



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO TOCANTINS**  
**CAMPUS UNIVERSITÁRIO DE GURUPI**  
**GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA**

**THAÍS SOUZA CORDEIRO**

**AVALIAÇÃO DE *Pochonia chlamydosporia* PARA O CRESCIMENTO  
VEGETAL DE SOJA (*Glycine max*)**

**GURUPI (TO)**

**2019**

THAÍS SOUZA CORDEIRO

**AVALIAÇÃO DE *Pochonia chlamydosporia* PARA O CRESCIMENTO  
VEGETAL DE SOJA (*Glycine max*)**

Monografia apresentado à UFT – Universidade Federal do Tocantins – Campus Universitário de Gurupi para obtenção do título de Bacharel em Agronomia, sob orientação do Prof. Dr. Aloísio Freitas Chagas Júnior.

Orientador: Prof. Dr. Aloísio Freitas Chagas Júnior

GURUPI (TO)  
2019

**Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)**  
**Sistema de Bibliotecas da Universidade Federal do Tocantins**

---

C794a Cordeiro, Thais Souza.

Avaliação de *Pochonia chlamydosporia* para o crescimento vegetal de soja (*Glycine max*). / Thais Souza Cordeiro. – Gurupi, TO, 2019.

29 f.

Monografia Graduação - Universidade Federal do Tocantins – Câmpus Universitário de Gurupi - Curso de Agronomia, 2019.

Orientador: Aloísio Freitas Chagas Júnior

1. Compostos voláteis. 2. Agromicrobiologia. 3. Desenvolvimento vegetal. 4. Fitotecnia. I. Título

**CDD 630**

---

TODOS OS DIREITOS RESERVADOS – A reprodução total ou parcial, de qualquer forma ou por qualquer meio deste documento é autorizado desde que citada a fonte. A violação dos direitos do autor (Lei nº 9.610/98) é crime estabelecido pelo artigo 184 do Código Penal.

**Elaborado pelo sistema de geração automática de ficha catalográfica da UFT com os dados fornecidos pelo(a) autor(a).**

## FOLHA DE APROVAÇÃO

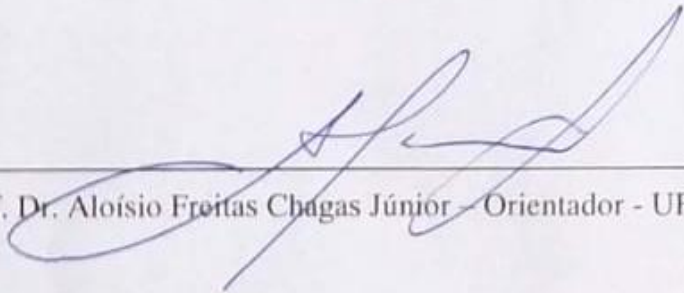
THAÍS SOUZA CORDEIRO

### AVALIAÇÃO DE *Pochonia chlamydosporia* PARA O CRESCIMENTO VEGETAL DE SOJA (*Glycine max*)

Monografia foi avaliada e apresentada à UFT – Universidade Federal do Tocantins – Campus Universitário de Gurupi, Curso de Agronomia para obtenção do título de Eng. Agrônoma e aprovada em sua forma final pelo Orientador e pela Banca Examinadora.

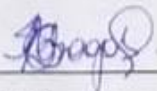
Data de aprovação: 29 / 11 / 2019

Banca Examinadora



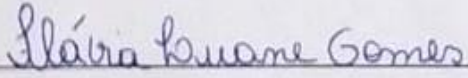
---

Prof. Dr. Aloísio Freitas Chagas Júnior – Orientador - UFT



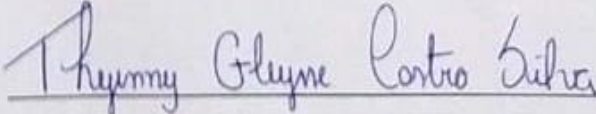
---

Prof.ª Dr. Lillian França Borges Chagas – Examinadora - UFT



---

Flávia Luane Gomes – Examinadora – UFT



---

Thyenny Gleyse Castro Silva – Examinadora- UFT

*Dedico este trabalho  
primeiramente a Deus, ao meu pai  
Vanildo (in memoriam) e à minha  
mãe Sandra, por sempre me  
apoiarem e acreditarem nas  
minhas conquistas.*

## AGRADECIMENTOS

Tenho gratidão a Deus pela minha vida, por todas as oportunidades concedidas, por ser minha fortaleza e me ajudar a superar todas dificuldades que encontrei ao longo da jornada.

A minha família, principalmente aos meus pais, Sandra Souza Cordeiro (minha mãe) e Vanildo Nunes Cordeiro (meu pai), por confiarem e acreditarem em mim, por me ensinarem todos os valores essenciais para ser uma boa pessoa. Ao meu pai, mesmo não estando presente para ver a minha conquista, você sempre estará no meu coração. Agradeço também aos meus avós Evanir e José.

Ao Pedro Vyctor, por todo amor, companheirismo e apoio.

A minha segunda família que construí durante esses anos, que são as minhas amigas Juliana Saldanha, Ana Beatriz e Cíntia Shaiany. Obrigada por todo o companheirismo, conselho, carinho, amor e amparo. Vocês com certeza estarão para sempre em meu coração.

A todas as amigas que fiz durante esse caminho, que de uma forma fizeram parte dessa minha conquista: Bianca Cristhiny, Daniella Mourão, Sabrina Reis, Gabriel Alves, Tata Corrêa, Paula Eduarda, Lucas Cordeiro, Gabriel Portela, Rafael Marcelino, Thayná Sousa, Ediléa Aires e Millena Oliveira. Aos meus amigos que mesmo distante, sempre esteve presente, Gabriel Moreira, Igor Pimentel e Géssica Sousa.

A minha turma 2015/2, pela amizade e união.

A Universidade Federal do Tocantins, campus de Gurupi, pelos recursos fornecidos para a minha formação acadêmica.

A todos os professores e servidores da Universidade Federal do Tocantins, pelo conhecimento que foi transmitido.

Ao prof. Dr. Aloísio Freitas Chagas Junior, que me orientou, e pelos conhecimentos transmitidos.

A equipe do laboratório de Agromicrobiologia e Biotecnologia, onde fui acolhida com muito carinho e respeito por minhas colegas Thyenny e Manuella. Agradeço principalmente a Flávia Luane, por toda paciência, dedicação e disponibilidade para me ajudar neste trabalho.

