progress* doi:10.1094/PHP-2011-0401-01-BR;
- Rizzo, D. M., Garbellotto, M., Davidson, J. M., Slaughter, G. W., Koike, S. T. 2002. *Phytophthora ramorum* as the cause of extensive mortality of *Quercus* spp. and *Lithocarpus densiflorus* in California. *Plant Dis.* 86:205-214;
- Tantardini A., Problematiche fitopatologiche emergenti: Una visione d'insieme delle attuali avversità fungine, batteriche e virali di recente o possibile introduzione nel nostro territorio, Regione Lombardia, Fondazione Minoprio;

- The Food and Environment Research Agency (Fera), Plant Disease Factsheet, October 2012: *Phytophthora ramorum* and *Phytophthora kernoviae* diseases on bilberry ( *Vaccinium myrtillus* ): A threat to our woodlands, heathlands and historic gardens;
- Tooley, P. W., Kyde, K. L., Englander, L. 2004: Susceptibility of selected ericaceous ornamental host species to *Phytophthora ramorum*. *Plant Dis.* 88:993-999;
- Tsopelas P., Paplomatas E. J., Tjamos S. E., Soulioti N., Elena K., First Report of *Phytophthora ramorum* on *Rhododendron* in Greece, February 2011, Volume 95, Number 2, Page 223;
- Vettrano A. M., Hüberli D., Swain S., Bienapfl J. C., Smith A., Garbelotto M., First Report of Infection of Maiden-Hair Fern (*Adiantum jordanii* and *A. aleuticum*) by *Phytophthora ramorum* in California March 2006, Volume 90, Number 3, Page 379;
- Werres S., Marwitz R., De Cock A., Bonants P., De Weerd M., October 2001: *Phytophthora ramorum* sp. nov., a new pathogen on *Rhododendron* and *Viburnum*, *Mycol. Res.* 105 (10): 1155–1165;
- Widmer, T. L.: Infective potential of sporangia and zoospores of *Phytophthora ramorum*, *Plant Disease* 2009, 93:30-35;