

Scientific Electronic Archives

Issue ID: Sci. Elec. Arch. Vol. 16 (7)

July 2023

DOI: <http://dx.doi.org/10.36560/16720231749>

Article link: <https://sea.ufr.edu.br/SEA/article/view/1749>



Efeito do extrato de plantas de cobertura de inverno sobre fitopatógenos de solo

Extract of winter cover plants against soil phytopathogens

Yurei Koltun

Universidade Federal da Fronteira Sul

Gustavo Demario Camargo

Universidade Federal da Fronteira Sul

Guilherme Camargo Demario

Universidade Federal da Fronteira Sul

Corresponding author

Gilmar Franzener

Universidade Federal da Fronteira Sul.

gilmar.franzener@uffs.edu.br

Resumo. As culturas anuais geralmente são acometidas por doenças causadas por fitopatógenos do solo, que prejudicam a produção agrícola gerando perdas econômicas. Entre os fitopatógenos mais comuns estão a *Sclerotinia sclerotiorum*, *Fusarium* sp. e *Macrophomina phaseolina*. Embora o efeito benéfico de espécies de adubação verde em rotação de cultura já seja conhecido na proteção e na fertilidade do solo, ainda são limitadas as informações de espécies que proporcionem melhores resultados no manejo de determinados fitopatógenos de solo. Assim, esse trabalho teve por objetivo avaliar o efeito do extrato de plantas de cobertura sobre os fitopatógenos de solo. Foi avaliado o extrato aquoso a 5% de aveia-preta (*Avena strigosa*), ervilhaca-peluda (*Vicia villosa*) e o nabo-forageiro (*Raphanus sativus*) sobre os fungos *Macrophomina phaseolina*, *Fusarium* sp. e *Sclerotinia sclerotiorum*. Foram realizados experimentos de crescimento micelial em cultivo BDA. Para *S. sclerotiorum* também foi avaliado a produção de escleródios. Em outro bioensaio foi avaliada a emergência de plântulas de soja e incidência dos fitopatógenos em substrato com a adição dos extratos de plantas de cobertura. Houve diferença entre os tratamentos para o fungo *M. phaseolina*, com destaque para redução no crescimento micelial de 26,3% pelo tratamento com parte aérea de nabo-forageiro em relação à testemunha. Sobre os fungos *Fusarium* e *S. sclerotiorum* não houve atividade inibitória, embora houve diferença na atividade entre parte aérea e raízes das plantas. Extratos de todas as plantas, tanto de parte aérea como de raízes, individualmente ou em mistura, promoveram inibição na formação de escleródios de *S. sclerotiorum*. Extratos de nabo e aveia também promoveram inibição da incidência de *Fusarium* em plântulas de soja. Os resultados obtidos demonstram o efeito de plantas de cobertura sobre fitopatógenos do solo.

Palavras-chaves: Adubação verde, *Sclerotinia sclerotiorum*, *Fusarium*, *Macrophomina phaseolina*.

Abstract. Annual crops are generally affected by diseases caused by soil phytopathogens, which impair agricultural production and generate economic losses. Among the most common phytopathogens are *Sclerotinia sclerotiorum*, *Fusarium* sp. and *Macrophomina phaseolina*. Although the beneficial effect of green manure species in crop rotation is already known in terms of protection and soil fertility, information on species that provide better results in the management of certain soil phytopathogens is still limited. Thus, this work aimed to evaluate the effect of cover plant extract on soil phytopathogens. A 5% aqueous extract of black oat (*Avena strigosa*), hairy vetch (*Vicia villosa*) and radish (*Raphanus sativus*) was evaluated on *Macrophomina phaseolina*, *Fusarium* sp. and *Sclerotinia sclerotiorum*. Mycelial growth experiments were carried out in PDA cultivation. For *S. sclerotiorum*, the production of sclerotia was also evaluated. In another bioassay, the emergence of soybean seedlings and the incidence of phytopathogens in the substrate with the addition of cover plant extracts were evaluated. There was a difference between treatments for the fungus *M. phaseolina*, with emphasis on the reduction in mycelial growth of 26.3% by treatment with radish aerial part in

