

## Inoculação combinada de rizóbio e *Trichoderma* em feijão-caupi no cerrado, Gurupi-TO<sup>(1)</sup>.

**Aloisio Freitas Chagas Junior<sup>(2)</sup>; Lillian França Borges Chagas<sup>(3)</sup>; Henrique Guilhon de Castro<sup>(2)</sup>; Gil Rodrigues dos Santos<sup>(2)</sup>; Luciane de Oliveira Miller<sup>(4)</sup>; Luiz Antonio de Oliveira<sup>(5)</sup>.**

<sup>(1)</sup> Trabalho executado com recursos do CNPq/Rede Bionorte.

<sup>(2)</sup> Professor Adjunto/Pesquisador; Universidade Federal do Tocantins (UFT); Gurupi, TO; chagasjraf@uft.edu.br, hguilhon@uft.edu.br, gilrsan@uft.edu.br; <sup>(3)</sup> Estudante de pós-graduação - Bolsista CNPq; UFT; Gurupi, TO; lillianfb@hotmail.com; <sup>(4)</sup> Agrônoma/Fitopatologista; JCO Fertilizantes; Barreiras, BA; lucianeom@jcofertilizantes.com.br; <sup>(5)</sup> Pesquisador; Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia; Manaus, AM; luizoli@inpa.gov.br,

**RESUMO:** O trabalho teve como objetivo avaliar a inoculação combinada de rizóbio e *Trichoderma* em feijão-caupi, quanto à capacidade de promoção de crescimento. Foi utilizado o feijão-caupi cultivar Vinagre. O experimento foi conduzido em campo em blocos ao acaso com quatro repetições. Os tratamentos utilizados foram inoculações simples e combinadas de rizóbio e *Trichoderma* na semente e no solo, no momento do plantio e aos 15 dias após o plantio (DAP). A inoculação com rizóbio foi realizada com as estirpes INPA 03-11B e UFLA 03-84. Para os tratamentos com a utilização de *Trichoderma sp.*, foi utilizado o inoculante comercial Trichoplus JCO em pó. A aplicação de rizóbio e *Trichoderma* aos 15 DAP, tanto na semente quanto no solo, apresentou os melhores resultados ( $p < 0,05$ ). A aplicação de *Trichoderma* não prejudicou o processo de nodulação, sendo que os melhores resultados foram obtidos quando esse fungo foi inoculado com rizóbio.

**Termos de indexação:** *Vigna unguicula*, fixação biológica do nitrogênio, biocontrole.

biofertilizantes e inoculantes de solo, sendo *T. harzianum* a espécie mais estudada. Algumas espécies de *Trichoderma* podem promover o crescimento de plantas, aumentar a germinação e a emergência de sementes. Isto se dá numa relação aparentemente simbiótica e não parasítica, entre o fungo e a planta, onde o fungo ocupa o nicho nutritivo e a planta é protegida de doenças. A capacidade do fungo em colonizar as raízes é um fator fundamental para sua interferência no crescimento e na produtividade da planta (Samuels, 2006).

Assim, a inoculação de rizóbio e *Trichoderma* pode exercer uma ação como promotor de crescimento, bem como a atividade infectiva e de fixação de nitrogênio das estirpes de rizóbio. Com a substituição de insumos industriais por biológicos buscando a sustentabilidade e aumento de produtividade é que este trabalho teve como objetivo avaliar os efeitos da inoculação combinada de rizóbio e *Trichoderma* em feijão-caupi cultivado em campo em Gurupi, no sul do Tocantins.

### INTRODUÇÃO

O feijão-caupi, *Vigna unguiculata* (L.) Walp, é uma planta pertencente à família Fabaceae, que se diferencia por ser uma fonte rica, principalmente, em proteína e ferro, sendo assim, uma das alternativas de renda e alimento básico para população das regiões Norte e Nordeste do Brasil, que o consome sob a forma de grãos maduros e verdes.

