

**Universidade de São Paulo
Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”**

TRABALHO 3 – DOENÇAS RADICULARES

Erik Yuri Camargo de Barros

Número USP: 9818227

João Gabriel Costa Dearo

Número USP: 9003969



Piracicaba – SP

Abril de 2020

O que são patógenos radiculares?

Os patógenos radiculares ou também fitopatógenos habitantes do solo são organismos que se desenvolvem no solo, na maior parte de seu ciclo, que necessariamente seus estágios de sobrevivência e disseminação acontecem no solo, além de conseguirem sobreviver no solo sem a presença de um hospedeiro e tem capacidade de competição saprofítica. E para serem considerados patógenos, infectam órgãos subterrâneos e caules de plantas.

Dentre os patógenos radiculares ou fitopatógenos habitantes do solo, os fungos, bactérias e nematoides são os mais comuns, com destaque para os fungos que são a grande maioria destes organismos.

Quais são os gêneros e as espécies mais comuns de patógenos radiculares?

Os gêneros mais comuns de patógenos radiculares são: *Fusarium*, *Sclerotinia*, *Sclerotium*, *Macrophomina*, *Phytophthora*, *Pythium*, *Rhizoctonia*, *Meloidogyne*, *Pratylenchus*, *Colletotrichum* e *Phakopsora*.

No gênero *Fusarium*, se tem as seguintes principais espécies: *Fusarium solani* (que causa podridão de raiz e colo) e *Fusarium oxysporum* (que causa murcha vascular).

No gênero *Sclerotinia*, encontra-se a espécie *Sclerotinia sclerotiorum*, causadora do Mofo Branco, e outras duas com menor importância, a *Sclerotinia minor* e *Sclerotinia trifoliorum* (considerada praga quarentenária A1).

No gênero da *Macrophomina*, temos a espécie principal, chamada de *Macrophomina phaseolina*, que é um fungo não especializado, que pode causar podridões de sementes, tombamento de plântulas, cancos nos caules e podridões de raízes .

No gênero *Phytophthora*, são encontradas diversas espécies, sendo elas: *Phytophthora cinnamomi*, *Phytophthora drechsleri*, *Phytophthora nicotianae*, *Phytophthora richardiae*, *Phytophthora palmivora*, *Phytophthora melonis*, *Phytophthora parasítica* e *Phytophthora citrophthora*.

No gênero *Pythium*, se tem as seguintes espécies: *Pythium sclerotium* e *Pythium ultimum*.

No gênero *Rhizoctonia*, se tem a espécie principal denominada de *Rhizoctonia solani*.

Para os nematoides, temos o gênero *Meloidogyne*, com as espécies: *Meloidogyne incognita*, *Meloidogyne javanica* e *Meloidogyne enterolobii*, e o gênero *Pratylenchus*, com a espécie *Pratylenchus brachyurus*.

O gênero *Colletotrichum*, com a espécie *Colletotrichum gloeosporioides*.
E o gênero *Phakopsora*, com a espécie *Phakopsora pachyrhizi*.

Quais os principais tipos de doenças provocadas por esses patógenos?

Os principais tipos de doenças provocadas por estes fitopatógenos são justamente aquelas causadas por fungos, bactérias e nematoides. Dentre a gama de doenças causadas por estes patógenos as mais relevantes e por isso consideradas as principais são:

- Podridão de sementes e doenças de plântulas: as podridões de semente são geralmente causadas por fungos e bactérias e infectam as sementes antes mesmo da germinação das mesmas. Já as doenças de plântulas são causadas por fungos, em sua maioria.

Os sintomas das doenças de plântulas são variados desde lesões até podridão mole do colo das plantas o que prejudica o desenvolvimento inicial, causando falhas no *stand* e prejuízos futuros;

- Podridões radiculares: as podridões radiculares são as doenças mais comuns quando se trata de patógenos habitantes do solo. Essas podridões podem causar a morte da planta ou apenas pequenos sintomas e as plantas podem ser infectadas em pequenas lesões e após a infecção os tecidos infectados tornam-se necróticos e morrem. A grande maioria dos causadores de podridões radiculares são os fungos, os quais sobrevivem na ausência de hospedeiros na forma de esclerócio, micélio em restos culturais ou esporos;