relation to the control. There was no inhibitory activity on *Fusarium* and *S. sclerotiorum* fungi, although there was a difference in activity between shoots and roots of plants. Extracts from all plants, both shoots and roots, individually or in mixture, inhibited the formation of *S. sclerotiorum* sclerotia. Turnip and oat extracts also inhibited the incidence of *Fusarium* in soybean seedlings. The results obtained demonstrate the effect of cover crops on soil phytopathogens.

Keywords: Green adubation, *Sclerotinia sclerotiorum*, *Fusarium*, *Macrophomina phaseolina*.

Introdução

As plantas de cobertura têm a função de cobrir o solo, atuar na proteção de erosões do solo e lixiviação de nutrientes, e são usadas para fins de produzir grãos e sementes, para alimentação animal em forma de silagem, feno ou pastoreio e fornece palha para o SPD (Sistema de Plantio Direto). Na escolha de uma planta de cobertura deve-se atentar para capacidade de competição com outras espécies, ciclo de desenvolvimento, produção de biomassa, crescimento acelerado e rusticidade (Adeux et al., 2021; Michelon et al., 2019; Silveira et al., 2020).

No SPD a atividade microbiana do solo é alta e isso promove a decomposição dos materiais e pode liberar substâncias com atividade biológica, sendo benéfico para o controle dos fitopatógenos. Os fungos podem ter sua germinação inibida pela adubação verde, pois com alta relação C/N imobiliza o nitrogênio mineral e deixa indisponível para o fitopatógeno (Linhares et al., 2018).

As culturas anuais geralmente são acometidas por doenças causadas por patógenos do solo, que prejudicam a produção agrícola gerando perdas econômicas (Shafique et al., 2016). Para o controle de forma cultural, de maneira sustentável ao agroecossistema, é abordado a rotação de culturas como prática eficaz para controle e ou inibição desses patógenos do solo. Define-se rotação de cultura a implementação de culturas de forma alternada em uma mesma área, na mesma estação do ano e em único espaço no decorrer do ciclo (Franchini et al., 2011).

O sistema mais adotado nas práticas agrícolas é o sistema de monocultura. Essa tendência pode aumentar a quantidade de patógenos que sobrevivem nos restos de cultura ou no solo. Esse sistema fornece substrato ideal para esses patógenos, assim a prática de rotação de culturas contribui na redução do inóculo pela falta do substrato para sua sobrevivência (Amorim; Rezende; Bergamin Filho, 2018).

Comumente, o controle de patógenos de solo é realizado com uso de agrotóxicos. No entanto, o uso de produtos químicos no controle de patógenos do solo pode elevar os custos e apresentar eficiência limitada. Assim, as práticas de manejo integrado, como a rotação de culturas com espécies não hospedeiras ou antagonistas, tem sido muito importantes na redução de fitopatógenos (Monteiro, 2010). O uso de plantas e seus metabólitos secundários vêm sendo cada vez mais estudados considerando-se uma forma mais econômica de controle de doenças, além de não apresentarem resíduos tóxicos. As propriedades de

cada planta variam conforme sua constituição química sendo influenciada por fatores como idade, estágio vegetativo, solo e clima, podendo ser empregados na forma de cobertura ou mesmo incorporados no solo, podendo ainda contribuir como adubação verde, combate a erosão (Michelon et al., 2019) ou aumento da biodiversidade (Moura; Franzener, 2017). Diante disso, o emprego de rotação de culturas com espécies de plantas de cobertura representa uma estratégia muito importante no manejo de doenças de solos (Acharya et al., 2020), no entanto exige o conhecimento dos potenciais efeitos dessas espécies para essa finalidade (Gebauer, 2017).