A fixação biológica do nitrogênio (FBN) é manipulada pelo uso de inoculante à base de estirpes selecionadas e adaptadas às condições edafoclimáticas (Zilli et al., 2009). No cerrado do Tocantins, entretanto, o uso de inoculantes na cultura do feijão-caupi ainda é muito limitado, necessitando de estudos de avaliação da FBN nesta cultura e da eficiência agrônômica das estirpes de rizóbios nas condições de clima e solo do cerrado no Sul do Tocantins.

Atualmente, espécies de *Trichoderma* são os agentes de controle biológico mais comercialmente utilizados no Brasil formulados como biopesticidas,

### MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado na estação experimental da Universidade Federal do Tocantins no Campus de Gurupi – TO, localizado a 11° 43' de latitude sul e 49° 04' de longitude oeste, a 280 m de altitude. A caracterização climática local é de clima tropical úmido com pequena deficiência hídrica (B1wA'a') conforme classificação Thornthwaite.

Foi realizada a adubação mineral antes da semeadura aplicando-se 80 kg de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> na forma de superfosfato simples, e 60 kg de K<sub>2</sub>O na forma de KCl, baseada na análise de solo e na necessidade da cultura.

O experimento foi conduzido no período de fevereiro a abril de 2012. Cada parcela constou de nove linhas de plantio de feijão-caupi, com cinco metros de comprimento, por quatro metros de largura, e o espaçamento entre linhas de plantio foi de 0,50 m. O tamanho de cada parcela experimental foi de 20 m<sup>2</sup>.



Os tratamentos utilizados foram: T1: inoculação somente de rizóbio; T2: inoculação somente de *Trichoderma* na semente; T3: inoculação de rizóbio e *Trichoderma* spp. na semente; T4: inoculação de rizóbionna semente e *Trichoderma* spp. no solo; T5: inoculação de rizóbionna semente e *Trichoderma* aos 15 dias após o plantio (DAP); T6: inoculação de rizóbio e *Trichoderma* sp. na semente e *Trichoderma* aos 15 DAP; T7: inoculação de rizóbio na semente e *Trichoderma* sp. no solo e *Trichoderma* aos 15 DAP; T8: controle adubado com nitrogênio e T9: testemunha sem inoculação. O experimento foi em blocos ao acaso e quatro repetições.

As estirpes de rizóbio utilizadas foram INPA 03-11B e UFLA 03-84 caracterizadas como *Bradyrhizobium* sp.

Para os tratamentos com a utilização de *Trichoderma* sp., foi utilizado o inoculante comercial Trichoplus JCO em pó, com dose de 10 g por kg de sementes. No tratamento com aplicação direta no solo foram utilizados 3 kg de Trichoplus JCO em pó por hectare, correspondendo a 4 g por parcela experimental. O produto comercial Trichoplus JCO, formulado com *Trichoderma* sp., com concentração mínima de  $2 \times 10^{12} \text{ L}^{-1}$  de conídio viáveis, foi aplicado conforme indicações do fabricante, direto nas sementes e misturado no adubo nos tratamentos com *Trichoderma* no solo e em cobertura nos tratamentos com aplicações aos 15 DAP.

Para o tratamento com o uso de nitrogênio, foi utilizado  $50 \text{ kg ha}^{-1}$  de N, sendo dividido em duas aplicações:  $20 \text{ kg ha}^{-1}$  de N no momento do plantio e  $30 \text{ kg ha}^{-1}$  de N de cobertura 25 dias após a emergência das plantas na forma de uréia.

Foram coletadas seis plantas de cada parcela. A avaliação de biomassa foi feito através da massa seca da parte aérea (MSPA), da raiz (MSR), e total (MST), assim como o número de nódulos (NN) e massa seca dos nódulos (MSN). Foi determinado o teor de N na parte aérea. O N acumulado (ANPA) na matéria seca da parte aérea (MSPA) foi calculado, multiplicando o peso pelo teor de N. Com base nos valores de nitrogênio acumulado (N total) determinou-se a eficiência simbiótica, calculada por meio da fórmula:  $ES = [(N_{\text{total}} \text{ fixado} - N_{\text{total}} \text{ TS/N}) / (N_{\text{total}} \text{ TC/N} - N_{\text{total}} \text{ TS/N}) \times 100]$ , em que N total fixado = Nitrogênio total do tratamento;  $N_{\text{total}} \text{ TS/N}$  = Nitrogênio total da testemunha sem nitrogênio;  $N_{\text{total}} \text{ TC/N}$  = Nitrogênio total da testemunha nitrogenada.

