

***Trichoderma* na promoção do desenvolvimento de plantas de *Paspalum regnellii* Mez**

***Trichoderma* in promotion of the development of plants of *Paspalum regnellii* Mez**

Gabriel Streck Bortolin^{1,*}, Maria Medianeira Saccol Wiethan², Rosana Taschetto Vey¹, João Carlos Pinto Oliveira³, Mauricio Marini Köpp³ e Antonio Carlos Ferreira da Silva⁴

¹ Programa de Pós-Graduação em Agrobiologia, Centro de Ciências Naturais e Exatas, Universidade Federal de Santa Maria (UFSM), Cidade Universitária, Avenida Roraima, n. 1000, CEP 97119-970, Santa Maria, Rio Grande do Sul, Brasil

² Departamento de Solos, Centro de Ciências Rurais, Universidade Federal de Santa Maria (UFSM), CEP 97119-970, Santa Maria, Rio Grande do Sul, Brasil

³ Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - Centro de Pesquisa de Pecuária dos Campos Sul Brasileiros (Embrapa CPPSul), CEP 96401-970, Bagé, Rio Grande do Sul, Brasil

⁴ Departamento de Biologia, Centro de Ciências Naturais e Exatas, Universidade Federal de Santa Maria (UFSM), CEP 97119-970, Santa Maria, Rio Grande do Sul, Brasil
(*E-mail: gabrielbortolin91@gmail.com)

<https://doi.org/10.19084/RCA18114>

Recebido/received: 2018.04.18

Recebido em versão revista/received in revised form: 2018.07.25

Aceite/accepted: 2018.08.08

RESUMO

Este trabalho teve como objetivo investigar a capacidade de *Trichoderma harzianum* em promover a emergência e o desenvolvimento de plantas na fase vegetativa de *Paspalum regnellii*. Para este estudo, usou-se como fonte do agente biológico trichoderma o isolado ESALQ 1306 em crescentes concentrações de conídios viáveis kg⁻¹ de semente. As avaliações, divididas em dois ensaios, foram conduzidas em estufa de campo. Na primeira etapa avaliou-se a emergência das plântulas até o 27^o dia após a sementeira, bem como o desenvolvimento inicial das plantas através da avaliação da parte aérea e também das principais características radiculares. Na segunda etapa, verificou-se o desenvolvimento das plantas através da avaliação de morfogênese e da determinação do peso seco da parte aérea. Os resultados obtidos mostraram que o desenvolvimento da parte aérea e do sistema radicular de *P. regnellii* foi superior quando empregadas as concentrações de 20,0 e 30,0x10⁹ conídios viáveis de *T. harzianum* kg⁻¹ de semente em comparação ao tratamento testemunha. Sob as condições dos ensaios, não houve influência das concentrações de *T. harzianum* sobre a emergência de plântulas de *P. regnellii*.

Palavras-chave: Forrageira nativa, *Trichoderma harzianum*, produto biológico.

ABSTRACT

This work aimed to investigate the ability of *Trichoderma harzianum* to promote the emergence and development of plants in the vegetative phase of *Paspalum regnellii*. For this study, the source of the biological agent trichoderma was used the ESALQ 1306 strain in increasing concentrations of viable conidia kg⁻¹ of seed. The evaluations, divided into two trials, were conducted under greenhouse conditions. In the first stage the emergence of seedlings was evaluated until the 27th day after sowing, as well as the initial development of the plants through the evaluation of the aerial part and also the main root characteristics. In the second stage, the development of the plants was verified through the evaluation of morphogenesis and determination of the dry mass of the aerial part. The results showed that the development of the aerial part and the root system of *P. regnellii* were superior when the concentrations of 20.0 and 30.0x10⁹ viable conidia of *T. harzianum* kg⁻¹ of seed were used in comparison to the control treatment. Under the tested conditions, there was no influence of *T. harzianum* concentrations on the emergence of *P. regnellii* seedlings.

Keywords: Native forage, *Trichoderma harzianum*, biological product.

INTRODUÇÃO

O gênero *Paspalum* L. ocupa um lugar de destaque em praticamente todas as comunidades herbáceas de distintos ecossistemas no sul das Américas. É caracterizado por englobar um grande número de espécies nativas com elevado valor forrageiro e potencial para melhoramento genético necessário ao estabelecimento de pastagens naturais (Novo *et al.*, 2016; Steiner *et al.*, 2017). Uma das espécies com potencial forrageiro é o táxone *Paspalum regnellii*, descrito por Mez em 1917 e citado por Coradin *et al.* (2011), dado que é perene, cespitoso, podendo atingir mais de 100 cm de altura em crescimento livre. De acordo com Primavesi *et al.* (2008), a produção de biomassa é excelente em ambientes melhorados, com destaque para a correção da fertilidade do solo e o uso da irrigação. Além disso, possui boa resistência ao ensombramento, característica que a torna uma espécie recomendada para sistemas silvopastoris (Barro *et al.*, 2012).

Na instalação adequada de uma espécie forrageira nativa é fundamental o emprego do tratamento das sementes visando a manutenção da sua qualidade em condições de campo. No entanto, são insuficientes os estudos sobre as sementes de um grande número de espécies do gênero *Paspalum*, particularmente no que diz respeito à produção, benefício e recomendações para o processo de sementeira (Verzignassi *et al.*, 2008).

Avaliado como uma eficiente ferramenta no tratamento de sementes de diversas culturas, o uso de produtos biológicos apresenta-se como uma tecnologia alternativa no desenvolvimento da agricultura sustentável, uma vez que, além de combater a ação de agentes patogênicos, promove o desenvolvimento de plantas e ao mesmo tempo reduz o uso excessivo de produtos químicos (Machado *et al.*, 2012). De acordo com Benítez *et al.* (2004) entre os principais benefícios proporcionados pela aplicação de produtos biológicos pode-se destacar a proteção contra patógenos, o aumento da taxa de germinação das sementes, a promoção do crescimento e aumento do rendimento das plantas.