Entre as plantas de cobertura mais utilizadas em rotação de culturas no sul do Brasil estão a aveia-preta (*Avena strigosa* Schieb.), ervilhaca-peluda (*Vicia villosa* L.) e o nabo-forrageiro (*Raphanus sativus* L.). A utilização dessas espécies permite aproveitar o potencial efeito benéfico dessas espécies no inverno (Holland et al., 2021; Silveira et al., 2020), enquanto no verão podem ser cultivadas as espécies de maior retorno econômico, como soja e milho. Embora o potencial efeito benéfico dessas espécies em rotação de cultura já tenha sido relatado, ainda são poucas informações de espécies que proporcionem melhores resultados no manejo de determinados fitopatógenos de solo. Entre os fungos que mais acometem as culturas anuais se destacam *Sclerotinia sclerotiorum* (agente causal do mofo branco), *Macrophomina phaseolina* (agente causal da podridão cinzenta da raiz) e do gênero *Fusarium*, (agente causal de podridões radiculares) (Amorim; Rezende; Bergamin Filho, 2018).

O objetivo deste trabalho foi avaliar a ação do extrato das culturas de nabo-forrageiro, ervilhaca e aveia-preta sobre *Fusarium*, *Macrophomina phaseolina* e *Sclerotinia sclerotiorum* bem como o efeito na emergência e incidência de tombamento em plântulas de soja.

Material e Métodos

O trabalho foi realizado no Laboratório de Fitopatologia da Universidade Federal da Fronteira Sul - UFFS, campus Laranjeiras do Sul – PR. Foi realizada a obtenção de inóculos das principais doenças que acometem grandes culturas como *Fusarium* sp., *Sclerotinia sclerotiorum* e *Macrophomina phaseolina* em plantas de soja com sintomas desses fitopatógenos, no município de Laranjeiras do Sul - PR.

O isolamento e o cultivo dos fungos foram realizados em placas de Petri contendo meio de cultura BDA (Batata, Dextrose, Ágar), após foram mantidas em câmara BOD a 25°C, no escuro.

As plantas de cobertura aveia-preta (*Avena strigosa*), ervilhaca-peluda (*Vicia villosa*) e nabo-forrageiro (*Raphanus sativus*) foram obtidas em uma área de cultivo de lavoura no município de Laranjeiras do Sul – PR, no início do estágio reprodutivo. Foi realizada a separação da parte radicular e da parte aérea, em seguida a secagem em estufa a 36°C por 72 horas. Após, cada parte foi triturada em moinho para obtenção de pó. Esse material vegetal foi colocado em frascos bequer na proporção de 95 mL com água destilada estéril e 5g de material vegetal para obtenção de extrato aquoso na concentração de 5%. Essa concentração foi definida com base em testes preliminares e com base em informações da literatura, sendo uma concentração comumente utilizada em ensaios dessa natureza. O material foi mantido em repouso, em escuro, a 25 °C, por 24 horas. Posteriormente foi realizada a filtragem em papel de filtro quantitativo.

Foi preparado o extrato tanto da parte aérea como da raiz de cada uma das espécies vegetais. Os extratos foram filtrados em membrana tipo Millipore (0,45 µm diâmetro de poro) para esterilização a frio. Também foi avaliada a mistura das três espécies vegetais em partes iguais. A testemunha utilizada foi o tratamento só com o meio de cultivo BDA. O extrato foi incorporado ao meio estéril antes de ser vertido nas placas de Petri. Após a solidificação, foi adicionado em cada placa 5 mm do respectivo isolado fúngico, obtido de colônias com 14 dias de cultivo. Em seguida foram mantidos em escuro, em câmara BOD a 25°C para o desenvolvimento dos fungos. A avaliação do crescimento micelial foi realizada assim que as maiores colônias atingiram ¾ da placa de Petri, através de medições perpendiculares na face inferior das placas com régua milimétrica. Para *Sclerotinia sclerotiorum*, após as medições do crescimento micelial foi realizada a avaliação da formação de escleródios através da contagem dessas estruturas em cada placa.