## RESUMO

*Pochonia* é um fungo nematófago, parasita facultativo de ovos e fêmeas dos nematoides formadores de galhas e cistos. Através da liberação de compostos voláteis, atua como promotor de crescimento vegetal. Desta forma, objetivo do trabalho foi avaliar o desenvolvimento vegetal da cultura da soja, sob a ação dos compostos voláteis produzido pelo fungo *Pochonia chlamydosporia* tal como sua inoculação direta no solo. Os experimentos foram conduzidos na Universidade Federal do Tocantins, campus de Gurupi, onde obteve-se 4 cepas de *Pochonia chlamydosporia* no banco do laboratório de microbiologia (MicroBio). As cepas foram repicadas e cultivadas em potes de plástico autoclavado contendo meio de cultura BDA (batata, dextrose e ágar), após seis dias os recipientes foram acoplados na parte inferior dos vasos com a planta de soja em estágio de emergência (VE). Os vasos utilizados para cultivar a soja M 8644, foram preenchidos com substrato e areia, ambos previamente autoclavados por 50 minutos. Foram semeadas quatro sementes por vaso. O segundo experimento, onde as cepas de *P. chlamydosporia* foram inoculadas diretamente no solo, utilizou-se a mesma cultivar, semeando quatro sementes/vaso. Foi feita a suspensão de cada cepa de *P. chlamydosporia*, onde inoculou-se 2 mL da suspensão diretamente no solo, com as plantas em estágio VE. Utilizou-se delineamento inteiramente casualizado para os dois experimentos, foram realizadas quatro repetições nos quatro tratamentos e testemunha. As avaliações foram feitas aos 7 e 14 dias após a emergência das plantas, na qual as variáveis analisadas foram o comprimento, o peso da massa seca e o peso da massa fresca, da raiz e da parte aérea das plantas. Na avaliação feita no primeiro experimento, aos 7 dias, todos os tratamentos foram significativamente superiores a testemunha para massa seca da raiz, no entanto aos 14 dias apenas *Pochonia* Franciose e Pastagem foram melhores. A *Pochonia* S.A destaca-se ao apresentar melhor peso da massa fresca da raiz aos 7 dias. Em 14 dias todos os tratamentos foram melhores que a testemunha para altura, e a *P. Pastagem* apresentou melhor comprimento de raiz. Na avaliação do segundo experimento, aos 7 dias *P. Franciose* foi superior para massa seca da raiz e massa fresca da parte da aérea, *P. Pastagem* teve uma melhor eficiência na massa fresca da parte aérea e da raiz, e a *P. Indaia* diferenciou-se na massa fresca da raiz. Portanto, o fungo *Pochonia chlamydosporia* demonstrou eficiência na promoção de crescimento vegetal da planta de soja tanto por meio dos seus compostos voláteis, quanto pela inoculação direta.

**Palavras-chave:** Compostos voláteis. Agromicrobiologia. Desenvolvimento vegetal. Fitotecnia.

## ABSTRACT

*Pochonia* is a nematophagous fungus, an optional parasite of eggs and females of gall and cyst-forming nematodes. Through the release of volatile compounds, it acts as a plant growth promoter. Thus, the objective of this work was to evaluate the soybean crop development under the action of volatile compounds produced by the fungus *Pochonia chlamydosporia* as well as its direct inoculation in the soil. The experiments were conducted at the Federal University of Tocantins, Gurupi campus, where 4 strains of *Pochonia chlamydosporia* were obtained from the microbiology laboratory (MicroBio) bench. The strains were picked and cultivated in autoclaved plastic pots containing BDA (potato, dextrose and agar) culture medium, after six days the containers were coupled in the lower part of the pots with the emergency stage soybean (LV) plant. The pots used to grow M 8644 soybean were filled with substrate and sand, both previously autoclaved for 50 minutes. Four seeds were sown per pot. The second experiment, where *P. chlamydosporia* strains were inoculated directly into the soil, used the same cultivar, sowing four seeds / pot. Each *P. chlamydosporia* strain was suspended, where 2 mL of the suspension was inoculated directly into the soil, with the plants in LV stage. A completely randomized design was used for both experiments, four replications were performed in the four treatments and control. Evaluations were made at 7 and 14 days after plant emergence, in which the variables analyzed were length, weight of dry mass and weight of fresh mass, root and shoot. The evaluation of the first experiment, at 7 days all treatments were significantly higher than the control for root dry mass, however at 14 days only *P. Franciose* and *Pasture* were better. *P. S.A* stands out for presenting better weight of fresh root mass at 7 days. At 14 days all treatments were better than the control for height, and *P. Pastagem* presented better root length. In the evaluation of the second experiment, at 7 days *P. Franciose* was superior for root dry mass and fresh aerial part mass, *P. Pastagem* had a better efficiency in the shoot and root fresh mass, and *P. Indaia* differentiated it. if in fresh root mass. Therefore, the fungus *Pochonia chlamydosporia* demonstrated efficiency in promoting plant growth of soybean by its volatile compounds and by direct inoculation.

**Keywords:** Volatile compounds. Agromicrobiology. Plant development. Phytotechnics.



## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

<b>Figura 1-</b> Semeadura da semente de soja nos vasos.....	17
<b>Figura 2 -</b> Soja em estágio VE.....	18
<b>Figura 3 -</b> Cepas de <i>Pochonia chlamydosporia</i> repicadas.....	19
<b>Figura 4 -</b> Efeito dos metabólitos voláteis de <i>Pochonia chlamydosporia</i> sobre plantas de soja 7 dias após a emergência.....	20
<b>Figura 5 -</b> Efeito dos metabólitos voláteis de <i>Pochonia chlamydosporia</i> sobre plantas de soja 14 dias após a emergência.....	21
<b>Figura 6 -</b> Efeito da inoculação de diferentes cepas de <i>Pochonia chlamydosporia</i> em solo após a germinação das sementes, avaliação aos 7 dias após a emergência.....	23

## LISTA DE TABELAS

- Tabela 1-** Efeito de compostos voláteis de diferentes cepas de *Pochonia chlamydosporia* sobre massa seca da parte aérea (MSPA), massa seca da raiz (MSR), massa fresca da parte aérea (MFPA), massa fresca de raiz (MFR), comprimento de raiz (CR) e altura de soja cultivar M 8644 <sup>(1)</sup> ..... 20
- Tabela 2-** Efeito da massa seca da parte aérea (MSPA), massa seca da raiz (MSR), massa fresca da parte aérea (MFPA), massa fresca de raiz (MFR), comprimento de raiz (CR) e altura de soja cultivar M 8644, após a inoculação de diferentes cepas de *Pochonia chlamydosporia* em solo após a germinação das sementes<sup>(1)</sup>..... 23

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO</b> .....	10
<b>2 OBJETIVO</b> .....	12
<b>2.1 Objetivo geral</b> .....	12
<b>2.2 Objetivos específicos</b> .....	12
<b>3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA</b> .....	13
<b>3.1 A produção de soja no Brasil</b> .....	13
<b>3.2 Metabólitos voláteis produzidos por microrganismos</b> .....	14
<b>3.3 Fungos como promotor de crescimento vegetal</b> .....	15
<b>3.4 O fungo <i>Pochonia chlamydosporia</i></b> .....	16
<b>4 METODOLOGIA</b> .....	16
<b>4.1 Obtenção da cepa</b> .....	16
<b>4.2 Crescimento vegetal da planta de soja pela ação dos compostos voláteis do fungo <i>Pochonia chlamydosporia</i></b> .....	16
<b>4.3 Crescimento vegetal da planta de soja pela ação direta do fungo <i>Pochonia chlamydosporia</i> no solo</b> .....	18
<b>4.4 Análise estatística</b> .....	19
<b>5 RESULTADOS E DISCUSSÃO</b> .....	19
<b>6 CONCLUSÃO</b> .....	24
<b>REFERÊNCIAS</b> .....	25

## 1 INTRODUÇÃO

A produção da soja é uma das atividades econômicas com crescimento mais significativo dentro do agronegócio nacional e internacional. Pode-se atribuir essa evolução a diversos fatores: a produção de diversificados produtos derivados da soja e a viabilização de exportação desta leguminosa para várias regiões do mundo (EMBRAPA, 2010).

No entanto, na produção da cultura podem surgir alguns entraves, como aparecimento de pragas e doenças, adversidade edafoclimáticas e deficiência nutricional do solo. Para solucionar esses problemas, os produtores utilizam algumas práticas que além de onerosas podem ser prejudiciais ao meio ambiente (ALBERTINI, 2017; TEIXEIRA et al., 2011).

Diante do atual cenário no Brasil, que tem a agricultura como a base de sua economia, requer o aumento da produção e oferta de alimentos mais saudáveis, onde a utilização do controle biológico deve ser indispensável para se obter um sistema sustentável que influencia no desenvolvimento vegetativo desta cultura economicamente importante (LOPES, 2009).

