

***Bacillus subtilis* E *Trichoderma* sp. NO INCREMENTO DA BIOMASSA EM PLANTAS DE SOJA, FEIJÃO-CAUPI, MILHO E ARROZ**

Lillian França Borges Chagas¹, Albert Lennon Lima Martins², Magno Rodrigues de Carvalho Filho³, Luciane de Oliveira Miller⁴, José Cláudio de Oliveira⁵, Alóisio Freitas Chagas Junior⁶

RESUMO:

Bactérias e fungos são capazes de promover o crescimento vegetal. Dessa forma, o presente trabalho teve como objetivo avaliar o efeito de *Bacillus subtilis* (UFT BS10) e *Trichoderma asperellum* (UFT 201), quanto ao incremento de biomassa em plantas de soja, arroz, feijão-caupi e milho em condições de casa de vegetação. Cada cultura foi plantada em vasos utilizando-se solo de área cultivada, caracterizado como Latossolo Vermelho Amarelo Distrófico. Os tratamentos foram inoculações simples e combinadas de *B. subtilis* e *T. asperellum* nas sementes e no solo, mais um tratamento testemunha sem inoculação. A estirpe de *Bacillus subtilis* foi inoculada nas sementes em quantidade de 200 mL para 50 kg de sementes, em concentração de 1×10^8 UFC mL⁻¹. *Trichoderma asperellum* UFT 201, cultivado em arroz, foi formulado com concentração mínima de 2×10^8 UFC g⁻¹, sendo utilizada a quantidade referente a 2 kg ha⁻¹ do inoculante, misturado ao solo antes do plantio. As avaliações foram aos 20 e 40 dias após a emergência das plantas (DAE). Para o cultivo da soja aos 20 DAE houve diferença significativa nos três tratamentos para MSPA e apenas efeito do *Trichoderma* sp. em MSR e MST. Aos 40 DAE todos os tratamentos foram superiores à testemunha. O feijão-caupi apresentou diferença significativa aos 20 DAE nos três tratamentos para MSPA, MSR e MST. Aos 40 DAE todos os tratamentos foram superiores à testemunha. No cultivo do arroz aos 20 DAE houve diferença significativa no tratamento com *Trichoderma* sp. para MSPA, efeito significativo dos três tratamentos em MSR e MST. Aos 40 DAE todos os tratamentos foram superiores à testemunha. Para o milho houve diferença significativa aos 20 DAE para os tratamentos com *B. subtilis* e *B. subtilis* + *T. asperellum* para MSPA e MST. Aos 40 DAE os três tratamentos diferiram estatisticamente da testemunha.

PALAVRAS-CHAVE: bactéria, crescimento vegetal, fungo, solo

***Bacillus subtilis* AND *Trichoderma* sp. IN BIOMASS INCREASE IN SOYBEAN, BEANS, COWPEA, CORN AND RICE PLANTS**

ABSTRACT:

Bacteria and fungi are able to promote plant growth. Given this, the objective of this work was to evaluate how *Bacillus* sp. (UFT BS10) and *Trichoderma* sp. (UFT 201) increase biomass in soybean, rice, cowpea and maize plants under greenhouse conditions. Each crop was planted in pots using soil from a cultivated area, characterized as dystrophic yellow-red latosol. The treatments consisted in simple and combined inoculations of *Bacillus* sp and *Trichoderma* sp. in

1 - Engenheira Agrônoma, Dsc. Produção Vegetal, Universidade Federal do Tocantins – UFT, Campus de Gurupi, Rua Badejós, Lote 7, Chácara 69/72, Zona Rural, CEP: 77402-970, Gurupi (TO), Brasil. lillianfbc@uft.edu.br

2 - Engenheiro Agrônomo, Msc. Produção Vegetal, Universidade Federal do Tocantins – UFT, Campus de Gurupi, Rua Badejós, Lote 7, Chácara 69/72, Zona Rural, CEP: 77402-970, Gurupi (TO), Brasil. albertlennon@gmail.com

3 - Biólogo, Dsc., Fitopatologia, JCO Fertilizantes e Bioprodutos, Rod. BR 242/020, Km 802, 8030, Chácara Candeia, Barreiras-BA, CEP: 47810-423, Barreiras (BA), Brasil. magnorcf@gmail.com

4 - Engenheira Agrônoma, Msc. Fitopatologia, JCO Fertilizantes e Bioprodutos, Rod. BR 242/020, Km 802, 8030, Chácara Candeia, Barreiras-BA, CEP: 47810-423, Barreiras (BA), Brasil. lucianeom@jcofertilizantes.com.br

