

UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA

Promoção de crescimento na cana-de-açúcar infectada por *Ceratocystis paradoxa* com fungo e bactérias antagonistas

Gustavo Mendes Espíndola

Monte Carmelo - MG

2017

UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA

Gustavo Mendes Espíndola

Promoção de crescimento na cana-de-açúcar infectada por *Ceratocystis paradoxa* com fungo e bactérias antagonistas

Trabalho de conclusão de curso apresentado ao curso de Agronomia, Campus Monte Carmelo, da Universidade Federal de Uberlândia como parte dos requisitos necessários para obtenção do grau de Engenheiro Agrônomo.

Orientador: Prof. Dr. Bruno Sérgio Vieira

Monte Carmelo

2017

UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA

Gustavo Mendes Espíndola

Promoção de crescimento na cana-de-açúcar infectada por *Ceratocystis paradoxa* com fungo e bactérias antagonistas

Trabalho de conclusão de curso apresentado ao curso de Agronomia, Campus Monte Carmelo, da Universidade Federal de Uberlândia como parte dos requisitos necessários para obtenção do grau de Engenheiro Agrônomo.

Orientador: Prof. Dr. Bruno Sérgio Vieira

Monte Carmelo, 19 de Julho de 2017.

Banca Examinadora

Prof. Dr. Bruno Sérgio Vieira
Orientador

Prof. Dr. André Luiz Firmino
Membro da Banca

Prof. Dr. Gilberto de Oliveira Mendes
Membro da Banca

Monte Carmelo

2017

RESUMO

A podridão abacaxi, causada pelo fungo *Ceratocystis paradoxa* é uma das doenças mais importantes na cultura da cana-de-açúcar, ocasionando danos diretos nos toletes e provocando o retardamento na brotação das gemas. Objetivou-se com este trabalho avaliar diferentes agentes de controle biológico; tais como *Trichoderma asperellum* e bactérias do gênero *Bacillus*, no controle da podridão abacaxi em cana-de-açúcar. O experimento foi realizado em casa de vegetação, conduzido do dia 15 de março de 2016 até o dia 10 de maio do mesmo ano, em vasos com capacidade de 14,5 L, contendo mistura de solo, areia e esterco de gado na proporção 3:1:1, esterilizado em coletor solar, recebendo irrigação após 1 semana para atrasar a germinação das gemas e favorecer o patógeno. Foram plantados, 5 toletes por vaso, sendo que antes do plantio os mesmos foram imersos em calda contendo os tratamentos (Testemunha S/inoculação (T1); Testemunha C/inoculação - $1,0 \times 10^6$ conídios/ml (T2); *T. asperellum* + *B. subtilis* - isolado SF 202 (T3); *T. asperellum* (T4); *B. subtilis* (T5); *T. asperellum* + *B. methylotrophicus* (T6); *B. methylotrophicus* - Isolado SF-267 (T7); *T. asperellum* + *B. subtilis* + *B. methylotrophicus* (T8); Tiofanato metílico + Fluazinam (T9); *B. subtilis* (T10) e *T. asperellum* + *B. subtilis* (T11)); e após a secagem foram plantados numa profundidade de 5 cm. Foi utilizada a variedade de cana-de-açúcar (SP81-3250) e toletes de 10 cm com apenas uma gema. O delineamento experimental foi inteiramente casualizado com quatro repetições sendo cada repetição constituída por um vaso com cinco toletes. Após 45 dias foi avaliado a porcentagem de germinação, a massa foliar fresca, massa do sistema radicular fresca e a extensão da podridão interna nos colmos. Os tratamentos que mais se destacaram foram *B. subtilis* (BSV 05) e *T. asperellum* + *B. subtilis* (BSV 05), proporcionando uma porcentagem de germinação das gemas de 77,8 % e 97,5%, respectivamente; T2 (27% de germinação). Além disso, estes tratamentos permitiram incremento na massa fresca da parte aérea de 25% e 40 %, e no sistema radicular de 42% e 52%, respectivamente. Estes tratamentos não diminuíram a extensão da podridão interna nos colmos em relação a testemunha, evidenciando ser a promoção de crescimento das plantas o mecanismo envolvido no incremento dos parâmetros fisiológicos avaliados e não uma ação antagônica direta.

Palavras-chave: Promoção de crescimento de plantas, *Ceratocystis paradoxa*, Fungo de solo.