Esse bioensaio foi realizado em caixas gerbox previamente desinfetadas com álcool etílico 70%. Em cada gerbox foi adicionada de mistura de substrato comercial para mudas e humus de minhoca na proporção de 1:1.

O substrato foi previamente autoclavado por uma hora a 120 °C e posteriormente distribuído nas caixas gerbox. Para obter o inóculo dos fungos, esses foram cultivados em frascos erlenmeyers contendo 200g de sementes de trigo umedecido estéril, até colonizarem totalmente esse material. Para implantação do experimento, 5g de sementes de trigo colonizadas pelo fungo, foram incorporados uniformemente em cada gerbox.

Em seguida o solo foi regado com 40 mL do respectivo tratamento. Os tratamentos usados foram o extrato vegetal a 5% da parte aérea e raiz de cada uma das espécies vegetais. A testemunha conteve apenas a adição de água destilada. Em seguida foram semeadas 25 sementes de soja cv. BRS 216 em cada gerbox. O material foi mantido incubado a temperatura ambiente (±25 °C), fotoperíodo de 12 h. Após dez dias foi avaliada a porcentagem de plântulas emergidas e a incidência de tombamento em plântulas, da presença de necroses ou micélio do patógeno.

Todos os experimentos foram conduzidos em delineamento inteiramente casualizado com cinco repetições. Os resultados obtidos foram submetidos inicialmente a testes de normalidade e homogeneidade, sendo transformados quando necessário e também submetidos à análise de variância seguidos de teste de médias de Tukey a 5% de probabilidade. Para comparação de médias com a testemunha foi utilizado teste de Dunnett a 5% de probabilidade. Análises foram realizadas com auxílio do programa computacional Sisvar (FERREIRA, 2011).

Resultados e Discussão

Houve diferença entre os tratamentos para o fungo *M. phaseolina*, com destaque para redução no crescimento micelial de 26,3% pelo tratamento com parte aérea de nabo-forrageiro em relação à testemunha (Tabela 1). As demais plantas, tanto individualmente como em mistura não promoveram inibição em relação à testemunha, embora a média da parte aérea tenha sido inferior ao do tratamento com raízes. Na média, extratos da parte aérea promoveram inibição em relação a parte radicular, indicando possivelmente presença de compostos bioativos com potencial inibitório na parte aérea.

Tabela 1. Crescimento micelial de *Macrophomina phaseolina* em meio com extrato de diferentes plantas de cobertura

Planta de cobertura	Parte aérea	Raízes	Média
Aveia-preta	8,0 bA	8,0 aA	8,0 b
Ervilhaca	8,3 cA*	8,3 bA*	8,3 c
Nabo-forrageiro	5,9 aA*	8,0 aB	7,0 a
Misto	8,0 bA	8,0 aA	8,0 b
Testemunha		8,0	
Média	7,5 A	8,1 B	
CV%		11,6	

Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha não diferem pelo teste de Tukey (p>0,05). * difere da testemunha pelo teste de Dunnett (p>0,05).

O nabo forrageiro pode reduzir incidência das doenças radiculares, como por exemplo em soja cultivada em sucessão. Isso pode ocorrer pelo fato de a planta não ser hospedeira das doenças e possível efeito alelopático do nabo forrageiro, embora a podridão radicular de *Macrophomina phaseolina* seja de difícil controle pelo aspecto de produzir microescleródios e que se tornam dormentes mesmo não possuindo fontes de nutrientes (Reis et al., 2014).

Efeito sobre *M. phaseolina* também já foi observado por outras plantas de cobertura, como *Brachiaria bryzantha* (Linhares et al., 2018).

Sobre o fungo *Fusarium* os tratamentos não promoveram inibição em relação a testemunha (Tabela 2). Os tratamentos com extratos de nabo-forrageiro promoveram menor crescimento em relação ao misto das plantas de cobertura. Na média geral, os extratos de raízes promoveram menor crescimento em relação aos de parte aérea.