- Murchas vasculares: as murchas vasculares são doenças que podem ser vistas na maturidade das plantas. Embora as plantas podem ter sido infectadas quando jovens, até na forma de plântulas, normalmente o sintoma se dá na maturidade. As doenças vasculares podem ser causadas por fungos, bactérias ou nematoides, no entanto, as murchas são causadas por fungos, quais estão no solo muitas vezes na forma de microescleródios e clamidósporos, estas estruturas germinam e os micélios entram nas raízes. Em seguida a planta se

desenvolve e o fungo chega ao sistema vascular, causando a obstrução e a murcha;

- Podridões moles: as podridões moles que também atingem plantas na maturidade e podem ser causadas principalmente por fungos e bactérias. A doença é causada por estes patógenos que secretam enzimas pectinolíticas quando infectam os tecidos da planta hospedeira, estas enzimas causam a maceração do tecido e o aspecto de podridão. Os patógenos que causam esta doença também são responsáveis por doenças de pós colheita;

- Nematoses radiculares: as nematoses radiculares como o nome já sugere, é causado por nematoides. Estes organismos vivem no solo e poder chegar até a parte aérea. As nematoses podem ser causadas pelos nematoides moveis e imóveis e dentre eles há três mais comuns e danosos que são, o *Pratylenchus*, *Meloidogyne* e o *Heterodera* e *Globodera*.

Para cada um desses tipos de doenças da questão 3, cite os principais patógenos, as condições ambientais que favorecem o patógeno ou a doença e as principais medidas para o manejo dessas doenças.

Para o grupo de doenças da Podridão de sementes e doenças de plântulas, temos como principais patógenos causadores o *Rhizoctonia solani*, *Pythium* spp. e também uma diversidade de fungos, como *Fusarium*, *Colletotrichum*, *Rhizopus*, *Aspergillus* e *Penicillium*. As bactérias, como a *Xanthomonas campestris* pv. *campestris*. Cada organismo, tem sua condição ambiental favorável, citando alguns casos, temos o gênero *Pythium*, que precisa de solo saturado. A *R. solani* necessita de temperaturas amenas e abundante umidade de solo. O grande grupo de fungos citados acima (*Fusarium*...), atacam as sementes com condições de tempo úmido durante a maturação dos grãos, colheita, ou até mesmo no armazenamento. As bactérias, sobrevivem nos restos culturais, tendo sobrevivência afetada quando estão livres no solo.

Para o grupo das Podridões radiculares, os microrganismos que podem causar esses danos são, os considerados inespecíficos, como a *Rhizoctonia solani*, *Pythium ultimum*, *Armillaria mellea* e *Phymatotrichum omnivorum*, e outros como a *Phytophthora*, *Fusarium*, *Bipolaris sorokiniana* e *Aphanomyces euteiches*. Esses fitopatógenos, que causam as podridões radiculares, são capazes de apresentar uma vasta gama de doenças em uma mesma espécie de

planta, sendo regulada pelo tempo de infecção, pelo ambiente de solo e principalmente pelas condições de temperatura e umidade. As podridões radiculares afetam qualquer estágio de desenvolvimento, porém os danos são maiores nas fases iniciais de desenvolvimento. Alguns estresses ambientais como excesso de calor, falta de água ou inundação podem resultar em quebra de dormência de infecções no estágio inicial, podendo assim aumentar os danos, que seriam mínimos. Esses fitopatógenos sobrevivem em restos culturais, podendo assim, afetar a cultura subsequente.

Para o grupo das Murchas vasculares, temos como principais patógenos os fungos: *Fusarium oxysporum*, *Verticillium dahliae* e *Verticillium albo-atrum*, as bactérias *R. solanacearum* e o nematoide *Bursaphelenchus xylophilus*. As condições ambientais para a murcha-de-verticilo são o frio e a alta umidade, e em contrapartida a murcha-de-fusário apresenta seus sintomas em clima quente. Essas duas doenças citadas acima, podem apresentar maior severidade na presença de determinadas espécies de nematoides, como no caso da *Meloidogyne* spp. para a murcha-de-fusário e *Pratylenchus penetrans* para murcha-de-verticilo. Em restos culturais, sementes e no solo, se tem as condições para a bactéria *R. solanacearum*, bactéria pela qual, causa murcha nas solanáceas e também outras plantas hospedeiras.

Para o grupo das Podridões moles, que são causadas por fungos e bactérias. A principal é a bactéria *Pectobacterium carotovorum* e os fungos que causam a podridão mole como o *Rhizopus* e *Sclerotinia*. Ambos esses organismos sobrevivem em restos culturais.