Sumário

INTRODUÇÃO	3
MATERIAL E MÉTODOS	5
2.1. Localização e condução dos ensaios.....	5
2.2. Preparo do inóculo.....	6
2.3. Inoculação.....	6
2.4. Tratamentos.....	6
2.5. Delineamento experimental.....	7
2.6. Variáveis avaliadas.....	8
2.7. Análise estatística.....	8
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO	9
4. CONCLUSÃO	12
5. APÊNDICE	12
6. REFERÊNCIA	16

1. Introdução

A cana-de-açúcar é a base de todo sistema produtivo da agroindústria sucroalcooleira, pois é a matéria-prima da unidade produtora.

O Brasil é o maior produtor mundial de cana-de-açúcar, tendo uma área cultivada de aproximadamente 8 milhões de hectares, com produção superior a 650 milhões de toneladas (FAO, 2017). O país também é o maior exportador de açúcar e etanol, os principais produtos da cana-de-açúcar. Esta é utilizada na forma de forragem, para alimentação animal ou como matéria prima para a fabricação de rapadura, melado e aguardente (FAO, 2017).

A cultura da cana exerce uma importante parcela na economia do país, gerando em torno de 36 bilhões de reais por ano para o Brasil e gera uma taxa de empregos diretos e indiretos de 3,6 milhões. Cerca de 70 mil agricultores fornecem matéria prima para as unidades de energia renovável para cada unidade de combustível fóssil utilizada em seu ciclo de produção, o que exemplifica a importância desta cultura (UNICA, 2016).

Na cana-de-açúcar já foram descritas mais de 216 doenças e, destas pelo menos 58 foram relatadas no Brasil. Dentre essas são consideradas de grande importância econômica para os produtores e para o melhoramento da cana: carvão, raquitismo das soqueiras, escaldadura das folhas e mosaico da cana-de-açúcar, ferrugem alaranjada, mancha ocular, podridão vermelha, nematoides, estria vermelha, etc. Além dessas, outra doença vem causando maiores preocupações na região centro-sul do Brasil conhecida particularmente como podridão abacaxi (ALARCON; CARNIEL, 2007).

A cana-de-açúcar quando cultivada no inverno, especialmente de junho até as primeiras semanas de setembro, está exposta a baixas temperaturas e ao clima seco, ocorrendo atraso na germinação dos toletes. O atraso na germinação favorece a manifestação da doença podridão abacaxi causada pelo fungo *Ceratocystis paradoxa* (ALFONSI et al., 1987; CASAGRANDE, 1991; GHELLER, 1995).

Fatores que favorecem o atraso da cana-de-açúcar são as baixas temperaturas, utilização de colmos velhos para o plantio, estresse hídrico, sulco muito profundo e realização do plantio em solos secos ou encharcados favorecendo ainda mais a manifestação do patógeno. Além desses fatores, o plantio realizado de forma mecanizada também favorece a incidência do fungo

pois fere as extremidades dos colmos favorecendo a entrada do patógeno (SEGATO et al., 2006).

A podridão abacaxi ocorre praticamente em todas as regiões onde a cana-de-açúcar é cultivada, inibindo ou provocando o retardamento na brotação das gemas. Sua importância varia de acordo com as condições do solo, temperatura e velocidade da germinação dos toletes. Áreas onde a doença ocorre apresenta uma grande quantidade de falhas no plantio. No entanto, os prejuízos não se resumem só em falhas, mas também ao menor desenvolvimento das plantas. A podridão abacaxi pode reduzir o número de brotação em até 47%, e a produtividade em até 35% (RAHMAN; MOLDAL, 2010).

Ceratocystis paradoxa penetra na planta pelas extremidades dos toletes, ou seja, nos cortes das laterais dos colmos. Portanto, o plantio de colmos com ferimentos sem o devido tratamento deve ser evitado, pois oferece abertura para o patógeno (WISMER, 1961; TOKESHI, 1980).

Um dos métodos que pode ser utilizado para o manejo da doença é a escolha da época do plantio. O plantio em temperaturas adequadas do solo favorecerá uma germinação rápida e dificilmente ocorrerá a doença. Ao realizar o plantio em períodos favoráveis ao patógeno é indispensável a utilização dos fungicidas, principalmente onde já foi comprovado a doença (TOKESHI; RAGO, 2005). Atualmente estão disponíveis os produtos Agata® (fluazinam), Cignus® (fluazinam), Frowncide 500 SC® (fluazinam) e Legacy® (fluazinam), que são registrados no Brasil para o manejo da podridão abacaxi em cana-de-açúcar (AGROFIT, 2016).

Segundo Croft (1998), avaliando o efeito do fungicida Difenconazol® (Difenconazole) num plantio de cana-de-açúcar, em ensaio realizado a campo, este tratamento não estimulou a brotação das mudas. O aumento na quantidade de ferimentos, ocasionados pelo seccionamento dos colmos, exige a utilização de um produto que proteja os toletes, principalmente em plantios realizados durante períodos de baixas temperaturas.