A influência de microrganismos sobre o desenvolvimento das plantas é ampla, incluindo os efeitos benéficos na germinação de sementes, emergência de plântulas, crescimento e produtividade de grãos. A utilização de promotores de crescimento de plantas será provavelmente uma das alternativas mais importantes para a atualidade no mundo. Isso se deve à demanda emergente para a diminuição da dependência de fertilizantes minerais e da necessidade para o desenvolvimento de uma agricultura sustentável, ou seja, diminuir os riscos ambientais causados pela utilização inadequada, e às vezes excessiva, de insumos e agrotóxicos (POMELLA; RIBEIRO, 2009; MACHADO et al., 2012).

Além disso, os microrganismos promotores de crescimento das plantas contribuem para uma maior produtividade, tornando o produto mais competitivo e diferenciado, diminuindo os custos para o produtor (POMELLA; RIBEIRO, 2009; MACHADO et al., 2012).

Fungos do gênero *Pochonia chlamydosporia*, é um dos agentes biológicos mais estudados e utilizados para controlar parasitas de plantas, conhecidos como nematoides. São fungos endofíticos, que colonizam os tecidos das raízes, compartilhando o mesmo espaço que os nematoides, e de forma antagônica age sobre os mesmos. Dallemole-Giaretta et al. (2015) comprovou que isolados de *P. chlamydosporia* promoveram o crescimento de plântulas de tomate e alface, onde colonizou o rizoplane das mudas e produziu grandes quantidades de clamidósporos.

A maioria dos genes altamente expressos por *Pochonia* estão relacionados ao seu comportamento endofítico, incluindo a produção de enzimas hidrolíticas, proteases, quitinases e um grande número de metabolitos secundários, onde a interação com o hospedeiro tem como resultado aumentar a tolerância da cultura aos bióticos e estresses abióticos, participando da imunidade da planta, auxiliando sua sobrevivência, assim promovendo o crescimento das plantas (BORDALLO et al., 2002; ESCUDERO; LOPEZ-LLORCA, 2012; MACIÁ-VICENTE et al., 2009; MANZANILLA-LÓPEZ et al., 2013; MONFORT et al., 2005).

Alguns estudos mostram resultados onde sugerem fortemente que isolados de *Pochonia* podem ser promotores de crescimento de plantas em culturas de grande importância, como já reportado em trabalhos com cevada e trigo (MONFORT et al., 2005; MACIA-VICENTE et al., 2009). Contudo, a promoção de crescimento das plantas depende da combinação da cultura e o isolado *P. chlamydosporia* (MANZANILLA-LÓPEZ et al., 2011).

## **2 OBJETIVO**

### **2.1 Objetivo geral**

Avaliar a ação do fungo *Pochonia chlamydosporia* no crescimento vegetal da planta de soja.

### **2.2 Objetivos específicos**

- Avaliar o crescimento vegetal da planta de soja, utilizando o fungo *Pochonia chlamydosporia* diretamente no solo;
- Avaliar o crescimento vegetal de soja através dos compostos voláteis produzidos por *Pochonia chlamydosporia*.

### 3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

#### 3.1 A produção de soja no Brasil

A soja, *Glycine max* (L.), é uma planta herbácea, dicotiledônea, da família Leguminosae, subfamília Papilionoide (MISSÃO, 2006). Seus grãos são usados pela agroindústria (produção de óleo vegetal e rações para alimentação animal), indústria química e de alimentos. E continua crescendo também o uso como fonte alternativa de biocombustível (COSTA NETO; ROSSI, 2000).

A incorporação da soja no Brasil ocasionou uma verdadeira revolução na agricultura. De uma cultura inicialmente incipiente, tornou-se, em um curto período de tempo, um dos principais produtos da exploração agrícola e da economia nacional (BONATO, E; BONATO, A., 1987; EMBRAPA, 2018). Pode-se atribuir essa evolução a diversos fatores, tais como: o desenvolvimento e estruturação de um mercado sólido internacional, a produção de diversificados produtos derivados da soja e a viabilização de exportação desta leguminosa para várias regiões do mundo (EMBRAPA, 2010).

Os primeiros relatos de cultivo de soja em solo brasileiro datam o ano de 1882, quando Gustavo D'Utra realizou testes bem sucedidos com algumas variedades de grãos no estado da Bahia. Em seguida, foi levada por imigrantes japoneses para São Paulo, e somente, em 1914, a soja foi introduzida no estado do Rio Grande do Sul. A partir da década de 70 a produção de soja se expandiu devido a demanda internacional e o seu cultivo passou a ocupar pastagens de gado e a substituir outras culturas como o feijão, milho e arroz (BONETTI, 1981; BARROZO; ROSA, 2017).

Atualmente a produção de soja no Brasil (safra 2018/2019) ocupa uma área equivalente a 35,822 milhões de hectares, sendo o segundo maior produtor mundial (EMBRAPA SOJA, 2018). O Brasil é responsável por 42,5% de toda exportação mundial deste grão e sua produção corresponde a 31,04%, seguido dos EUA que produz 33,60% da produção mundial em grãos (CONAB, 2017).

Apesar da alta produtividade, os produtores de soja enfrentam desafios diversos como clima, pragas, fertilidade do solo e manejo do solo (HOEFT, 2003). No entanto, o papel das novas tecnologias é preponderante no crescimento recente da agricultura brasileira (CONTINI et.al., 2018).

As tecnologias proporcionaram o surgimento de novas ferramentas que auxiliaram no uso do manejo do solo, agrotóxicos e melhoramento genético da cultura. Entretanto, estimulou o amplo e intensivo uso de defensivos agrícolas. Com isso, surgiram diversos efeitos negativos ao ambiente, como a eliminação de outros insetos controladores de pragas e de microrganismos importantes para o equilíbrio ecológico e produção vegetal (AZEVEDO et al., 2000; SPADOTTO et al., 2004; ROSSET et al., 2014). Dentre os organismos prejudicados com insumos externos, especialmente fungicidas, estão os fungos que promovem crescimento vegetal.

Visando contornar a perda de biodiversidade, as funções do solo e para estimular relações benéficas com as plantas, o uso de fungos promotores do crescimento vegetal, por exemplo, a *Pochonia chlamydosporia* pode contribuir para o controle biológico de pragas e doenças e estimular a produtividade primária. Assim, com menor uso de insumos externos como pesticidas e fertilizantes minerais, o uso dos fungos promotores de crescimento vegetal pode propiciar um ambiente ecologicamente estável (MWANGI et al., 2011).

### **3.2 Metabólitos voláteis produzidos por microrganismos**

A produção de compostos voláteis por microrganismos, englobam um grande e altamente diversificado grupo de moléculas (RYU et al., 2003), há estudos já descrito para diferentes bactérias do gênero *Bacillus* (RYU et al., 2004), *Pseudomonas chlororaphis* (HAN et al., 2006), fungos micorrízicos arbusculares, ectomicorrizos e fungos endofíticos. Este mecanismo promove o ganho de biomassa vegetal e pode interferir direta ou indiretamente no aumento da tolerância a salinidade e estresse hídrico, contribuindo para a nutrição vegetal (LIU; ZHANG, 2015).

Estes metabólitos são comunicadores químicos ideais, visto que podem estar presentes em diversas concentrações e alcançam longas distâncias, tendo um importante efeito nos organismos e nas suas interações com o meio ambiente (WHEATLEY, 2002). Onde é capaz de aumentar em até cinco vezes a biomassa vegetal (BAILLY; WEISSKOPF, 2012).

Os fungos endofíticos utilizam as plantas como hospedeira, vivendo nos espaços inter e intracelulares das plantas. Na interação entre o fungo e o hospedeiro ocorre a produção de metabólitos que podem ser benéficos às plantas. Entre os metabólitos produzidos, se encontram os antibióticos, pigmentos, toxinas, indutores de competição ecológica, simbiose, e fitohormônios promotores de crescimento. (DEMAIN, 1992; STROBEL, 2003; BORGES, W; BORGES, K 2009).



