INFORME TÉCNICO

(Programa de Pós-Graduação em Fitotecnia da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro)

V.1 N° 2 Ano 2021 ISSN 2763-7484

Recomendações de Manejo Visando o Controle da Hérnia das Crucíferas

Carlos Antônio dos Santos
Nelson Moura Brasil do Amaral Sobrinho
Margarida Goréte Ferreira do Carmo

© 2021 – UFRRJ / Programa de Pós-Graduação em Fitotecnia
Rodovia BR-465, Km 07, s/n, Instituto de Agronomia, 23897-000, Seropédica-RJ.
<http://cursos.ufrrj.br/posgraduacao/ppgf/informe-tecnico/>
informetecnicoppgf@gmail.com

INFORME TÉCNICO (Programa de Pós-Graduação em Fitotecnia da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro)

Volume: 1 Número: 2 Ano: 2021 ISSN: 2763-7484 DOI: <https://doi.org/10.29327/837780.1-2>

Conselho editorial

Dra. Margarida Goréte Ferreira do Carmo

Dr. Carlos Antônio dos Santos

Dr. Rogério Gomes Pêgo

Dr. Junior Borella

M.Sc. Gustavo Torres Dos Santos Amorim

Revisor *ad hoc*

Dr. José Guilherme Marinho Guerra

Fotos da capa

Carlos A. dos Santos, Aline S. Bhering, Margarida Goréte F. do Carmo, Daniele Barbosa

Projeto gráfico

Carolina F. de Carvalho, Carlos A. dos Santos

Ficha Catalográfica

Even3 Publicações

Contatos dos autores deste artigo

herniadascruciferas@gmail.com;

carlosantoniookds@gmail.com;

nmbdas@gmail.com;

gorete.carmo1@gmail.com; gorete@ufrrj.br; nelmoura@ufrrj.br

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP) (Even3 Publicações, PE, Brasil)

I43 Informe Técnico [recurso eletrônico] / Programa de Pós-Graduação em Fitotecnia da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro. – Vol. 1, n. 2 (mar./abr. 2021) – Rio de Janeiro: PPGF, UFRRJ 2021.

Tema: Recomendações de Manejo Visando o Controle da Hérnia das Crucíferas

Bimestral.

ISSN: 2763-7484

DOI: 10.29327/837780.1-2

1. Fitotecnia - Periódico. 2. Hérnia das Crucíferas. 3. Controle. 4. Manejo. I. Programa de Pós-Graduação em Fitotecnia. II. Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro. III. Título.

CDD 630

CDU 631

Elaborado por Amanda Rodrigues – CRB-4/1241

APRESENTAÇÃO

O INFORME TÉCNICO (Programa de Pós-Graduação em Fitotecnia da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro) foi idealizado em 2020 e implementado em 2021 com o propósito de divulgar resultados de pesquisas que resultaram em tecnologias ou informações prontamente aplicáveis e acessíveis aos produtores ou aos diversos segmentos de profissionais vinculados à produção vegetal. Com linguagem simples e direta, visa levar informações e/ou inovações aos agricultores, extensionistas, profissionais técnicos, agrônomos, estudantes e professores vinculados a área de Agronomia.

Cada número abordará um tema específico, relacionado às diferentes áreas de concentração e linhas de pesquisa do PPG-Fitotecnia/UFRRJ. Neste segundo número, “Recomendações de Manejo Visando o Controle da Hérnia das Crucíferas”, serão apresentadas informações gerais sobre esta importante doença, recomendações de manejo para o seu controle e os resultados de pesquisas realizadas na Região Serrana do Estado do Rio de Janeiro por equipe de pesquisadores da UFRRJ. A hérnia das crucíferas é um dos principais desafios enfrentados pelos produtores de brássicas no Brasil e no mundo e tem causado perdas expressivas de produção. Este informe tem como objetivo difundir resultados de pesquisas e recomendações para controle da doença e para redução das perdas causadas.

Comissão Editorial

INTRODUÇÃO

Dentre as hortaliças mais importantes e de maior valor de mercado, no Brasil e no mundo, estão couve-flor, brócolis, couve-manteiga, repolho, rúcula, mostarda, dentre outras, tecnicamente chamadas de brássicas por pertencerem à família botânica Brassicaceae (Cruciferae). Além de várias hortaliças, a família Brassicaceae também engloba plantas oleaginosas como colza, canola, crambe, adubos verdes como nabo forrageiro e várias espécies de plantas invasoras.

No Brasil, o cultivo de brássicas é feito em regiões de clima ameno, ou nas épocas mais frias do ano e, predominantemente, por agricultores familiares. São hortaliças que requerem condições adequadas para o cultivo como baixas temperaturas, solos férteis ou bem adubados, irrigação continuada e manejo cuidadoso na pós-colheita, o que é compensado pelo bom valor de mercado e rentabilidade. De forma geral, são muito perecíveis e são procuradas por consumidores exigentes em padrões de qualidade. Outro desafio frequentemente enfrentado pelos produtores é o ataque de pragas e de doenças. Dentre as principais doenças das brássicas está a “hérnia das crucíferas”, também chamada como “batata da couve” em algumas regiões. A hérnia das crucíferas causa grandes prejuízos à produção de brássicas, sejam hortaliças ou oleaginosas como a canola, na maioria das regiões do Brasil e do mundo com cultivos em escala comercial.