A produção de grãos foi obtida nas fileiras centrais de cada parcela com área útil de  $6 \text{ m}^2$ , após a maturação fisiológica das plantas, corrigindo-se a umidade dos grãos para 14%, em seguida foi obtida a produtividade.

Os dados foram submetidos à análise de variância e as médias dos tratamentos comparados pelo teste de Scott-Knott a 5%, utilizando o programa estatístico ASSISTAT versão 7.1 beta.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Em relação à biomassa (MSPA, MSR e MST), os tratamentos que mais se destacaram foram à inoculação de rizóbio e *Trichoderma* na semente e *Trichoderma* 15 DAP e inoculação de rizóbio e *Trichoderma* no solo e *Trichoderma* aos 15 DAP, superando os resultados obtidos com a adubação nitrogenada (Tabela 1). Resultados semelhantes foram obtidos no estudo de Saber et al. (2009), em que a co-inoculação de *T. harzianum* e rizóbio estimulou a ação das bactérias e facilitou a infecção dos pelos radiculares e o enrolamento do pelo radicular de *Vicia faba*, devido à produção de quitinase e celulase por parte do fungo.

Considerando a nodulação no geral os melhores tratamentos foram obtidos por somente inoculação de rizóbio seguido do tratamento inoculação rizóbio e *Trichoderma* no solo e 15 DAP (Tabela 1).

Em relação à eficiência simbiótica (Figura 1), as maiores médias ( $p < 0,05$ ) foram encontradas para os tratamentos somente inoculado com rizóbio, rizóbio e *Trichoderma* na semente e 15 DAP e rizóbio e *Trichoderma* no solo e 15 DAP, evidenciando eficiência na capacidade de assimilação do nitrogênio atmosférico pelas estirpes inoculadas. Resultados semelhantes de eficiência simbiótica de estirpes de rizóbio foram reportados em outros trabalhos com diferentes cultivares de feijão-caupi (Zilli et al., 2009; Chagas Jr et al., 2010).

Para o Teor de N na parte aérea (Tabela 2), os tratamentos com inoculação de rizóbio apresentaram valores significativamente maiores, sem diferir do tratamento controle adubado, o que confirma a alta eficiência das estirpes em fixar o nitrogênio. Quanto ao acúmulo de nitrogênio na parte aérea (ANPA), os maiores valores ( $p < 0,05$ ) encontrados foram para os tratamentos com inoculação somente de rizóbio, rizóbio e *Trichoderma* na semente e *Trichoderma* aos 15 DAP e rizóbio e *Trichoderma* no solo e *Trichoderma* aos 15 DAP.

A limitação na formação de nódulos, nos tratamentos sem inoculação de rizóbio restringiu o acúmulo de N (Tabela 2). Em relação à variável ANPA, os tratamentos com de rizóbio e *Trichoderma*, tanto no solo quanto na semente, mais a aplicação de *Trichoderma* aos 15 DAP e o tratamento somente com rizóbio, obtiveram os melhores resultados, o que concretiza o efeito, principalmente da inoculação de estirpes de rizóbio

selecionados para o feijão-caupi. Resultados semelhantes para Teor de N e ANPA foram descritos por Melo e Zilli (2009), Almeida et al. (2010) e Chagas Jr et al. (2010) em feijão-caupi.

Quanto à produtividade, destaque para os tratamentos rizóbio e *Trichoderma* na semente, rizóbio e *Trichoderma* na semente e *Trichoderma* aos 15 DAP e rizóbio e *Trichoderma* no solo e *Trichoderma* aos 15 DAP e controle adubado, com produtividade superior ( $p > 0,01$ ) aos demais tratamentos. (Tabela 2).

Foram observadas produtividades de grãos de feijão-caupi que variaram de 1205,4 a 1617,9 kg ha<sup>-1</sup> para os tratamentos com inoculação de rizóbio, com produtividade entre 16 e 38% maior em relação ao tratamento com inoculação somente de *Trichoderma* e entre 76 e 82% em relação à testemunha.

Chagas Jr et al. (2012), também em experimento com feijão-caupi inoculado com rizóbio e *Trichoderma*, encontraram produtividade significativamente maiores nos tratamentos com a dupla inoculação de rizóbio e *Trichoderma* na semente e no solo em relação ao tratamento sem inoculação de *Trichoderma* na semente.

Estes resultados podem ser considerados positivos para a utilização destes isolados, uma vez que, ao colonizar o sistema radicular da planta, o fungo pode inibir a colonização por fitopatógenos, formando uma barreira em torno da raiz, além de promover o crescimento da plântula, podendo ser em função da capacidade de solubilização de fosfato e produção de AIA, como observado em ensaios in vitro (Oliveira et al., 2012).

## CONCLUSÕES

A aplicação de rizóbio e *Trichoderma* (*Trichoplus* JCO) na semente seguido da aplicação de *Trichoderma* aos 15 DAP apresentou os melhores resultados na maioria das variáveis analisadas.

Não houve competição e/ou antagonismo de *Trichoderma* em relação ao rizóbio inoculado, sendo possível observar a eficiência na fixação biológica do nitrogênio refletindo no acúmulo de biomassa, nitrogênio e produtividade do feijão-caupi.

## AGRADECIMENTOS

Ao CNPq pelo recurso financeiro e UFT Campus de Gurupi pelo suporte para a pesquisa.

## REFERÊNCIAS

ALMEIDA, A. L. G.; ALCÂNTARA, R. M. C. M.; NÓBREGA, R. S. A.; LEITE, L. F. C.; SILVA, J. A. L.; NÓBREGA, J. C. A. Produtividade do feijão-caupi cv BR 17 Gurguéia inoculado com bactérias diazotróficas

simbióticas no Piauí. Revista Brasileira de Ciências Agrárias, 5(3): 364-36, 2010.

CHAGAS JR, A. F.; RAHMEIER, R.; FIDELIS, R. R.; SANTOS, G. R.; CHAGAS, L. F. B. Eficiência agrônômica de estirpes de rizóbio inoculadas em feijão-caupi no Cerrado, Gurupi-TO. Revista Ciências Agrônômicas, 41: 709-714, 2010.

CHAGAS JR, A. F.; SANTOS, G. R. DOS; REIS, H. B.; MILLER, L. O.; CHAGAS, L. F. B. Resposta do feijão-caupi a inoculação com rizóbio e *Trichoderma* sp. no cerrado, Gurupi, TO. Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável, 7(2): 242-249, 2012.

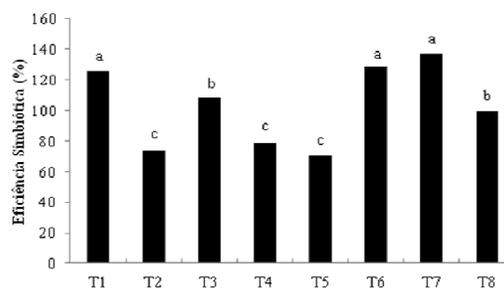
MELO, S. R.; ZILLI, J. E. Fixação biológica de nitrogênio em cultivares de feijão-caupi recomendadas para o Estado de Roraima. Pesquisa Agropecuária Brasileira, 44(09): 1177-1183, 2009.

OLIVEIRA, A. G.; CHAGAS JR, A. F.; SANTOS, G. R. DOS; MILLER, L. O.; CHAGAS, L. F. B. Potencial de solubilização de fosfato e produção de AIA por *Trichoderma* spp. Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável, 7(3): 149-155, 2012.

SABER, W. I. A.; ABDEL-HAI, K. M.; GHONEEM, K. M. Synergistic effect of *Trichoderma* and *Rhizobium* on both biocontrol of chocolate spot disease and induction of nodulation, physiological activities and productivity of *Vicia faba*. Research Journal of Microbiology, 4(8): 286-300, 2009.

SAMUELS, G. J. *Trichoderma*: Systematics, the sexual state, and ecology. Phytopathology, 96: 195-206, 2006.

ZILLI, J. E.; MARSON, L. C.; MARSON, B. F.; RUMJANEK, N. G.; XAVIER, G. R. Contribuição de estirpes de rizóbio para o desenvolvimento e produtividade de grãos de feijão-caupi em Roraima. Acta Amazônica, 39: 749-758, 2009.



**Figura 1.** Eficiência simbiótica de rizóbio inoculado em feijão-caupi cv. Vinagre. T1: Rizóbio; T2: *Trichoderma* (semente); T3: Rizóbio e *Trichoderma* (semente); T4: Rizóbio e *Trichoderma* (solo); T5: Rizóbio e *Trichoderma* (15 DAP); T6: Rizóbio e *Trichoderma* (semente e 15 DAP); T7: Rizóbio e *Trichoderma* (solo e 15 DAP); T8: Adubação com N; T9: Testemunha.

**Tabela 1.** Massa seca da parte aérea (MSPA), raiz (MSR), total (MST), número de nódulos (NN) e massa seca dos nódulos (MSN) em feijão-caupi cv. Vinagre inoculado com rizóbio e *Trichoderma* sp.<sup>1</sup>

Tratamentos	MSPA (g)	MSR (g)	MST (g)	NN	MSN (mg)
Rizóbio	11,8 a	2,0b	13,8 a	111 a	350 a
<i>Tricho.</i> (semente)	12,8 a	2,8 a	15,6 a	37 b	150 b
Riz. + <i>Tricho.</i> (semente)	11,4 b	2,8a	14,2 a	120 a	333 a
Riz. + <i>Tricho</i> (solo)	9,4 b	2,7 a	12,1 b	115 a	253 a
Riz. + <i>Tricho.</i> 15 DAP	8,3 b	2,5 a	10,8 b	119 a	276 a
Riz. + <i>Tricho.</i> (semente) e 15 DAP	12,9 a	3,0 a	15,9 a	141 a	250 a
Riz. + <i>Tricho.</i> (solo) e 15DAP	13,4 a	3,5 a	16,9 a	116 a	293 a
Controle com N	11,7 a	2,0 b	13,7 a	25 b	110 b
Testemunha	3,1 c	0,5 c	3,6 c	18 b	50 b
CV (%)	14,9	33,5	15,4	22,9	33,7

<sup>1</sup>Médias seguidas de mesma letra minúscula, nas colunas, não diferem entre si pelo teste Scott-Knott a 5%.<sup>2</sup>DAP = Dias após o plantio. <sup>3</sup> Coeficiente de variação.

**Tabela 2.** Teor de Nitrogênio (TN), acúmulo de nitrogênio na parte aérea (ANPA) e produtividade em feijão-caupi cv. Vinagre inoculada com rizóbio e *Trichoderma* sp.

Tratamento	Teor de N (mg g <sup>-1</sup> /planta)	ANPA (mg/planta)	Produtividade (kg ha <sup>-1</sup> )
Rizóbio	40,5 a	956 a	1.223,9 b
<i>Tricho.</i> (semente)	25,0 b	638 c	1.008,0 c
Riz. + <i>Tricho.</i> (semente)	37,5 a	855 b	1.449,8 a
Riz. + <i>Tricho</i> (solo)	36,0 a	673 c	1.339,2 b
Riz. + <i>Tricho.</i> 15 DAP	37,3 a	616 c	1.205,4 b
Riz. + <i>Tricho.</i> (semente) e 15 DAP	38,1 a	983 a	1.617,9 a
Riz. + <i>Tricho.</i> (solo) e 15DAP	38,6 a	1035 a	1.486,8 a
Controle com N	34,3 a	803 b	1.455,3 a
Testemunha	28,7 b	178 d	285,2 d
CV (5) <sup>(2)</sup>	11,8	10,2	11,5

<sup>1</sup>Médias seguidas de mesma letra minúscula, nas colunas, não diferem entre si pelo teste Scott-Knott a 5%.<sup>2</sup> Coeficiente de variação.