Para o grupo das nematoses radiculares, os danos dependem da mobilidade do nematoide. Para nematoides que possuem mobilidade, se tem os danos em todos os estágios do ciclo de vida do nematoide, sendo denominado assim de fitoparasita migrador. Os nematoides que possuem mobilidade em apenas uma parte do ciclo de vida, são denominados de fitoparasitas sedentários. Esse grupo, possui preferência de infecção de raízes de plantas. Dentro dessa classificação, temos o nematoide *Pratylenchus*, que é móvel dentro das raízes das plantas, sendo chamado de fitoparasita migrador, causando grandes danos nas raízes e também na planta, e os fitoparasitas sedentários, são os nematoides das galhas, que é o gênero *Meloidogyne* e os nematoides dos cistos, do gênero *Heterodera* e *Globera*.

Para o controle de doenças radiculares, deve-se adotar manejos diversos, para que se possa obter sucesso de controle, e evitar qualquer mutação dos patógenos para adquirir resistência a determinada medida de controle. Desse modo, deve-se integrar os tipos de controle, sendo possível integrar o controle genético, controle cultural, controle biológico, controle físico e controle químico, sendo assim denominado, dessa forma, manejo integrado de doenças radiculares.

O controle biológico, pode ser usado através do desenvolvimento de cultivares resistentes. Para tal processo, são identificadas fontes de resistência, e posteriormente, a resistência deve ser incorporada no cultivar de interesse e assim, deve adotar métodos que façam com que essa resistência apresente durabilidade. A tabela 1, apresenta alguns exemplos de culturas, patógenos, e espécies doadoras do loco de resistência.

Tabela 1. Exemplos de espécies selvagens doadoras de loco para espécies de cultivo comercial.

Cultura	Patógeno	Lóco	Espécie doadora
Tomate (<i>Lycopersicon esculentum</i>)	<i>Meloidogyne incognita</i> , <i>M. javanica</i> , <i>M. arenaria</i>	Mi	<i>Lycopersicon peruvianum</i>
Beterraba (<i>Beta vulgaris</i>)	<i>Heterodera schachtii</i>	Hs1 ^{pro-1}	<i>Beta procumbens</i>
Batata (<i>Solanum tuberosum</i>)	<i>Ralstonia solanacearum</i>	-	<i>Solanum phuseja</i> S. <i>tuberosum</i>
Morango (<i>Fragaria ananasa</i>)	<i>Phytophthora fragariae</i>		<i>Fragaria chiloensis</i>
Trigo (<i>Triticum aestivum</i>)	<i>Heterodera avenae</i>	Cre3	<i>Triticum tauschii</i>

Fonte: Adaptado de Michereff et al., (2005).

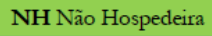
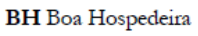
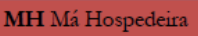
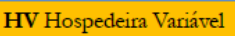
O controle cultural de doenças pode ser considerado o manejo das condições de pré-plantio e quando o hospedeiro está em desenvolvimento, tendo como objetivo a prevenção de epidemias sem o uso de resistência genética e também, sem o uso de defensivos agrícolas. Seu objetivo principal, é evitar ao máximo o contato entre o hospedeiro suscetível e inóculo viável. Algumas das práticas que proporcionam esse controle cultural são: Rotação de culturas, aumento da matéria orgânica do solo, nutrição mineral de plantas, manejo do pH do solo, preparo de solo, densidade de plantio, época de semeadura, controle pelo manejo da fonte alimentar, inundação do solo, irrigação, cultivo de plantas antagônicas no controle de fitonematoides e queima ou eliminação de restos culturais.

Entrando mais detalhadamente em umas das classificações do item 3, sabe-se que para o tratamento das nematoses radiculares, se tem diferentes

métodos de manejo, e consequentemente diferentes eficiências quanto ao manejo das mesmas. Na tabela 1, mostrada anteriormente, foi demonstrada a resistência da cultura do Tomate aos nematoides, do gênero *Meloidogyne*. Contudo, há uma gama de gêneros e espécies de nematoides, mostrando a necessidade de se conhecer o nematoide presente na área, para consequentemente determinar o método de manejo. Dentro desse contexto, a rotação de culturas, entra como um método de manejo eficiente contra nematoides, tendo uma vasta opção quanto a culturas a serem implantadas. Na figura abaixo, será demonstrado a espécie de nematoide e as culturas que podem ser usadas para rotação, para controle dos mesmos.