Empregados como inoculante em diversas culturas agrícolas, os fungos do gênero *Trichoderma* spp. são

considerados microrganismos de vida livre e estão entre os agentes de biocontrole mais estudados e conhecidos no mundo (Verma *et al.*, 2007). Os fungos deste gênero são considerados naturais do solo, com desenvolvimento em solos orgânicos, podendo viver saprofiticamente ou parasitando outros fungos (Melo, 1998). Apresentam espécies economicamente importantes por sua atuação no controle biológico além de apresentarem capacidade de produzir antibióticos e enzimas, bem como a produção metabólica com atividades análogas às hormonas vegetais (Hoyos-Carvajal *et al.*, 2009). De acordo com Almança (2005), os fungos deste gênero, além de possuírem potencial como biocontroladores e promotores de crescimento vegetal, têm a capacidade de mostrarem competência rizosférica, quando próximo das raízes das plantas. Segundo Harman *et al.* (2004), podem ser utilizados como formulados em biopesticidas, biofertilizantes e inoculantes de solo.

Segundo Altomar e Tringovska (2011), isolados de *Trichoderma harzianum* são capazes de gerar benefícios nos processos de germinação e no crescimento inicial de plantas através do tratamento da semente e de sua aplicação no solo. De acordo com Machado *et al.* (2012), diversos trabalhos recentes relatam os benefícios de trichoderma na promoção da germinação, no crescimento e na produtividade em diversas culturas com importância agrônômica.

A partir deste contexto, este trabalho teve como objetivo avaliar o efeito do tratamento das sementes com *Trichoderma harzianum*, componente da formulação de um produto biológico, na emergência de plântulas e no desenvolvimento da parte aérea e do sistema radicular de plantas *P. regnellii*.

MATERIAL E MÉTODOS

As sementes de *P. regnellii* utilizadas neste trabalho foram coletadas de plantas pertencentes ao acesso BRA-007382 localizadas em área experimental no município de Bagé, RS-Brasil. Como fonte do agente biológico trichoderma foi utilizado o produto biológico Trichodermil 1306 SC®, composto pelo isolado ESALQ 1306 na concentração 2x10⁹ conídios

viáveis mL⁻¹, tendo sido fornecido pela empresa Kopert do Brasil LTDA.

Previamente à instalação do ensaio em estufa de campo, realizou-se a determinação dos tratamentos através da inoculação das sementes de *P. regnellii* com as seguintes doses do produto biológico: 0.0; 10.0; 20.0; 30.0 e 40.0x10⁹ conídios viáveis kg⁻¹ de semente. O tratamento das sementes foi realizado de acordo com metodologia recomendada por Nunes (2005), em que as doses dos produtos foram aplicadas diretamente no fundo de um saco de plástico transparente, com altura de 15 cm, onde logo após foram depositadas as sementes. Após o processo de inoculação, fez-se a instalação de dois ensaios em casa de vegetação:

I Ensaio - Emergência e desenvolvimento inicial de P. regnellii: As sementes inoculadas com as doses crescentes dos produtos biológicos foram semeadas a uma profundidade de 0,5 cm em vasos com capacidades de um litro compostos por substrato comercial da marca Plantmax®. Previamente à sementeira fez-se a determinação da humidade dos vasos, sendo esta mantida durante as avaliações em 70% da capacidade de campo. O experimento foi disposto em delineamento inteiramente casualizado, com quatro repetições com 50 sementes cada, totalizando 200 sementes por tratamento.

Aos vinte e sete dias após a sementeira, fez-se a contabilização da emergência de *P. regnellii*, com contagens de plântulas emergidas a cada dois dias a partir da instalação do teste, sendo os resultados expressos em percentagem. Conjuntamente com o teste de emergência, fez-se a determinação do índice de velocidade de emergência (IVE), calculado com o auxílio da fórmula proposta por Maguire (1962):

$$IVE = E1/N1 + E2/N2 + \dots En / Nn$$

onde E1, E2, En = número de plântulas emergidas na primeira, segunda e até a última contagem e N1, N2, Nn = número de dias desde a primeira, segunda e até a última contagem realizada.

Após a contabilização final de emergência, foi realizado um desbaste, permanecendo após este processo três plantas por vaso. Aos 40 dias após

a sementeira fez-se a determinação das variáveis peso fresco e seco da parte aérea. Para esta avaliação, as plantas foram cortadas na altura do colo e em seguida procedeu-se à pesagem da parte aérea em balança de precisão 0.001 g. Em seguida, os materiais provenientes da parte aérea foram acondicionados em envelopes de papel, devidamente identificados e levados para estufa de secagem com sistema de ventilação forçada, a temperatura de 65°C. Após atingirem o peso constante fez-se a pesagem novamente para determinação do peso seco.

Para a avaliação do sistema radicular, procedeu-se à aquisição da imagem do sistema radicular de cada planta com um *scanner*, sendo que as imagens obtidas foram analisadas com o auxílio do software WinRHIZO Pro 2013, onde foram quantificadas as características de morfologia radicular área de superfície total (cm²), volume total (cm³) e número de raízes finas com até 0,6 mm de diâmetro.

II Ensaio - Desenvolvimento de plantas de P. regnellii: As sementes inoculadas foram semeadas a uma profundidade de 0.5 cm em vasos com capacidades de quatro litros, compostos por substrato comercial da marca Plantmax®. Previamente à sementeira, fez-se a determinação da humidade dos vasos, sendo esta mantida em 70% da capacidade de campo. O experimento foi disposto em delineamento inteiramente casualizado, com quatro repetições contendo 30 sementes cada, totalizando 120 sementes por tratamento. Efetuou-se um desbaste aos quinze dias após a sementeira, permanecendo após este processo três plantas por vaso.

A avaliação das características morfogênicas das plantas foi iniciada aos 30 dias após a sementeira, onde para cada tratamento foram estabelecidas quatro repetições compostas por três perfílios cada. O monitoramento dos perfílios foi realizado duas vezes por semana com auxílio de uma régua milimétrica, onde foram calculadas as taxas de aparecimento de folhas (TApF, folhas/perfilho. dia), filocrono (intervalo de tempo necessário para a emissão de folhas consecutivas) e taxa de alongamento do colmo (TAIC, cm/perfilho. dia) (Chapman e Lemaire, 1993). A avaliação das características morfogênicas foi efetuada em um período de trinta dias, totalizando oito observações.