A promoção do desenvolvimento de plantas por estes fungos pode estar relacionada, entre outros fatores, ao estímulo da multiplicação celular, através do aumento da disponibilidade e absorção de nutrientes pela planta, à produção de hormônios e ao aumento da superfície total do sistema radicular (LUCON, 2009; MACHADO et al., 2012).

### **3.3 Fungos como promotores de crescimento vegetal**

Algumas espécies de fungos são chamados de Fungos Promotores do Crescimento Vegetal (FPCV), nos quais possuem a habilidade de promover o crescimento vegetal das plantas hospedeiras. Esses fungos podem introduzir no tecido vegetal tanto pela parte aérea da planta quanto pelas raízes (JABER; ENKERLI, 2016; LOPEZ; SWORD, 2015; MARTÍNEZ-MEDINA et al., 2014; SILVA et al., 2006).

O resultado do crescimento vegetal é um conjunto de vários componentes e mecanismos disponibilizados pelos fungos, além de depender da interação planta-fungo-ambiente, pois algumas plantas são mais susceptíveis à colonização do fungo (SANTOS; VARAVALHO, 2011).

O fungo pode agir de forma direta ou indireta. Na forma direta o fungo consegue absorver minerais essenciais, como fósforo e nitrogênio, além da capacidade de produzir fitohormônios, como auxinas etileno e giberilinas, e liberação de outros compostos voláteis que auxiliam no crescimento vegetal (SUDHA et al., 2016; LUZ et al., 2006). A forma indireta, o fungo age como antagonista à fitopatógenos, que conseqüentemente a planta hospedeira cria uma resistência maior a fatores bióticos e abióticos, possibilitando o maior desenvolvimento das raízes e parte aérea (BARELLI et al., 2016; SILVA et al., 2006; CHAPLA et al., 2013).

Pode ser avaliado como resultado desse crescimento, aspectos como: como taxa de germinação de sementes, desenvolvimento das raízes e da parte aérea, altura, massa seca e fresca das raízes ou da parte aérea, quantidade de folhas e flores (ESCUADERO; LOPEZ-LLORCA, 2012; MARTÍNEZ-MEDINA et al., 2014; LOPEZ; SWORD, 2015; JABER; ENKERLI, 2016). Porém, como já dito anteriormente, depende da espécie da planta e também da espécie e isolados fúngicos. Existem alguns estudos comprovando o potencial do fungo em melhorar a biota do solo e o desenvolvimento vegetal, por exemplo: *Trichoderma asperellum*, para as culturas soja, feijão caupi, arroz e milho (CHAGAS et al., 2017), *Pochonia chlamydosporia*, para a cultura do tomate e alface (DALLEMOLE-GIARETTA et al., 2015).

### **3.4 O fungo *Pochonia chlamydosporia***

O gênero *Pochonia* tem grande importância no tratamento de nematoides fitopatogênicos. Uma das espécies mais utilizadas e estudada é o fungo *Pochonia chlamydosporia*, descrito pela primeira vez por Willcox e Tribe (1974), sendo um parasita facultativo, onde possui a capacidade de parasitar e digerir ovos e fêmeas de nematoides (VIAENE; ABAWI, 2000; LOPES et al., 2007; ESCUDERO; LOPEZ-LLORCA, 2012).

É um fungo endofítico, capaz de sobreviver dentro dos tecidos das raízes de diversas espécies de plantas, utilizando a matéria orgânica como fonte adicional de nutrientes. São capazes de produzir clamidósporos, estruturas no qual permitem o fungo sobreviver no solo sem fontes de energia adicionais, devido a isso pode-se fazer a aplicação direta ao solo. (KERRY; BOURNE, 2002).

Além de ser um antagonista à nematoides, o fungo *Pochonia chlamydosporia* também tem ação de promover o crescimento vegetal da planta, tendo esse efeito comprovado em estudos com diversas culturas, como cevada (LARRIBA et al., 2015), tomate (ESCUDERO; LOPEZ-LLORCA, 2012), e alface (DALLEMOLE-GIARETTA et al., 2015). O maior desenvolvimento vegetal ocorre na rizosfera, devido à capacidade do fungo em promover a regulação de vários genes responsáveis pela síntese de auxinas, que são de grande importância no crescimento e desenvolvimento dos pêlos radiculares (STIRLING, 1991; BOURNE et al., 1996; VIAENE; ABAWI, 2000; DALLEMOLE-GIARETTA, 2008; LARRIBA et al., 2015; ZAVALA-GONZALEZ et al., 2015; WAQAS et al., 2012).

## **4 METODOLOGIA**

### **4.1 Obtenção da cepa**

Os experimentos foram conduzidos da Universidade Federal do Tocantins - Campus de Gurupi, no período de agosto a outubro de 2019. As quatro cepas do fungo *Pochonia chlamydosporia* foram obtidas no banco de cepas do Laboratório de Microbiologia (MICRO-BIO) da Habite, Incubadora de Empresas da Universidade Federal do Tocantins, Campus de Gurupi. As cepas foram repicadas e cultivadas em placas de petri devidamente autoclavadas, contendo meio de cultura BDA (200 g de batata, 20 g de dextrose, 20 g de ágar).

### **4.2 Crescimento vegetal da planta de soja por ação dos compostos voláteis do fungo *Pochonia chlamydosporia***

Para o teste do crescimento vegetal sob a influência dos compostos voláteis produzidos pelo o fungo, as quatro cepas de *Pochonia chlamydosporia* foram inicialmente repicadas e cultivadas em placas de petri com meio BDA, e incubadas a  $25 \pm 2$  °C, fotoperíodo de 12 horas durante sete dias. Após o crescimento das colônias, dois discos de cada cepa contendo esporos do fungo foram repicadas em potes plásticos autoclavados, contendo meio BDA, no qual foram envoltos por papel filme e colocados em um local com luz e temperatura ambiente, para o crescimento das colônias.

Para a realização do experimento foi utilizada a cultura da soja. Semeou-se quatro sementes por vaso da cultivar M 8644, sendo realizada a irrigação duas vezes ao dia. Foram utilizados vasos plásticos com furos na parte inferior, onde cada vaso foi preenchido com substrato e areia (Figura 1), ambos previamente autoclavados por 50 minutos.

**Figura 1**– Semeadura da semente de soja nos vasos



Fonte: Próprio autor

Após a germinação das sementes, em torno de 5 a 6 dias após a sementeira, em estágio VE foi realizado o desbaste, permanecendo apenas duas plantas por vaso (Figura 2). Logo em seguida os potes com os fungos já crescidos foram acoplados na parte inferior dos vasos. Foi utilizado delineamento inteiramente casualizado, com 5 tratamentos e 4 repetições, sendo 4 tratamentos utilizando uma das cepas de *P. chlamydosporia* e a testemunha sem o fungo. As avaliações foram feitas aos 7 e 14 dias após a emergência das plantas, na qual as variáveis avaliadas foram o comprimento da raiz e da parte aérea, medido por uma régua em cm. Além

disso, utilizando uma balança analítica obteve-se o peso da massa seca (a raiz e a parte aérea foram colocadas na estufa por 3 dias para o dessecamento sob temperatura de 55 °C) e o peso da massa fresca da raiz e da parte aérea das plantas.

**Figura 2-**Soja em estágio VE



Fonte: Próprio autor

#### **4.3 Crescimento vegetal da planta de soja pela ação direta do fungo *Pochonia chlamydosporia* no solo**

Do mesmo modo que o primeiro experimento, utilizou-se a cultura da soja, que foi semeada quatro sementes por vaso, sendo a mesma cultivar M 8644. A condução do segundo experimento teve as mesmas condições que o primeiro, utilizando substrato e areia para preencher os vasos, e foi feita a irrigação duas vezes ao dia.