Novos estudos são de grande importância para que outros produtos possam ser utilizados, evitando assim que a aplicação se concentre em um ou poucos produtos. Dentre esses estudos, se destaca o controle biológico.

A busca ou seleção de agentes de biocontrole contra *C. paradoxa* se faz necessária, a fim de se encontrar potenciais antagonistas que possam ser utilizados dentro de um programa de manejo da podridão abacaxi. Bactérias do gênero *Bacillus* têm se destacado como potenciais

agentes de biocontrole de doença de plantas, pois possuem diferentes mecanismos de ação contra patógenos (LANA et al., 2010), tais como *Rhizoctonia solani* (ASAKA e SHODA, 1996; MELO; FAULL, 2000), *Fusarium spp.* (SRIVASTAVA et al., 2010; CAO et al., 2011) e *Sclerotinia sclerotiorum* (ABDULLAH et al., 2008).

Essas bactérias podem ser encontradas em uma vasta diversidade de ambientes, são fáceis de serem cultivadas, possuem rápido crescimento em grande número de substratos e não são patogênicas para plantas superiores. São capazes de inibir fitopatógenos por meio de produção de metabólitos secundários e, além disso, podem promover o crescimento de plantas (HARMAN et al., 2004; ORTÍZ-CASTRO et al., 2008; LEELASUPHAKUL et al., 2008).

O *Trichoderma* é capaz de inibir fitopatógenos através de competição, parasitismo direto, produção de metabólitos secundários e micoparasitismo de estruturas de resistência de patógenos, como escleródios e clamidósporos, que em geral são difíceis de serem destruídos (MELO, 1998). Pesquisas mostram que isolados de *Trichoderma* reduzem a viabilidade de escleródios de *Rhizoctonia solani*, proporcionando aumentos significativos na percentagem e na precocidade de germinação, no peso seco e na altura de plantas, além de estimular o desenvolvimento das raízes laterais (MELO, 1998; CONTRERAS-CORNEJO et al., 2009). Eles são capazes de atuar como bioestimulantes do crescimento radicular, promovendo o desenvolvimento de raízes através da produção de fito hormônios e, assim, melhorar a assimilação de nutrientes, que aumenta a resistência diante de fatores bióticos não favoráveis, além de degradar fontes de nutrientes, que serão importantes para o desenvolvimento do vegetal (HARMAN, 2000; HARMAN et al., 2004).

Considerando que a escassez de informações é notória no Brasil em relação ao controle biológico de *Ceratocystis paradoxa* em cana-de-açúcar e dada a importância desta doença para a cultura, teve-se como objetivo neste trabalho avaliar diferentes agentes de controle biológico; tais como *Trichoderma asperellum* e bactérias do gênero *Bacillus*, no controle da podridão abacaxi em cana-de-açúcar em casa de vegetação.

2.MATERIAL E MÉTODOS

2.1. Localização e condução do ensaio

O estudo realizado ocorreu na casa de vegetação da Universidade Federal de Uberlândia (Campus de Monte Carmelo), tendo as coordenadas 18°43'36.63'' S, 47°31'28.66'' W.

Foram utilizados toletes de cana-de-açúcar da cultivar SP81-3250, com tamanho aproximado de 10 cm contendo apenas uma gema.

O experimento foi realizado do dia 15 de março de 2016 até 10 de maio do mesmo ano. Geralmente, nesta época do ano ocorrem altas temperaturas, que são condições favoráveis à brotação da cana-de-açúcar e, conseqüentemente, desfavoráveis à manifestação da podridão abacaxi. O plantio dos toletes ocorreu no dia 15/03/2016 sob condição de estresse hídrico num intervalo de 10 dias favorecendo a manifestação do patógeno.

2.2. Preparo do inóculo

Para o preparo do inóculo, um isolado de *T. paradoxa* foi cultivado em meio de cultura batata dextrose ágar (BDA) durante cinco dias. Após esse período, foi preparada uma suspensão de conídios por meio da adição de água destilada esterilizada às placas e raspagem das colônias utilizando pincel de cerdas macias. A suspensão obtida foi em hemacitômetro e ajustada para 10^5 conídios/mL antes da inoculação.

2.3. Inoculação

Como substrato para plantio da cana-de-açúcar foi utilizada uma mistura de solo, areia e esterco de gado na proporção de 3:1:1, esterilizado em coletor solar. O substrato foi colocado em vasos plásticos com capacidade para 14,5 litros e, em seguida, a suspensão de conídios foi pulverizada, com auxílio de um pulverizador manual e incorporada ao substrato. A quantidade de suspensão incorporada foi suficiente para proporcionar uma concentração de aproximadamente 10^5 conídios/g de substrato, exceto nos vasos correspondentes ao tratamento não inoculado. Esta concentração de inóculo está dentro da faixa encontrada em solos naturalmente infestados (MOUTIA & SAUMTALLY, 1999). Após a incorporação de *T. paradoxa* no substrato, os vasos foram transferidos para a casa-de-vegetação onde permaneceram em repouso durante dois dias antes do plantio da cana-de-açúcar.

2.4. Tratamentos

Os tratamentos avaliados estão relacionados na Tabela 1, onde se encontram os micro-organismos e doses utilizadas.

Tabela 1. Micro-organismos e doses utilizados no ensaio com a cultura da cana-de-açúcar.

Tratamento	Produto	Dose
1	Testemunha S/inoculação	
2	Testemunha C/inoculação 1,7 x 10 ⁵ conídios /mL	
3	<i>Trichoderma asperellum</i> + <i>Bacillus subtilis</i> – (isolado SF 202)	6,25mL p/ 5 L de calda 6,25mL p/ 5 L de calda
4	<i>Trichoderma asperellum</i>	12,5mL p/ 5 L de calda
5	<i>Bacillus subtilis</i> – (isolado SF 202)	12,5mL p/ 5 L de calda
6	<i>Trichoderma asperellum</i> + <i>B. methylotrophicus</i> – (isolado SF 267)	6,25mL p/ 5 L de calda 6,25mL p/ 5 L de calda
7	<i>B. methylotrophicus</i> – (isolado SF 267)	12,5mL p/ 5 L de calda
8	<i>Trichoderma asperellum</i> + <i>B. subtilis</i> – (isolado SF 202) + <i>B. methylotrophicus</i> – (isolado SF 267)	4,16mL p/ 5 L de calda 4,16mL p/ 5 L de calda 4,16mL p/ 5 L de calda
9	Fluazinam	12,5mL p/ 5 L de calda
10	<i>Bacillus subtilis</i> (Isolado BSV- 05)	6,25mL p/ 5 L de calda
11	<i>Trichoderma asperellum</i>) + <i>Bacillus subtilis</i> (Isolado BSV- 05)	6,25mL p/ 5 L de calda 6,25 mL p 5 L de calda

Os tratamentos foram realizados pela imersão dos toletes em 5 L de calda contendo os respectivos agentes de controle biológico e químico.

2.5. Delineamento experimental

O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado, consistindo de 11 tratamentos e 4 repetições com duas testemunhas (uma inoculada e uma não inoculada).

Cada parcela experimental foi constituída de 1 vaso plástico com 14,5 litros, e colocados 5 gemas por vaso.

2.6. Variáveis avaliadas

Foram avaliadas as seguintes variáveis: porcentagem de germinação dos toletes; biomassa da parte aérea (MF), em g/vaso; biomassa do sistema radicular e a extensão da podridão interna nos colmos. A contagem do número de plantas por vaso foi realizada aos 7, 15, 30 e 45 dias após o plantio.

Feita a última contagem do número de plantas por vaso, aos 45 dias após o plantio, foi realizado a avaliação da biomassa da parte aérea e do sistema radicular. Para tal, com auxílio de uma faca, cortou-se toda a parte aérea das plantas presentes em cada vaso. Este material foi picado, armazenado em sacos plásticos e identificados. Posteriormente foram pesados em uma balança de precisão.

Após coleta da parte aérea das plantas e do sistema radicular, foi realizada a avaliação da extensão da podridão interna nos colmos. Os segmentos de colmos, utilizados como mudas, foram retirados dos vasos e lavados em água corrente. Em seguida, os colmos foram cortados longitudinalmente, utilizando-se uma faca. Posteriormente, mensurou-se com uma régua a extensão da podridão interna dos colmos. Os dados foram expressos em porcentagem de tecido atacado.

2.7. Análise Estatística

Foi conduzido um experimento em delineamento inteiramente casualizado.

Antes das análises, os dados foram transformados quando necessário para atender as pressuposições da análise estatística. Os dados obtidos nos diferentes tratamentos foram submetidos à análise de variância pelo teste F e as médias foram comparadas pelo teste de Scott-Knott ao nível de significância de 5% de probabilidade utilizando-se o programa IBM SPSS Statistics 20.

3.0. Resultados e Discussão

Foi verificada diferença significativa entre os tratamentos para todas as variáveis analisadas (Tabela 1). A inoculação do fungo *C. paradoxa* em substrato contendo toletes de cana-de-açúcar resultou em redução na porcentagem de germinação de 56,3% em relação à testemunha não inoculada (Tabela 2). Este resultado é superior ao apresentado por RAHMAN e MONDAL (2010), que relataram redução de 47% na germinação de cana-de-açúcar, devido a podridão abacaxi.

Tabela 2. Efeitos de potenciais agentes de controle biológico no controle da podridão abacaxi em cana-de-açúcar em casa de vegetação.

<i>Tratamento</i>	<i>G (%)</i>	<i>MF (g)</i>	<i>MR (g)</i>	<i>PI (%)</i>
T3	29.0c	0.082b	0.063c	58.5a
T4	54.3b	0.136a	0.160a	60.3a
T5	80.0a	0.148a	0.158a	52.0a
T6	88.3a	0.154a	0.155a	61.0a
T7	87.5a	0.164a	0.147a	56.0a
T8	61.0b	0.098b	0.121b	64.3a
T9	78.0a	0.173a	0.142a	61.5a
T10	77.8a	0.140a	0.119b	52.8a
T11	97.5a	0.176a	0.141a	50.3a
T1	83.3a	0.175a	0.151a	25.3b
T2	27.0c	0.105b	0.068c	52.5a
<i>DMS</i>	6.6	0.014	0.009	6.9

G: Germinação; MF: Massa Foliar; MR: Massa da Raiz; PI: Extensão da Podridão interna nos colmos. Médias seguidas por letras diferentes na coluna diferenciam-se entre si pelo teste de Scott-Knott a 0,05 de significância.

Para a variável germinação dos toletes (G%) os tratamentos T5, T6, T7, T10 e T11 (biológicos) não diferiram estatisticamente do controle químico T9 (Apêndices). Pode verificar que os tratamentos T6, T7, T10 e T11, proporcionaram ganhos significativos na germinação das gemas (Tabela 1). Um dos tratamentos que mais se destacaram foram *B. subtilis* (BSV 05) (T10) e *T. asperellum* + *B. subtilis* (BSV 05) (T11), proporcionando uma porcentagem de

germinação das gemas de 77,8% e 97,5%, respectivamente; T2 (27% de germinação). LYNCK (1991) relatou o potencial do *Trichoderma* como agente biológico na cultura da alface, pela habilidade em estimular o crescimento das plantas, visto que esse antagonismo proporcionou um aumento de 27 a 54% do peso fresco das plantas de alface. TSAHOURIDOU & THANASSOULOPOULOS (2001) observaram que isolados de *Trichoderma* spp. promoveram significativamente uma maior emergência de sementes de tomate e também aumento de peso seco e fresco em relação as plantas não tratadas com *Trichoderma*. Portanto, os resultados obtidos neste trabalho corroboram com os dados obtidos por diferentes autores, mostrando o grande potencial de uso agrícola desse fungo. Os tratamentos T3, T4 e T8 foram estatisticamente inferiores a testemunha não inoculada sendo que o tratamento T3, não diferenciou-se da testemunha com inoculação. SUNDARA et al. (2002), avaliando um isolado de *Bacillus megaterium* var. *phosphaticum* aplicado no plantio da cana-de-açúcar, se depararam com aumentos significativos na germinação de toletes, levando a um aumento de produção de ordem de 12,6%.

Para a variável MF os tratamento T3 e T8 não diferiram da testemunha inoculada. Os tratamentos T4, T5, T6, T7, T10 e T11 não diferiram estatisticamente do T9 (controle químico) proporcionando uma quantidade de biomassa de parte aérea semelhantes à testemunha sem inoculação. Os tratamentos com *B. subtilis* (BSV 05) (T 10) e *T. asperellum* + *B. subtilis* (BSV 05) (T11) permitiram um incremento na massa fresca da parte aérea de 25% e 40%. HARMAN (2000) mostrou, em estudos conduzidos em casa de vegetação e campo, que aplicações de *Trichoderma* aumentaram a taxa de desenvolvimento do tomateiro. Esse autor postula que esse efeito encontrado em seus estudos seja pelo controle de microbiota deletéria as raízes, já que foi constatada a colonização dos pelos radiculares por *Trichoderma* ou, ainda, pela ação direta, sobre as plantas, de metabólitos não identificados, produzidos pelo antagonista. ÂNGULO et al. (2014) identificaram também isolados de *Bacillus* spp. provenientes de raízes de plantas de eucalipto com a capacidade de reduzir ácido indolacético e solubilizar fosfato para as mudas desta mesma espécie, incrementando seu crescimento e vigor. Quando se trata do uso de *Bacillus* spp., consideradas como rizobactérias promotoras de crescimento de plantas, há que se levar em conta sua interação com o sistema planta-patógeno-ambiente (SCHIPPERS, 1992).

Para a variável MR o tratamento T3 não diferiu da testemunha inoculada. Os resultados podem ser explicados pela baixa brotação proporcionada por este tratamento. Além de não interferir na brotação das mudas também não reduziu a severidade interna nos toletes. Os tratamentos com *B. subtilis* (BSV 05) (T10) e *T. asperellum* + *B. subtilis* (BSV 05) (T11)

permitiram um incremento na massa fresca do sistema radicular de 42% e 52%, respectivamente. Avaliando o efeito de um isolado de *Trichoderma* descrito por GRAVEL et al. (2007), a promoção de crescimento observada com este tratamento é explicada pela produção de fitormônios por alguns isolados de *Trichoderma* que resulta em maior enraizamento e crescimento de plantas. Segundo MANJULA & PODILE (2005), a promoção de crescimento ocasionada por *B. subtilis* é consequência do aumento da fixação de nitrogênio, solubilização de nutrientes, síntese de fitormônios e melhoria das condições do solo. A promoção de crescimento da planta, proporcionada por *B. subtilis* pode levar a rápida germinação das plantas.

A variável PI, nenhum tratamento diminui a extensão da podridão interna nos colmos em relação a testemunha inoculada (Tabela 1), evidenciando ser a promoção de crescimentos das plantas o mecanismo envolvido no incremento dos parâmetros fisiológicos avaliados e não uma ação antagonista direta.

Fatores como a variedade utilizada, época do plantio do ensaio e a concentração inóculo do patógeno no solo podem ter influenciado estes resultados. Esses resultados indicam que as condições do experimento, realizado em casa de vegetação foram propícias à manifestação da podridão abacaxi. Segundo PEREZ-GARCIA et al. (2010), antagonismo é o principal meio de controle utilizado por bactérias do gênero *Bacillus*. O antagonismo envolve mecanismo de antibiose, como a produção de substâncias antimicrobianas, a competição por espaço e nutrientes e a síntese de compostos orgânicos voláteis (LEELASUPHAKUL et al. 2008). De acordo com LUCON, (2009) a aplicação de *Trichoderma* sp. aumenta a superfície total do sistema radicular, possibilitando maior acesso de elementos minerais nele presentes aumentando a resistência aos estresses abióticos (umidade, pH e temperatura). Segundo esses autores, plantas tratadas com esses agentes podem ter seu desempenho favorecido quando cultivadas em condições estressantes.

Com relação à variedade utilizada no experimento, foi utilizada a SP81-3250, de rápida brotação e intenso perfilhamento. A velocidade de brotação é uma característica que influencia diretamente na manifestação da podridão abacaxi. De acordo com GHELLER (1995), a doença só interfere em gemas que demoram mais de 16 dias para germinar.

4.0. Conclusões

Os tratamentos que mais se destacaram foram *B. subtilis* (BSV 05) e *T. asperellum* + *B. subtilis* (BSV 05), proporcionando uma porcentagem de germinação das gemas de 77,8 % e 97,5%, respectivamente; T2 (27% de germinação). Além disso, estes tratamentos permitiram um incremento na massa fresca da parte aérea de 25% e 40 %, e no sistema radicular de 42% e 52%, respectivamente. Estes tratamentos não diminuíram a extensão da podridão interna nos colmos em relação a testemunha, evidenciando ser a promoção de crescimento das plantas o mecanismo envolvido no incremento dos parâmetros fisiológicos avaliados e não uma ação antagonista direta.

5.0. Apêndices

Apêndice 1



Efeito dos tratamentos de toletes de cana com *B. subtilis* (SF-202) sobre o desenvolvimento das plantas.

Apêndice 2



Efeito dos tratamentos de toletes de cana com *T. asperellum* + *B. methylotrophicus* (SF-267) sobre o desenvolvimento das plantas.

Apêndice 3



Efeito dos tratamentos de toletes de cana com *B. methylotrophicus* (SF 267) sobre o desenvolvimento das plantas.

Apêndice 4



Efeito dos tratamentos de toletes de cana com *B. subtilis* (BSV 05) sobre o desenvolvimento das plantas.

Apêndice 5



Efeito dos tratamentos de toletes de cana com *T. asperellum* + *B. subtilis* (BSV 05) sobre o desenvolvimento das plantas.

Apêndice 6



Efeito dos tratamentos de toletes de cana com Fluazinam, sobre o desenvolvimento das plantas.

6.0. Referências Bibliográficas

ABDULLAH, M.T.; ALI, N.Y.; SULEMAN, P. Biological control of *Sclerotinia sclerotiorum* (lib.) de Bary with *Trichoderma harzianum* and *Bacillus amyloliquefaciens*. **Crop Protection**, V.10, P.1354-1359, 2008.