A hérnia das crucíferas é uma doença que acomete somente as plantas da família Brassicaceae - as couves em geral – e é uma das poucas doenças de plantas causada por protozoário, *Plasmodiophora brassicae* Woronin. Este protozoário é um parasita obrigatório que apresenta duas fases em seu ciclo de vida: no solo onde sobrevive por vários anos como esporo resistente e nas raízes das plantas hospedeiras. Ao infectar e colonizar as raízes, resulta na formação de galhas, ou tumores, que afetam negativamente o processo de absorção de água e de nutrientes e, conseqüentemente, o crescimento e a produção das plantas afetadas.

O cultivo de brássicas em áreas contaminadas pelo patógeno é um desafio para técnicos e produtores, haja vista que as estratégias de controle disponíveis são limitadas ou pouco eficientes. Para a maioria das espécies de brássicas, ainda não existem cultivares resistentes. O controle químico é restrito a um único princípio ativo registrado no Ministério da Agricultura.

As medidas de caráter preventivo, ou seja, aquelas que visam evitar a introdução e a dispersão do patógeno nas áreas de cultivos são as mais importantes para evitar problemas futuros. Em áreas já contaminadas, a redução das perdas causadas pela hérnia das crucíferas somente é possível com a adoção de uma série de práticas de manejo que serão detalhadas ao longo deste documento.

No Brasil, a produção de brássicas é feita, predominantemente, nos estados do centro-sul e em áreas de altitude mais elevada como a região Serrana do estado do Rio de Janeiro, uma das maiores produtoras e fornecedoras de brássicas (couves) para o mercado nacional. Os produtores desta região enfrentam vários problemas para conseguir manter os níveis de produtividade e de qualidade desejáveis, especialmente de couve-flor. A Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro (UFRRJ) vem realizando diversas atividades de pesquisa ao longo dos últimos anos nesta região, desde levantamentos e mapeamento das lavouras e de distribuição da doença, bem como dos fatores relacionados ao seu agravamento, além de testes de campo para validação de estratégias de manejo.

Em face do exposto, o objetivo deste documento é apresentar informações sobre a hérnia das crucíferas e recomendações gerais para o manejo das lavouras visando o controle da doença e redução das perdas por ela causadas.

ASPECTOS GERAIS SOBRE A DOENÇA E CICLO DE VIDA DO PATÓGENO

A hérnia das crucíferas é uma das poucas doenças de plantas causadas por um protozoário – *P. brassicae* (Figura 1). Esta doença foi constatada pela primeira vez no Brasil em 1934 no Estado de São Paulo, no Horto Florestal da Cantareira. Hoje em dia, a doença está presente em lavouras de couves (couve-flor, brócolis, couve-manteiga, repolho, couve-chinesa, mostarda, rúcula, etc) em várias regiões do Brasil, incluindo o próprio Estado de São Paulo, além do Rio de Janeiro, Paraná, Minas Gerais, Distrito Federal, Rio Grande do Sul, Santa Catarina e Espírito Santo. As perdas são maiores exatamente nas regiões tradicionais de produção destas hortaliças em virtude de seu cultivo intensivo e sequencial como na região Serrana do Rio de Janeiro, Região Metropolitana de Curitiba e no Cinturão Verde de São

Paulo (REIS, 2009; RUARO et al., 2009; VIDAL, 2012; BHERING et al., 2017; SANTOS, 2017; SANTOS et al., 2019; SANTOS, 2020).

Figura 1. Sintomas da hérnia das crucíferas ou “batata da couve”: galhas (tumores) nas raízes (a, b, d); raízes apodrecidas (c, d); murchas das folhas e plantas com crescimento comprometido pela doença (e, f).

Conforme relatado anteriormente, a doença é causada pelo protozoário *P. brassicae*, um fitoparasita obrigatório, ou seja, que depende da planta hospedeira (as couves e outras brássicas) para se multiplicar e perpetuar. Na ausência de planta hospedeira, este parasita pode sobreviver no solo por vários anos como **esporos resistentes** (Figura 2) sem causar qualquer dano por estarem dormentes. Estes esporos são estruturas microscópicas que podem permanecer dormentes e viáveis no solo por cerca de cinco a seis anos e, dependendo das condições, por até 18 anos. Os esporos resistentes podem ser ativados pela presença das plantas hospedeiras. As raízes destas plantas liberam substâncias (exsudados radiculares) capazes de estimular a “germinação” (Figura 2) destes esporos dormentes e com isso ativar ou promover o reinício do ciclo de vida do fitoparasita. Após a “germinação”, cada esporo libera uma estrutura com dois flagelos, o **zoósporo primário**. Os flagelos são filamentos que servem para a movimentação dos zoósporos através do filme de água contido no

solo até atingir a superfície das raízes, mais exatamente dos **pelos radiculares**. Os pelos radiculares, prolongamentos minúsculos das células das raízes, são os responsáveis pelo processo de absorção de água e nutrientes presentes no solo pelas plantas.

Figura 2. Ciclo simplificado da hérnia das crucíferas (batata da couve), causada por *Plasmodiophora brassicae*. Fonte: Elaborado pelos autores.