5 - Engenheiro Agrônomo, JCO Fertilizantes e Bioprodutos, Rod. BR 242/020, Km 802, 8030, Chácara Candeia, Barreiras-BA, CEP: 47810-423, Barreiras (BA), Brasil. joseclaudio@jcofertilizantes.com.br

6 - Engenheiro Agrônomo, Dsc. Professor do curso de agronomia, Universidade Federal do Tocantins – UFT, Campus de Gurupi, Rua Badejós, Lote 7, Chácara 69/72, Zona Rural, CEP: 77402-970, Gurupi (TO), Brasil. chagasjraf@uft.edu.br

seeds and in the soil, and a control treatment without inoculation. The strain of *Bacillus subtilis* was inoculated directly into the seeds, in a quantity of 200 mL for 50 kg of seeds and with a concentration of 1×10^8 CFU mL⁻¹. *Trichoderma asperelum* UFT 201, cultivated in rice, was formulated with a minimum concentration of 2×10^8 CFU g⁻¹, using the amount of 2 kg per ha⁻¹ of the inoculant mixed with the soil before planting. The evaluations were conducted 20 and 40 days after emergence (DAE). For soybean at 20 DAE, there was a significant difference in the three treatments for dry weight of the aerial parts (DWAP) and only *Trichoderma* sp. presented an effect in dry mass of the root (DMR) and total (DMT). At 40 DAE, all treatments were superior to the control. The cowpea showed a significant difference at 20 DAE in three treatments for DWAP, DMR and DMT. At 40 DAE, all treatments were superior to the control. In rice at 20 DAE, there was a significant difference in the treatment with *Trichoderma* sp. for the DWAP and significant effect with three treatments at DMR and DMT. At 40 DAE, all treatments were superior to the control. For maize crop, there was a significant difference at 20 DAE for the treatments with *Bacillus* sp. and *Bacillus* sp. + *Trichoderma* sp. for the DWAP and DMT. And at 40 DAE, the three treatments differed statistically from the control.

KEYWORDS: bacteria, plant growth, fungus, soil

INTRODUÇÃO

A produção agropecuária brasileira é uma das maiores do mundo. Isso se deve não somente às características edafoclimáticas do país, mas também à utilização de tecnologias avançadas e à modernização da atividade rural. Porém, mesmo com a alta tecnificação da agricultura, grandes são as perdas devidas ao ataque de pragas e doenças, o que leva ao uso indiscriminado de produtos químicos, causando diversos problemas para o homem e para o meio ambiente (Praça et al., 2009).

Os microrganismos do solo são de fundamental importância na agricultura, e são responsáveis por diversas transformações químicas envolvidas no processo de ciclagem de nutrientes para as plantas, tendo como exemplos os microrganismos amonificantes, desnitrificantes e fixadores de nitrogênio (Sottero, 2003). A influência destes microrganismos sobre o desenvolvimento das plantas é ampla, incluindo os efeitos benéficos na germinação de sementes, emergência de plântulas, crescimento e produtividade de grãos (Lima, 2010).

A utilização de bactérias promotoras do crescimento de plantas (BPCPs), para o aumento da produção agrícola, será provavelmente uma das táticas mais importantes para a agricultura no mundo. Isso se deve à demanda emergente para a diminuição da dependência de fertilizantes químicos e a necessidade de desenvolvimento da agricultura sustentável (Moreira e Siqueira, 2006). A produção de inoculantes de baixo custo com rizobactérias promotoras de crescimento de plantas (RPCPs) é uma alternativa para diminuir os riscos ambientais causados pela utilização inadequada, e às vezes excessiva, de insumos e agrotóxicos, pois se concentra em aumentar a produção agrícola, em tornar o produto mais competitivo e diferenciado e, ainda, em diminuir os custos para o produtor (Coelho, et al., 2007).

Dentro do grupo das rizobactérias o gênero *Bacillus* tem se destacado como algumas das espécies de importância agrícola que desenvolvem ações benéficas às plantas (Araújo e Pedroso, 2013). Espécies do gênero *Bacillus* apresentam efeitos benéficos sobre a nodulação de leguminosas, pois atuam no controle biológico e promovem o aumento da produtividade das culturas, principalmente quando associado a outras práticas de manejo, tais como a adubação. Estas rizobactérias influenciam positivamente na germinação, no desenvolvimento e no rendimento de culturas agrícolas devido, também, à produção de substâncias promotoras de crescimento e melhoria na nutrição

das plantas, principalmente pela solubilização de fósforo (Lima, 2010).