AGROFIT: **Sistema de agrotóxicos fitossanitários**. Disponível em: http://agrofit.agricultura.gov.br/agrofit_cons/principal_agrofit_cons >. Acesso em: 08 Mar. 2016

ALARCON, D. S.; CARNIEL, E. A. Tratamento Fitossanitário para implantação de Canavial. In: SEGATO, S. V.; FERNANDES, C.; PINTO, A. S. **Expansão e Renovação de CANAVIAL**, p.246-252, 2007.

ALFONSI, R.R.; PEDRO JR., M.J.; BRUNINI, O.; BARBIERI, V. Condições climáticas para a cana-de-açúcar. In: PARANHOS, S.B. **Cana-de-açúcar: cultivo e utilização**. Campinas: Fundação Cargill, 1987. V. 1, p. 42-55

ASAKA, O.; SHODA, M. Biocontrol of *Rhizoctonia solani* damping-off of tomato with *Bacillus subtilis* RB14. **Applied Environmental Microbiology**, v.62, p.4081-4085, 1996.

ANGULO, C. V.; SANFUENTES, E. A.; RODRIGUEZ, F.; SOSSA, K. E. Caracterización de rizobacterias promotoras de crecimiento en plántulas de *Eucalyptus nitens*. **Revista Argentina de Microbiologia**, Barcelona, Espanha, v. 46, n. 4, p. 338-347, 2014.

CAO, Y.; ZHANG, Z.; LING, N.; YUAN, Y.; ZHENG, X.; SHEN, B.; SHEN, Q. *Bacillus subtilis* SQR 9 can control *Fusarium* wilt in cucumber by colonizing plant roots. **Biology and Fertility of Soils**, v.47, p.495-506, 2011.

CASAGRANDE, A.A **Tópicos de morfologia e fisiologia da cana-de-açúcar**. Jaboticabal: FUNEP, 157 p. 1991.

Contreras-Cornejo, H.A.; Macías-Rodríguez, L.; Cortés-Penagos, C. e López-Bicio, J. - *Trichoderma virens*, a plant beneficial fungus, enhances biomass production and promotes

lateral root growth through an auxin-dependent mechanism in *Arabidopsis*. *Plant Physiology*, 149, 3: 1579–1592. (2009)

CROFT, B.; MAGAREY, R.; WHITTLE, O. Disease management. In: HOGARTH, D.M.; ALLSOPP, P.G. (Ed.). **Manual of canegrowing**. Brisbane: Bureau of Sugar Experiment Stations, 2000. P. 263-289.

CROFT, B.J. Improving the germination of sugarcane and the control of pineapple disease. In: **conference of the australian society of sugar cane technologists**, 20., 1998, Ballina. Proceedings... Mackay: ASSCT, 1998. p. 300-306.

FAO. **FAOSTAT**. Disponível em: <http://faostat.fao.org/site/567/DesktopDefault.aspx?pageID=567>. (2016).

GHELLER, A.C.A. **Técnica cultural para o controle da podridão abacaxi em cana-de-açúcar e modelo para estimativa de perdas**. 1995. 115 p. tese (Doutorado em Fitotecnia) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 1995.

GRAVEL, V.; ANTOUN, H., TWEDDELL, R. J. Growth stimulation and fruit yield improvement of greenhouse tomato plants by inoculation with *Pseudomonas putida* or *Trichoderma atroviride*: possible role of indole acetic acid (IAA). **Soil Biology & Biochemistry**, Elmsford, NY, v. 39, p. 1968-1977, 2007.

Harman, G.E. - Myths and dogmas of biocontrol. **Changes in perceptions derived from research on *Trichoderma harzianum* T-22**. *Plant Disease*, 84, 4: 376–393 (2000).

Harman, G.E.; Petzoldt, R.; Comis, A. e Chen, J. (2004) - **Interactions between *Trichoderma harzianum* Strain T22 and maize inbred line Mo17 and effects of these interactions on diseases caused by *Pythium ultimum* and *Colletotrichum graminicola***. *Plant Physiology*, 94, 2: 146-153.

LANNA, F. R.; FERRO, H. M.; PINHO, R.S.C. Controle biológico mediado por *Bacillus subtilis*. **Revista Trópica - Ciências Agrárias e Biológicas**, 4, 12-20, 2010.

LEELASUPHAKUL, W. et al. Growth inhibitory properties of *Bacillus subtilis* strains and their metabolites against the green mold pathogen (*Penicillium digitatum* Sacc.) of citrus fruit. Postharvest. **Biology and Technology**, v.48, p.113-121, 2008.