Ao encontrarem as raízes da planta hospedeira, os zoósporos primários se fixam na superfície dos pelos radiculares onde injetam o seu conteúdo, iniciando assim o processo de infecção. Nos pelos radiculares, o patógeno se multiplica várias vezes até formar uma massa de protoplasma contendo vários núcleos, o **plasmódio primário**, que toma praticamente todo o volume do pelo radicular (Figura 2). Em seguida, estes núcleos originam os **zoósporos secundários** que migram para o interior das raízes onde se estabelecem e multiplicam sucessivamente, levando a uma série de alterações nas células, como o aumento em número e tamanho, até a formação das galhas ou tumores (Figuras 1 e 2). Durante este processo, o patógeno não só se alimenta dos nutrientes produzidos pela planta,

parasitando-a, como dificulta o processo de absoro de gua e nutrientes o que leva reduo do crescimento e produo das plantas infectadas. Como resultado deste processo de infeco e colonizao das razes, as plantas podem apresentar uma srie de sintomas secundrios como murchas (Figura 1), especialmente nas horas mais quentes do dia, amarelecimento das folhas, nanismos e, em casos mais severos, morte (BHERING, 2017; SANTOS, 2020).

Quanto maior o nmero e a distribuio dos esporos resistentes no solo e mais favorveis forem as condies de ambiente ao processo de infeco e colonizao, maior ser o nmero de plantas afetadas, mais precoce e severo sero os sintomas e maiores sero as perdas. Existem relatos de perdas superiores a 60% em lavouras de couve-flor no Brasil, como na Regio Serrana do Rio de Janeiro (SANTOS et al., 2019).

Com a morte das plantas, ou ao final do ciclo das culturas, novos esporos resistentes (Figuras 2 e 3) so formados e vo sendo liberados no solo medida que as galhas vo se decompondo ou apodrecendo. Os esporos de resistncia so espalhados na rea pela movimentaco do solo nos cultivos mecnicos (com arados, grades, enxadas rotativas ou enxadas), pelo arraste de solo em escoamento superficial de gua, da chuva ou da irrigao, pela poeira levantada em cultivos em solo seco, pelos calados e implementos, dentre outros. Este espalhamento dos esporos resistentes agrava o problema nos cultivos seguintes.

Fotos: XAVIER, C. L. B.; BHERING, A. S.

Figura 3. Fotomicrografias de esporos resistentes de *Plasmodiophora brassicae*, extrados de amostras de solo (a); pelos radiculares infectados (b); clulas das razes infectadas repletas de esporos do patgeno (c).

COMO O AMBIENTE PODE AFETAR O DESENVOLVIMENTO DA DOENÇA E AS PERDAS CAUSADAS

A hérnia das crucíferas ocorre quando há a presença do patógeno, ou seja, as couves são plantadas em solos contaminados com esporos resistentes do patógeno ou o plantio é feito com mudas contaminadas. A doença será mais severa quanto maior a quantidade e a distribuição de esporos de *P. brassicae* no solo, e quanto mais favoráveis forem as condições para o seu desenvolvimento. As condições são extremamente favoráveis à doença quando os solos são ácidos ($\text{pH} \leq 5,7$), com baixos níveis de cálcio e de boro, normalmente denominados como solos fracos ou pobres, úmidos (capacidade de campo $>70\%$) e onde predominam temperaturas mais elevadas, em torno de 25°C (Figura 4). As perdas são normalmente maiores nas safras de verão do que nas de inverno.

A introdução do patógeno na área, ou o seu transporte para novas áreas, normalmente se dá pelo uso de mudas infectadas, compartilhamento de máquinas e implementos (arados, grandes, enxadas etc.) sem limpeza prévia, pela irrigação com água contaminada, ou mesmo pelo arraste de solo contaminado pela água ou vento.

A acidez do solo é o fator mais crítico e mais frequentemente relacionado a perdas pela hérnia das crucíferas (Figura 4). A acidez é um atributo do solo relacionado a problemas de manejo da fertilidade química e, frequentemente, mostra-se correlacionada aos baixos níveis de cálcio trocável (Ca^{++}) e altos teores de alumínio tóxico (Al^{+++}). Estas condições favorecem a germinação dos esporos resistentes do patógeno e reduzem a resistência das plantas e, conseqüentemente, potencializam os processos de infecção das plantas e o aumento da severidade da doença. Concomitantemente, estas condições prejudicam o desenvolvimento das raízes, o que agrava as perdas causadas pela doença (BHERING et al., 2017; BHERING et al., 2020). Pode-se destacar como fatores que contribuem para maior acidez do solo: não realização de calagem (aplicação de calcário), requerida a partir do resultado da análise química e obedecendo à recomendação técnica para a cultura, calagem feita incorretamente e adubação nitrogenada utilizando-se fontes amoniacais como a ureia e o sulfato de amônio (RUARO et al., 2009; BHERING, 2017; SANTOS, 2017; SANTOS, 2020).

A alta umidade do solo também favorece a doença (Figura 4), principalmente por facilitar a movimentação e a sobrevivência dos **zoósporos primários** e assim propiciar a chegada até as raízes. A alta umidade normalmente está relacionada aos períodos chuvosos e também ao excesso de irrigação, a solos mais argilosos e compactados e às áreas na paisagem mais sujeitas ao acúmulo de água em decorrência da drenagem deficiente (REIS, 2009; SANTOS, 2020).

Figura 4. Fatores relacionados ao manejo e ao ambiente que contribuem para o desenvolvimento da hérnia das crucíferas em plantas de brássicas. Fonte: Elaborado pelos autores.

ESTRATÉGIAS DE MANEJO DA HÉRNIA DAS CRUCÍFERAS

O controle da hérnia das crucíferas é uma tarefa complexa e que requer um conjunto de medidas de caráter preventivo, visando evitar a introdução e a dispersão do patógeno, ou de convívio, quando o patógeno já está presente ou estabelecido na área, de forma a reduzir as perdas nas colheitas.