Os fungos do gênero *Trichoderma* são de grande importância econômica para a agricultura, uma vez que são capazes de atuarem como agentes de controle de doenças de várias plantas cultivadas, promotores de crescimento e indutores de resistência de plantas a doenças (Santos et al., 2012). Estudos têm relatado o potencial na solubilização de fosfato (Kapri e Tewari, 2010; Chagas et al., 2015). Além disso, as espécies de *Trichoderma* estão sempre associadas à colonização de raiz e que muitas vezes proporcionam o aumento, o crescimento e o desenvolvimento das raízes de plantas, facilitando a absorção e utilização de nutrientes, seguido do aumento da resistência aos estresses abióticos e conseqüentemente, e da produtividade das culturas (Kapri e Tewari, 2010; Hannan et al., 2013; Chagas et al., 2015; Chagas et al., 2016).

Visando a busca por alternativas mais econômicas, porém eficientes e que não acarretem danos ao meio ambiente, esse trabalho teve como objetivo avaliar o efeito do uso de *Bacillus subtilis* estirpe UFT-Bs10 e *Trichoderma asperellum* UFT 201 como promotores de crescimento vegetal nas culturas de soja (*Glycine max*), feijão-caupi (*Vigna unguiculata*), arroz (*Oryza sativa*) e milho (*Zea mays* L.).

MATERIAL E MÉTODOS

O estudo foi conduzido em casa de vegetação na estação experimental da Universidade Federal do Tocantins, Campus Universitário de Gurupi, localizado na região sul do Estado do Tocantins (11°48'29 "S, 48°56'39" W, 280 m altitude), onde o clima predominante é do tipo Aw, segundo classificação climática de Rubel e Kottke (2010), e definido como equatorial e inverno seco.

O solo, coletado da camada 0-20 cm na área do experimento, foi encaminhado para o Laboratório de Solos da UFT para a realização de análise química e física do solo, conforme Embrapa (1997) e para análise da matéria orgânica por meio do processo de Walkley-Black (Jackson, 1958). O solo da área experimental foi classificado como um Latossolo Vermelho Amarelo Distrófico típico (Embrapa, 2006) com as seguintes características químicas: Ca+Mg 1,7 cmol/dm³; Ca 0,6 cmol/dm³; Mg 0,58 cmol/dm³; Al 0,35 cmol/dm³; H+Al 2,8 cmol/dm³; K 0,4 cmol/dm³; CTC (T) 3,85 cmol/dm³; SB 1,15 cmol/dm³; K 14,45 mg/dm³ (ppm); P (Mel) 0,29 mg/dm³ (PP); V 29,77%; M 28,1%; Mat. Org. 2,04% 20,37 g/dm³; pH CaCl₂ 5,58, H₂O 5,73.

Foram realizados quatro experimentos independentes com as culturas de milho (*Zea mays*), soja (*Glycine max*), feijão caupi (*Vigna unguiculata*) e arroz (*Oryza sativa*). Para a instalação dos experimentos foram utilizados 32 vasos para cada cultura, preenchidos com solo peneirado, em peneira de malha 5 mm. Foi feita a adubação de base de acordo com a exigência de cada cultura (Sousa e Lobato, 2004), e as fontes utilizadas foram ureia (N), cloreto de potássio (KCl). A adubação da soja foi feita utilizando 0,42 g de P para os 32 vasos e 1,27 g de K nos 32 vasos. No feijão-caupi foi utilizado 0,46 g de N para os 32 vasos, 0,37g de P para os 32 vasos, 0,85 g de K para os 32 vasos. Para o cultivo do arroz e do milho a adubação utilizada foi de 1,37 g de N nos 32 vasos, 0,42g de N para os 32 e vasos 1,27 g de K nos 32 vasos. Em todas as culturas, diluiu-se a adubação em 1,6 L de água e aplicados 50 ml em cada vaso.

Foram utilizados quatro tratamentos: T1, *Trichoderma asperellum* (UFT 201); T2, *Bacillus subtilis* UFT-Bs10; T3, *T. asperellum* (UFT 201) + *B. subtilis* (UFT-Bs10); e T4, Testemunha. O delineamento utilizado, em cada experimento, foi em blocos casualizados em experimentos independentes, com oito repetições.