LUCON, C. M. M. Promoção de crescimento de plantas com o uso de *Trichoderma* spp. **São Paulo: Instituto Biológico/Centro de Pesquisa e Desenvolvimento de Sanidade Vegetal**, 2009.

LYNCK, J. M.; WILSON, K. L.; OUSLEY, M. A.; WHIPS, J.M. Response of lettuce to *Trichoderma* treatment. **Letters in Applied Microbiology**, Oxford, GB, v. 12, p. 59-61, 1991.

MANJULA, K.; PODILE, A.R.. Increase in seedling emergence and dry weight of pigeon pea in the field with chitin-supplemented formulations of *Bacillus subtilis* AF 1. **World Journal of Microbiology & Biotechnology**, v.21, p.1057–1062, 2005.

MELO, I.S. (1998) - **Agentes microbianos de controle de fungos fitopatogênicos**. In: Melo, I.S. e Azevedo, J.L. (Ed.) - *Controle Biológico*, v.1. Jaguariúna, Embrapa, p.17–60

MOUTIA, Y.; SAUMTALLY, S. Detection from soil and distribution of *Ceratocystis paradoxa* Moreau, casual agente of the pineapple disease of sugarcane. In ANNUAL MEETING OF AGRICULTURAL SCIENTISTS, 4., 1999, Reudit. **Proceedings...** Reudit: AMAS, 1999. P. 75-82.

ORTÍZ-CASTRO, R.; VALENCIA-CANTERO, E.; LÓPEZ-BUCIO, J. Plant growth promotion by *Bacillus megaterium* involves cytokinin signaling. **Plant Signal Behavior**, v.3, p.263–265, 2008.

PEREZ-GARCIA, A.; ROMERO, D.; VICENTE, A. Plant protection and growth stimulation by microorganisms: biotechnological applications of Bacilli in agriculture. **Current opinion in biotechnology**, Amsterdam, v. 22, p. 187-193, 2010.

RAHMAN, M.; MONDAL, R.I. **Agricultural research priority: vision- 2030 and beyond; crops: cereals other than rice, sugarcane and jute**. Disponível em: <http://www.barc.gov.bd/documents/Final-%20Dr.%20Matiur.pdf>.

SCHIPPERS, B. Prospects for management of natural suppressiveness to control soilborne pathogens. In: Tjamos, E. C., Papavizas, G. C., Cook, R. J. (eds.). **Biological Control of Plant Diseases, Progress and Challenges for the Future**. New York: Plenum Press, Vol. 230, p. 21-34. 1992

SEGATO, S.V.; PINTO, A.S.; JENDIROBA, E.; NÓBREGA, J.C.M. (Ed.). **Atualização em produção de cana-de-açúcar**. Piracicaba: CP 2, 2006. 415p.

SRIVASTAVA, R.; KHALID, A.; SINGH, U.S.; SHARMA, A.K. Evaluation of arbuscular mycorrhizal fungus, fluorescent *Pseudomonas* and *Trichoderma harzianum* formulation against *Fusarium oxysporum* f. sp. *lycopersici* for the management of tomato wilt. **Biological Control**, v.53, p.24-31, 2010.

SUNDARA, B.; NATARAJAN, V.; HARI, K. Influence of phosphorus solubilizing bacteria on the changes in soil available phosphorus and sugarcane and sugar yields. **Field Crops Research**, Coimbatore, India, v. 77, p. 43-49, 2002.

TOKESHI, H. Doenças da cana-de-açúcar. In: GALLI, F (Coord.). **Manual de fitopatologia: doenças das plantas cultivadas**. 4. Ed. São Paulo: Agronômica Ceres, 1980. V. 2, p. 141-206.

TOKESHI, H.; RAGO, A.M. Doenças da cana-de-açúcar. In: KIMAT, H.; (Coord.). **Manual de fitopatologia: doenças das plantas cultivadas**. 4. ed. São Paulo: Agronômica Ceres, 2005. V. 2, p. 185-196.

TSAHOURIDOU, P. C.; THANASSOULOPOULOS, C. C. Proliferation of *Trichoderma koningii* in tomato rhizosphere and the suppression of damping-off by *Sclerotium rolfsii*. **Soil Biology & Biochemistry**, Elmsford, NY, v. 34, p. 767 – 776, 2001.

ÚNICA: **UNIÃO DA INDÚSTRIA DE CANA-DE-AÇÚCAR**. Disponível em: <http://www.unicadata.com.br> (2017).

WISMER, C.A. Pineapple disease. In: MARTIN, J.P.; HUGHES, C.G. (Ed.). **Sugarcane diseases of the world**. Amsterdam: Elsevier, 1961. P. 223-245.