Medidas preventivas

As medidas de caráter preventivo visam evitar a introdução do patógeno na propriedade ou em novos talhões na própria unidade de produção ou na região. Se baseia em um conjunto de medidas simples e que

devem ser adotadas rotineiramente. Dentre estas, ressaltam-se: a) uso de mudas sadias, adquiridas de viveiristas idôneos; b) cuidado com as bandejas de mudas evitando colocá-las diretamente no chão antes do transplântio (Figura 5); c) irrigação com água de boa qualidade, não contaminada com esporos carreados de lavouras posicionadas em pontos mais altos da paisagem; d) lavagem e limpeza de pneus e de implementos agrícolas ao migrar de uma área para outra, especialmente se há relato de ocorrência da doença.

Em áreas onde o patógeno já está presente, as medidas de controle visam reduzir as perdas ao longo do tempo, por meio de um conjunto de práticas que contribuam para: a) reduzir a quantidade e a viabilidade dos esporos resistentes presentes no solo; b) reduzir a dispersão de esporos resistentes na área; c) tornar o ambiente menos favorável ao processo de infecção e colonização das plantas pelo patógeno; d) reduzir o tempo de exposição das plantas ao patógeno e favorecer o desenvolvimento do sistema radicular, compensando os danos causados pela doença.

Medidas para redução da quantidade e viabilidade dos esporos resistentes

Dentre as medidas que contribuem para reduzir a quantidade e a viabilidade dos esporos resistentes no solo estão: a) rotação de culturas com espécies não hospedeiras; b) aumento do intervalo de tempo entre os cultivos de couves na mesma área; c) rotação com “plantas iscas”; d) remoção e destruição das raízes contendo galhas por ocasião da colheita das couves (Figura 5).

A rotação de culturas com plantas não hospedeiras é essencial, devendo-se evitar o cultivo de couves (couve-flor, brócolis, couve-manteiga, repolho, couve-chinesa, rúcula, mostarda e outras) por pelo menos 2 a 4 anos, sempre que possível. O aumento do período sem o cultivo de brássicas leva à redução gradativa da viabilidade dos esporos resistentes presentes no solo (SANTOS, 2020). No programa de rotação podem ser incluídas outras hortaliças que não sejam hospedeiras de *P. brassicae*, ou até mesmo espécies para cobertura do solo/adubação verde como crotalária entre outras leguminosas e aveia preta, respectivamente, nos períodos de verão e inverno. A rotação de culturas com plantas para a cobertura do solo

e adubação verde podem trazer benefícios além do controle da hérnia como proteção do solo, elevação dos teores de matéria orgânica e, no caso das leguminosas, aporte de nitrogênio (ASSIS et al., 2012; FREIRE et al., 2013, SANTOS, 2020).

O uso de “plantas iscas”, constituídas de espécies que estimulam a germinação dos esporos de resistência de *P. brassicae*, mas que não são hospedeiras deste patógeno, também tem sido uma alternativa avaliada para a inclusão em programas de rotação. Estudos mostram que o cultivo prévio de plantas como menta, alfavaca, bardana, cebolinha, salsa, aveia, cevada, ervilha, coentro e crotalária podem contribuir para a redução das perdas causadas pela hérnia das crucíferas (VIDAL, 2012; SANTOS, 2020).

O arranquio e a destruição das raízes e das galhas de plantas doentes ou mortas, ao longo do ciclo e por ocasião da colheita, também são práticas importantes na redução da ocorrência da hérnia das crucíferas. Apesar de onerosa, essas medidas contribuem para a redução do aporte de inóculo (esporos resistentes do patógeno no solo) e de sua dispersão. Uma única planta com as raízes cheias de galhas pode contribuir com o aporte de mais de 800 milhões de esporos resistentes no solo (SANTOS et al., 2019; SANTOS, 2020).

Medidas para a redução da dispersão dos esporos na área e entre as áreas

Os esporos podem ser facilmente disseminados dentro da lavoura e entre as lavouras pelo arraste de partículas de solo; pela água de irrigação e enxurrada contendo esporos, maquinários, botas e calçados contendo terra contaminada aderida (Figura 5).

Dentre as medidas para redução da disseminação da doença (Figura 5) incluem-se: a) reduzir a movimentação excessiva do solo através da aração e gradagem; b) lavar as rodas dos tratores, os implementos agrícolas e os calçados para a retirada do solo aderido; c) arrancar e destruir as raízes de plantas doentes; d) usar mudas e água de irrigação de boa qualidade; e) evitar a aração “morro abaixo”; f) utilizar práticas que diminuam os processos de erosão do solo como a manutenção de plantas de cobertura no solo, uso de curvas de nível e terraceamento.

Fotos: CARMO, M. G. F.

Figura 5. Exemplos de fatores de manejo que contribuem agravamento dos danos causados pela hérnia das crucíferas. Introdução do patógeno na lavoura, pela disposição de bandejas de mudas diretamente em solo contaminado (a); dispersão dos esporos resistentes com preparo de solo “morro abaixo” e levantamento de poeira, em áreas já contaminadas (b, c); sobrevivência do patógeno com a manutenção de raízes e galhas infectadas no solo ao final do ciclo das culturas (d).

Medidas para tornar o ambiente menos favorável ao desenvolvimento da doença

O desenvolvimento da hérnia das crucíferas, assim como o de outras doenças, é diretamente afetado pelas condições do ambiente. No caso da hérnia das crucíferas, os fatores críticos estão relacionados às características químicas, físicas e biológicas do solo, bem como às meteorológicas.