Tabela 2. Crescimento micelial de *Fusarium* em meio com extrato de diferentes plantas de cobertura

Planta de cobertura	Parte aérea	Raízes	Média
Aveia-preta	6,3 abA	5,2 abA	5,8 ab
Ervilhaca	6,1 aA	5,4 abA	5,7 ab
Nabo-forrageiro	5,2 aA	4,0 aA	4,6 a
Misto	8 bB*	5,8 bA	6,9 b
Testemunha		4,8	
Média	6,4 B	5,1 A	
CV%		12,4	

Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha não diferem pelo teste de Tukey ($p > 0,05$). * difere da testemunha pelo teste de Dunnett ($p > 0,05$).

Embora não foi obtido resultado muito expressivo sobre esse fitopatógeno, Toledo-Souza et al. (2008) relataram que gramíneas fazem a supressão em áreas com infestação de *Fusarium*, e o uso de leguminosas no início do plantio pode favorecer o aumento da podridão vermelha das raízes. Reis et al. (2012) verificaram que o cultivo de cobertura de aveia-preta e azevém proporcionaram uma menor quantidade de propágulos de *Fusarium* spp. Não houve ação dos tratamentos sobre *S. sclerotiorum*, no entanto a médias dos tratamentos com raízes promoveu inibição do crescimento em relação a parte aérea (Tabela 3).

Esses resultados obtidos demonstram que há ação diferenciada entre plantas em relação aos fungos, sendo importantes maiores estudos para compreender essas interações. No trabalho de Gebauer (2017) com a utilização de extratos de aveia-branca, feijão-de-porco e crotalaria, tanto a parte aérea e radicular inibiram de forma linear o crescimento micelial do mofo branco. Nessa pesquisa também se conclui que a parte aérea e a radicular das plantas impediram o crescimento do fungo e que essas possuem propriedades antifúngicas.

Tabela 3. Crescimento micelial de *Sclerotinia sclerotiorum* em meio com extrato de diferentes plantas de cobertura

Planta de cobertura	Parte aérea ^{ns}	Raízes ^{ns}	Média ^{ns}
Aveia-preta	8,0	8,0	8,0
Ervilhaca	7,2	6,1	6,6
Nabo-forrageiro	8,0	6,5	7,2
Misto	7,0	6,4	6,7
Testemunha		8,0	
Média	7,6 B	6,7 A	
CV%		11,5	

ns: não significativo a 5% de probabilidade.

Quando quantificada a formação de escleródios de *Sclerotinia sclerotiorum*, foi observada significativa redução nessas estruturas de resistência pelos extratos de todas as plantas de cobertura utilizadas, tanto da parte aérea como das raízes (Tabela 4). Maior inibição foi promovida pelas raízes de ervilhaca, com redução de 74,2% em relação a testemunha.

Esses resultados são muito importantes, pois os escleródios são estruturas de resistência que permitem a sobrevivência do fungo por longos períodos no solo (Amorim; Rezende; Bergamin Filho, 2018). Embora não tenha sido observado resultado significativo sobre o crescimento micelial, a expressiva inibição de escleródios demonstra o potencial das plantas de cobertura sobre esse patógeno, possivelmente envolvendo compostos antifúngicos presentes nessas plantas.

A porcentagem de emergência de plântulas não foi afetada significativamente nos experimentos, indicando que tanto os extratos das diferentes plantas como a presença dos fitopatógenos não foi suficiente para reduzir significativamente a emergência das plântulas. Nos experimentos com os fungos *Macrophomina phaseolina*, *Fusarium* sp. e *Sclerotinia sclerotiorum* a porcentagem média de emergência foi de 86,3, 80,8 e 82,5, respectivamente.