A estirpe de *Bacillus subtilis* UFT-Bs10 foi inoculada diretamente nas sementes, das quatro espécies vegetais, no momento do plantio em uma quantidade de 200 mL para 50 kg de sementes, sendo feita a inoculação com uma suspensão de *B. subtilis* UFT-Bs10 cultivada em meio LB (Luria-Bertani) líquido por três dias de crescimento, tempo máximo para o crescimento bacteriano, sendo determinada a concentração em unidade formadora de colônia pelo método de diluição em série, apresentando concentração mínima de 1×10^8 UFC mL⁻¹.

A cepa de *Trichoderma asperellum* UFT 201, foi inicialmente cultivada em placa de petri contendo meio BDA (batata, dextrose e ágar) por 14 dias. Para preparo da fermentação sólida e produção do inoculante, discos de aproximadamente 6 mm foram transferidos para sacos contendo arroz esterilizados em autoclave por 1 hora a 121 °C e 1,5 atm, e cultivados por 14 dias em BDO. No dia do plantio, foi realizada a quantificação do inoculante, também pelo método de diluição em série, encontrando a concentração média de 2×10^8 UFC g⁻¹. Foi utilizado a quantidade referente a 2 kg por ha⁻¹ do inoculante, misturado ao solo antes do plantio.

Após a germinação foi feito o desbaste deixando uma planta por vaso na cultura do feijão caupi, soja e milho e duas plantas por vaso na cultura do arroz. Foram feitas duas

avaliações de biomassa, sendo quatro repetições para cada avaliação, uma aos 20 dias após a emergência das plantas (DAE) e a segunda aos 40 DAE. O material coletado foi lavado em água corrente e levado para secar em estufa a 65 °C para determinação da massa seca da parte aérea (MSPA), massa seca da raiz (MSR) e massa seca total (MST).

Os dados foram submetidos inicialmente a análise de variância e verificado que houve diferenças significativas entre os tratamentos pelo F da ANOVA ($p < 0,05$) procedeu o teste de comparação múltiplas de média, Duncan (5% de probabilidade) com auxílio do programa Assisat (Silva e Azevedo, 2006).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Tabela 1 são apresentados os resultados referentes à matéria seca da parte aérea (MSPA), matéria seca da raiz (MSR) massa seca total (MST) para a cultura do milho. Foi possível verificar que na primeira avaliação, aos 20 dias após a emergência (DAE), que os tratamentos com *Bacillus* e *Trichoderma* + *Bacillus*, foram superiores ($p < 0,05$) aos demais tratamentos para a MSPA e MST. Aos 40 DAE pode-se observar que para MSPA todos os tratamentos foram superiores ($p < 0,05$) a testemunha. Para massa seca da raiz (MSR) houve diferença significativa somente aos 40 DAE, sendo superiores para os tratamentos com *Bacillus* e *Trichoderma* inoculados separadamente. Para a massa seca total (MST), aos 20 DAE, os tratamentos com *Bacillus* e *Trichoderma* + *Bacillus* foram superiores ($p < 0,05$) aos demais. Já aos 40 DAE, os tratamentos com *Bacillus* e *Trichoderma* inoculados separadamente foram superiores ($p < 0,05$) (Tabela 1).

Lima et al., (2011), em trabalho avaliando inoculação das sementes com *Bacillus subtilis* observou que ocorreu maior desenvolvimento e aumentou a produtividade de grãos do milho. A inoculação de *Trichoderma* estimulou maior acúmulo de matéria seca em plantas de milho segundo Resende et al. (2004).

Para a cultura da soja, para a MSPA todos os tratamentos diferiram estatisticamente da testemunha para as duas épocas de avaliação, aos 20 e 40 DAE. Para MSR e MST, aos 20 DAE o tratamento com a inoculação simples com *Trichoderma* foi superior ($p < 0,05$) e aos 40 DAE todos os tratamentos com inoculação foram superiores ($p < 0,05$) a testemunha (Tabela 2). Guareschi et al. (2012), avaliando a influência de *Trichoderma* spp. na cultura da soja, conferiu respostas significativas quanto ao acúmulo de massa fresca e massa seca.

Tabela 1. Resultado de massa seca da parte aérea (MSPA), raiz (MSR) e total (MST) em plantas de milho (*Zea mays*) inoculadas com *Trichoderma asperellum* UFT 201 e *Bacillus subtilis* UFT Bs10.