Aos dez dias após o encerramento da avaliação de morfogênese foram determinadas as variáveis peso fresco e seco da parte aérea das plantas. Para esta avaliação, as plantas foram cortadas na altura do colo e em seguida pesadas em balança de precisão 0.001 g. Após este processo, estes materiais foram acondicionados em envelopes de papel e levados para estufa de secagem com sistema de ventilação forçada, a temperatura de 65°C. Após atingirem o peso constante foi feito a pesagem novamente para determinação do peso seco.

Na análise estatística, a análise de variância (ANOVA) foi utilizada para identificar diferenças entre tratamentos e, quando necessário, o teste de Tukey a 5% de probabilidade foi utilizado para comparar diferenças entre médias. Regressões polinomiais foram ajustadas para as variáveis agrônômicas avaliadas, com auxílio do programa estatístico BioEstat 5.0 (Ayres *et al.*, 2007).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os valores obtidos em estufa de campo aos 27 dias após a sementeira permitem constatar que as concentrações do isolado ESALQ 1306 de *T. harzianum* utilizadas nas condições deste estudo não proporcionaram valores de percentagem de emergência diferentes estatisticamente dos valores obtidos no tratamento em que não foi empregado o uso do agente biológico (Figura 1A). De maneira semelhante, as doses avaliadas não ocasionaram alteração significativa dos valores obtidos para o

índice de velocidade de emergência em comparação ao valor obtido no tratamento testemunha (Figura 1B).

Apesar de promover o desenvolvimento de plantas durante seu ciclo, estudos apontam que os efeitos do bioagente trichoderma sobre o processo de emergência pode não ser significativo. Resultados semelhantes ao obtido neste estudo também foram encontrados por Martini *et al.* (2014) na cultura do arroz, onde os autores verificaram que a percentagem de germinação não foi influenciada pelo tratamento das sementes com diferentes isolados do fungo trichoderma. Da mesma forma, Ethur *et al.* (2008) observaram que isolados de *T. harzianum* não provocaram diferença significativa nas percentagens de germinação e de emergência na cultura do tomateiro.

Em contraste aos valores obtidos neste estudo, há um número considerável de trabalhos que comprovam os benefícios de trichoderma na etapa de emergência de plantas em diversas culturas. No estudo de Menezes (1992), o tratamento das sementes com trichoderma promoveu um incremento na percentagem de germinação e no crescimento e desenvolvimento de plantas de feijão, bem como um maior índice de velocidade de germinação em plantas de soja. Resultados semelhantes foram obtidos por Hassan *et al.* (2014), onde a utilização de *Trichoderma viride* na concentração 6×10^1 conídios viáveis, melhorou significativamente a germinação de sementes de *Striga hermonthica* em relação ao controle. Segundo Melo (1996), os benefícios proporcionados por

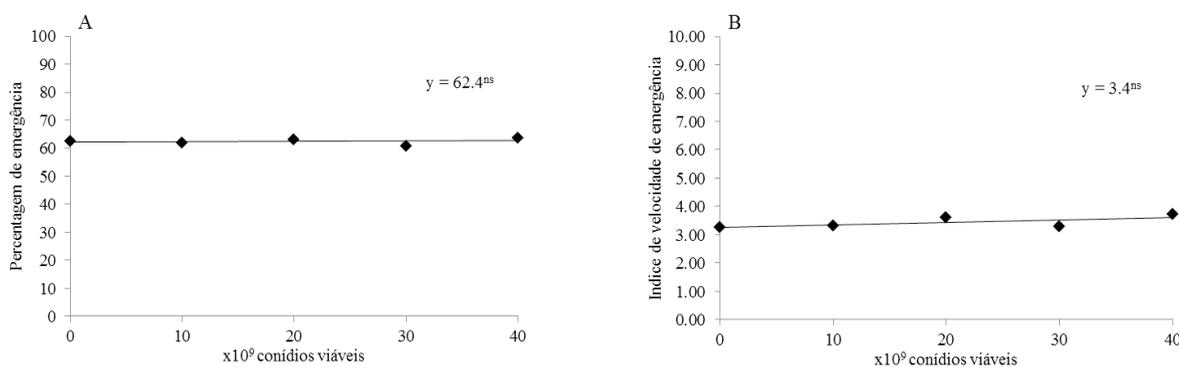


Figura 1 - Valores de percentagem de emergência (A) e índice de velocidade de emergência (B) de plântulas de *Paspalum regnellii* aos 27 dias após a sementeira provenientes de sementes tratadas com as concentrações 0.0; 10.0; 20.0; 30.0 e 40.0x10⁹ conídios viáveis do isolado de *Trichoderma harzianum* ESALQ 1306 kg⁻¹ de semente.

trichoderma no processo de germinação e emergência de plantas encontram-se relacionados com a capacidade deste fungo em produzir hormonas e vitaminas, bem como pela conversão de materiais úteis à planta.

Apesar de não exercer influência sobre as variáveis percentagem e velocidade de emergência, os resultados obtidos na avaliação do desenvolvimento inicial de *P. regnellii* (Figura 2) permitem constatar que as concentrações do isolado ESALQ 1306 do agente biológico trichoderma ocasionaram

um acréscimo significativo do peso fresco e seco da parte aérea aos 40 dias após a sementeira (Figura 2A; B). Observa-se a partir da análise de regressão um ajuste significativo do modelo polinomial de segunda ordem para as duas variáveis. Os resultados obtidos permitem verificar um aumento do desenvolvimento da parte aérea até a concentração de 30×10^9 conídios viáveis kg^{-1} de sementes. A promoção do desenvolvimento inicial de plântulas a partir do tratamento das sementes com trichoderma é frequentemente constatada em espécies de interesse agrônomico.