No bioensaio com *Macrophomina phaseolina*, não foi observada incidência de tombamento ou mesmo colonização de plântulas pelo patógeno. Isso possivelmente se deve a esse patógeno geralmente se manifestar mais ao final do ciclo da cultura, com a colonização das raízes e colo das plantas.

Com o fungo *Sclerotinia sclerotiorum* também não foi observado tombamento de plântulas. Ocorreu crescimento de micélio próximo ao colo de plântulas, assim embora não tenham sido observados danos diretos nas plântulas no momento da avaliação, possivelmente esses poderiam vir a ocorrer com o desenvolvimento da cultura e do patógeno. Para o fungo *Fusarium* foi observada a incidência do patógeno e diferenças significativas entre os tratamentos (Tabela 5), embora a interação entre os fatores não tenha sido significativa.

Tabela 4. Formação de escleródios de *Sclerotinia sclerotiorum* em meio com extrato de diferentes plantas de cobertura

Planta de cobertura	Parte aérea	Raízes	Média
Aveia-preta	18,3 abA*	24,3 bcA*	21,3 b
Ervilhaca	15,7 aA*	12,4 aA*	14,0 a
Nabo-forrageiro	17,7 abA*	27,3 cB*	22,5 b
Misto	24,7 bB*	16,7 abA*	20,7 b
Testemunha		48,5	
Média	19,1 A	20,2 A	
CV%		18,9	

Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha não diferem pelo teste de Tukey ($p>0,05$). * difere da testemunha pelo teste de Dunnett ($p>0,05$).

Tabela 5. Porcentagem de incidência de tombamento e sinais do patógeno em substrato inoculado com *Fusarium* sp. e tratado com extrato de diferentes plantas de cobertura

Planta de cobertura	Parte aérea	Raízes	Média
Aveia-preta	6,5 aB	3,0 aA*	4,7 ab
Ervilhaca	8,5 aA	8,5 bA	8,5 c
Nabo-forrageiro	4,0 aA	2,5 aA*	3,3 a
Misto	8,5 aA	6,0 abA	6,7 bc
Testemunha		8,0	
Média	7,6 A	6,0 A	
CV%		17,8	

Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha não diferem pelo teste de Tukey ($p>0,05$). * difere da testemunha pelo teste de Dunnett ($p>0,05$).

Houve inibição na incidência de *Fusarium* principalmente pelos tratamentos com nabo-forrageiro e aveia-preta, sendo que o extrato das raízes dessas plantas reduziu em 68,7 e 62,5%, respectivamente. Diversos fatores, tanto abióticos como bióticos podem afetar a incidência dos mesmos nas plantas cultivadas (Agmaal et al., 2017). Já tem sido relatado que essas plantas de cobertura podem apresentar diversos benefícios para o solo, bem como possuem compostos que podem apresentar diferentes propriedades biológicas (Shafique et al., 2016). Assim, além de atuar como melhorador de solos, pois ajuda na reciclagem de nutrientes e contribuir para controle de plantas daninhas, pragas e patógenos do solo (Monteiro, 2010). Embora nesse trabalho houve efeito diferenciado entre espécies e partes das plantas utilizadas, foi observado também o potencial inibitório sobre importantes fungos fitopatogênicos.

Conclusão

Houve diferenças na atividade dos extratos das plantas de cobertura sobre os diferentes fungos. Sobre *M. phaseolina* maior atividade inibitória foi promovida pelo extrato da parte aérea de nabo-forrageiro. Sobre o fungo *Fusarium* não houve atividade inibitória *in vitro*, mas houve diferenças na atividade entre parte aérea e raízes das plantas. Sobre *S. sclerotiorum* não houve ação sobre o crescimento micelial dos extratos mas estes promoveram tanto da parte aérea como de raízes de todas as plantas, incluindo a mistura das mesmas, a inibição da formação de escleródios. Os extratos de nabo e aveia reduziram a incidência de tombamento por *Fusarium*.