Tratamentos	MSPA	MSR	MST
	(g)	(g)	(g)
20 DAE⁽²⁾			
<i>Trichoderma</i>	0,54 b ⁽¹⁾	1,61 a	2,15 b
<i>Bacillus</i>	0,63 a	1,99 a	2,62 a
<i>Trichoderma</i> + <i>Bacillus</i>	0,64 a	1,94 a	2,58 a
Testemunha	0,47 bc	1,45 a	1,92 b
CV (%)	14,5	18,5	14,8
40 DAE			
<i>Trichoderma</i>	7,64 a	3,74 a	11,38 a
<i>Bacillus</i>	7,43 a	3,73 a	11,16 a
<i>Trichoderma</i> + <i>Bacillus</i>	6,40 a	3,14 b	9,54 b
Testemunha	4,29 b	2,82 b	7,11 b
CV (%)	11,2	13,3	9,8

⁽¹⁾Médias seguidas de mesma letra minúscula, nas colunas, não diferem entre si pelo teste Duncan a 5%. ⁽²⁾DAE = Dias após a emergência. CV: Coeficiente de Variação.

Tabela 2. Resultado de massa seca da parte aérea (MSPA), raiz (MSR) e total (MST) em plantas de soja (*Glycine max* L.) inoculadas com *Trichoderma asperellum* UFT 201 e *Bacillus subtilis* UFT Bs10.

Tratamentos	MSPA	MSR	MST
	(g)	(g)	(g)
20 DAE⁽²⁾			
<i>Trichoderma</i>	0,90 a ⁽¹⁾	0,69 a	1,59 a
<i>Bacillus</i>	0,65 a	0,38 bc	1,03 b
<i>Trichoderma</i> + <i>Bacillus</i>	0,71 a	0,48 b	1,19 b
Testemunha	0,54 b	0,35 bc	0,89 bc
CV (%)	23,2	30,4	20,8
40 DAE			
<i>Trichoderma</i>	2,17 a	1,49 a	3,66 a
<i>Bacillus</i>	1,57 a	1,23 a	2,80 a
<i>Trichoderma</i> + <i>Bacillus</i>	1,95 a	1,33 a	3,28 a
Testemunha	0,95 b	0,86 b	1,81 b
CV (%)	28,3	18,9	14,6

⁽¹⁾Médias seguidas de mesma letra minúscula, nas colunas, não diferem entre si pelo teste Duncan a 5%. ⁽²⁾DAE = Dias após a emergência. CV: Coeficiente de Variação.

Para o feijão caupi, aos 20 DAE, para a MSPA os tratamentos com inoculação isolada de *Trichoderma* e *Bacillus* foram superiores ($p < 0,05$). Aos 40 DAE, todos os tratamentos com inoculações foram superiores ($p < 0,05$) ao tratamento testemunha. Para a MSR e MST os tratamentos com as inoculações de *Trichoderma* e *Bacillus* foram superiores ($p < 0,05$) a testemunha (Tabela 3). Lazzaretti (2005), constatou que a utilização de *Bacillus subtilis* é bastante promissora para aumentar a nodulação de raízes e promover o crescimento de plantas de feijoeiro. Araújo

et al., (2009), observaram que o *Bacillus subtilis* pode ter influenciado positivamente a fixação de N_2 pelo *Bradyrhizobium*, aumentando o crescimento das plantas e acúmulo de N no feijão-caupi, possivelmente pela capacidade de solubilização de fósforo, nutriente importante para o processo de nodulação. Outros trabalhos mostraram o efeito positivo do crescimento das plantas pela co-inoculação de bactérias fixadoras de nitrogênio nodulíferas e pelo *Bacillus* sp. em feijão caupi (Silva et al., 2006; Rodrigues et al.; 2012; Costa et al., 2013).

Tabela 3. Resultado de massa seca da parte aérea (MSPA), raiz (MSR) e total (MST) em plantas de feijão-caupi (*Vigna unguiculata*) inoculadas com *Trichoderma asperellum* UFT 201 e *Bacillus subtilis* UFT B10.

Tratamentos	MSPA	MSR	MST
	(g)	(g)	(g)
20 DAE⁽²⁾			
<i>Trichoderma</i>	1,43 a ⁽¹⁾	0,59 a	2,02 a
<i>Bacillus</i>	1,07 a	0,54 a	1,61 a
<i>Trichoderma</i> + <i>Bacillus</i>	0,87 b	0,65 a	1,52 ab
Testemunha	0,46 c	0,26 b	0,72 c
CV (%)	27,2	21,9	20,1
40 DAE			
<i>Trichoderma</i>	2,31 a	1,57 ab	3,88 ab
<i>Bacillus</i>	2,45 a	1,95 a	4,40 a
<i>Trichoderma</i> + <i>Bacillus</i>	2,36 a	2,04 a	4,40 a
Testemunha	1,25 b	0,74 c	1,99 c
CV (%)	22,5	24,2	22,2

⁽¹⁾ Médias seguidas de mesma letra minúscula, nas colunas, não diferem entre si pelo teste Duncan a 5%. ⁽²⁾ DAE = Dias após a emergência. CV: Coeficiente de Variação.

Para o experimento com arroz, aos 20 DAE foi observado que para a variável MSPA apenas o tratamento com *Trichoderma* diferiu estatisticamente dos demais (Tabela 4). Aos 40 DAE os tratamentos com inoculações de *Trichoderma* e *Bacillus* foram superiores ($p < 0,05$). Para MSR todos os tratamentos foram estatisticamente superiores à testemunha aos 20 e 40 DAE. Para a MST, o tratamento com *Trichoderma* sp. foi superior ($p < 0,05$) à testemunha aos 20 DAE, e aos 40 DAE todos os tratamentos com inoculações foram superiores ($p < 0,05$) (Tabela 4). Trabalho realizado por Beneduzi et al. (2008), isolaram um representante selvagem dos campos de cultivo de arroz

irrigado do Rio Grande do Sul (SVPR30) que apresentava uma alta similaridade com o gênero *Bacillus* sp. e verificaram que esta bactéria possuía algumas habilidades de RCPP através de testes laboratoriais e testes de inóculos nas sementes em casa de vegetação e perceberam que este microrganismo produz uma alta taxa de produção de ácido indolacético (AIA) e também como produtor de sideróforos e fixador de nitrogênio. Além de promover um aumento significativo nas raízes e partes aéreas e consequentemente um aumento substancial em relação à massa seca, chegando a níveis de 30% do cultivar em relação ao controle.

Tabela 4. Resultado de massa seca da parte aérea (MSPA), raiz (MSR) e total (MST) em plantas de arroz (*Oryza sativa*) inoculadas com *Trichoderma asperellum* UFT 201 e *Bacillus subtilis* UFT Bs10.

Tratamentos	MSPA	MSR	MST
	(g)	(g)	(g)
	20 DAE⁽²⁾		
<i>Trichoderma</i>	0,45 a ⁽¹⁾	0,55 a	0,99 a
<i>Bacillus</i>	0,27 b	0,37 ab	0,64 b
<i>Trichoderma</i> + <i>Bacillus</i>	0,29 b	0,40 ab	0,69 b
Testemunha	0,21 b	0,21 c	0,42 c
CV (%)	20,6	29,7	16,5
	40 DAE		
<i>Trichoderma</i>	2,17 a	2,84 a	5,01 a
<i>Bacillus</i>	1,89 a	2,22 bc	4,11 ab
<i>Trichoderma</i> + <i>Bacillus</i>	1,76 a	1,76 bc	3,87 ab
Testemunha	1,11 b	1,15 c	2,25 c
CV (%)	21,1	22,9	18,6

⁽¹⁾Médias seguidas de mesma letra minúscula, nas colunas, não diferem entre si pelo teste Duncan a 5%. ⁽²⁾DAE = Dias após a emergência. CV: Coeficiente de Variação.

Em trabalho avaliando o efeito do tratamento de semente de arroz com *Bacillus subtilis*, Lazzaretti e Bettiol (1997) observaram que as sementes tratadas resultaram em maior taxa de emergência e crescimento, além de maior controle de fitopatógenos.

Diversas pesquisas têm sido realizadas com fungos do gênero *Trichoderma* spp., sendo que algumas linhagens de *Trichoderma* spp. promovem o crescimento de plantas pelo aumento na disponibilidade de nutrientes e produção de hormônios e crescimento (Louzada et al., 2009; Kapri e Tewari, 2010; Chagas et al., 2015), o que ocorreu nesta pesquisa com a inoculação de *T. asperellum* UFT 201, da mesma forma para o uso do *Bacillus subtilis* (Araújo e Guerreiro, 2010; Mohite, 2013). Em todos os experimentos houve aumento na biomassa do sistema radicular e esse aumento na parte da raiz está relacionada a sanidade da planta proporcionada pelos microrganismos, e plantas que contenham esse microrganismo associados as suas raízes ou na rizosfera tendem a ter uma melhor capacidade de sobrevivência e de absorção de nutrientes em situações adversas e consequentemente tem uma vantagem produtiva em relação àquelas que não possuem *Trichoderma* e/ou *Bacillus subtilis* em suas raízes.

CONCLUSÃO

O uso de *Bacillus* e/ou *Trichoderma* apresentaram re-

sultados superiores quanto ao acúmulo de biomassa, demonstrando seu potencial como promotores de crescimento nas culturas avaliadas.

O uso de *Bacillus* sp. se mostrou eficiente na cultura de milho e feijão-caupi.

O tratamento de *Trichoderma* apresentou resultados superiores na cultura do arroz, soja e feijão-caupi.

AGRADECIMENTOS

À CAPES pelo auxílio financeiro e concessão bolsa do mestrado. À Universidade Federal do Tocantins – UFT pelo espaço físico e estrutura necessária para condução do trabalho.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Araújo, A.S.F.; Carneiro, R.F.V.; Bezerra, A.A.C. & Araújo, F.F. (2009). Coinoculação rizóbio e *Bacillus subtilis* em feijão-caupi e leucina: efeito sobre nodulação, a fixação de N₂ e o crescimento das plantas. **Ciência Rural** 40(1):1-4. <http://doi.org/10.1590/S0103-84782009005000249>

Araújo, F.D. & Hungria, M. (1999). Nodulação e rendimento de soja co-infectada com *Bacillus subtilis* e *Bradyrhizobium japonicum/Bradyrhizobium elkanii*. **Pesquisa Agropecuária Brasileira** 34(9):1633-1643.

- Araújo, F.F. & Pedroso, R.A.B. (2013). Interação de *Bacillus* sp. com a rizosfera de três espécies de plantas forrageiras. **Bioscience Journal** 29(1):152-158.
- Araujo, F.F.D. & Guerreiro, R.T. (2010). Bioprospection of *Bacillus* isolates promoters of corn growth in natural and sterile soil. **Ciência e Agrotecnologia** 34(4):37-844.
- Beneduzi, A.; Peres, D.; Vargas, L.K.; Bodanese-Zanettini, M.H. & Passaglia, L.M.P. (2008). Evaluation of genetic diversity and plant growth promoting activities of nitrogen-fixing bacilli isolated from rice fields in South Brazil. **Applied Soil Ecology** 39(3):311-320.
- Chagas, L.F.B.; Castro, H.G.; Colonia, B.S.O.; Carvalho Filho, M.R.; Miller, L.O. & Chagas Junior, A.F. (2016). Efficiency of *Trichoderma* spp. as a growth promoter of cowpea (*Vigna unguiculata*) and analysis of phosphate solubilization and indole acetic acid synthesis. **Brazilian Journal of Botany** 39(2):437-445. <http://doi.org/10.1007/s40415-015-0247-6>
- Chagas, L.F.B.; Chagas Junior, A.F.; Carvalho, M.R. de; Miller, L. de O. & Colonia, B.S.O. (2015). Evaluation of the phosphate solubilization potential of *Trichoderma* strains (Trichoplus JCO) and effects on rice biomass. **Journal of Soil Science and Plant Nutrition** 15(3):794-804.
- Coelho, L.F.; Freitas, S. dos S.; de Melo, A.M.T. & Ambrosano, G.M.B. (2007). Interação de bactérias fluorescentes do gênero *Pseudomonas* spp. e de *Bacillus* spp. com a rizosfera de diferentes plantas. **Rev. Bras. Ciênc. Solo** 39(6):1413-1420. <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-06832007000600018>.
- Costa, E.M.; Nóbrega, R.S.A.; Carvalho, F.; Trochmann, A.; Ferreira, L.D.V.M. & Moreira, F.S. (2013). Promoção do crescimento vegetal e diversidade genética de bactérias isoladas de nódulos de feijão-caupi. **Pesquisa Agropecuária Brasileira** 48(9):1275-1284. <http://doi.org/10.1590/S0100-204X2013000900012>
- Embrapa. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. (1997). **Manual de métodos de análise de solos**. 2ª ed. rev. e atual. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 212p.
- Embrapa. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. (2006). **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 2ª ed. Rio de Janeiro, Embrapa Solos, 306p.
- Guareschi, R.F.; Perin, A.; Macagnan, D.; Tramontini, A. & Gazolla, P.R. (2012). Emprego de *Trichoderma* spp. no controle de *Sclerotinia sclerotiorum* e na promoção de crescimento vegetativo nas culturas de girassol e soja. **Global Science and Technology** 5(2):1-8.
- Hannan, M.A.; Hasan, M.M. & Hossain, I. (2013). Impact of dual inoculations with *Rhizobium* and *Trichoderma* on root rot disease and plant growth parameters of grasspea under field conditions. **Persian Gulf Crop Protection** 2(1):1-9.
- Jackson, M.L. (1958). **Soil chemical analysis**. Prentice-Hall, Inc.; Englewood Cliffs. 521p.
- Kapri, A. & Tewari, L. (2010). Phosphate solubilization potential and phosphatase activity of rhizospheric *Trichoderma* spp. **Brazilian Journal of Microbiology** 41(3):787-795. <http://dx.doi.org/10.1590/S1517-83822010005000001>
- Lazzaretti, E. & Bettiol, W. (1997). Tratamento de sementes de arroz, trigo, feijão e soja com um produto formulado à base de células e de metabólitos de *Bacillus subtilis*. **Scientia Agricola**, 54(1-2):89-96.
- Lazzaretti, E. (2005). **Influência de *Bacillus subtilis* na promoção de crescimento de plantas e nodulação de raízes de feijoeiro**. Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento Nº 28. Embrapa Ambiente. Jaguariúna, Brasil. 15p.
- Lima, F. (2010). ***Bacillus subtilis* e níveis de nitrogênio sobre o desenvolvimento e a produtividade do milho**. Universidade Federal do Piauí. Teresina, PI. 54p. Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal).
- Lima, F.; Nunes, L.A.P.L.; Figueiredo, M.D.V.B.; Araújo, F.F.; Lima, L.M. & Araújo, A.S.F. (2011). *Bacillus subtilis* e adubação nitrogenada na produtividade do milho. **Brazilian Journal of Agricultural Sciences** 6(4):657-661.
- Louzada, G.A.S.; Carvalho, D.D.C.; Mello, S.C.M.; Lobo Júnior, M.; Martins, I. & Braúna, L.M. (2009). Antagonist potential of *Trichoderma* spp. from distinct agricultural ecosystems against *Sclerotinia sclerotiorum* and *Fusarium solani*. **Biota Neotropica**, 9(3):145-149.
- Mohite, B. (2013). Isolation and characterization of indole acetic acid (IAA) producing bacteria from rhizospheric soil and its effect on plant growth. **Journal of soil science and plant nutrition** 13(3):638-649.
- Moreira, F.M.S. & Siqueira, J. O. (2006). **Microbiologia e**

Bioquímica do Solo. 2ª ed. Lavras: UFLA. 729p.

Praça, L.B.; Morinaga, C.; Medeiros, P.T.S.; Melatti, V.; Martins, E.S.; Dumas, V.F. & Monnerat, R.G. (2009). Isolamento e caracterização de estirpes de *Bacillus thuringiensis* coletadas em solos do oeste baiano. **Universitas** 7(2):1-18. <http://dx.doi.org/10.5102/ucs.v7i2.999>

Resende, M.L.; Oliveira, J.A.D.; 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 e Agrotecnologia** 28(4):793-798.

Rodrigues, A.C.; Antunes, J.E.L.; Medeiros, V.V.; França, B.B.G. & Figueiredo, M.D.V.B. (2012). Resposta da co-inoculação de bactérias promotoras de crescimento em plantas e *Bradyrhizobium* sp. em caupi. **Bioscience Journal** 28(1):196-202.

Rubel, F. & Kotteck, M. (2010). Observed and projected climate shifts 1901–2100 depicted by world maps of the Köppen-Geiger climate classification. **Meteorologische Zeitschrift** 19(2):135-141. <http://doi.org/10.1127/0941-2948/2010/0430>

Santos, C.C.; Oliveira, F.A.; Santos, M.S.; Talamini, V.; Ferreira, J.M.S. & Santos, F.J. (2012). Influência de *Trichoderma* spp. sobre o crescimento micelial de *Thielaviopsis paradoxa*. **Scientia plena** 8(4):1-5.

Silva, F.D.A.S. & Azevedo, C.A.V. (2006). A new version of the assistant-statistical assistance software. In **Computers in Agriculture and Natural Resources, 23-25 July 2006, Orlando Florida** (p. 393). American Society of Agricultural and Biological Engineers.

Silva, V.N.; Silva, L.E.S.F. & Figueiredo, M.V.B. (2006). **Co-inoculação de sementes de caupi com *Bradyrhizobium* e *Paenibacillus*** e sua eficiência na absorção de cálcio, ferro e fósforo pela planta. **Pesquisa Agropecuária Tropical** 36(2):95-99.

Sottero, A.N. (2003). **Colonização radicular e promoção de crescimento vegetal por rizobactérias.** Campinas: Instituto Agronômico de Campinas. 47p. Dissertação Mestrado em Agricultura Tropical e Subtropical.

Sousa, D.M.G. & Lobato, E. (2004). **Cerrado: Correção do solo e adubação.** 2ª ed. Planaltina. EMBRAPA, 416p.