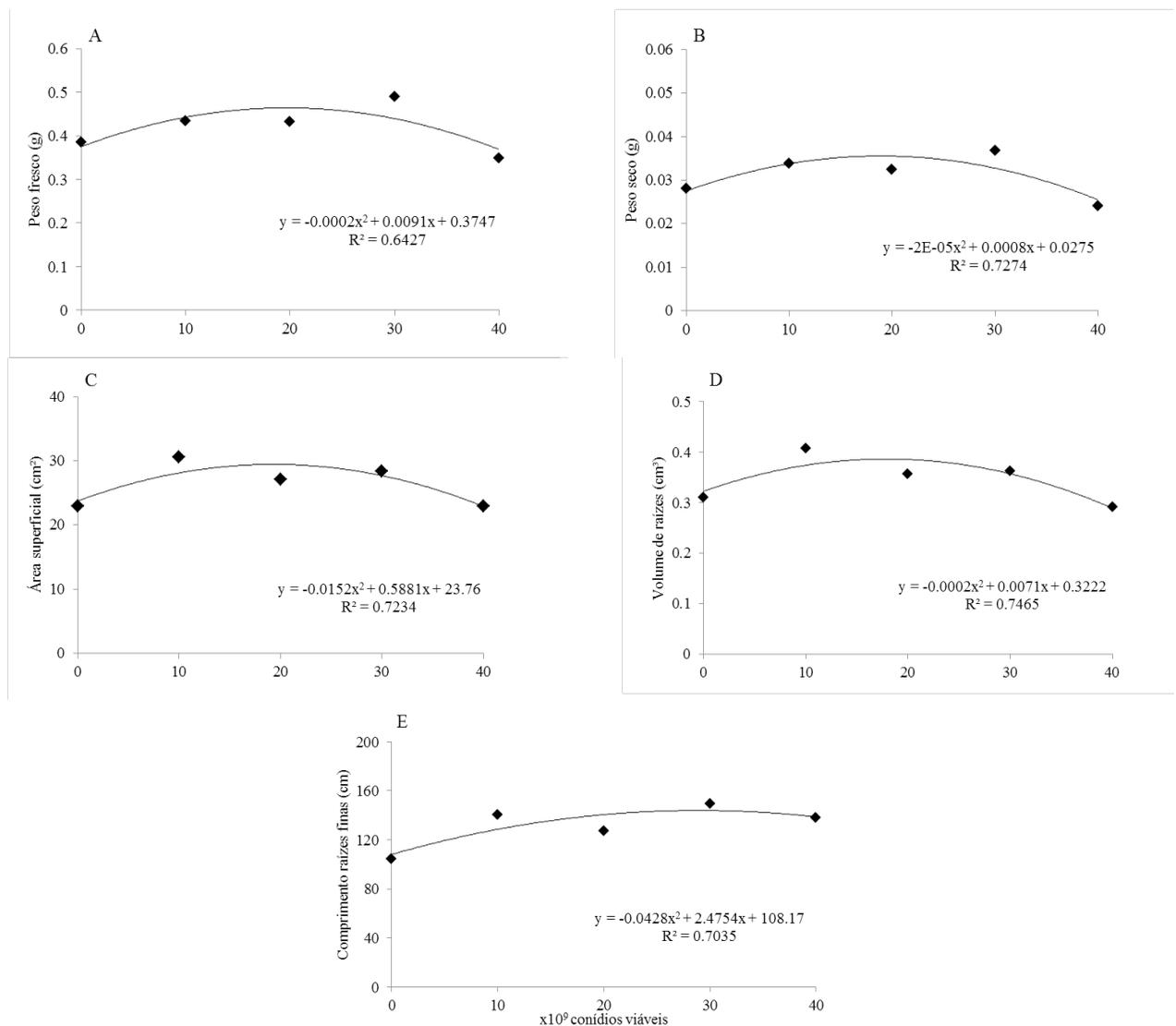


Figura 2 - Valores de peso fresco (A) e seco (B) de parte aérea, área superficial (C), volume (D) e comprimento de raízes finas raiz (E) do sistema radicular de plantas de *Paspalum regnellii* aos 40 dias após a sementeira provenientes de sementes tratadas com as concentrações 0.0; 10.0; 20.0; 30.0 e 40.0 $\times 10^9$ conídios viáveis do isolado de *Trichoderma harzianum* ESALQ 1306 kg^{-1} de semente.

Harman *et al.* (2004) observaram que plântulas de milho provenientes de sementes inoculadas com o fungo trichoderma mostraram maior produção de biomassa aos dez dias após a emergência e, após terem o solo infestado com o fungo fitopatogênico *Colletotrichum graminicola*, não foram afetadas com os sintomas severos das doenças. Segundo Benítez *et al.* (2004), as razões para o aumento do desenvolvimento e o conseqüente aumento do rendimento da planta a partir do tratamento das sementes com trichoderma se deve principalmente ao fato da produção de fitohormonas por este agente biológico, favorecendo desta forma as atividades metabólicas que envolvem o crescimento, gerando um maior aproveitamento dos recursos disponíveis.

Tendência semelhante ao obtido no desenvolvimento aéreo foi observado para as variáveis radiculares comprimento total, volume e comprimento de raízes finas (Figura 2C; D; E). Importante ferramenta para o conhecimento da influência dos tratamentos aplicados, as variáveis radiculares obtidas através do software WinRHIZO Pro 2013 permitem uma melhor caracterização da condição do sistema. Observa-se através dos valores obtidos um ajuste significativo do modelo polinomial de segunda ordem para as três variáveis radiculares avaliadas. É possível constatar também que, de forma semelhante ao obtido para os valores de peso fresco e seco da parte aérea, as características radiculares avaliadas apresentaram desenvolvimento superior até a concentração de 30×10^9 conídios viáveis kg^{-1} de sementes.

Benefícios gerados pelo bioagente trichoderma ao sistema radicular de plantas também foram observados por Resende *et al.* (2004), que constataram uma maior acumulação de matéria seca do sistema radicular em plantas de milho provenientes de sementes inoculadas com trichoderma. Da mesma forma, Chacón *et al.* (2007) verificaram que plantas de tomate inoculadas com *T. harzianum* apresentaram aumento da proliferação de raízes e conseqüente aumento na massa foliar das plantas. Contreras-Cornejo *et al.* (2009) observaram que sementes de *Arabidopsis thaliana* inoculadas com *T. virens* e *Trichoderma atroviride* apresentaram uma maior concentração de auxina em plantas, inferindo em aumento da produção de

biomassa e estimulação do desenvolvimento das raízes laterais de menor diâmetro.