Dentre as características químicas, o nível de acidez (ou o pH do solo) é o mais crítico, sendo a **calagem** regular, e bem feita, uma prática essencial por promover a elevação do pH, aumentar o índice de saturação de bases (V%) e os teores trocáveis de cálcio (Ca^{++}) e magnésio (Mg^{++}), e neutralizar o alumínio tóxico (Al^{+++}) do solo. A **calagem** é um processo que consiste na aplicação prévia de corretivos capazes de reduzir a acidez do solo e fornecer os macronutrientes essenciais cálcio e magnésio às plantas. Dentre estes, o calcário (minerais contendo carbonato de cálcio e/ou magnésio) é,

tradicionalmente, o mais utilizado. Outros materiais também têm sido utilizados como óxidos, hidróxidos e silicatos de cálcio e/ou magnésio.

A calagem contribui tanto para reduzir a severidade da hérnia das crucíferas quanto para melhorar o desenvolvimento das plantas, com reflexos positivos na produtividade (SANTOS et al., 2017; SANTOS et al., 2020). As brássicas, de forma geral, são plantas exigentes em fertilidade do solo: requerem pH na faixa de 6,0 a 6,8; saturação de bases (V%) entre 70 e 80%; teores de Ca^{++} e Mg^{++} superiores a $3,0 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$. Outro efeito positivo da calagem para as brássicas é a neutralização do Al^{+++} tóxico, haja vista que estas hortaliças são espécies bastante sensíveis (FREIRE et al., 2013; BHERING et al., 2017; SANTOS et al., 2017; SANTOS et al., 2020).

Problemas relacionados à acidez do solo com perdas pela hérnia das crucíferas, mesmo em áreas onde se fez calagem, têm sido observados e decorrem de dois aspectos: 1) calagem mal feita; 2) calagem sozinha não é suficiente para o controle total da hérnia. Dentre as principais falhas, incluem-se a não observação de critérios técnicos para o cálculo da dose do corretivo, os métodos de aplicação e de incorporação inadequados, as características do produto comercial utilizado e a época aplicação do corretivo. Associado à calagem, outras medidas aqui relatadas devem ser observadas.

O ideal é que a calagem seja realizada seguindo os resultados de análise de fertilidade do solo de amostras de terra coletadas nas profundidades de 0-20 cm e, quando possível, também na profundidade de 20-40 cm, e feitas em laboratórios especializados. Com base nos dados, podem ser feitos cálculos mais precisos das quantidades de corretivos a serem aplicadas, bem como de outras recomendações relativas à adubação, de forma a reduzir desperdícios e aumentar a eficiência. A aplicação do corretivo deve ser feita com antecedência mínima de 2 a 3 meses antes do transplântio das mudas, seguido de incorporação ao solo para que ocorra a reação e a plena neutralização da acidez. Em áreas íngremes, a aplicação a lanço deve ser substituída por aplicação e incorporação prévia nas próprias covas e com antecedência de 2 a 3 meses antes do transplântio das mudas (SANTOS et al., 2020).

As coletas de amostras de terra, análise, recomendações e cálculos da necessidade de calagem e da aplicação podem ser feitas com o auxílio e a orientação de agrônomos. Maiores informações podem ser obtidas no “Manual de Adubação e Calagem do Estado do Rio de Janeiro”, disponível gratuitamente para *download* em: <https://cutt.ly/zbEBSp2>

Efeitos positivos da calagem no controle da hérnia das crucíferas e na melhoria da produtividade, particularmente, de couve-flor, foram obtidos

no municpio de Nova Friburgo, na regio Serrana do Rio de Janeiro (SANTOS, 2017; SANTOS et al., 2017; SANTOS et al., 2020; SANTOS, 2020) (Figura 6).

Figura 6. Severidade da hrnia das crucferas, em porcentagem (a), quantidade de raiz sadia (cm³ por planta) (b), massa fresca das inflorescncias ou “cabeas”, em gramas por planta (c) e produtividade (toneladas por hectare) (d) obtidas em lavouras de couve-flor em Nova Friburgo, RJ, em funo da realizao ou no da calagem. Fonte: Adaptado de Santos et al. (2017) e Santos et al. (2020).

Os efeitos decorreram da elevao do pH (de 5,2 para 6,7), dos aumentos dos teores Ca⁺⁺ e Mg⁺⁺ no solo (3,50 para 9,58 cmol_c dm⁻³), da saturao por bases (V), de 30 para 68%, e reduo dos teores de Al⁺⁺⁺ (de 0,9 para 0,0 cmol_c dm⁻³). Estes efeitos positivos no solo resultaram na reduo de cerca de 57% da intensidade da doena e no consequente aumento de 30% na quantidade de razes sadias e de 47% na massa mdia das inflorescncias, dobrando a produtividade de couve-flor em comparao ausncia da calagem (Figura 6).

A adubao orgnica e a elevao dos nveis de matria orgnica do solo so citadas na literatura como benficas para a reduo dos danos

causados pela hérnia das crucíferas. Adubos orgânicos ricos em nutrientes, como o farelo de mamona e os compostos fermentados do tipo “bokashi” podem também contribuir para a redução da doença. Resultados de pesquisa demonstram redução substancial da severidade da hérnia das crucíferas e aumento do crescimento das plantas com o uso destes dois fertilizantes orgânicos (PENALBER, 2009; CONDÉ et al., 2017; SANTOS et al., 2018). No entanto, o uso sem critérios técnicos e excessivo de adubos orgânicos também pode acarretar em desequilíbrios nutricionais nas lavouras. O uso intensivo na região Serrana do Rio de Janeiro, e em outras regiões produtoras de hortaliças no Brasil, de “cama de aviário” ou de esterco de frango fresco, ou seja, não compostados, tem sido associado ao aumento das perdas provocadas pela doença, visto que se usado desmedidamente na forma fresca pode danificar as raízes sadias das plantas e potencializar as perdas causadas pela hérnia das crucíferas (BHERING, 2017; BHERING et al., 2017; SANTOS, 2020).

