

POTENCIAL ENDOFÍTICO DO *METARHIZIUM ANISOPLIAE* EM SEMENTES DE ALFACE

ENDOPHYTIC POTENTIAL OF *METARHIZIUM ANISOPLIAE* IN LETTUCE SEEDS

Johnny Sales Pinheiro¹

¹Engenheiro Agrônomo, Universidade Federal do Pará, Altamira, Brasil.
E-mail: bibaltamira@ufpa.br.

Alexandre Goes da Silva²

²Discente de Engenharia Agrônômica na Universidade Federal do Pará, Altamira, Brasil.
E-mail: alexandregoes1103@gmail.com.

Natalin Karolyne da Silva Damasceno³

³Engenheira Agrônoma, Universidade Federal do Pará, Altamira, Brasil.
E-mail: natalindamasceno.silva@gmail.com.

Simone Maria Costa De Oliveira Moreira⁴

⁴Docente de Engenharia Agrônômica na Universidade Federal do Pará, Altamira, Brasil.
E-mail: simonemicro@ufpa.br.

RESUMO

A alface é uma hortaliça essencial para a agricultura, no entanto, enfrenta desafios, como o ataque de pragas e o uso excessivo de agrotóxicos. Nesse contexto, o controle biológico utilizando fungos entomopatogênicos, apresenta-se como uma alternativa eficaz e sustentável. Esses fungos, além de combaterem insetos-praga, também possuem potencial endofítico. Com base nisso, esse trabalho teve como objetivo investigar o efeito de diferentes concentrações de *Metarhizium anisopliae* em sementes de alface. O experimento foi conduzido em delineamento inteiramente casualizado, com quatro tratamentos T1 - controle; T2 - $2,5 \times 10^6$; T3 - 5×10^6 ; T4 - 10×10^6 conídios mL^{-1} e cinco repetições de 50 sementes por tratamento. As sementes foram inoculadas e incubadas em estufa BOD a 25°C por sete dias. Foram avaliados os parâmetros: germinação, massa fresca e massa seca, comprimento de raiz e de parte aérea. A colonização endofítica foi verificada pelo reisolamento do fungo em meio BDA. O tratamento com maior concentração de conídios, apresentou maior comprimento de raiz e massa fresca. A colonização endofítica foi constatada. Os resultados sugerem que concentrações mais altas de *M. anisopliae* favorecem o desenvolvimento inicial das plântulas de alface. Foi confirmado a colonização do *M. anisopliae* em todos os tratamentos inoculados, porém, apenas nas placas contendo os tecidos das raízes.

Palavras-Chave: Entomopatogênicos, Colonização, Crescimento, *Lactuca sativa*

ABSTRACT

Lettuce is an essential vegetable for agriculture, however, it faces challenges, such as pest attacks and excessive use of pesticides. In this context, biological control, using entomopathogenic fungi, presents itself as an effective and sustainable alternative. These fungi, in addition to fighting insect pests, also have endophytic potential. Based on this, the present study aimed to investigate the effect of different concentrations of *Metarhizium anisopliae* on lettuce seeds. The experiment was conducted in a completely randomized design, with four

treatments T1 - control; T2 – $2,5 \times 10^6$; T3 - 5×10^6 ; T4 - 10×10^6 conidia mL⁻¹ and five replications of 50 seeds per treatment. The seeds were inoculated and incubated in a BOD greenhouse at 25°C for seven days. The following parameters were evaluated: germination, fresh mass and dry mass, root and shoot length. Endophytic colonization was verified by reisolating the fungus in PDA medium. The treatment with the highest concentration of conidia showed greater root length and fresh mass. The results suggest that higher concentrations of *M. anisopliae* favor the initial development of lettuce seedlings. Colonization by *M. anisopliae* was confirmed in all inoculated treatments; however, it occurred only in the plates containing root tissues.

Keywords: Entomopathogenic, Colonization, Growth, *Lactuca sativa*

1 INTRODUÇÃO

A alface (*Lactuca sativa* L.), é uma hortaliça da família Asteraceae amplamente cultivada e consumida globalmente, é apreciada por seu valor nutricional e sensorial, proporcionando vitaminas, minerais e compostos antioxidantes essenciais para a saúde humana. É uma importante fonte de renda para a agricultura familiar e é produzida durante o ano todo, além de estar presente em quase todas as regiões do Brasil, o que contribui para sua ampla acessibilidade e baixo custo (Carvalho *et al.*, 2009; Favarato; Siqueira, 2017; Domingues *et al.*, 2023).