Figura 1. Rotação de culturas e o controle de nematoides.

Culturas	<i>Heterodera glycines</i>	<i>Rotylenchulus reniformis</i>	<i>Meloidogyne javanica</i>	<i>M. incognita</i>	<i>Pratylenchus brachyurus</i>	<i>P. zeae</i>
Algodoeiro	NH	BH		HV		
Amendoim						
Braquiárias						
Cana-de-açúcar						
Caupi						
Feijoeiro-comum						
Girassol					MH	
Capim Sudão						
Milheto ADR-300						
Milho						
Soja						
Crotalária (sp, br)						

Fonte: Oliveira (2019).

Com a figura 1, pode-se observar algumas plantas com bom controle contra nematoides, tendo como destaque a Crotalária, planta que não hospeda nenhum dos nematoides presentes na figura.

O controle biológico pode ser definido segundo Cook & Baker (1983) como “a redução da soma de inóculo ou das atividades determinantes da doença provocada por um patógeno, realizada por ou através de um ou mais organismos que não o homem”.

Desse modo, alguns microrganismos serão exemplificados para controle dos gêneros e espécies citados acima para controle biológico.

Tabela 2. Microrganismos e o controle de algumas doenças radiculares.

Organismo	Mecanismo	Patógeno-alvo	Doença
<i>Pseudomonas putida</i>	Antibiose-pyoluteorina	<i>Pythium ultimum</i>	Tombamento de plântulas de algodoeiro
<i>Trichoderma</i> spp.	Parasitismo de hifas e estruturas de resistência; produção de glucanases, quitinases, celulasas, etc.	<i>R. solani</i> , <i>S. rolfsii</i> , <i>Pythium</i> spp., <i>Phytophthora</i> spp.	Tombamento de plântulas e outras doenças
<i>Pseudomonas</i> sp.	Competição por ferro	<i>Fusarium oxysporum</i> f.sp. <i>dianthi</i>	Murcha vascular em cravo

Fonte: Adaptado de Michereff et al., (2005).

O controle físico é a erradicação dos patógenos ou eliminação parcial através de métodos que alterem componentes bióticos na doença. Em outras palavras, são usadas técnicas como tratamento térmico do solo, através do vapor, solarização do solo, tratamento térmico de substratos entre outros. Essas técnicas são capazes de atingir um grande número de microrganismos. Contudo, tal técnica não é seletiva, ou seja, pode afetar microrganismos benéficos no solo, reduzindo a capacidade de produção do solo a ser cultivado.

O controle químico, ou seja, o manejo das doenças radiculares com defensivos agrícolas, pode ser realizado com a maioria das doenças, desde que se tenha os produtos registrados para as mesmas. Um ponto relevante a ser citado, é a limitação quanto a eficiência para aplicação de caráter curativo nas plantas cultivadas, além do número reduzido de produtos registrados. A eficiência do controle químico é aumentada quando os produtos são usados de forma preventiva.

Para a aplicação de produtos se tem algumas formas, como a fumigação do solo, aplicação de fungicidas na planta, tratamento de sementes e tratamentos pós-plantio.

Cada cultura e doença, pode possuir produtos registrados para o seu controle, contudo isso deve ser consultado no Agrofite, site do Ministério da Agricultura, onde pode ser consultado essas informações de produtos e doenças.

Para concluir, o manejo das doenças deve ser integrada, ou seja, usar diferentes ferramentas para um aumento da eficiência de controle, para assim evitar a indução de resistência e dificuldades ainda maiores de controle.

REFERENCIAS

COOK, R.J. & BAKER, K.F. **Nature and practice of biological control of plant pathogens**. St. Paul. APS Press. 1983.

CORREIA, Kamila Câmara; MICHEREFF, Sami Jorge. Fundamentos e desafios do manejo de doenças radiculares causadas por fungos. **Desafios do manejo de doenças radiculares causadas por fungos**. Recife, Brazil: Universidade Federal Rural de Pernambuco, p. 1-16, 2018.

MICHEREFF, Sami J. et al. **Ecologia e manejo de patógenos radiculares em solos tropicais**. Recife: Imprensa Universitária de Ufrpe, 2005.

OLIVEIRA, Cláudio Marcelo Gonçalves. **Rotação de culturas para minimizar a ação de nematoides à produção agrícola**. Campinas: Instituto Biológico, 2019. 176 slides, color.