A época de cultivo também pode afetar o desenvolvimento da doença. Os plantios devem ser feitos, preferencialmente, nos períodos menos chuvosos e em épocas com temperaturas mais amenas (SANTOS, 2020). Atenção também deve ser dada ao manejo da irrigação visando evitar os excessos que levem ao escoamento superficial de água e ao arraste de terra e ao encharcamento do solo, mesmo que temporariamente. Áreas propensas ao encharcamento devem ser evitadas.

Medidas para reduzir o tempo de exposição ao patógeno e favorecer o desenvolvimento das brássicas

Entre as medidas para a redução das perdas por doenças está a redução do período de exposição das culturas ao patógeno, especialmente nos períodos críticos de desenvolvimento da planta. Quanto mais cedo, ou precocemente, forem as infecções das plantas, maiores tendem a ser as perdas. Desta forma, práticas de manejo que favoreçam o rápido desenvolvimento inicial das plantas e a redução do período até a colheita, podem também contribuir para diminuir os impactos da doença na produtividade e na qualidade das diferentes espécies de brássicas. Assim, medidas simples como o uso de mudas maiores e mais vigorosas podem garantir boas colheitas, mesmo em períodos do ano mais críticos, e com baixo impacto no custo monetário. Esta medida é uma alternativa à

aquisição de mudas de viveiristas especializados, usualmente comercializadas em bandejas com células apresentando baixa capacidade de preenchimento com o substrato e mudas com crescimento limitado. Por economia de tempo, de substrato e de espaço, a tendência comercial é o emprego de bandejas de 200 a 288 células com, respectivamente, 16 e 10 cm³ por célula. A utilização de mudas menores e, por conseguinte, mais frágeis, pode acarretar reflexos no índice de pegamento, na taxa de desenvolvimento inicial e na suscetibilidade a danos causados pela hérnia das crucíferas. A equipe da UFRRJ envolvida no tema indica, a partir de resultados de pesquisa, que a utilização de mudas maiores, produzidas em bandejas de 128 células (35 cm³ por célula) e com aproximadamente 28 dias de idade, reduziu em até 30% a severidade da “hérnia” e aumentou mais de 140% a produtividade em cultivos sob condições favoráveis à doença (SANTOS, 2020).

Outras estratégias potenciais também contribuem para a redução das perdas, como: a) uso de cultivares mais precoces; c) manejo fitotécnico adequado das lavouras, incluindo a irrigação e o controle, ainda que empírico, da umidade do solo; d) controle racional de plantas invasoras de modo a reduzir a competição com a cultura; e) atenção com o nível de fertilidade do solo, de forma a garantir o efetivo e equilibrado fornecimento de nutrientes essenciais à nutrição vegetal, propiciando o adequado desenvolvimento das plantas. Neste ponto, merece ser reafirmado o efeito fundamental da correção da acidez do solo para a neutralização do alumínio tóxico favorecendo o desenvolvimento do sistema radicular das plantas, o que compensará as perdas de raízes provocadas pela doença contribuindo para o rápido crescimento das plantas.

Outras medidas: variedades resistentes, controle químico e biológico

Para a maioria das doenças de plantas, as medidas de controle mais utilizadas e de maior eficiência são o uso de cultivares resistentes e o controle químico. No entanto, estas medidas ainda são de uso restrito ou limitado para o controle da hérnia das crucíferas. Os catálogos das principais empresas que comercializam sementes de hortaliças no Brasil apresentam apenas algumas poucas opções de cultivares de brássicas

resistentes. Como exemplos, são relatados alguns híbridos de couve-chinesa e de repolho tolerantes, moderadamente resistentes e resistentes a *P. brassicae*. A limitada disponibilidade de cultivares resistentes está relacionada à alta variabilidade de *P. brassicae* e à pressão de seleção resultante do uso continuado de uma mesma cultivar resistente.

O controle químico também é limitado. Existe hoje no Brasil apenas um princípio ativo registrado no Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA), **ciazofamida**, para o controle da hérnia em repolho, couve-flor, couve-chinesa e brócolis (SANTOS et al., 2017; SANTOS et al., 2019). Trata-se de um fungicida de contato e que atua na inibição da germinação dos esporos resistentes de *P. brassicae*. Pelo fato de atuar na germinação dos esporos resistentes, sua aplicação é feita nas mudas antes do transplântio, em caráter preventivo, e com aplicações posteriores realizadas após o transplântio definitivo. Os resultados são positivos (SANTOS, 2017; SANTOS et al., 2017; IROKAWA et al., 2020), mas o emprego deste princípio ativo compõe um elemento adicional no custo de produção. Embora ainda não existam relatos, o seu uso continuado poderá favorecer a seleção de variantes do patógeno resistentes e assim resultar na redução de sua eficiência ao longo do tempo.

O controle biológico ainda não tem sido usado em escala comercial e tampouco há produto biológico registrado no MAPA para controle da hérnia das crucíferas. Resultados positivos de pesquisa envolvendo o uso de agentes de biocontrole no manejo da doença já foram obtidos. Como exemplos, é possível listar a utilização de *Bacillus subtilis*, *Heteroconium chaetospora* e *Piriformospora indica* (VIDAL, 2012; SANTOS, 2017; SANTOS, 2020).