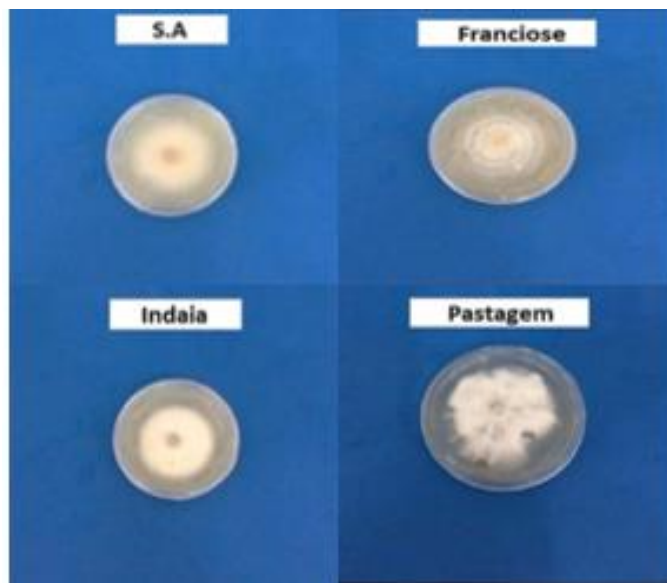
Foi realizada uma suspensão utilizando as quatro cepas de *Pochonia chlamydosporia* repicadas em placas de petri (Figura 3), onde foi colocado 5 ml de água autoclavada em cada placa, em seguida foi realizada a raspagem do micélio do fungo utilizando uma alça estéril, deste modo misturando o fungo com a água, obtendo a suspensão.

Foi retirada 1 mL da suspensão de cada cepa e aplicado no solo contendo as plantas de soja em estágio VE, exceto na testemunha. Antes da aplicação foi realizado o desbaste, deixando apenas duas plantas por vaso. No experimento foi utilizado o delineamento inteiramente casualizado, com 5 tratamentos e 4 repetições, sendo 4 tratamentos utilizando a suspensão das cepas de *P. chlamydosporia* e a testemunha sem o fungo.

Os tratamentos foram nomeados conforme as cepas obtidas no banco, sendo elas: *Pochonia* Franciose, *Pochonia* S.A, *Pochonia* Indaia e *Pochonia* Pastagem (figura 3).

Foi realizada a contagem de conídios/mL, retirou-se 2 mL da suspensão de cada cepa, e posteriormente foi feita a diluição em série, de  $10^1$  até  $10^8$ , em seguida utilizou-se as amostras para a contagem de conídios. A concentração final da suspensão foi de  $1 \times 10^4$  conídios/mL para todas as cepas.

**Figura 3-** Cepas de *Pochonia chlamydosporia* repicadas



Fonte: Próprio autor

#### 4.4 Análise estatística

Os valores das médias e desvio padrão foram usados para confecção das tabelas no programa SISVAR, através da ANOVA pelo teste Scott-Knott com 5% de significância.

### 5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Para a avaliação da influência dos compostos voláteis sob o crescimento vegetal da planta de soja com 7 dias após a emergência, os tratamentos não diferenciaram significativamente da testemunha nas variáveis massa seca da parte aérea e comprimento da raiz (Tabela 1). Porém, as variáveis massa seca da raiz, altura e massa fresca da parte aérea, todos os tratamentos de *P. chlamydosporia* foram superiores a testemunha (Tabela 1), podendo observar a diferença entre os tratamentos e a testemunha (Figura 4). O isolado *P.*

*chlamydosporia* S.A apresentou maior peso da massa fresca da raiz, sendo equivalente a 0,44g aos 7 dias após a emergência (Tabela 1).

**Tabela 1-** Efeito de compostos voláteis de diferentes cepas de *Pochonia chlamydosporia* sobre massa seca da parte aérea (MSPA), massa seca da raiz (MSR), massa fresca da parte aérea (MFPA), massa fresca de raiz (MFR), comprimento de raiz (CR) e altura de soja cultivar M 8644 <sup>(1)</sup>

TRATAMENTOS	MSPA (g)	MSR (g)	MFPA (g)	MFR (g)	Altura (cm)	CR (cm)
<b>7 DAE<sup>(2)</sup></b>						
<i>Pochonia</i> Pastagem	0,27 a	0,08 a	1,73 a	0,15 c	11,06 a	15,46 a
<i>Pochonia</i> S.A	0,24 a	0,10 a	1,81 a	0,44 a	10,17 a	16,42 a
<i>Pochonia</i> Indaia	0,26 a	0,09 a	1,86 a	0,29 b	10,62 a	18,97 a
<i>Pochonia</i> Franciose	0,25 a	0,11 a	1,82 a	0,26 b	10,50 a	16,17 a
Testemunha	0,25 a	0,05 b	1,43 b	0,20 c	8,47 b	12,95 a
CV (%) <sup>(3)</sup>	6,20	17,15	7,45	18,21	9,77	20,84
<b>14 DAE<sup>(2)</sup></b>						
<i>Pochonia</i> Pastagem	0,33 a	0,33 a	2,12 a	2,25 a	17,30 a	28,57 a
<i>Pochonia</i> S.A.	0,28 a	0,24 b	1,94 a	1,42 b	16,40 a	19,07 b
<i>Pochonia</i> Indaia	0,32 a	0,21 b	1,97 a	1,66 b	16,94 a	15,87 b
<i>Pochonia</i> Franciose	0,34 a	0,30 a	2,18 a	2,28 a	18,41 a	15,87 b
Testemunha	0,23 a	0,16 b	1,59 a	0,60 c	12,45 b	10,41 c
CV (%) <sup>(3)</sup>	19,01	19,43	17,79	16,99	11,93	15,14

<sup>(1)</sup> Médias seguidas de mesma letra minúscula, nas colunas, não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott a 5%.

<sup>(2)</sup> DAE = Dias após a emergência. <sup>(3)</sup> CV: Coeficiente de Variação.

**Figura 4 -** Efeito dos metabólitos voláteis de *Pochonia chlamydosporia* sobre plantas de soja 7 dias após a emergência



Fonte: Próprio autor

Com 14 dias após emergência foi feita a segunda avaliação, onde se obteve os seguintes resultados: massa fresca e massa seca da parte aérea não houve diferença significativa da testemunha, entretanto, a altura das plantas com os tratamentos de *P. chlamydosporia* foram melhores estatisticamente que a testemunha (Tabela 1). Esta diferença pode ser observada conforme a figura 5.

**Figura 5** - Efeito dos metabólitos voláteis de *Pochonia chlamydosporia* sobre plantas de soja 14 dias após a emergência



Fonte: Próprio autor

Os tratamentos com cepas de *P. chlamydosporia* Franciose e Pastagem foram superiores nas variáveis massa seca e massa fresca da raiz aos 14 DAE. Contudo, a *Pochonia* Pastagem apresentou maior efeito no comprimento da raiz (Tabela 1).

Os microrganismos associados às plantas hospedeiras podem liberar compostos voláteis orgânicos, que além de atuar como moléculas sinalizadoras, são capazes de promover o crescimento vegetal (RYU et al., 2003; LUGTENBERG et al., 2013). Para os resultados que foram obtidos no primeiro experimento (Tabela 1), sustenta a ideia de que esses microrganismos são capazes de produzir metabólitos que ajudam no desenvolvimento da biomassa das plantas. Também foi comprovado em um estudo com microrganismos endofíticos, que contribuíram para um aumento de biomassa com cerca de 86% (BARBOSA, 2016).