De acordo com Benítez *et al.* (2004), a promoção do desenvolvimento do sistema radicular pelo tratamento das sementes com trichoderma ocorre devido à capacidade do fungo em aumentar a superfície total do sistema radicular, possibilitando um maior acesso aos elementos minerais. Em trabalho semelhante, Osiewacz (2002) verificou que estirpes deste fungo são capazes de produzir moléculas de citocinina e giberelina, sendo que a produção controlada destes compostos pode melhorar o desenvolvimento da planta.

Os valores obtidos para o peso de parte aérea e características do sistema radicular (Figura 2) permitem constatar que o tratamento composto pela dose superior a 30×10^9 conídios viáveis do isolado ESALQ 1306 de *T. harzianum* promoveu um decréscimo no desenvolvimento das plantas em comparação aos resultados encontrados em doses inferiores. Observa-se que os valores de peso seco e de desenvolvimento radicular obtidos na concentração superior são estatisticamente semelhantes aos obtidos no tratamento em que não houve a aplicação do agente biológico. Este comportamento em altas concentrações pode estar ligado a um processo conhecido por autoinibição, que segundo Hjeljord e Tronsmo (2003), ocorre quando um alto número de propágulos é aplicado tanto no solo como no tratamento de sementes. Segundo os mesmos autores, esta condição tende a ocasionar uma elevada competição e a conseqüente inibição da germinação dos próprios conídios do bioagente, reduzindo consideravelmente sua capacidade como promotor de crescimento.

As características morfogênicas de plantas de *P. regnellii* (Figura 3) avaliadas no segundo ensaio permitem constatar que as crescentes concentrações do bioagente trichoderma incrementaram o desenvolvimento das plantas de *P. regnellii* de maneira semelhante à encontrada no primeiro ensaio, tendo a análise de regressão uma resposta quadrática para todas as variáveis morfogênicas avaliadas. É possível aferir que o isolado ESALQ 1306 de *T. harzianum* proporcionou um aumento crescente das taxas de aparecimento de folhas (Figura 3A), bem como uma significativa redução no filocrono (Tempo necessário para o

surgimento de uma folha) (Figura 3B) em doses até 30×10^9 conídios viáveis kg^{-1} de semente. No entanto, de forma semelhante à observada na primeira etapa, a concentração com o maior número de conídios viáveis (40×10^9) ocasionou uma redução significativa do desenvolvimento das plantas de *P. regnellii* em comparação com as concentrações inferiores, o que ocasionou a obtenção de valores semelhantes aos encontrados no tratamento em que não houve uso do agente biológico.

Concordando com os valores obtidos neste trabalho, resultados envolvendo a promoção do desenvolvimento de plantas por trichoderma também foram obtidos por Salas-Marina *et al.* (2011), onde estes autores verificaram que a aplicação de *T. atroviride* em raiz de *Arabidopsis* promoveu um incremento da área foliar, assim como um maior desenvolvimento da planta. De forma semelhante, Inbar *et al.* (1994), observaram que o isolado T203 de *T. harzianum* proporcionou um aumento de 96% de área foliar em plântulas de pepino cultivadas

em substrato tratado. Na identificação dos principais mecanismos responsáveis pelo sucesso da interação entre planta e trichoderma, estudos apontam que a promoção do desenvolvimento das plantas está relacionada com as modificações no padrão de expressão de proteínas do metabolismo vegetal durante o processo de interação. Ao analisar o proteoma da interação pepino e *Trichoderma asperellum*, Shores e Harman (2008) observaram que genes e proteínas envolvidas no metabolismo energético e fotossíntese tiveram aumento de expressão, sugerindo o aumento do crescimento da planta.

Além do aumento na taxa de expansão de folhas, observa-se que um aumento significativo na taxa de alongamento diário do colmo (Figura 3C) em plantas de *P. regnellii* provenientes de sementes tratadas em concentrações de até 20×10^9 conídios viáveis do agente biológico trichoderma. Valores semelhantes aos obtidos neste estudo foram constatados por Braga *et al.* (2003) na avaliação