Resumo das recomendações de manejo da hérnia das crucíferas

As estratégias de manejo para o controle da hérnia das crucíferas devem ser adotadas em conjunto. Neste sentido, maior eficiência é atingida quando várias estratégias são adotadas simultaneamente pelos diferentes produtores em uma mesma localidade ou na região. Estas medidas podem ser didaticamente divididas em quatro conjuntos: a) medidas preventivas à ocorrência da hérnia das crucíferas; b) medidas para se reduzir a quantidade de esporos de *P. brassicae* e sua dispersão; c) medidas para tornar o ambiente menos favorável ao desenvolvimento da doença e d) medidas para reduzir o tempo de exposição das plantas ao patógeno e paralelamente favorecer o desenvolvimento das plantas (Tabela 1).

Tabela 1. Estratégias recomendadas para a prevenção da hérnia das crucíferas e redução das perdas causadas pela doença.

Medidas de caráter preventivo
✓ Utilizar mudas saudáveis, adquiridas de viveiristas idôneos.
✓ Usar água de irrigação limpa, não contaminada com esporos carregados de lavagens posicionadas em pontos mais altos da paisagem.
✓ Lavar os pneus de tratores e os implementos agrícolas (arado, grade, enxada rotativa, etc.) ao migrar de uma área para outra, especialmente se há relato de presença do patógeno.
✓ Não colocar as bandejas de mudas diretamente no chão antes do transplante.
Medidas para reduzir a quantidade de esporos resistentes no solo e a sua dispersão
✓ Evitar o plantio sequencial ou intensivo de couves em uma mesma área.
✓ Realizar rotação com plantas não hospedeiras e aumentar o intervalo entre os cultivos de couves na mesma área.
✓ Remover e destruir as raízes com galhas (hérnias) ao final da colheita.
✓ Uso de plantas de cobertura do solo ou de adubação verde como a crotalária e aveia preta nos períodos de verão e inverno, respectivamente.
✓ Uso de “plantas iscas”, espécies que estimulam a germinação dos esporos de resistência de <i>P. brassicae</i> mas não são hospedeiras.
✓ Evitar a movimentação excessiva do solo, não realizando a aração “morro abaixo”.
✓ Realizar a limpeza de rodas de tratores, implementos e calçados após a utilização, para retirada de solo contaminado aderido.

✓ Utilizar práticas que diminuam os processos de erosão do solo como a manutenção de plantas de cobertura no solo, uso de curvas de nível e terraceamento.
Medidas para tornar o ambiente menos favorável ao desenvolvimento da doença
✓ Realizar análise de fertilidade do solo periodicamente.
✓ Realizar a calagem para reduzir a acidez do solo, fornecer cálcio e reduzir a disponibilidade de alumínio tóxico no solo.
✓ Evitar os adubos nitrogenados com fonte amoniacal.
✓ Utilizar adubos orgânicos como bokashi e torta de mamona.
✓ Usar apenas esterco bem curtidos ou compostados.
✓ Plantar em épocas do ano com temperaturas mais amenas e menos chuvosas.
✓ Cultivar em áreas com boa drenagem e menos sujeitas ao encharcamento.
✓ Atenção ao manejo da irrigação, evitando excessos, má distribuição e escoamento superficial.
Medidas para reduzir o tempo de exposição das plantas ao patógeno e favorecer o desenvolvimento das plantas
✓ Usar mudas de boa qualidade e maiores como, por exemplo, mudas produzidas em bandejas de 128 células (35 cm ³ por célula).
✓ Utilizar cultivares mais adaptadas à região e à época de cultivo e que tenham ciclos mais precoces.
✓ Realizar adubação equilibrada e que favoreça um adequado e rápido desenvolvimento das plantas.
✓ Correção da acidez do solo e neutralização do alumínio tóxico visando favorecer o desenvolvimento radicular das plantas, compensando às perdas causadas pela doença.
✓ Manejo que favoreça o aumento dos níveis de matéria orgânica do solo e, dessa forma, a atividade microbiana.
Outras Medidas
✓ Utilizar cultivares resistentes, quando disponíveis.
✓ Utilizar controle químico para cultivo em áreas altamente contaminadas, mas como complemento às medidas anteriores e de forma racional.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A produção de couves em geral tem sido severamente impactada pela doença conhecida como hérnia das crucíferas. Este problema se agrava pelas dificuldades encontradas pelos produtores para conseguir manter a produção de brássicas em áreas já contaminadas pelo patógeno, haja vista as dificuldades no controle da doença. Como se trata de patógeno com capacidade de sobrevivência por longos períodos no solo, medidas de caráter preventivo são fundamentais. Em áreas onde o patógeno já está presente, práticas de manejo do solo e das lavouras devem ser adotadas para se reduzir a multiplicação e a dispersão do patógeno e reduzir as perdas causadas pela doença. Maior sucesso pode ser obtido com a adoção coordenada de diferentes práticas de manejo pelo produtor individualmente e pelo conjunto de produtores de uma mesma localidade ou região. As medidas devem se voltar não apenas ao controle da doença, mas também à melhoria da conservação e das condições da fertilidade do solo, bem como do desenvolvimento das plantas.

AGRADECIMENTOS

Aos agricultores da Região Serrana do Rio de Janeiro pela parceria. A Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro (UFRRJ) pela estrutura e suporte. A Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA AGROBIOLOGIA) e a Empresa de Pesquisa Agropecuária do Estado do Rio de Janeiro (PESAGRO-RIO), pelo apoio. A Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado do Rio de Janeiro (FAPERJ), ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) e à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), pelo financiamento e concessão de bolsas de estudo.