Além da indução do crescimento vegetal, bactérias e fungos promotores do crescimento liberam compostos voláteis que ativam a defesa vegetal em resposta a bactérias patogênicas,

doenças e estresses abióticos, que conseqüentemente resulta em uma planta mais resistente e vigorosa (RYU et al., 2004; KISHIMOTO et al., 2007; RUDRAPPA et al., 2010; SONG; RYU 2013).

Porém são necessários estudos mais aprofundados com fungos que produzem compostos voláteis, e atuam como promotores de crescimento, para conseguir entender quais reações e que compostos são liberados para cada espécie ou gênero de fungos. Outra questão importante é a susceptibilidade da espécie da planta hospedeira em relação à colonização do fungo, e o ambiente em que estão inseridos.

Na avaliação do segundo experimento aos 7 DAE, onde os tratamentos com as cepas do fungo *P. chlamydosporia* foi diretamente inoculado no solo, os tratamentos não diferenciaram da testemunha nos aspectos massa seca da parte aérea, altura e comprimento da raiz. No entanto, *P. chlamydosporia* Franciose foi superior estatisticamente para todas as variáveis. A *P. chlamydosporia* Pastagem e Indaia destacaram-se significativamente em massa fresca da parte aérea em relação a testemunha e a *P. chlamydosporia* S.A (Tabela 2).

De acordo com figura 6 é visível a diferença das raízes das plantas de soja que foram inoculadas cepas do fungo *Pochonia chlamydosporia* apresentaram melhor desenvolvimento.

Para a segunda avaliação, feita 14 dias após a emergência, não houve diferença significativa entres os tratamentos e a testemunha. Esse resultado pode ter ocorrido devido os vasos serem de altura 11,6 cm, tornando um espaço pequeno para o crescimento das raízes das plantas. Assim impedindo o seu desenvolvimento e a absorção por nutrientes.

Estudos com *Pochonia chlamydosporia* comprovam a eficiência do fungo inoculado diretamente ao solo, por possuir estruturas de resistência e favorecer seu maior estabelecimento e sobrevivência no solo. Devido a isso foi utilizado no segundo experimento os tratamentos de *Pochonia chlamydosporia* diretamente em solo, onde obteve-se resultados significativos no crescimento vegetal (DE LEIJ; KERRY, 1991; KERRY; BOURNE, 2002; PÉREZ-RODRÍGUEZ et al., 2007).

A capacidade que os microrganismos têm em estimular o crescimento vegetal tem sido atribuída a mecanismos como fixação biológica de nitrogênio, solubilização de fósforo, aceleração dos processos de mineralização, síntese de sideróforos e produção de fitohormônios, e também indução de resistência sistêmica nos vegetais, produção de antibióticos e antagonismo em relação à patógenos, entre outros (OLIVEIRA et al., 2003).

Em um estudo relatado por Hidalgo-Diaz et al. (2000), *P. chlamydosporia* promoveu o desenvolvimento das raízes em tomateiros, sendo inoculado diretamente em solo. No qual esse desenvolvimento na rizosfera, também foi obtido nas plantas de soja 7 DAE.



O mecanismo de promoção de crescimento vegetal por *P.chlamydosporia* deve ser mais bem investigado para seu completo entendimento, porém deve-se ainda otimizar a eficiência do fungo na proteção contra fitonematóides e outros patógenos do solo.

**Tabela 2-** Efeito da massa seca da parte aérea (MSPA), massa seca da raiz (MSR), massa fresca da parte aérea (MFPA), massa fresca de raiz (MFR), comprimento de raiz (CR) e altura de soja cultivar M 8644, após a inoculação de diferentes cepas de *Pochonia chlamydosporia* inoculados em solo após a germinação das sementes<sup>(1)</sup>

TRATAMENTOS	MSPA (g)	MSR (g)	MFPA (g)	MFR (g)	Altura (cm)	CR (cm)
<b>7 DAE<sup>(2)</sup></b>						
<i>Pochonia</i> Pastagem	0,27 a	0,13 b	2,33 a	1,50 b	12,00 a	19,45 a
<i>Pochonia</i> S.A	0,25 a	0,11 c	2,12 b	1,31 b	10,87 a	18,87 a
<i>Pochonia</i> Indaia	0,27 a	0,10 d	2,31 a	1,07 b	11,62 a	19,06 a
<i>Pochonia</i> Franciose	0,27 a	0,14 a	2,41 a	1,72 a	13,06 a	19,50 a
Testemunha	0,24 a	0,08 e	2,10 b	1,22 b	11,87 a	17,73 a
CV (%) <sup>(3)</sup>	8,53	5,72	6,54	18,24	10,16	8,72
<b>14 DAE<sup>(2)</sup></b>						
<i>Pochonia</i> Pastagem	0,41 a	0,19 a	3,35 a	3,22 a	21,81 a	27,00 a
<i>Pochonia</i> S.A.	0,40 a	0,15 a	3,23 a	3,21 a	21,25 a	29,68 a
<i>Pochonia</i> Indaia	0,43 a	0,14 a	3,47 a	2,59 a	24,93 a	27,37 a
<i>Pochonia</i> Franciose	0,41 a	0,14 a	3,26 a	2,77 a	23,43 a	24,12 a
Testemunha	0,42 a	0,15 a	3,27 a	2,62 a	25,06 a	24,75 a
CV (%) <sup>(3)</sup>	13,44	18,34	10,83	20,62	8,96	17,89

<sup>(1)</sup> Médias seguidas de mesma letra minúscula, nas colunas, não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott a 5%.

<sup>(2)</sup> DAE = Dias após a emergência. <sup>(3)</sup> CV: Coeficiente de Variação.

**Figura 6-** Efeito da inoculação de diferentes cepas de *Pochonia chlamydosporia* em solo após a germinação das sementes, avaliação aos 7 dias após a emergência



Fonte: Próprio autor

## 6 CONCLUSÃO

O estudo demonstra que as cepas de *Pochonia chlamydosporia* são capazes de produzir metabólitos voláteis que induz o crescimento vegetal, porém cada isolado reagiu de maneira diferente, algumas cepas se destacando melhor em características específicas da planta.

Além deste mecanismo, o fungo é capaz de interagir de diferentes formas com a planta induzindo o seu crescimento, isto pode ser observado por meio da inoculação direta do fungo no solo. Porém devem haver mais estudos em relação a forma de interação do fungo com a planta.

## REFERÊNCIAS

- ALBERTINI, J. **Produção de ácido indol acético in vitro por *Torulaspora globosa***. Dissertação (mestrado em Produção vegetal e Bioprocessos associados). Universidade Federal de São Carlos, Araras, 2017.
- AZEVEDO, J.L. et al. Endophytic microorganisms: a review on insect control and recent advances on tropical plants. **Electronic Journal of Biotechnology**, Valparaíso, v.3, n. 1, p. 40-65, 2000. Disponível em: <http://www.ejbiotechnology.info/index.php/ejbiotechnology/article/viewFile/v3n1-4/842>. Acesso em 24 Set. 2019.
- BAILLY, A; WEISSKOPF, L. The modulating effect of bacterial volatiles on plant growth: Current knowledge and future challenges. **Plant Signal Behav.** v. 7, p. 79-8, 2012.
- BARBOSA, R.R. Indução do crescimento *Arabidopsis thaliana* por compostos voláteis produzidos por *Gluconacetobacter diazotrophicus*. (Tese doutorado), Universidade Federal do Norte Fluminense, 2016.
- BARELLI, L. et al. Fungi with multifunctional lifestyles: endophytic insect pathogenic fungi. **Plant Molecular Biology**, Dordrecht, v. 90, n. 6, p. 657-664, 2016.
- BARROZO, J. C.; ROSA, J. C. O Norte Araguaia mato-grossense como uma nova fronteira de expansão da soja Brasil (2000 a 2015). **Diálogos Latinoamericanos**, Dinamarca, n. 26, p. 172-188, 2017.
- BONATO, E. R.; BONATO, A. L. V. **A soja no Brasil: história e estatística**. Londrina, PR: EMBRAPA- CNPSO, 1987.
- BONETTI, L. P. Distribuição da soja no mundo: origem, história e distribuição. In : MIYASAKA, S.; MEDINA, J.C. (Ed.). **A soja no Brasil**. Campinas: ITAL, p. 1-6, 1981.
- BORDALLO, J. et. al. Colonization of plant roots by egg-parasitic and nematode-trapping fungi. **New Phytologist**, v. 154, n. 2, p. 491-499, 2002.
- BORGES, W.; BORGES, K. Endophytic fungi: natural products, enzymes and biotransformation reactions. **Current Organic Chemistry**, v.13, n.12, p. 1137–1163, 2009.
- BOURNE, J.M. et al. The importance of the host plant on the interaction between root-knot nematodes (*Meloidogyne* spp.) and the nematophagous fungus, *Verticillium chlamydosporium* Goddard. **Biocontrol Science and Technology**, v.6, p. 539-548, 1996.
- CHAGAS, L. F. B. et al. *Trichoderma* na promoção do crescimento vegetal. **Revista de agricultura Neotropical**, Cassilândia MS, v. 4, n. 3, p.97-102, 2017.
- CHAPLA, V. M. et al. Fungos Endofíticos: Uma Fonte Inexplorada e Sustentável de Novos e Bioativos Produtos Naturais. **Revista Virtual de Química**, Rio de Janeiro, v. 5, n. 3, p. 421-437, 2013.
- CONAB, COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. **Séries históricas: Soja**. 2017. Disponível em: [http://www.conab.gov.br/conteudos.php?a=1252&t=2&Pagina\\_objcmsconteudos=3#A\\_objcmsconteudos](http://www.conab.gov.br/conteudos.php?a=1252&t=2&Pagina_objcmsconteudos=3#A_objcmsconteudos). Acesso em 24 set. 2019.

CONTINI, E. et.al. **Série desafios do agronegócio brasileiro (NT1)- Parte 1: Complexo soja- Caracterização e desafios tecnológicos.** EMBRAPA, 2018.

COSTA NETO, P. R.; ROSSI, L. F. S. Produção de biocombustível alternativo ao óleo diesel através da transesterificação de óleo de soja usado em fritura. **Química Nova**, v.23, p. 4, 2000.

DALLEMOLE-GIARETTA, R. Isolamento, identificação e avaliação de *Pochonia chlamydosporia* no controle de *Meloidogyne javanica* e na promoção decrescimento de tomateiro. (**Tese de Doutorado**). Universidade Federal de Viçosa, Viçosa (MG), p. 83, 2008.

DALLEMOLE-GIARETT, A. R. et al. *Pochonia chlamydosporia* promotes the growth of tomato and lettuce plants. **Acta Sci., Agron**, v.37, n.4, p.417-423, 2015.

DE LEIJ, F. A. A. M.; KERRY, B. R. The nematophagous fungus *Verticillium chlamydosporium* as a potential biological control agent for *Meloidogyne arenaria*. **Revue de Nématologie**, v. 14, n.1, p. 157-164, 1991.

DEMAIN, A. Microbial secondary metabolism: a new theoretical frontier for academia, a new opportunity for industry. **In: Secondary metabolites: their function and evolution.** Chichester: J. Wiley, Nova York, p. 3-23, 1992.

EMBRAPA. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Soja em números**, 2010. Disponível em: <[http://www.cnpso.embrapa.br/index.php?cod\\_pai=2&op\\_page=294](http://www.cnpso.embrapa.br/index.php?cod_pai=2&op_page=294)>. Acesso em: 25 set. 2019.

EMBRAPA SOJA, 2017. Disponível em: < <https://www.embrapa.br/soja/cultivos/soja1>> Acesso em 09 set. 2019.

EMBRAPA. Visão 2030: o futuro da agricultura brasileira. **Sistema de inteligência Estratégica da Embrapa**, 2018.

ESCUADERO, N.; LOPEZ-LLORCA, L. V. Effects on plant growth and root-knot nematode infection of an endophytic GFP transformant of the nematophagous fungus *Pochonia chlamydosporia*. **Symbiosis**, v. 57, n. 1, p. 33-42, 2012.

HAN, S. H., et al. GacS-dependent production of 2R,3R-butanediol by *Pseudomonas chlororaphis* O6 is a major determinant for eliciting systemic resistance against *Erwinia carotovora* but not against *Pseudomonas syringae* pv.tabaci in tobacco. **Molecular Plant-Microbe Interactions**. v. 19, p. 924-930, 2006.

HIDALGO-DIAZ, L. et al. Nematophagous *Verticillium* spp. in soils infested with *Meloidogyne* spp. In Cuba: isolation and screening. **International Journal of Pest Management**, v. 46, n. 4, p. 277-284, 2000.

HOEFT, R. G. Desafios para a obtenção de altas produtividades de milho e de soja nos EUA. **Jornal Informações Agrônomicas**. Piracicaba (SP), Brasil. n. 104, p. 1-4, 2003.

JABER, L. R.; ENKERLI, J. Effect of seed treatment duration on growth and colonization of *Vicia faba* by endophytic *Beauveria bassiana* and *Metarhizium brunneum*. **Biological control**, New York, v. 103, p. 187-195, 2016.

KERRY, B.R.;BOURNE, J.M. A Manual for Researchon *Verticillium chlamydosporium*, a Potential Biological Control Agent for Root-knot Nematodes. **International Organization**

for **Biological and Integrated Control for Noxious Animals and Plants**, Gent - Belgium, p.84, 2002.

KISHIMOTO, K., et al. Volatile 1-octen-3-ol induces a defensive response in *Arabidopsis thaliana*. **Journal of General Plant Pathology**, v. 73, p. 35-37, 2007.

LARRIBA, E. et al. Endophytic colonization of barley (*Hordeum vulgare*) roots by the nematophagous fungus *Pochonia chlamydosporia* reveals plant growth promotion and a general defense and stress transcriptomic response. **Journal of plant research, Tokyo**, v. 128, n. 4, p. 665-678, July, 2015.

LIU, X.; ZHANG, H. The effects of bacterial volatile emissions on plant abiotic stress tolerance. **Frontiers in Plant Science**, v. 6, p. 1-6, 2015.

LOPES, E.A. et al. Potencial de isolados de fungosnematófagos no controle de *Meloidogyne javanica*. **Nematologia Brasileira**, v. 31 n. 2, p. 78-84, 2007.

LOPES, R.B. A indústria no controle biológico: produção e comercialização de microrganismos no Brasil. In: Bettiol, W. e Morandi, M.A.B. (Ed.) - Biocontrole de doenças de plantas: uso e perspectivas. Jagua-riúna, **Embrapa Meio Ambiente**, p. 15–28, 2009.

LOPEZ, D. C.; SWORD, G. A. The endophytic fungal entomopathogens *Beauveria bassiana* and *Purpureocillium lilacinum* enhance the growth of cultivated cotton (*Gossypium hirsutum*) and negatively affect survival of the cotton bollworm (*Helicoverpa zea*). **Biological control**, New York, v. 89, p. 53-60, 2015.

LUCON, C. M. M. Promoção de crescimento de plantas com o uso de *Trichoderma* spp. (em linha). **Infobibos, Informações Tecnológicas**, 2009. (Acesso em 2013.05.29). Disponível em: < [http://www.infobibos.com/Artigos/2009\\_1/trichoderma/index.htm](http://www.infobibos.com/Artigos/2009_1/trichoderma/index.htm) >. Acesso: 14 de nov. de 2019.

LUGTENBERG, B. J. J., et al. Plant growth promotion by microbes. **Molecular Microbial Ecology of the Rhizosphere**. s.l.: F. J. de Bruijn, v. 2, p. 561–573, 2013.

LUZ, J. S. et al. Atividade Enzimática de Fungos Endofíticos e Efeito na Promoção do Crescimento de Mudas de Maracujazeiro-Amarelo. **Revista Caatinga**, Mossoró, v. 19, n. 2, p. 128-134, 2006.

MACHADO, D. F. M. et al. Trichoderma no Brasil: O fungo e o bioagente. **Revista de Ciências Agrárias**, Lisboa, v. 35, n. 1, p. 274-288, 2012.

MACIÁ-VICENTE, J. G. et al. Assessing fungal root colonization for plant improvement. **Plant Signaling and Behaviour**, v. 4, n. 5, p. 445-447, 2009.

MANZANILLA-LÓPEZ, R. H. et al. Effects of crop plants on abundance of *Pochonia chlamydosporia* and other fungal parasites of root-knot and potato cyst nematodes. **Annals of Applied Biology**, v. 159, n. 1, p. 118-129, 2011.

MANZANILLA-LÓPEZ, R. H. et al. *Pochonia chlamydosporia*: Advances and challenges to improve its performance as a biological control agent of sedentary endo-parasitic nematodes. **Journal of Nematology**, v.45, n. 1, p. 1-7, 2013.

MARTÍNEZ-MEDINA, A. et al. Phytohormone Profiles induced by *Trichoderma* isolates correspond with their biocontrol and plant growth-promoting activity on melon plants. **Journal of chemical ecology**, New York, v. 40, n. 7, p. 804-815, 2014.

- MISSÃO, M. R. Soja: origem, classificação, utilização e uma visão abrangente do mercado. **Revista de Ciências Empresariais**, Maringá, v. 3, n. 1, p. 7-15, 2006. Disponível em: <https://docplayer.com.br/18886969-Soja-origem-classificacao-utilizacao-e-uma-visao-abrangente-do-mercado-soybean-origin-classification-use-and-an-including-vision-of-market.html> Acesso em: 24 set. 2019.
- MONFORT, E. et al. Colonization of seminal roots of wheat and barley by egg-parasitic nematophagous fungi and their effects on *Gaeumannomyces graminis* var. tritici and development of root-rot. **Soil Biology and Biochemistry**, v. 37, n. 7, p. 1229-1235, 2005.
- MWANGI, M. W. et al. Inoculation of tomato seedlings with *Trichoderma harzianum* and Arbuscular Mycorrhizal Fungi and their effect on growth and control of wilt in tomato seedlings. **Brazilian Journal of Microbiology**, São Paulo, v. 42, n. 2, p. 508-513, 2011. Disponível em: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3769820/>. Acesso em 24 Set. 2019.
- OLIVEIRA, A.L.M. et al. Processos e mecanismos envolvidos na influência de microrganismos no crescimento vegetal. **Seropédica: Embrapa Agrobiologia**, p.40, 2003.
- PÉREZ-RODRÍGUEZ, I. et al. Isolates of *Pochonia chlamydosporia* var. *chlamydosporia* from Mexico as potential biological control agents of *Nacobbus aberrans*. **Nematropica**, v.37, n.1, p.127-134, 2007.
- POMELLA; A. W. V.; RIBEIRO, R. T. S. Controle biológico com *Trichoderma* em grandes culturas – uma visão empresarial. In: BETTIOL, W.; MORANDI, M. A. B. (Eds.). Biocontrole de doenças de plantas: uso e perspectivas. **Jaguarúna: Embrapa Meio Ambiente**, p. 239-244, 2009.
- ROSSET, J. S. et al. Agricultura convencional versus sistemas agroecológicos: modelos, impactos, avaliação da qualidade e perspectivas. **Scientia Agraria Paranaensis**, Marechal Cândido Rondon, v. 13, n. 2, p. 80-94, 2014. Disponível em: <http://erevista.unioeste.br/index.php/scientiaagraria/article/view/7351/7390>. Acesso em 24 Set. 2019.
- RUDRAPPA, T., et al. The rhizobacterial elicitor acetoin induces systemic resistance in *Arabidopsis thaliana*. **Communicative and Integrative Biology**. v. 3, p. 130–138, 2010.
- RYU, C. M., et al. 2003. Bacterial volatiles promote growth in *Arabidopsis*. **Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America**, vol. 100, p. 4927-4932, 2003.
- RYU, C. M., et al. Bacterial volatiles induce systemic resistance in *Arabidopsis*. **Plant Physiology**, v. 134, p. 1017-1026, 2004.
- SANTOS, T. T.; VARAVALHO, M. A. Aplicação de microrganismos endofíticos na agricultura e na produção de substâncias de interesse econômico. **Semina: Ciências Biológicas e da Saúde**, Londrina, v. 32, n. 2, p. 199-212, 2011.
- SILVA, R. L. de O. et al. Fungos endofíticos em *Annona* spp.: isolamento, caracterização enzimática e promoção do crescimento em mudas de pinha (*Annona squamosa* L.). **Acta Botanica Brasilica**, São Paulo, v. 20, n. 3, p. 649-655, 2006.
- SONG, G. C.; RYU, C. M. Two volatile organic compounds trigger plant self-defense against a bacterial pathogen and a sucking insect in cucumber under open field conditions. **International Journal of Molecular Sciences**, v. 14, p. 9803–9819, 2013.

- SPADOTTO, C. A. et al. Monitoramento do risco ambiental de agrotóxicos: princípios e recomendações. Jaguariúna: **Embrapa Meio Ambiente**, 2004. 29 p. (Embrapa Meio Ambiente. Documentos, 42). Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/publicacao/14523/monitoramento-do-risco-ambiental-de-agrotoxicos-principios-erecomendacoes>. Acesso em 24 Set. 2019.
- STIRLING, G.R. Biological control of plant parasitic nematodes: Progress, Problems and Prospects. **CABI International**, Wallingford - UK, p. 282, 1991.
- STROBEL, G. A. Endophytes as sources of bioactive products. **Microbes and infection / Institut Pasteur**, v. 5, n. 6, p. 535–44, 2003.
- SUDHA, V. et al. Biological properties of Endophytic Fungi. **Brazilian Archives of Biology and Technology**, Curitiba, v. 59, p. 1-7, 2016.
- TEIXEIRA, L. A. J. et al. Alterações em atributos químicos de um solo submetido à adubação e cultivado com videira ‘niagara rosada’. **Revista Brasileira de Fruticultura**. Jaboticabal (SP), v. 33, n. 3, p. 983-992, 2011.
- VIAENE, N.M.; G.S. ABAWI. *Hirsutella rhossiliensis* and *Verticillium chlamydosporium* as biocontrol agents of the root-knot nematode *Meloidogyne hapla* on lettuce. **Journal of Nematology**, v. 32, n. 1, p.85-100, 2000.
- WAQAS, M. et al. Endophytic fungi produce Gibberellins and Indoleacetic Acid and promotes host-plant growth during stress. **Molecules, Beijing**, v. 17, n. 9, p. 10.754-10.773, 2012.
- WILLCOX J, TRIBE HT. Fungal parasitism in cysts of *Heterodera*.1. Preliminary investigations. **Trans Br Mycol**, v. 62, p. 585-594, 1974
- WHEATLEY, R.E. 2002. The consequences of volatile organic compound mediated bacterial and fungal interactions. **Antonie Leeuwenhoek**, v. 81, p. 357–364, 2002.
- ZAVALA-GONZALEZ, E. A. et al. Some isolates of the nematophagous fungus *Pochonia chlamydosporia* promote root growth and reduce flowering time of tomato. **Annals of Applied Biology**, Wellesbourne, v. 166, n. 3, p. 472–483, 2015.