A produção brasileira de alface já chegou a ser de 671,5 mil toneladas, correspondendo a metade de toda produção vegetal do país (Ibge, 2017). No entanto, o cultivo enfrenta desafios que afetam tanto a produtividade quanto à qualidade final do produto, como o ataque de pragas e o uso excessivo de agrotóxicos. Porém o uso demasiado de agrotóxicos e fertilizantes sintéticos na agricultura tem sido cada vez mais questionado devido aos seus impactos negativos na saúde e nos ecossistemas e essa crescente disseminação de agrotóxicos ressalta a busca por alternativas sustentáveis que substituam esses produtos (Favarato; Siqueira, 2017; Diallo *et al.*, 2019; Lima *et al.*, 2019; Santos-Naressi *et al.*, 2024;).

Dentre essas alternativas de manejo sustentável está o controle biológico, que caracteriza-se pela utilização de organismos vivos, como predadores, parasitas e entomopatógenos, e se destaca como uma alternativa de manejo sustentável e ao uso de pesticidas químicos no controle de pragas, minimizando os impactos a saúde humana e aos ecossistemas. No Brasil, há uma longa tradição no uso de pesticidas microbianos para o controle de insetos-praga, com cerca de 313 produtos registrados, nos quais estão distribuídos entre fungos, bactérias, baculovírus e nematoides (Bamisile *et al.*, 2018; Mascarin *et al.*, 2019; Agrofit, 2024; Silva *et al.*, 2024;).

Dentre os pesticidas microbianos utilizados no controle de insetos-praga, estão os fungos entomopatogênicos, que são microrganismos capazes de se instalar no corpo de insetos

causando sua morte, podendo infectar em diferentes estágios de desenvolvimento do inseto, como ovos, larvas, pupas e adultos, possuindo um amplo espectro patogênico (Alves, 1998). Esses fungos estão distribuídos mundialmente e sua utilização no controle biológico tem sido um elemento crucial na redução de populações de insetos pragas tanto em países tropicais, como em subtropicais.

Dentre os principais gêneros de fungos entomopatogênicos estão o *Metarhizium*, *Beauveria*, *Entomophthora*, *Aschersonia*, *Verticillium* e *Nomuraea* (Silva *et al.*, 2024). Além disso, estudos indicam que os principais biopesticidas a base de fungos entomopatogênicos usados no controle de insetos, possuem a capacidade de exercer outras funções e atuar como endofíticos. Os fungos endofíticos são aqueles que vivem dentro de tecidos vegetais durante todo ou parte do seu ciclo de vida de forma assintomática, sem causar danos ao hospedeiro (Hyde; Soyong, 2008; Vega *et al.*, 2009)

Por outro lado, a penetração e o crescimento, de fungos entomopatogênicos endofíticos em tecidos vegetais ocorre por meio da formação de tubos germinativos a partir dos conídios, esses tubos então se alongam gradualmente em hifas, que posteriormente penetram na planta por meio de aberturas naturais ou com ajuda de enzimas, através das paredes celulares epidérmicas (Ortiz-Urquiza; Keyhani, 2013; Vidal; Jaber, 2015).

Os fungos do gênero *Metarhizium* tem sido usados como eficientes agentes de biocontrole em todo o mundo. No entanto, muitos estudos demonstram que algumas espécies são capazes de desempenhar um papel endofítico e promover o crescimento das plantas através do aumento do comprimento da raiz, peso seco e úmido, área foliar, germinação de sementes, altura da planta, rendimento e até mesmo o estado nutricional, além de indução de tolerância ao estresse salino (Sasan; Bidochka, 2012; Liao *et al.*, 2014; Greenfield, 2016).

Portanto, avaliar a inoculação artificial e o potencial endofítico dos fungos entomopatogênicos do gênero *Metarhizium* em diferentes espécies de plantas, é importante para entender como a relação fungo-planta pode beneficiar as demais culturas de interesse agrônomo. Diante disto, o objetivo deste estudo foi investigar o potencial endofítico e o efeito da inoculação artificial de diferentes concentrações de *Metarhizium anisopliae* em sementes de alface.

2 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado no laboratório de Microbiologia e Biotecnologia da Faculdade de Engenharia Agrônômica da Universidade Federal do Pará – Campus de Altamira.

O experimento consistiu na inoculação de diferentes concentrações de *Metarhizium anisopliae* em sementes de alface – Cultivar Monica SF 31. Foi realizado em delineamento inteiramente casualizado com 4 tratamentos e 5 repetições, sendo os seguintes tratamentos: T1 - Testemunha (somente água); T2 - $2,5 \times 10^6$; T3 - 5×10^6 ; T4 - 10×10^6 conídios mL⁻¹.

As concentrações fúngicas foram obtidas a partir da produção em arroz pré-cozido, conforme metodologia adaptada de Loureiro *et al.*, 2005, a partir de cepa pura obtida na micoteca do laboratório. Posteriormente as sementes foram imersas e agitadas em tubos falcon contendo 50 mL das respectivas concentrações.

Depois de tratadas, as sementes foram distribuídas uniformemente em papel mata-borrão, previamente autoclavado, umedecido com água destilada na proporção de 3 vezes seu peso seco, de acordo com as Regras para Análises de Sementes (Brasil, 2025). Em seguida, foram dispostos em caixas acrílicas transparentes do tipo Gerbox (11x11 cm) e, posteriormente, todas as caixas foram acondicionadas em estufa do tipo BOD, a 25°C constantes e fotoperíodo de 12 horas, durante sete dias. Cada tratamento apresentou 250 sementes, divididas em 5 repetições, contendo 50 sementes por caixa Gerbox.

Após 7 dias da semeadura, foram avaliados os seguintes parâmetros: porcentagem de germinação, massa seca de raiz e parte aérea, massa fresca de raiz e parte aérea, comprimento de raiz, parte aérea e total das plântulas de alface.

Para mensuração do comprimento da raiz, parte área e total, foi utilizado o paquímetro digital. O material vegetal foi pesado em balança analítica para obtenção do peso da massa seca e massa fresca. Para a secagem do material vegetal, utilizou-se estufa a 70°C até a massa seca atingir valor constante.

Também foi realizada a determinação da colonização fúngica em tecidos das plântulas de alface, foi utilizada a metodologia adaptada de Liu *et al.* (2022), na qual foram obtidos isolados do fungo após cultivo de tecidos das plântulas de alface (raiz, caule, folíolo) em meio de cultura BDA vertido em placas de Petri. Os tecidos de raízes, caules e folhas foram cortados em pedaços de 0,5 cm de comprimento e então foram esterilizados com hipoclorito de sódio a 1% por 5 min e depois embebidos em Etanol 75% por 1 minuto, lavadas três vezes em água destilada esterilizada e incubadas a 25° C. As placas de Petri então foram analisadas após 7 dias, para verificar a presença de colônias de fungos.

Os dados coletados foram tabulados e submetidos a análise de variância para verificar a existência de diferença estatística significativa entre as médias dos tratamentos. Para comparação múltipla de médias foi utilizado o teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade, por intermédio do software R (R Core Team, 2024).

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Conforme pode ser observado na Tabela 1, a inoculação das sementes de alface com *M. anisopliae*, independentemente da concentração utilizada, proporcionou aumento no comprimento da raiz e comprimento total da plântula de alface, não alterando a porcentagem de germinação. Além disso, foi confirmado a colonização do *M. anisopliae* em todos os tratamentos inoculados, porém, apenas nas placas contendo os tecidos das raízes.

Tabela 1. Germinação de sementes de alface e parâmetros de crescimento das plântulas após 7 dias da inoculação com *M. anisopliae*. Altamira, PA, 2023.

Tratamentos	Comprimento Raiz (cm)	Comprimento Parte Aérea (cm)	Comprimento Total (cm)	Germinação (%)
T1 - Testemunha	3,50 b	0,95 a	4,45 b	93,60 a
T2 – 2,5x10 ⁶	5,48 a	1,01 a	6,49 a	98,80 A
T3 – 5x10 ⁶	7,37 A	1,28 A	8,65 A	98,40 a
T4 – 10x10 ⁶	6,96 a	1,24 a	8,20 A	93,60 a
CV (%)	12,01	11,21	11,15	9,58

*CV (%) – Coeficiente de variação. Médias seguidas de mesma letra nas colunas não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Scott-Knott a (P<0,05).