SOBRE OS AUTORES

Carlos Antônio dos Santos: Engenheiro agrônomo formado pela Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro (UFRRJ) (2015), Mestre e Doutor em Fitotecnia pela UFRRJ (2017, 2020, respectivamente). **Nelson Moura Brasil do Amaral Sobrinho:** Engenheiro agrônomo formado pela UFRRJ (1979), Mestre em Agronomia (Ciências do Solo) pela UFRRJ (1983),

Doutor em Solos e Nutrição de Plantas pela Universidade Federal de Viçosa (UFV) (1993); Professor Titular do Departamento de Solos (IA) da UFRRJ. **Margarida Goréte Ferreira do Carmo:** Engenheira agrônoma formada pela UFV (1985), Mestra e Doutora em Fitopatologia pela UFV (1989 e 1994, respectivamente); Professora Titular do Departamento de Fitotecnia (IA) da UFRRJ.

REFERÊNCIAS CITADAS

- ASSIS, R. L.; AQUINO, A. M.; GUERRA, J. G. M. et al. **Experiências e estratégias na inserção da adubação verde em sistemas de cultivo de hortaliças na Região Serrana Fluminense.** Seropédica: Embrapa Agrobiologia, 2012 (Circular Técnica).
- BHERING, A. S. **Hérnia das crucíferas (*Plasmodiophora brassicae*) em couve-flor (*Brassica oleracea* var. *botrytis*) e suas relações com o manejo do solo no município de Nova Friburgo, RJ.** 146f. Tese (Doutorado em Fitotecnia). Seropédica: Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, 2017.
- BHERING, A. S.; CARMO, M. G. F.; MATOS, T. S. et al. Soil factors related to the severity of Clubroot in Rio de Janeiro, Brazil. **Plant Disease**, v. 11, n. 8, p. 1345-1353, 2017.
- BHERING, A. S.; CARMO, M. G. F.; COELHO, I. S. et al. Soil management in a mountain agroecosystem and clubroot disease. **Plant Pathology**, v. 69, n. 2, 302-309, 2020.
- CONDÉ, V. F.; OLIVEIRA, D. M.; OLIVEIRA, J. E. Z. Incidência e severidade de hérnia das crucíferas (*Plasmodiophora brassicae* W.) em repolho (*Brassica oleracea* var. *capitata*) em solo tratado com biofertilizante tipo bokashi. **Ciência e Natura**, v. 39, n. 1, p. 7, 2017.
- FREIRE, L. R.; BALIEIRO, F. C.; ZONTA, E. et al. **Manual de calagem e adubação do Estado do Rio de Janeiro.** Seropédica, RJ: Editora Universidade Rural, 2013.
- IROKAWA, F. M.; ZAMBOLIM, L.; PARREIRA, D. F. Interação entre bioestimulantes e ciazofamida no controle de hernia de crucíferas em condições de alta densidade de doenças. **Summa phytopathologica**, v. 46, n. 1, p. 46-48, 2020.
- PENALBER, A. T. T. **Controle alternativo da hérnia das crucíferas causada por *Plasmodiophora brassicae* em brócolis através de compostos orgânicos.** 168f. Tese (Doutorado em Fitopatologia). Brasília: Universidade de Brasília, 2009.
- REIS, A. Hérnia das crucíferas. **Comunicado Técnico**, nº 72, 2009.
- RUARO, L.; LIMA NETO, V. C.; JÚNIOR, P. J. R. Influência do boro, de fontes de nitrogênio e do pH do solo no controle de hérnia das crucíferas causada por *Plasmodiophora brassicae*. **Tropical Plant Pathology**, v. 34, n. 4, p. 231-238, 2009.
- SANTOS, C. A. **Calagem e biofungicida no manejo da hérnia das crucíferas em couve-flor no município de Nova Friburgo-RJ.** 2017. 75f. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia). Instituto de Agronomia, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, RJ, 2017.

- SANTOS, C. A.; AMARAL SOBRINHO, N. M. B.; COSTA, E. S. P. et al. Liming and biofungicide for the control of clubroot in cauliflower. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v. 47, p. 303-311, 2017.
- SANTOS, C. A.; DINIZ, C. S.; LIMA, J. O. et al. Avaliação preliminar do uso de torta de mamona no manejo da hérnia das crucíferas em couve-flor. **Colloquium Agrariae**, v. 14, n. 3, p. 31-38, 2018.
- SANTOS, C. A.; BHERING, A. S.; AMARAL SOBRINHO, N. M. B.; CARMO, M.G.F. Como prevenir a hérnia das crucíferas. **Cultivar HF**, Pelotas, v. 17, p. 12-14, 2019.
- SANTOS, C. A. **Produção de brássicas na Região Serrana do Rio de Janeiro: Relação entre atributos de solo, práticas de manejo, hérnia das crucíferas e contaminação por metais**. 2020. 104p. Tese (Doutorado em Fitotecnia). Instituto de Agronomia, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, RJ, 2020.
- SANTOS, C. A.; CARMO, M. G. F.; BHERING, A. S. et al. Use of limestone and agricultural gypsum in cauliflower crop management and clubroot control in mountain farming. **Acta Scientiarum-Agronomy**, v. 42, e42494, 2020.
- VIDAL, M. C. Métodos Tradicionais de Controle da Hérnia das Crucíferas. **Documentos (Embrapa Hortaliças)**, nº 135, 2012, 20 p.

Realização:

Apoio: