

Uso do *Trichoderma* na cultura do melão

Christiana de Fátima Bruce da Silva

Laís Lacerda Brasil de Oliveira

Alan Bernard Oliveira de Sousa

Jonatas Rafael Lacerda Rebouças

Introdução

O melão (*Cucumis melo* L.) é uma olerícola cultivada em vários estados do território brasileiro. Devido as condições climáticas favoráveis, a região Nordeste tem se destacado como a maior produtora dessa cucurbitácea no país, com 94% da produção nacional (Melão, 2018). Entretanto, a cultura tem sofrido com alguns problemas, como a utilização de grandes quantidades de adubos solúveis e, a restrição hídrica. Apesar de ser uma cultura irrigada, a escassez de chuvas nos últimos anos, nos Estados do Nordeste, tem propiciado o aparecimento de estresses abióticos, como a salinidade nos solos agricultáveis.

O cultivo intensivo e sucessivo do meloeiro também tem favorecido o surgimento de problemas fitossanitários, que acarretam danos e perdas econômicas consideráveis na cultura. Dentre os entraves, as enfermidades ocasionadas por patógenos radiculares tem sido um problema marcante e de difícil manejo, principalmente porque muitos patógenos produzem estruturas de resistência, como os clamidósporos e os escleródios que podem sobreviver nos solos por muitos anos. Aliado a isso, os plantios do meloeiro comumente ocorrem sem rotação de áreas, favorecendo a viabilidade e efetividade do inóculo dos patógenos, durante várias safras de cultivo. As doenças mais prevalentes nos cultivos de meloeiro são o cancro das hastes (*Didymella bryoniae*), a podridão-branca (*Macrophomina phaseolina*), a murcha de sclerotium (*Sclerotium rolfsii*), a murcha de fusarium (*Fusarium oxysporum* f. sp. *melonis*), o declínio do meloeiro (*Monosporascus cannonballus*) e a podridão radicular de fusarium (*Fusarium solani*). Além das nematoses, ocasionadas por espécies de *Meloidogyne* e *Pratylenchus*.

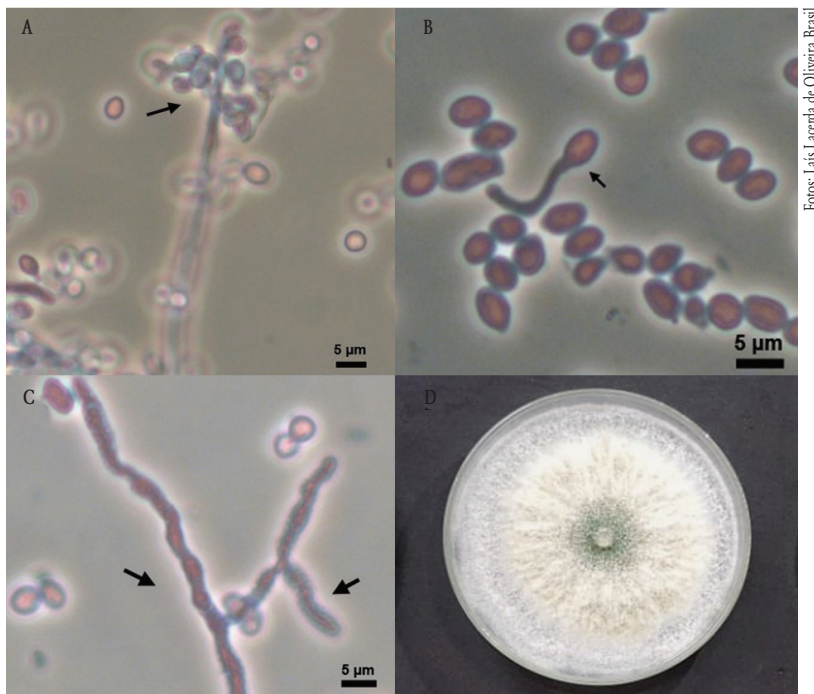
Atualmente, no controle das enfermidades radiculares do meloeiro são empregados alguns defensivos agrícolas altamente tóxicos ao meio ambiente (Agrofit, c2003) e, muitos dos quais não são registrados para a cultura. Além disso, a aplicação indiscriminada desses produtos podem ocasionar a seleção de “estirpes” resistentes dos patógenos bem como, a contaminação do solo, das águas e do homem. Portanto, para um manejo racional das enfermidades, o interessante é a utilização de táticas integradas e sustentáveis de controle, para reduzir a utilização de defensivos agrícolas. Uma das alternativas seria a adoção do controle biológico e dos fungos promotores de crescimento, como os do gênero *Trichoderma*.

Portanto, à seguir serão descritas as principais espécies de *Trichoderma* utilizadas para promoção de crescimento, tolerância a condições de estresses abióticos, bem como para o controle biológico das doenças incidentes no meloeiro. Adicionalmente, serão também discutidos os produtos à base de *Trichoderma* registrados para utilização na cultura do melão e, os impactos do uso desses microrganismos nos novos cenários da agricultura moderna.

Principais espécies, ocorrência e mecanismos de ação de *Trichoderma*

Na literatura, há relatos de mais de 200 espécies de *Trichoderma* envolvidas tanto na promoção de crescimento de plantas, como no controle biológico de patógenos, em diferentes culturas agrícolas (Atanasova et al., 2013). No caso do melão, algumas espécies merecem destaque por serem utilizadas como bioestimulantes e/ou biocontroladores, tais como: *Trichoderma asperellum*, *T. harzianum* e *T. viride* (Bettiol; Morandi, 2009; Gava; Menezes, 2012; Boughalleb-M'hamdi et al., 2018), *T. virens*, *T. pseudokoningii* e *T. hamatum* (Zhang et al., 1999; Martínez-Medina et al., 2014), *T. polysporum* (Gava; Pinto, 2016), *T. koningii* (Gava; Menezes, 2012), *T. erinaceum* (Boughalleb-M'hamdi et al., 2018) e *T. ganense* (Martínez-Medina et al., 2014). Dentre os isolados de *Trichoderma* é importante considerar também que existe variabilidade em relação à atividade de biocontrole, espectro de ação contra hospedeiros, propriedades fisiológicas e bioquímicas, como também a adaptação ecológica e ambiental (Silva; Mello, 2007).

O fungo *Trichoderma* é conhecido por ser um microrganismo saprófita amplamente distribuído em vários nichos ecológicos. Tem sido encontrado sobrevivendo e colonizando diferentes ecossistemas, como o solo, a matéria orgânica decomposta e a rizosfera das plantas (Papavizas, 1985; Baugh et al., 2007). Tem-se observado que *Trichoderma*, apresenta grande capacidade de competir na rizosfera, colonizando rapidamente os substratos, nos quais estão relacionados. É um fungo que apresenta rápido e profuso crescimento, produzindo estruturas assexuais: conídios, conidióforos em fíalides (Figura 1) e clamidósporos. Com os clamidósporos, o fungo pode sobreviver por longos períodos no solo. Já as estruturas sexuais são os ascósporos, que estão contidos em peritécios (Papavizas, 1985; Costa et al., 2009).



Fotos: Lais Lacerda de Oliveira Brasil

Figura 1. Ciclo assexual do fungo *Trichoderma*. Imagens obtidas com Microscópio de luz (40x). (A) Conidióforos com fiálide e conídios; (B) Conídio germinando; (C) Hifas. (D) Crescimento micelial de *Trichoderma* em placa de Petri, contendo meio batata dextrose ágar (BDA).

O seu desenvolvimento no sistema solo/planta pode sofrer interferência de vários fatores, dentre os quais destacam-se as características físico-químicas do solo, conteúdos de sais e matéria orgânica, bem como a presença de outros microrganismos. O fungo *Trichoderma* é também conhecido por solubilizar os minerais, disponibilizando-os para as plantas (Papavizas, 1985; Michereff et al., 2005; Kubicek et al., 2008; Bettioli; Morandi, 2009).

Para promover o crescimento das plantas e o controle biológico dos patógenos, *Trichoderma* tem apresentado vários mecanismos que são importantes para sua competitividade rizosférica, tais como: micoparasitismo (Papavizas, 1985; Atanasova et al., 2013), indução de resistência nas plantas (Harman et al., 2004), produção de antibióticos, sideróforos, bem como a competição por nutrientes e espaço (Papavizas, 1985; Benítez et al., 2004; Bettioli; Morandi, 2009; Lee et al., 2016). Dentro desse contexto, constatou-se em um estudo que o principal mecanismo de ação de *T. harzianum* envolvido na redução da germinação dos clamidósporos

de *F. oxysporum* f. sp. *melonis*, agente causal da murcha do meloeiro foi a competição por nutrientes (Sivan; Chet, 1989). Entretanto, outros mecanismos pode estar relacionados a capacidade de promoção do crescimento e controle biológico pelas espécies de *Trichoderma*. Por exemplo, a produção de metabólitos voláteis podem ter ação direta na germinação dos conídios dos patógenos e indiretamente, estimular as defesas das plantas (Benítez et al., 2004; López-Bucio et al., 2015; Lee et al., 2016). Os isolados de *Trichoderma* apresentam também produção de diferentes enzimas, principalmente as relacionadas a degradação da parede celular dos patógenos e, também metabólitos secundários (Benitez et al., 2004; Harman et al., 2004; Vinale et al., 2008) envolvidos na promoção de crescimento e no controle biológico.

A seguir serão melhor detalhados os dois principais mecanismos de ação promovidos pelas espécies de *Trichoderma*: a promoção do crescimento de plantas e o controle biológico dos patógenos, que incidem na cultura do melão.

Promoção de crescimento em meloeiros por *Trichoderma*

O fungo do gênero *Trichoderma* é conhecido por apresentar mecanismos voltados tanto para o controle biológico de doenças bem como, para promoção de crescimento de plantas (Bettiol; Morandi, 2009). No caso da promoção de crescimento, *Trichoderma* é considerado como fungo promotor de crescimento de plantas, um microorganismo que naturalmente apresenta característica de bioestimulante (Machado et al., 2012; López-Búcio et al., 2015). Esta ação bioestimulante tem favorecido o desenvolvimento das plantas e a tolerância a estresses bióticos e abióticos, resultando em aumentos nas produtividades da culturas agrícolas (Bettiol; Morandi, 2009).

As diferentes espécies de *Trichoderma* bioestimulantes são amplamente encontradas no solo, principalmente sobrevivendo saprofiticamente. É um fungo com alta competência rizosférica, capaz de colonizar as raízes, eficientemente e, proporcionar o crescimento das plantas nas quais estão associadas (Baugh et al., 2007). Na rizosfera são atraídos pelos exsudatos das raízes, ocorrendo o reconhecimento, adesão, penetração e colonização. As plantas colonizadas reagem sintetizando e acumulando compostos como: fitoalexinas, flavonóides, fenóis, terpenos e outros com ação antimicrobiana (Harman et al., 2004). Nesta associação com as raízes o fungo produz enzimas, hormônios (ácido indolacético, ácido abscísico, citocininas e ácido giberélico) aumentando a eficiência e a disponibilidade de nutrientes para as plantas (Machado et al., 2012).

Para promover o crescimento de plantas, como o meloeiro, *Trichoderma* apresenta diferentes mecanismos de ação. Um desses mecanismos bastante importante para o desenvolvimento das plantas é a solubilização do fosfato. O fósforo é um dos elementos minerais mais escassos nos solos, além de constituir-se como insumo agropecuário de custo elevado (López-Búcio

et al., 2015). Por exemplo, plantas de meloeiro, após a suplementação com formulação a base de *T. harzianum* apresentaram incrementos nos conteúdos de fósforo. Enquanto que, houve decréscimos de nutrientes como nitrogênio e potássio, mas que não chegou a afetar o desenvolvimento dos meloeiros. Estas reduções podem estar relacionadas com a competição das plantas com o microrganismo, pelos macronutrientes no solo. Como resultado do uso do microrganismo bioestimulante, ocorreram reduções no período de crescimento das mudas na fase de sementeira, incrementando a capacidade produtiva (Martínez-Medina et al., 2009). Outras espécies de *Trichoderma* também destacam-se como promissoras no desenvolvimento dessa cucurbitácea. Por exemplo, plantas de meloeiro inoculadas com as espécies de *T. viride* e *T. erinaceum* apresentaram incrementos em variáveis relacionadas a promoção de crescimento, como comprimento, massa fresca e seca das raízes. Estas plantas apresentaram desenvolvimento pleno, mesmo na presença dos patógenos *F. solani* f. sp. *cucurbitae* e *F. oxysporum* f. sp. *melonis* (Boughalleb-M'hamdi et al., 2018).

Outra alternativa sustentável de uso do *Trichoderma*, como promotor de crescimento no meloeiro é a suplementação dos solos, com compostos à base de plantas associados com esse microrganismo. A associação de espécies de *Trichoderma* com estes materiais é interessante, pois o fungo atua como bioestimulante das plantas e biocontrolador dos patógenos. Por exemplo, a adição de compostos de citros, juntamente com *T. harzianum* teve efeito na resposta de defesa de meloeiros, em condições de telado. Foi constatado uma ação bioestimulante e também um incremento de várias enzimas envolvidas na indução de resistência, como a peroxidase. Além disso, foram observados ganhos na massa fresca das plantas, após a fase de aclimatização (Bernal-Vicente et al., 2015). Já em outro estudo, a suplementação com composto cítrico reduziu a intensidade da murcha de Fusarium, ocasionada por *F. oxysporum* f. sp. *melonis* e promoveu também o crescimento de mudas de meloeiro (Bernal-Vicente et al., 2008). A microbiolização de sementes com *T. harzianum*, associado com a suplementação com *Brassica nigra* também favoreceu o crescimento de mudas de meloeiro. A combinação dessa aplicação incrementou o comprimento das raízes das plantas em 20%. Além disso, houve disponibilização de nitrogênio para as plantas, devido a ação do microrganismo (Galleti et al., 2015).

O fungo *Trichoderma* pode também interagir com outros microrganismos, proporcionando o crescimento das plantas e o biocontrole de patógenos no meloeiro. Por exemplo, a associação entre fungos micorrízicos arbusculares e *T. harzianum* revelou significante aumento de vários hormônios relacionados a promoção de crescimento, tais como ácido indolacético, ácido salicílico, ácido jasmônico e ácido abscísico. Adicionalmente houve incrementos também na massa fresca das plantas (20%), quando comparado com as plantas controle (Martínez-Medina et al., 2011a). Entretanto, a interação *Trichoderma* e fungos micorrízicos pode ser deletéria

tanto para a planta, como para um dos microrganismos bioestimulantes. Em um estudo observou-se que a co-inoculação do fungo micorrízico *Glomus intraradices* com *T. harzianum* promoveu efeitos deletérios em meloeiros. As plantas não apresentaram crescimento e houve efeitos negativos na micorrização (Santander; Olave, 2014). O que se tem constatado é que o fungo *T. harzianum* micoparasita as hifas e esporos do *Glomus* e, pode também secretar metabólitos tóxicos ao fungo micorrízico (Rousseau, 1996).

De maneira geral, a aplicação de bioestimulantes a base de espécies de *Trichoderma* tem-se constituído estratégia interessante, para um manejo integrado e sustentável, reduzindo os níveis de adubação química e proporcionando ganhos de produtividade na cultura do meloeiro (figura 2).



Foto: Jonas Rafael Lacerda Rebouças

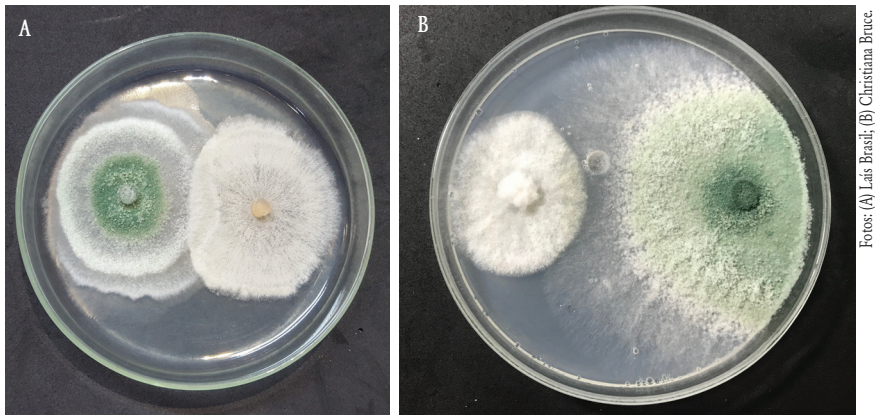
Figura 2. Microbiolização de sementes e incorporação no solo, da formulação à base de *Trichoderma*, em cultivos de meloeiro na região Nordeste.

Manejo das doenças na cultura do melão com *Trichoderma*

O cultivo intensivo e sucessivo do meloeiro nas regiões produtoras tem propiciado o aumento da intensidade de doenças, principalmente as radiculares. Adicionalmente constata-se que, práticas de manejo inadequadas da irrigação e a não remoção de fontes de inóculo das áreas, tem contribuído também para o incremento dos problemas fitossanitários. Dessa forma, para o manejo racional das doenças radiculares, muito tem sido discutido sobre a adoção de práticas sustentáveis, que promovam a supressividade dos solos a estas enfermidades. Aliado a isso, a utilização dos defensivos agrícolas para manejo deste grupo de doenças tem demonstrado baixa eficiência (Gava; Menezes, 2012; Gava; Pinto, 2016). No caso da cultura do melão, poucos são os produtos que são registrados para o controle dessas enfermidades (Agrofit,

c2003). Portanto, uma das alternativas para manejo sustentável e integrado das doenças radiculares seria o uso do fungo biocontrolador *Trichoderma*, associado também a outros tratamentos culturais na cultura do melão (Michereff et al., 2005; Gava; Menezes, 2012).

As doenças radiculares tem limitado o plantio dessa cucurbitácea nas áreas produtoras do Nordeste Brasileiro (Gava; Menezes, 2012). Alguns estudos tem demonstrado que, a utilização de diferentes espécies de *Trichoderma* para o controle de patógenos radiculares no meloeiro já é uma realidade crescente (Figura 3) (Zhang et al., 1999; Suárez-Estrella et al., 2007; Gava; Menezes, 2012). Estes microrganismos podem ser utilizados no campo, com aplicações no solo, substratos, sementes, material de propagação ou na parte aérea da plantas, bem como em cultivo protegido (Ubalua; Otti, 2007; Lucon, 2014). Os principais mecanismos envolvidos para controle dos patógenos, incluem a produção de enzimas, como as quitinases, proteases e glucanases (Harman, 2006; Nawrocka et al., 2018); indução de resistência das plantas, contra os patógenos (Martinez et al., 2001; Nawrocka et al., 2018), produção de compostos voláteis e não voláteis (López-Bucio et al., 2015); competição por nutrientes e nichos de colonização (Benitez et al., 2004; Baugh; Escobar, 2007); e, modificação da rizosfera, como por exemplo alterando o pH do solo, impossibilitando que muitos fatores de patogenicidade dos patógenos não sejam sintetizados (Machado et al., 2012).



Fotos: (A) Lais Brasil; (B) Christiana Bruce.

Figura 3. Inibição do crescimento micelial por *Trichoderma harzianum* contra patógenos do meloeiro (*Cucumis melo*). (A) Isolado de *T. harzianum* (esquerda) contra *Rhizoctonia solani* (direita), agente causal de tombamentos de mudas; (B) Isolado de *T. harzianum* (direita) contra *Fusarium pallidoroseum* (esquerda), agente causal da podridão em frutos de melão.

Em cultivos experimentais de melão no município de Bebedouro, Estado de Pernambuco, localizado no Vale do São Francisco, a microbiolização de sementes de meloeiro com as espécies *T. koningii* e *T. polysporum* permitiram reduzir a incidência de doenças, como o tombamento

e a murcha. Os isolados de *Trichoderma* foram capazes de colonizar efetivamente a rizosfera dos meloeiros (Gava; Menezes, 2012). Em outro estudo, a inoculação de *T. harzianum* em mudas, reduziu em 85% a incidência da murcha do meloeiro, ocasionada por *F. oxysporum* f. sp. *melonis* (Suárez-Estrella et al., 2007). Para patógenos como *Monosporascus cannonballus*, a microbiolização de sementes com *T. virens* em condições de sementeira, permitiu reduções consideráveis da colonização do patógeno em mudas (Zhang et al., 1999). Enquanto que, para *M. phaseolina* a inoculação preventiva com os biocontroladores *T. harzianum* e *T. viride*, proporcionou os menores índices de severidade da doença, quando comparados com as plantas não inoculadas (Boughalleb-M'hamdi et al., 2018). A espécie *T. harzianum* tem reduzido também a porcentagem de infecção de *F. solani* (10%), *Pythium aphanidermatum* (5%) e *R. solani* (5%), em meloeiros tipo cantaloupe (El-Kolaly; Abdel-Sattar, 2013).

Com relação aos nematoides, o antagonista *T. longibrachiatum* inoculado via água de irrigação, tem propiciado excelente controle de *M. incognita*, *M. hapla*, *M. arenaria* e *M. javanica*, de ocorrência marcantes nas áreas produtoras. Além do manejo dos patógenos de solo, várias espécies de *Trichoderma* tem sido utilizadas também para o controle de doenças da parte aérea, como o oídio (*Podosphaera xanthii*). A utilização de *Trichoderma* spp. quando aplicados preventivamente reduziram a severidade do oídio, sendo também recomendado para o manejo integrado desta enfermidade de importância para os cultivos de melão (Costa et al., 2003; Tavares et al., 2004).

Dessa forma, para um manejo sustentável e integrado é interessante também associar os fungos biocontroladores, com medidas de controle cultural, como a incorporação de matéria orgânica no solo. Este material proporciona a melhoria nas condições físicas, químicas e biológicas do solo, além de permitir um melhor estabelecimento dos antagonistas na rizosfera das plantas. Por exemplo, a incorporação de *Crotalaria juncea* e *T. harzianum* no solo reduziu a sobrevivência do patógeno *F. solani*. Ainda foi possível constatar incrementos na massa fresca e seca da parte aérea de meloeiros (Fonsêca Neto et al., 2016). A interação de sementes microbiolizadas com *T. polysporum* e a fertirrigação com composto líquido incrementou o controle da murcha de fusarium (32,2%), além de propiciar ganhos na produção de frutos de melão (27%) (Gava; Pinto, 2016). Outra associação interessante, para redução de enfermidades no meloeiro é a utilização de espécies de *Trichoderma*, com os fungos micorrízicos arbusculares. A inoculação de plantas de meloeiro com *T. harzianum* e *Glomus intraradices* promoveu reduções da incidência da murcha do meloeiro (Martínez-Medina et al., 2011a, b).

Mudanças climáticas e os impactos no uso de *Trichoderma*

Com o crescimento contínuo das emissões de gases causadores do efeito estufa, observa-se também o aumento das temperaturas em todo planeta. Caso a concentração de CO₂ atmosférico continue aumentando, existe a probabilidade da temperatura média do planeta incremen-

tar 4 °C, até o ano 2100 (Intergovernamental..., 2014). Além do aquecimento, as mudanças no clima também se relacionam à distribuição da precipitação que tende a ser mais escassas em regiões que já apresentam baixa oferta hídrica. Dessa forma, mudanças nos padrões de precipitação e de temperatura podem afetar a produção agrícola, podendo ser mais grave em regiões de agricultura de subsistência (Lipper et al., 2014).

Por outro lado, o CO₂ é um elemento fundamental na fotossíntese das plantas. Maiores concentrações desse gás na atmosfera resultam, até certo ponto, em aumentos da produção vegetal (Fagundes et al., 2010; Pimentel, 2011). Este fato é observado principalmente em plantas C₃, quando comparadas as plantas C₄. Nas plantas C₃ há a presença da enzima ribulose 1-5 bifosfato carboxilase-oxigenase (Rubisco), que é responsável pela carboxilação primária, envolvendo o processo metabólico que governa a fotossíntese. No caso das plantas C₄, a resposta ao aumento da concentração de CO₂ atmosférico é menor, pois esse grupo de plantas possui mecanismos mais eficientes para utilização do CO₂ na fotossíntese (Taiz; Zeiger, 2004).

O aumento da temperatura, tende a favorecer uma maior demanda hídrica das espécies vegetais, além de influenciar diretamente na atividade fotossintética (Assad et al., 2004), podendo assim afetar negativamente a produção vegetal. O aumento da temperatura atmosférica, pode também, resultar em interferências na eficiência de antagonistas/bioestimuladores, em competir na rizosfera das plantas (Weller et al., 2002; Boughalleb-M'hamdi et al., 2018).

O *Trichoderma*, por exemplo, apesar de ser um gênero encontrado em vários ambientes, pode apresentar características limitantes ao seu desenvolvimento. A temperatura ótima de crescimento para a maioria dos isolados está compreendida entre 25 a 30 °C. Em temperaturas entre 10 e 17 °C, observa-se diminuição considerável no crescimento micelial do fungo (Bomfim et al., 2010). Em ensaios in vitro, conduzidos na Embrapa Agroindústria Tropical em Fortaleza, Estado do Ceará foi possível observar que isolados de *Trichoderma*, incubados na temperatura de 40 °C não apresentaram crescimento micelial. Na temperatura de 30 °C, fungo apresentou pleno desenvolvimento (Figura 4).

Em vários estudos, constatam-se que as temperaturas mais extremas interferem no desenvolvimento do fungo (Bomfim et al., 2010; Auler et al., 2013). Os isolados de *Trichoderma*, com capacidade para atuar como biocontroladores e bioestimulantes em plantas, devem ser capazes de se adaptar a temperaturas diversas (Ghini; Hamada, 2008). Principalmente, por que as temperaturas nos cultivos de melão no Nordeste, alcançam facilmente os 40 °C (Figueirêdo et al., 2017). Aqueles isolados de *Trichoderma* mais adaptados a estas condições extremas serão mais efetivos e terão maior sucesso no manejo da cultura do melão. Dessa forma, os estudos de “busca” de biocontroladores/bioestimulantes para uso nos cultivos de melão tem incrementado consideravelmente, nos últimos anos no Nordeste Brasileiro.

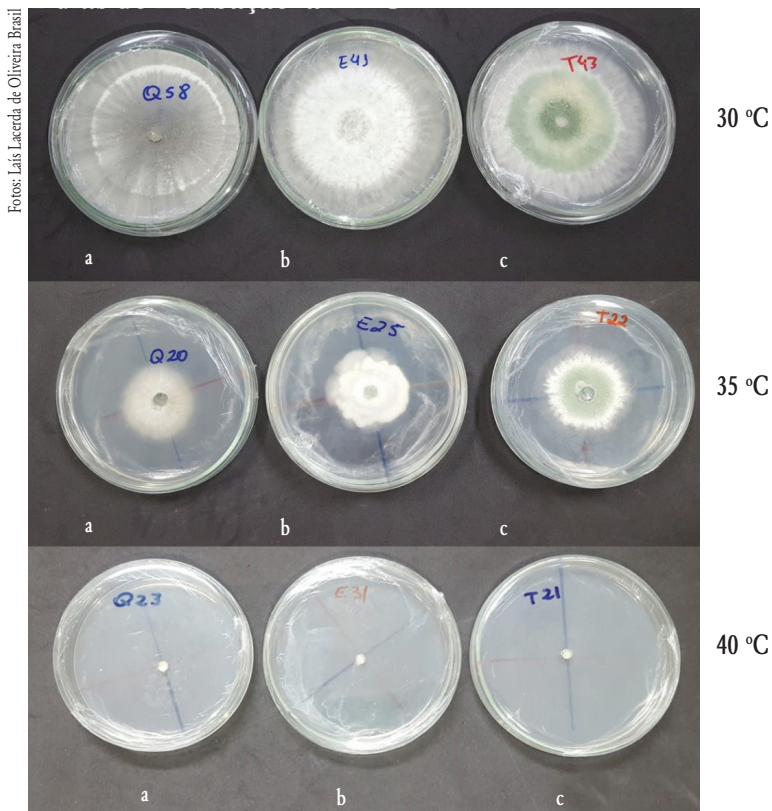


Figura 4. Isolados de *Trichoderma* incubados em incubadoras tipo B.O.D, nas temperaturas de 30, 35 e 40 °C, com 48 horas de crescimento micelial. (A): *Trichoderma asperellum*, (B): *Trichoderma harzianum* e (C): *Trichoderma harzianum*.

Produtos registrados para utilização no manejo de doenças do melão

Para a cultura do melão, atualmente existem produtos registrados no Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento à base de diferentes espécies de *Trichoderma*, recomendados para patógenos fúngicos, como *R. solani* e *M. phaseolina* e, para nematoides, como *Pratylenchus zeae*, *P. brachyurus* e *Meloidogyne incognita* (Tabela 1).

Tabela 1. Produtos biológicos à base de espécies de *Trichoderma*, para o controle de doenças do melão.

Produto Comercial	Princípio ativo	Alvo Biológico	Doença
Trichodermil SC 1306	<i>T. harzianum</i>	<i>Rhizoctonia solani</i>	tombamento
Trichodermil Super SC 1306	<i>T. harzianum</i>	<i>Rhizoctonia solani</i>	tombamento
Quality	<i>T. asperellum</i>	<i>Rhizoctonia solani</i>	tombamento
Trichodermax EC	<i>T. asperellum</i>	<i>Rhizoctonia solani</i>	tombamento
Predatox	<i>T. harzianum</i>	<i>Rhizoctonia solani</i>	tombamento
Organic WP	<i>T. asperellum</i>	<i>Rhizoctonia solani</i>	tombamento
Stimucontrol	<i>T. harzianum</i>	<i>Rhizoctonia solani</i>	tombamento
Ecotrich WP	<i>T. harzianum</i>	<i>Rhizoctonia solani</i>	tombamento
Majestic	<i>T. harzianum</i>	<i>Rhizoctonia solani</i>	tombamento
Rizoderma	<i>T. harzianum</i>	<i>Rhizoctonia solani</i>	tombamento
Bio Zenon	<i>T. harzianum</i>	<i>Rhizoctonia solani</i>	tombamento
Daytona	<i>T. harzianum</i>	<i>Rhizoctonia solani</i>	tombamento
Natucontrol	<i>T. harzianum</i>	<i>Rhizoctonia solani</i>	tombamento
Bio-Hulk	<i>T. asperellum</i>	<i>Rhizoctonia solani</i>	tombamento
Tricho-Turbo	<i>T. asperellum</i>	<i>Rhizoctonia solani</i>	tombamento

Fontes: Agrofít, c2003.

Considerações finais

A utilização de diferentes espécies de *Trichoderma*, como biocontrolador de patógenos e bioestimulante de plantas é estratégia interessante, para um manejo integrado e sustentável na cultura do meloeiro. A adoção desse fungo “probiótico” no solos e nas plantas proporcionam a redução dos níveis de adubação química bem como, do aporte de defensivos agrícolas. Dessa forma, esta alternativa sustentável de manejo, resulta também em ganhos de produtividade na cultura do melão.

Referências

- AGROFIT: consulta aberta. Brasília, DF: Mapa, c2003. Disponível em: <http://agrofit.agricultura.gov.br/agrofit_cons/principal_agrofit_cons>. Acesso em: mar. 2019
- ASSAD, E. D.; PINTO, H. S.; JÚNIOR, J. Z.; ÁVILA, A. M. H. Impacto das mudanças climáticas no zoneamento agroclimático do café no Brasil. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v. 39, n. 11, p. 1057-1064, 2004.
- ATANASOVA, L.; LE CROM, S.; GRUBER, S.; COULPIER, F.; SEIDL-SEIBOTH, V.; KUBICEK, C. P.; DRUZHININA, I. S. Comparative transcriptomics reveals different strategies of *Trichoderma* mycoparasitism. *BMC Genomics*, v. 14, n. 121, p. 1-15, fev. 2013.
- AULER, A. C. V.; CARVALHO, D. D. C.; MELLO, S. C. M. Antagonismo de *Trichoderma harzianum* a *Sclerotium rolfsii* nas culturas do feijoeiro e soja. *Revista Agro ambiente On-line*, v. 7, p. 359-365, 2013.
- BAUGH, C. L.; ESCOBAR, B. The genus *Bacillus* and genus *Trichoderma* for agricultural bioaugmentation. *Rice Farm Magazine*, v. 1, n. 4, 2007. 4 p.
- BENÍTEZ, T.; RINCÓN, A. M.; LIMÓN, M. C.; CODÓN, A. C. Biocontrol mechanisms of *Trichoderma* strains. *International Microbiology*, v. 7, n. 4, p. 249-260, 2004.
- BERNAL-VICENTE, A.; ROS, M.; TITTARELLI, F.; INTRIGLIOLO, F.; PASCUAL, J. A. Citrus compost and its water extract for cultivation of melon plants in greenhouse nurseries. Evaluation of nutritive and biocontrol effects. *Bioresource Technology*, v. 99, n. 18, p. 8722-8728, 2008.
- BERNAL-VICENTE, A.; PASCUAL, J. A.; TITTARELLI, F.; HERNÁNDEZ, J. A.; DIAZ-VICANCOS, P. *Trichoderma harzianum* T-78 supplementation of compost stimulates the antioxidant defence system in melon plants. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, v. 95, n. 11, p. 2208-2214, 2015.
- BETTIOL, W.; MORANDI, M. A. B. **Biocontrole de doenças de plantas: uso e perspectivas.** Jaguariúna: Embrapa Meio Ambiente, 2009. 341 p.
- BOMFIM, M. P.; SÃO JOSÉ, A. R.; REBOUÇAS, T. N. H.; ALMEIDA, S. S.; SOUZA, I. V. B.; DIAS, N. O. Avaliação antagonista *in vitro* e *in vivo* de *Trichoderma* spp. a *Rhizopus stolonifer* em maracujazeiro amarelo. *Summa Phytopathologica*, v. 36, n. 1, p. 61-67, 2010.
- BOUGHALLEB-M' HAMDI, N.; SALEM, I. B.; M' HAMDI, M. Evaluation of the efficiency of *Trichoderma*, *Penicillium*, and *Aspergillus* species as biological control agents against four soil-borne fungi of melon and watermelon. *Egyptian Journal of Biological Pest Control*, v. 28, n. 25, p. 1-12, 2018.
- COSTA, V. S. O.; MENEZES, C. A. F.; COSTA, N. D. Práticas de controle do oídio do meloeiro no Vale do São Francisco. *Horticultura Brasileira*, v. 21, n. 2, p. 334, jul. 2003.
- COSTA, J. C. B.; BEZERRA, J. L.; SANTOS FILHO, L. P.; ALVES, M. C.; MOURA, E. M. Controle Biológico da vassoura-de-bruxa do cacauero na Bahia, Brasil. In: BETTIOL, W.; MORANDI, M. A. B. (Eds.). **Biocontrole de doenças de plantas: uso e perspectivas.** Jaguariúna: Embrapa Meio Ambiente, 2009. p. 245-266.
- EL-KOLALY, G. A. A.; ABDEL-SATTAR, M. A. Biological and chemical control of the sudden wilt disease of cantaloupe in Egypt. *Journal of American Science*, v. 9, n. 11, p. 100-108, 2013.
- FAGUNDES, J. D.; PAULA, G. M.; LAGO, I.; STRECK, N. A.; BISOGNIN, D. A. Aquecimento global: efeitos no crescimento, no desenvolvimento e na produtividade de batata. *Ciência Rural*, v. 40, n. 6, p. 1464-1472, 2010.
- FIGUEIRÊDO, M. C. B.; GONDIM, R. S.; ARAGÃO, F. A. S. **Produção de melão e mudanças climáticas: sistemas conservacionistas de cultivo para redução das pegadas de carbono e hídrica.** Brasília, DF: Embrapa, 2017. 302 p.
- FONSÊCA NETO, J.; DANIAS, A. M. M.; SILVA, F. H. A.; CRUZ, B. L. S.; AMBRÓSIO, M. M. Q.; NASCIMENTO, S. R. C. Efeito de adubo verde e *Trichoderma harzianum* na sobrevivência de *Fusarium solani* e no desenvolvimento do meloeiro. *Revista Agro@mbiente On-line*, v. 10, n. 1, p. 44-49, 2016.
- GALLETI, S.; FORNASIER, F.; CIANCHETTA, S.; LAZZERI, L. Soil incorporation of brassica materials and seed treatment with *Trichoderma harzianum*: Effects on melon growth and soil microbial activity. *Industrial Crops and Products*, v. 75, p. 73-78, 2015.

- GAVA, C. A. T.; MENEZES, M. E. L. Eficiência de isolados de *Trichoderma* spp. no controle de patógenos de solo em meloeiro amarelo. *Revista Ciência Agronômica*, v. 43, n. 4, p. 633-640, 2012.
- GAVA, C. A. T.; PINTO, J. M. Biocontrol of melon wilt caused by *Fusarium oxysporum* Schlect f. sp. *melonis* using seed treatment with *Trichoderma* spp. and liquid compost. *Biological Control*, v. 97, p. 13-20, 2016.
- GHINI, R.; HAMADA, E. **Mudanças climáticas**: impactos sobre doenças de plantas no Brasil. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica, 2008. 331 p.
- HARMAN, G. E.; HOWELL, C. R.; VITERBO, A.; CHET, I.; LORITO, M. *Trichoderma* species-opportunistic, avirulent plant symbionts. *Nature Reviews Microbiology*, v. 2, n. 1, p. 43-56, 2004.
- HARMAN, G. E. Overview of mechanisms and uses of *Trichoderma* spp. *Phytopathology*, v. 96, n. 2, p. 190-194, 2006.
- INTERGOVERNAMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE. **Climate change 2014**: impacts, adaptation, and vulnerability. Part A: global and sectoral aspects. Contribution of Working Group II to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change Cambridge. New York: Cambridge University Press, 2014. 1132 p.
- KUBICEK, C. P.; KOMON-ZELAZOWSKA, M.; DRUZHININA, I. S. Fungal genus *Hypocrea/Trichoderma*: from barcodes to biodiversity. *Journal of Zhejiang University -Science B*, v. 9, n. 10, p. 753-763, 2008.
- LEE, S.; YAP, M.; BEHRINGER, G.; HUNG, R.; BENNETT, J. W. Volatile organic compounds emitted by *Trichoderma* species mediate plant growth. *Fungal Biology and Biotechnology*, v. 3, n. 7, p. 1-14, 2016.
- LIPPER, L.; THORNTON, P.; CAMPBELL, B. M.; BAEDEKER, T.; BRAIMOH, A.; BWALYA, M.; CARON, P.; CATTANEO, A.; GARRITY, D. P.; HENRY, K.; HOTTLE, R.; JACKSON, L.; JARVIS, A.; KOSSAM, F.; MANN, W.; MCCARTHY, N.; MEYBECK, A.; NEUFELDT, H.; REMINGTON, T.; SEN, P.T.; SESSA, R.; SHULA, R.; TIBU, A.; TORQUEBIAU, E. Climate-smart agriculture for food security. *Nature Climate Change*, v. 4, p. 1068-1072, 2014.
- LÓPEZ-BÚCIO, J.; RAMÓN, P. F.; HERRERA-ESTRELLA, A. *Trichoderma* as biostimulant: exploiting the multilevel properties of a plant beneficial fungus. *Scientia Horticulturae*, v. 196, p. 109-123, 2015.
- LUCON, C. M. M. *Trichoderma*: o que é, para que serve e como usar corretamente na lavoura. São Paulo: Instituto Biológico, 2014. 35 p.
- MACHADO, D. F. M.; PARZIANELLO, F. R.; SILVA, A. C. F.; ANYONIOLLI, Z. I. *Trichoderma* no Brasil: O fungo e o bioagente. *Revista de Ciências Agrárias*, v. 35, n. 1, p. 274-288, 2012.
- MARTINEZ, C.; BLANC, F.; LE CLAIRE, E.; BESNARD, O.; NICOLE, M.; BACCOU, J. C. Salicylic acid and ethylene pathways are differentially activated in melon cotyledons by active or heat-denatured cellulase from *Trichoderma longibrachiatum*. *Plant Physiology*, v. 127, n. 1, p. 334-344, 2001.
- MARTÍNEZ-MEDINA, A.; ROLDAN, A.; PASCUAL, J. A. Performance of a *Trichoderma harzianum* bentonite-vermiculite formulation against *Fusarium* wilt in seedling nursery melon plants. *Hortscience*, v. 44, n. 7, p. 2025-2027, 2009.
- MARTÍNEZ-MEDINA, A.; ROLDÁN, A.; ALBACETE, A.; PASCUAL, J. A. The interaction with arbuscular mycorrhizal fungi or *Trichoderma harzianum* alters the shoot hormonal profile in melon plants. *Phytochemistry*, v. 72, n. 2/3, p. 223-229, 2011a.
- MARTÍNEZ-MEDINA, A.; ROLDÁN, A.; PASCUAL, J. A. Interaction between arbuscular mycorrhizal fungi and *Trichoderma harzianum* under conventional and low input fertilization field condition in melon crops: Growth response and *Fusarium* wilt biocontrol. *Applied Soil Ecology*, v. 47, n. 2, p. 98-195, 2011b.
- MARTÍNEZ-MEDINA, A.; ALGUACIL, M. D. M.; PASCUAL, J. A.; VAN WEES, S. C. M. Phytohormone profiles induced by *Trichoderma* isolates correspond with their biocontrol and plant growth-promoting activity on melon plants. *Journal of Chemical Ecology*, v. 40, n. 7, p. 804-815, 2014.
- MELÃO. In: AGRIANUAL 2018. São Paulo: Informa Economics FNP, 2018. p.163.
- MICHEREFF, S. J.; ANDRADE, D. E. G. T.; MENEZES, M. **Ecologia e manejo de patógenos radiculares em solos tropicais**. Recife: UFRPE: Imprensa Universitária, 2005. 398 p.
- NAWROCKA, J.; MATOLEPSZA, U.; SZYMCZAK, K.; SZCZECZ, M. Involvement of metabolic components, volatile compounds, PR proteins, and mechanical strengthening in multilayer protection of cucumber plants against *Rhizoctonia solani* activated by *Trichoderma atroviride* TRS25. *Protoplasma*, v. 255, n. 1, p. 359-373, 2018.

- PAPAVIZAS, G. C. *Trichoderma* and *Gliocladium*: Biology, Ecology, and potential for biocontrol. **Annual Review of Phytopathology**, v. 23, p. 23-54, set. 1985.
- PIMENTEL, C. Metabolismo de carbono de plantas cultivadas e o aumento de CO₂ e de O₃ atmosférico: situação e previsões. **Bragantia**, v. 70, n. 1, p. 1-12, 2011.
- ROUSSEAU, A. Mycoparasitism of the extramatrical phase of *Glomus intraradices* by *Trichoderma harzianum*. **Phytopathology**, v. 86, n. 5, p. 434-443, 1996.
- SANTANDER, C.; OLAVE, J. Efecto de la interacción del hongo micorrízico arbuscular (AMF) *Glomus intraradices* y *Trichoderma harzianum* sobre la producción de plantines de melón en zonas áridas. **IDESIA**, v. 32, n. 2, p. 21-28, 2014.
- SILVA, J. B. T.; MELLO, S. C. M. (Coord.). **Utilização de Trichoderma no controle de fungos fitopatogênicos**. Brasília, DF: Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia, 2007. 17 p. Disponível em: <<https://www.bdpa.cnptia.embrapa.br/consulta/busca?b=ad&id=189682&biblioteca=vazio&busca=%20Utiliza%C3%A7%C3%A3o%20de%20Trichoderma%20no%20controle%20de%20fungos%20fitopatog%C3%AAnicos&qFacets=%20Utiliza%C3%A7%C3%A3o%20de%20Trichoderma%20no%20controle%20de%20fungos%20fitopatog%C3%AAnicos&sort=&paginacao=t&paginaAtual=1>>. Acesso em: fev. 2019.
- SIVAN, A.; CHET, I. The possible role of competition between *Trichoderma harzianum* and *Fusarium oxysporum* on rhizosphere colonization. **Phytopathology**, v. 79, n. 2, 198-203, 1989.
- SUÁREZ-ESTRELLA, F.; VARGAS-GARCIA, C.; LOPEZ, M. J.; CAPEL, C.; MORENO, J. Antagonistic activity of bacteria and fungi from horticultural compost against *Fusarium oxysporum* f. sp. *melonis*. **Crop Protection**, v. 26, n. 1, p. 46-53, jan. 2007.
- TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. 3. ed. Porto Alegre: Artmed, 2004. 719 p.
- TAVARES, S. C. H.; COSTA, N. D.; NEVES, R. A. F.; SILVA, P. C. G. C.; LIMA, M. L. C.; MENEZES, C. A. F. Práticas de controle químico e biológico do oídio no meloeiro em subsídio a produção integrada. **Horticultura Brasileira**, v. 22, n. 2, jul. 2004.
- UBALUA, A. O.; OTI, E. Antagonistic properties of *Trichoderma viride* on post-harvest cassava root rot pathogens. **African Journal of Biotechnology**, v. 6, n. 21, p. 2447-2450, 2007.
- VINALE, F.; SIVASITHAMPARAM, K.; GHISALBERTI, E. L.; MARRA, R.; WOO, S. L.; LORITO, M. *Trichoderma*-plant-pathogen interactions. **Soil Biology & Biochemistry**, v. 40, n. 1, p. 1-10, 2008.
- ZHANG, J. X.; BRUTON, B. D.; HOWELL, C. R.; MILLER, M. E. Potential of *Trichoderma virens* for biocontrol of root rot and vine decline in *Cucumis melo* L. caused by *Monosporascus cannonballus*. **Subtropical Plant Science**, v. 51, p. 29-37, 1999.
- WELLER, D. M.; RAAIJMAKERS, J. M.; GARDENER, B. B. M.; THOMASHOW, L. S. Microbial populations responsible for specific soil suppressiveness to plant pathogens. **Annual Review of Phytopathology**, v. 40, p. 309-348, 2002.