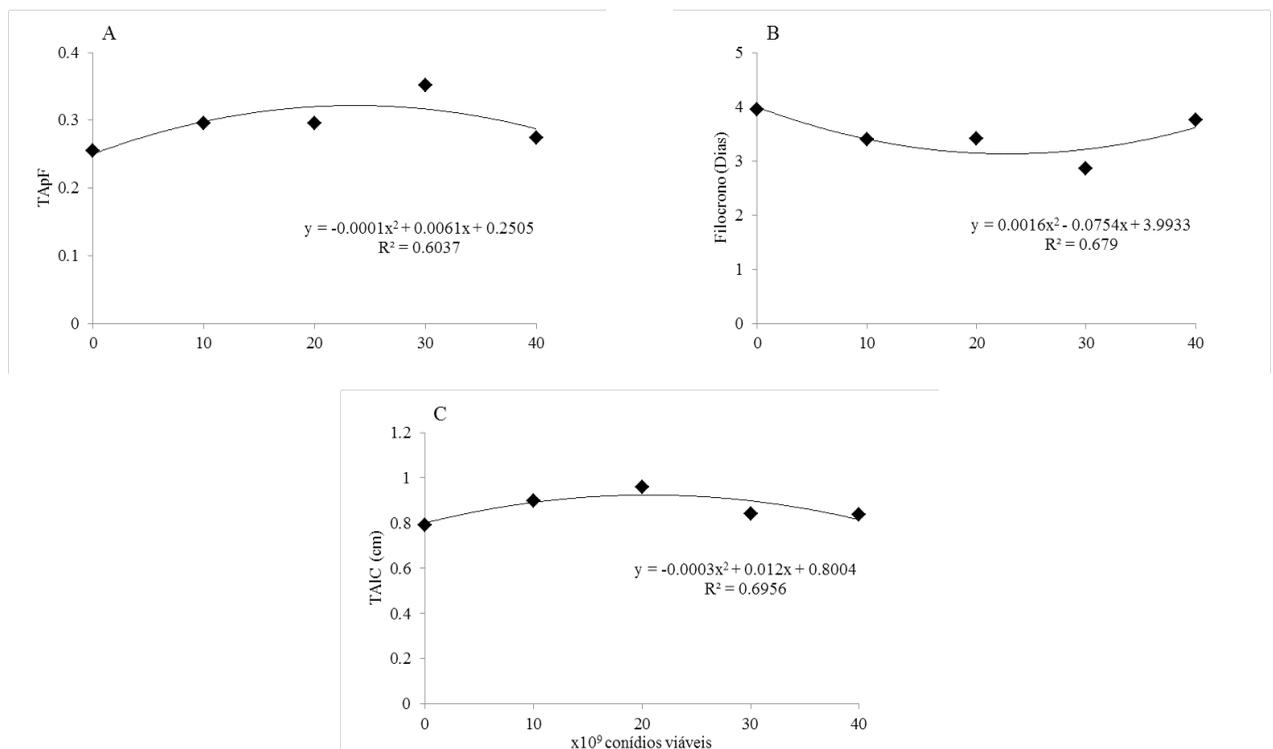


Figura 3 - Valores de taxas de aparecimento de folhas (TApF, folhas/perfilho.dia) (A), filocrono (Dias) (B) e taxa de alongamento do colmo (TAC, cm/perfilho.dia) (C) de plantas de *Paspalum regnellii* provenientes de sementes tratadas com as concentrações 0.0; 10.0; 20.0; 30.0 e 40.0×10^9 conídios viáveis do isolado de *Trichoderma harzianum* ESALQ 1306 kg^{-1} de semente.

do efeito do tratamento de sementes de feijão caupi com *T. harzianum*. Neste trabalho, os autores observaram que as sementes que foram tratadas com o bioagente geraram plantas com estatura superior, bem como maior taxa de crescimento em comparação as plantas provenientes do tratamento testemunha. Estudos envolvendo análises bioquímicas foram realizados com o objetivo de se justificar o maior alongamento do colmo de plantas na interação com o bioagente trichoderma. De acordo com o trabalho de Gravel *et al.* (2007), o crescimento em plantas de tomate que apresentam interação com trichoderma pode ser resultante da produção de ácido indolacético (AIA). Teale *et al.* (2006) afirmam que, entre os efeitos do AIA, destacam-se a iniciação de raízes laterais e adventícias, o estímulo à divisão celular, bem como o alongamento de raízes e colmos.

Corroborando com os valores observados através das características morfogênicas, observa-se que as variáveis peso seco e fresco (Figura 4) de parte aérea de plantas de *P. regnellii* aos 70 dias foram influenciadas pelas crescentes concentrações utilizadas do isolado ESALQ 1306 do agente biológico trichoderma. Pode-se considerar que, de maneira semelhante ao observado na produção de massa aos 40 dias após a emergência, houve um ajuste significativo do modelo polinomial de segunda ordem para as duas variáveis avaliadas.

Os resultados obtidos mostram que houve um incremento significativo no peso fresco e seco de

P. regnellii com a aplicação da concentração de até 20×10^9 conídios viáveis. Estudando os benefícios na planta gerados por trichoderma, Harman *et al.* (2012) afirmam que esta interação causa alterações na arquitetura do sistema radicular, possibilitando uma aumento da sua área superficial, alterando em consequência a fisiologia da planta e resultando num conjunto de benefícios como a resistência a agentes patogênicos e eficiência fotossintética. Resultados semelhantes aos observados neste trabalho foram encontrados por Datnoff e Pernezny (2001), onde estes autores constataram que o fungo trichoderma promoveu o aumento da percentagem de crescimento, espessura do caule, área foliar, peso fresco e seco de plantas de tomate em estufa de campo.

Apesar de ter ocasionado um desenvolvimento superior das plantas aos 70 dias, observa-se que a produção de massa em concentrações superiores (30×10^9 ; 40×10^9) não respondeu de maneira semelhante ao observado nas menores concentrações. Observa-se nas duas etapas de avaliação que as elevadas concentrações do agente biológico foram inferiores às menores concentrações em termos de desenvolvimento da parte aérea e radicular de *P. regnellii*, podendo este resultado estar diretamente relacionado com o processo de auto-inibição, o qual é caracterizado por Hjeljord e Tronsmo (2003) como o processo em que a elevada competição entre estruturas do agente biológico ocasiona a redução no número de conídios viáveis.

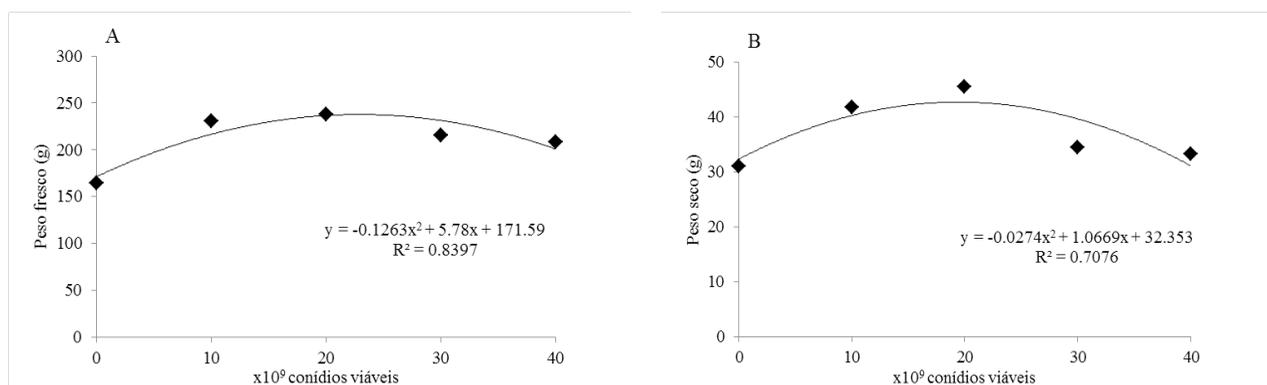


Figura 4 - Valores de peso fresco (A) e seco (B) de plantas de *Paspalum regnellii* aos 70 dias após a emergência provenientes de sementes tratadas com as concentrações 0.0; 10.0; 20.0; 30.0 e 40.0x10⁹ conídios viáveis do isolado de *Trichoderma harzianum* ESALQ 1306 kg⁻¹ de semente.

CONCLUSÕES

Concentrações de até 40×10^9 do isolado ESALQ 1306 de *Trichoderma harzianum* não influenciaram o processo de emergência de plântulas de *P. regnellii*.

O agente biológico avaliado promoveu um maior desenvolvimento da parte aérea e radicular de *P. regnellii* nas duas etapas de avaliação (aos 40 e 70 dias), sendo que os maiores benefícios foram observados na concentração de 30×10^9 do isolado ESALQ 1306 de *Trichoderma harzianum*.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Almança, M.A.K. (2005) – *Trichoderma* sp. no controle de doenças e na promoção do crescimento de plantas de arroz. Tese de Doutorado. Porto Alegre, Universidade Federal do Rio Grande do Sul. 81 p.
- Altomar, C. & Tringovska, I. (2011) - Beneficial soil microorganisms, an ecological alternative for soil fertility management. In: Lichtfouse, E. (Ed.) - *Genetics, biofuels and local farming systems*. Heidelberg, Springer, p. 161-214.
- Ayres, M.; Ayres, M.J.R.; Ayres, D.L. & Santos, S.A. (2007) - *BioEstat 5.0: aplicações estatísticas nas áreas das ciências biológicas e médicas*. 5ª ed. Belém, Sociedade Civil Mimirauá, 364 p.
- Barro, R.S.; Varella, A.C.; Lemaire, G.; Medeiros, R.B. de; Saibro, J.C. de; Nabinger, C.; Bangel, F.V. & Carassai, I.J. (2012) - Forage yield and nitrogen nutrition dynamics of warm-season native forage genotypes under two shading levels and in full sunlight. *Revista Brasileira de Zootecnia*, vol. 41, n. 7, p. 1589-1597. <http://dx.doi.org/10.1590/S1516-35982012000700006>
- Benítez, T.; Rincón, A.M.; Limón, M.C. & Codon, A.C. (2004) - Biocontrol mechanisms of *Trichoderma* strains. *International Microbiology*, vol. 7, n. 4, p. 249-260.
- Braga, N.A.; Gomes Pessoa, M.N. & Teófilo, E.M. (2003) - Tratamento químico e biológico de sementes de caupi, *Vigna unguiculata* (L.) Walp. visando o controle de *Macrophomina phaseolina* (Tass.) Goid. *Ciência Agrônômica*, vol. 34, n. 2, p. 193-199.
- Chacón, M.R.; Rodríguez Galán, O.; Benítez Fernández, C.T.; Sousa, S.; Rey, M.; Llobell González, A. & Delgado Jarana, J. (2007) - Microscopic and transcriptome analyses of early colonization of tomato roots by *Trichoderma harzianum*. *International Microbiology*, vol. 10, n. 1, p. 19-27.
- Chapman, D.F. & Lemaire, G. (1993) - Morphogenetic and structural determinants of plant regrowth after defoliation. In: Baker, M.J. (Ed.) - *Grasslands for Our World*. Wellington, SIR Publishing, p. 55-64.
- Contreras-Cornejo, H.A.; Macías-Rodríguez, L.; Cortés-Penagos, C. & López-Bucio, J. (2009) - *Trichoderma virens*, a plant beneficial fungus, enhances biomass production and promotes lateral root growth through an auxin-dependent mechanism in *Arabidopsis*. *Plant Physiology*, vol. 149, n. 3, p. 1579-1592. <https://doi.org/10.1104/pp.108.130369>
- Coradin, L.; Siminski, A. & Reis, A. (2011) - *Espécies nativas da flora brasileira de valor econômico atual ou potencial: plantas para o futuro - Região Sul*. Ministério do Meio Ambiente, 936 p. [cit. 2017-02-20]. http://www.mma.gov.br/estruturas/sbf2008_dcbio/_ebooks/regiao_sul/Regiao_Sul.pdf
- Datnoff, L.E. & Pernezny, K. L. (2001) - *Paenibacillus macerans* and *Trichoderma harzianum* enhance transplant growth and suppress fusarium crown and root rot in Florida tomato production. In: *Karibbean division meeting*, La Habana, Cuba. Publication p. 2002-2025.
- Ethur, L.Z.; Blume, E.; Muniz, M.F.B.; Antonioli, Z.I.; Nicolini, C.; Milanesi, P. & de Oliveira Fortes, F. (2008) - Presença dos gêneros *Trichoderma* e *Fusarium* em solo rizosférico e não rizosférico cultivado com tomateiro e pepineiro, em horta e estufa. *Ciência Rural*, vol. 38, n. 1, p. 19-26. <https://doi.org/10.1590/S0103-84782008000100004>
- Gravel, V.; Antoun, H. & Tweddell, R.J. (2007) - 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 and Biochemistry*, vol. 39, n. 8, p. 1968-1977. <https://doi.org/10.1016/j.soilbio.2007.02.015>

- Harman, G.E.; Howell, C.R.; Viterbo, A.; Chet, I. & Lorito, M. (2004) – *Trichoderma* species - Opportunistic, a virulent plant symbionts. *Nature Reviews Microbiology*, vol. 2, n. 1, p. 43-56. <http://dx.doi.org/10.1038/nrmicro797>
- Harman, G.E.; Herrera-Estrella, A.H.; Horwitz, B.A. & Lorito, M. (2012) - Special issue: *Trichoderma*—from basic biology to biotechnology. *Microbiology*, vol. 158, n. 1, p. 1-2. <http://dx.doi.org/10.1099/mic.0.056424-0>
- Hassan, M.M.; Daffalla, H.M.; Modwi, H.I.; Osman, M.G.; Ahmed, I.I; Gani, M.E.A. & Abdel El Gabar, E.B. (2014) - Effects of fungal strains on seeds germination of millet and *Striga hermonthica*. *Universal Journal of Agricultural Research*, vol. 2, n. 2, p. 83-88.
- Hjeljord, L.G. & Tronsmo, A. (2003) - Effect of germination initiation on competitive capacity of *Trichoderma atroviride* P1 conidia. *Phytopathology*, vol. 93, n. 12, p. 1593-1598. <http://dx.doi.org/10.1094/PHYTO.2003.93.12.1593>
- Hoyos-Carvajal, L.; Orduz, S. & Bissett, J. (2009) - Growth stimulation in bean (*Phaseolus vulgaris* L.) by *Trichoderma*. *Biological Control*, vol. 51, n. 3, p. 409-416. <https://doi.org/10.1016/j.biocontrol.2009.07.018>
- Inbar, J.; Abramsky, M.; Cohen, D. & Chet, I. (1994) - Plant growth enhancement and disease control by *Trichoderma harzianum* in vegetable seedlings grown under commercial conditions. *European Journal of Plant Pathology*, vol. 100, n. 5, p. 337-346. <https://doi.org/10.1007/BF01876444>
- Machado, D.F.M.; Parzianello, F.R.; Silva, A.C.F.; & Antonioli, Z.I. (2012) - *Trichoderma* no Brasil: O fungo e o bioagente. *Revista de Ciências Agrárias*, vol. 35, n. 1, p. 274-278.
- Maguire, J.D. (1962) - Speed of germination-aid in selection and evaluation for seedling emergence and vigor. *Crop Science*, vol. 2, n. 2, p. 176-177.
- Martini, B.L.; Ethur, L.Z. & Dorneles, K.R. (2014) - Influência de metabólitos secundários de *Trichoderma* spp. no desenvolvimento de fungos veiculados pelas sementes e na germinação de sementes de arroz. *Ciência e Natura*, vol. 36, n. 2, p. 86-91.
- Melo, I.S. (1996) - *Trichoderma* e *Gliocladium* como bioprotetores de plantas. *Revisão Anual de Patologia de Plantas*, vol. 4, n. 1, p. 261-295.
- Melo, I.S. (1998) - Agentes microbianos de controle de fungos fitopatogênicos. In: Melo, I.S. & Azevedo, J.L. (Eds.) - *Controle biológico*. Jaguariúna, Embrapa, p. 17-60.
- Menezes, M. (1992) - Avaliação de espécies de *Trichoderma* no tratamento de feijão e do solo, visando o controle de *Macrophomina phaseolina*. In: *Congresso Brasileiro de Fitopatologia*, Gramado. SBS, 1992. p. 159.
- Novo, P.E.; Valls, J.F.M.; Galdeano, F.; Honfi, A.I.; Espinoza, F. & Quarín, C.L. (2016) - Interspecific hybrids between *Paspalum plicatulum* and *P. oteroi*: A key tool for forage breeding. *Scientia Agricola*, vol. 73, n. 4, p. 356-362. <http://dx.doi.org/10.1590/0103-9016-2015-0218>
- Nunes, J.C. (2005) - *Tratamento de semente – qualidade e fatores que podem afetar a sua performance em laboratório*. Syngenta Proteção de Cultivos Ltda. 16 p.
- Osiewacz, H.D. (2002) - *Molecular biology of fungal development*. New York: CRC Press, 608 p.
- Primavesi, O.; Primavesi, A.C.; Batista, L.A.R. & Godoy, R. (2008) - Adubação e produção de *Paspalum* em dois níveis de fertilidade de latossolo vermelho-amarelo: Estabelecimento e manutenção. *Ciência e Agrotecnologia*, vol. 32, n. 1, p. 242-250. <http://dx.doi.org/10.1590/S1413-70542008000100035>
- Resende, M.L.; Oliveira, J.A.; Guimarães, R.M.; Von Pinho, R.G. & Vieira, A.R. (2004) - Inoculação de sementes de milho utilizando o *Trichoderma harzianum* como promotor de crescimento. *Ciência Agrotécnica*, vol. 28, n. 4, p. 793-798.
- Salas-Marina, M.A.; Silva-Flores, M.A.; Uresti-Rivera, E.E.; Castro-Longoria, E.; Herrera-Estrella, A. & Casas-Flores, S. (2011) - Colonization of *Arabidopsis* roots by *Trichoderma atroviride* promotes growth and enhances systemic disease resistance through jasmonic acid/ethylene and salicylic acid pathways. *European Journal of Plant Pathology*, vol. 131, n. 1, p. 15-26. <http://dx.doi.org/10.1007/s10658-011-9782-6>
- Shoresh, M. & Harman, G.E. (2008) - The molecular basis of shoot responses of maize seedlings to *Trichoderma harzianum* T22 inoculation of the root: a proteomic approach. *Plant Physiology*, vol. 147, n. 4, p. 2147-2163. <https://doi.org/10.1104/pp.108.123810>
- Steiner, M.G.; Dall'Agnol, M.; Nabinger, C.; Scheffer-Basso, S.M., Weiler, R.L.; Simioni, C. & Motta, E.A.D. (2017) - Forage potential of native ecotypes of *Paspalum notatum* and *P. guenoarum*. *Anais da Academia Brasileira de Ciências*, vol. 89, n. 3, p. 1753-1760. <http://dx.doi.org/10.1590/0001-3765201720160662>

- Teale, W.; Paponov, I. & Palme, K. (2006) - Auxin in action: signalling, transport and the control of plant growth and development. *Nature Reviews Molecular Cell Biology*, vol. 7, p. 847-859. <https://doi.org/10.1038/nrm2020>
- Verzignassi, J.R.; Ramos, A.K.B.; Andrade, C.M.S.; Freitas, E.M.; Léo, F.J.S.; Godoy, R.; Andrade, R.P. & Coelho, S.P. (2008) - *Tecnologia de Sementes de Forrageiras Tropicais: Demandas Estratégicas de Pesquisa*. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. [cit. 2017-02-20] 1ª ed. 17 p. <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/326562/1/Doc173.pdf>
- Verma, M.; Brar, S.K.; Tyagi, R.D.; Surampalli, R.Y. & Valero, J.R. (2007) - Antagonistic fungi *Trichoderma* spp.: Panoply of biological control. *Biochemical Engineering Journal*, vol. 37, n. 1, p. 1-20. <https://doi.org/10.1016/j.bej.2007.05.012>