Agradecimento

Os autores agradecem a Universidade Federal da Fronteira Sul – UFFS pelo auxílio

financeiroe concessão de bolsa de Iniciação Científica ao primeiro autor (PES-2020-0483).

Referencias

ACHARYA, K.; YAN, G.; BERTI, M. T. Evaluation of diverse cover crops as hosts of two populations of soybean cyst nematode, *Heterodera glycines*. Crop Protection, v. 135, n. December 2019, p. 105205, 2020.

ADEUX, G.; CORDEAU, S.; ANTICHI, D.; et al. Cover crops promote crop productivity but do not enhance weed management in tillage-based cropping systems. European Journal of Agronomy, v. 123, n. October 2019, 2021

AGTMAAL, M. V. et al. Exploring the reservoir of potential fungal plant pathogens in agricultural soil. Applied Soil Ecology, v. 121, p. 152–160, 2017.

AMORIM, L; REZENDE, J.A.M; BERGAMIN FILHO, A. Manual de Fitopatologia: princípios e conceitos. 5. ed. Ouro Fino Mg: Agronômica Ceres Ltda, 2018. 528 p.

FERREIRA, D. F. Sisvar: a computer statistical analysis system. Ciência e Agrotecnologia, v. 35, n. 6, p. 1039-1042, 2011.

FRANCHINI, J. C. et al. Importância da rotação de culturas para a produção agrícola sustentável no Paraná. Londrina PR: Embrapa Soja, 2011. 52 p.

GEBAUER, J.T. Potencial de plantas de aveia branca, crotalária e feijão-de-porco no controle de *Sclerotinia sclerotiorum* na cultura da soja. 2017. 40 f. Trabalho de conclusão de curso (TCC) - Curso de Agronomia, Universidade Federal da Fronteira Sul, Laranjeiras do Sul PR, 2017.

HOLLAND, J. et al. Over winter cover crops provide yield benefits for spring barley and maintain soil health in northern Europe. European Journal of Agronomy, v. 130, n. July, p. 126363, 2021.

LINHARES, C.M.S.et al. Efeito de coberturas do solo sobre a podridão cinzenta do caule em *Vigna unguiculata*. Summa Phytopathologica, v.44, n.2, p.148-155, 2018.

MICHELON, et al. Atributos do solo e produtividade do milho cultivado em sucessão a plantas de cobertura do solo. Revista de Ciências Agroveterinárias v.18.n.2, 2019.

MONTEIRO, F. P. Interferência de Plantas de Cobertura no comportamento de *Sclerotinia sclerotiorum* 93f, 2010, Dissertação (Pós-Graduação em Agronomia, área de 39 concentração Fitopatologia) Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2010.

MOURA, G. S.; FRANZENER, G. Biodiversity of nematodes biological indicators of soil quality in the agroecosystems. Arquivos do Instituto Biológico, v. 84, p. 1–10, 9 nov. 2017.

REIS, E. F. et al. Podridão-vermelha-da-raiz da soja em cultivos com diferentes sistemas de manejo e coberturas do solo. Pesquisa Agropecuária Brasileira, Brasília Df, v. 47, n. 4, p. 528-533, abr. 2012

REIS, E.M. et al. Efeitos da rotação de culturas na incidência de podridões radiciais e na produtividade da soja. Summa Phytopathologica, v.40, n.1, p.09-15, 2014.

SILVEIRA, D. C. et al. Plantas de cobertura de solo de inverno em Sistemas de Integração Lavoura-Pecuária. Revista Plantio Direto & Tecnologia Agrícola, , v. 29, n. 173, p. 18-23, Jan/Fev. 2020.

SHAFIQUE, H. A. et al. Management of soil-borne diseases of organic vegetables. Journal of Plant Protection Research, v. 56, n. 3, p. 221–230. 2016.

TOLEDO-SOUZA, et al. Sistemas de cultivo, sucessões de culturas, densidade do solo e sobrevivência de patógenos de solo. Pesquisa Agropecuária Brasileira, v.43, p.971-978, 2008.