Esses dados se assemelham com os resultados encontrados por Alves (2023), que inoculou *Metarhizium robertsii* e *Beauveria bassiana* em sementes de feijão, que também resultou no aumento dos parâmetros de comprimento das plantas em comparação com as não tratadas.

Além disso, as descobertas do presente trabalho, contrastam com as de Siqueira *et al.*, (2020), que relataram o aumento do crescimento da parte aérea das plantas quando inoculadas *Metarhizium robertsii*, *M. humberi* e *M. anisopliae*, em comparação com plantas não inoculadas, podendo estar relacionado à produção de fitohormônios. Entretanto, Macuphe *et al.*, (2021), destacam que os mecanismos pelos quais os fungos endofíticos impactam os diferentes parâmetros de crescimento, ainda precisam ser mais bem compreendidos.

Quanto a produção de biomassa apresentados na Tabela 2, os parâmetros massa fresca da raiz e massa fresca da parte aérea diferiram estatisticamente, sendo os tratamentos T3 e T4 superiores á testemunha.

Tabela 1. Parâmetros de massa seca e massa fresca da raiz e da parte aérea das plântulas de alface após 7 dias de inoculação com diferentes concentrações de *M. anisopliae*. Altamira, PA, 2023.

Tratamentos	Massa seca da raiz (cm)	Massa fresca da raiz (cm)	Massa seca da parte aérea (cm)	Massa fresca da parte aérea (cm)
T1 - Testemunha	0,0050 a	0,0056 b	0,0096 A	0,0318 c
T2 – 2,5x10 ⁶	0,0060 a	0,0142 b	0,0086 a	0,0534 b
T3 – 5x10 ⁶	0,0054 a	0,0346 a	0,0084 a	0,0680 a
T4 – 10x10 ⁶	0,0066 A	0,0482 A	0,0078 a	0,0888 A
CV (%)	13,99	32,90	11,34	15,29

* CV (%) – Coeficiente de variação. Médias seguidas de mesma letra nas colunas não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Scott-Knott a (P<0,05).

Os resultados foram semelhantes aos encontrados por García *et al.* (2011), que inoculou cepas de *Metarhizium anisopliae* na cultura do tomate, o qual aumentou significativamente parâmetros de acúmulo de biomassa. Segundo Alves (2023), o aumento da massa fresca e seca das plantas tratadas com fungos entomopatogênicos, pode estar atrelado a uma maior bioestimulação da atividade fotossintética, causando acúmulo de biomassa.

Entretanto, os parâmetros de massa seca de raiz e de parte aérea não diferiram estatisticamente, o que coincidiu com os estudos feitos por Diniz *et al.* (2009), que estudaram o efeito de *Metarhizium anisopliae* na germinação, massa seca de parte aérea e da raiz, e a altura de mudas de pimentão e observaram que o *Metarhizium anisopliae* não causou aumento significativo em todos os parâmetros, quando comparado ao controle.

4 CONCLUSÃO

O tratamento 4 com 10x10⁶ conídios mL⁻¹, foi o tratamento que obteve melhores resultados, com isso, esta pesquisa apresenta dados significativos sobre a interação entre *Metarhizium anisopliae* e as plantas de alface.

5 REFERÊNCIAS

ALVES, D. L. **Fungos entomopatogênicos associado a adubação no manejo das cigarrinhas das pastagens e promoção de crescimento do capim elefante cv. roxo.** Belém: Universidade Federal da Amazônia, 2023. 40p. Tese Mestrado. <<http://repositorio.ufra.edu.br/jspui/handle/123456789/1995>>.

ALVES, S. B. **Controle microbiano de insetos.** Piracicaba: Esalq. p.1163, 1998. <<https://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/bitstream/doc/12933/1/AlvesControle.pdf>>

BAMASILE, B. S.; DASH, C. K.; AKUTSE, K. S.; KEPPANAN, A; AFOBI, O. G.; HUSSAIN, M.; QASIM, M.; WANG, L. Prospects of endophytic fungal entomopathogens as biocontrol and plant growth promoting agents: An insight on how artificial inoculation methods affect endophytic colonization of host plants. **Microbiological Research**, v. 217, p. 34-50 2018. <https://doi.org/10.1016/j.micres.2018.08.016>

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Secretaria de Defesa Agropecuária. Regras para Análise de Sementes. Brasília, DF: MAPA/SDA, 2025.

CARVALHO, J. L. S.; GOMES, L. A. A.; MALUF, W. R. Tolerância ao florescimento precoce e características comerciais de progênies F4 de alface do cruzamento Regina 71 x Salinas 88. **Acta Scientiarum Agronomy**, Maringá, v. 31, n. 1, p. 37-42, 2009. <<https://doi.org/10.4025/actasciagron.v31i1.6607>>.

DIALLO, F., MASSE, D., DIARRA, K., FEDER, F. Impact of organic fertilisation on lettuce biomass production according to the cultivation duration in tropical soils. *Acta Agriculturae Scandinavica*, Seção B — **Soil & Plant Science**, v. 70 n. 3, p. 215–223, 2019. <<https://doi.org/10.1080/09064710.2019.1702715>>.

DINIZ, K. A. D.; SILVA, P.A.; OLIVEIRA, J. A; EMILIORELLI, E. J. R. Sweet pepper seed responses to inoculation with microorganisms and coating with micronutrients, aminoacids and plant growth regulators. **Sci. Agric**, v. 66, n. 3, p. 66, 2009. <<https://doi.org/10.1590/S0103-90162009000300002>>.

DOMINGUES, S. C. O.; CARVALHO, M. A.; RABELO, H. O.; MOREIRA, E. S.; SCATOLA, L. F.; DAVID, G. Q. Microrganismos como promotores de crescimento em cultivares de alface. **Nativa**, v. 9, n. 2, p. 100-105, 2023. <<https://doi.org/10.31413/nativa.v9i2.10435>>.

FAVARATO, L. G.; SIQUEIRA, R. O. A. Produção de alface de primavera/verão sob diferentes sistemas de cultivo. **Revista Científica Intelletto**, v. 2, n. 1, p. 16-28, 2017. <<http://dx.doi.org/10.17648/intelletto-2525-9075-v2-n1-03>>.

GARCÍA, J. E.; POSADAS, J. B.; PERTICARI, A.; LECUONA, R. E. *Metarhizium anisopliae* (Metschnikoff) Sorokin Promotes Growth and Has Endophytic Activity in Tomato Plants. **Advances in Biological Research**, v. 5, n. 6, 2011. <[https://www.idosi.org/abr/5\(1\)/3.pdf](https://www.idosi.org/abr/5(1)/3.pdf)>. 01 Nov. 2024.

HYDE, K. D.; SOYTONG, K. The fungal endophyte dilemma. **Fungal divers**, v. 33, n. 163, p. 173, 2008. <<https://www.fungaldiversity.org/fdp/sfdp/33-9.pdf>>.

IBGE: Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. 2017. Produção de Alface no Brasil. Disponível em: <<https://www.ibge.gov.br/explica/producao-agropecuaria/alface/br>>. Acesso em: 05 dez. 2025.

LIAO, X. T.; O'BRIEN, R.; FANG, W. R. The plant beneficial effects of *Metarhizium* species correlate with their association with roots. **Microbiol Biotechnol.**, v.98, p.7089-7096, 2014. <<https://doi.org/10.1007/s00253-014-5788-2>>.

LIMA, L. G.; MIRANDA, A. R.; LIMA, É. F. S.; Santos, J. R. S.; Nascimento, J. A. Agrotóxicos no Semiárido de Alagoas: agricultura químico-dependente e suas contradições. **Revista Diversitas**, v. 4, n. 3, p. 829-847, 2019. <<https://doi.org/10.17648/diversitas-journal-v4i3.874>>.

LIU, Y.; YANG, Y.; WANG, B. Entomopathogenic fungi *Beauveria bassiana* and *Metarhizium anisopliae* play roles of maize (*Zea mays*) growth promoter. **Sci Rep**, v. 12, n. 15706, 2022. <<https://doi.org/10.1038/s41598-022-19899-7>>.

LOUREIRO, E. S.; FILHO, A. B.; ALMEIDA, J. E. M.; PESSOA, L. G. A. produção de isolados de *Metarhizium anisopliae*, selecionados para o controle de mahanarva fimbriolata (stal, 1854). **Arquivos Do Instituto Biológico**, v. 72, p. 469–472, 2005. <<https://doi.org/10.1590/1808-1657v72p4692005>>.

MAPA – Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Agrofit, registro de agrotóxicos**. Brasil, 2024. <<https://mapa-indicadores.agricultura.gov.br/publico/extensions/AGROFIT/AGROFIT.html>>. 01 Nov. 2024.

MASCARIN, G. M.; LOPES, R. B.; DELALIBERA, J. I.; FERNANDES, E. K. K.; FARIA, C. L.; FARIA, M. Current status and perspectives of fungal entomopathogens used for microbial control of arthropod pests in Brazil. **Journal of Invertebrate Pathology**, v. 16, p. 46-53, 2019. <<https://doi.org/10.1016/j.jip.2018.01.001>>.

MACUPHE, N.; OGUNTIBEJU, O. O.; NCHU, F. Evaluating the endophytic activities of *Beauveria bassiana* on the physiology, growth, and antioxidant activities of extracts of lettuce (*lactuca sativa* L.). **Plants**. v. 10, n. 6, p. 1-15, 2021. <<https://doi.org/10.3390/plants10061178>>.

ORTIZ-URQUIZA, A.; KEYANI, N. O. Action on the Surface: Entomopathogenic Fungi versus the Insect Cuticle. **Insects**, v. 4, n. 3, p. 357-374, 2013. <<https://doi.org/10.3390/insects4030357>>.

R Core Team (2024). R: A Language and Environment for Statistical Computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria.

SANTOS-NARESSI, R., SANTOS-PIMENTEL-OLIVEIRA, L.; SANTOS, EH. Alfaca americana cultivada em diferentes sistemas de plantio e fontes de fertilizantes. **Brazilian Journal of Biology**, v. 84, 2024. <<https://doi.org/10.1590/1519-6984.255431>>.

SILVA, J. H. B. da; RODRIGUES, L. S.; GOMES, C. L. S.; TARGINE, V. A.; SILVA, M. de M.; NASCIMENTO, B. M. C.; SILVA, J. F. da; SILVA, H. F. da; SILVA, S. M. da; SILVA, L. G. da; DEUA, A. S. de; ARAUJO, P. M. de; BARBOSA, E. S.; ASSIS, J. C. S. de; GOMES, T. R. V. R.; CARVALHO, K. da S. Controle biológico de pragas: o segredo da agricultura sustentável. **CONTRIBUCIONES A LAS CIENCIAS SOCIALES**, v. 17, n. 4, 2024. <<https://doi.org/10.55905/revconv.17n.4-145>>.

SASAN, R. K.; BIDOCHKA, M. J. The insect-pathogenic fungus *Metarhizium robertsii* (Clavicipitaceae) is also an endophyte that stimulates plant root development. **American journal of botany**, v. 99, p. 101-107, 2012. <<https://doi.org/10.3732/ajb.1100136>>.

SIQUEIRA, A. C. O.; MASCARIN, G. M.; GONÇALVES, C. R. N. C. B.; MARCON, J.; QUECINE, M. C.; FIGUEIRA, A.; DELALIBERA, J. Í. Multi-Trait biochemical features of *Metarhizium* species and their activities that stimulate the growth of tomato plants. **Frontiers in Sustainable Food Systems**, v. 4, p. 137, 2020. <<https://doi.org/10.3389/fsufs.2020.00137>>.

VEGA, F. E.; GOETTEL, M. S.; BLACKWELL, M.; CHANDLER, D.; JACKSON, M. A.; KELLER, K. S. M.; MANIA, N. K.; MONZO'N, N. K.; OWNLEY, B. H.; PELL, J. K.; RANGEL, D. E. N.; ROY, H. E. Fungal entomopathogens: new insights on their ecology. **Fungal Ecol.** v. 2, p. 149-159, 2009. <<https://doi.org/10.1016/j.funeco.2009.05.001>>.

VIDAL, S.; JABER, R. L. Entomopathogenic fungi as endophytes: Plant-endophyte-herbivore interactions and prospects for use in biological control. **Current Science**, v. 109, p. 46-54, 2015. <<https://www.jstor.org/stable/24905690>> 01. Nov.2024.