

Resposta de feijão-caupi a inoculação com rizóbio e *Trichoderma* sp. no cerrado, Gurupi, TO

Response of cowpea to inoculation with rhizobia and *Trichoderma* sp. in the cerrado, Gurupi, TO

Aloisio Freitas Chagas Junior, Gil Rodrigues dos Santos, Higor Barbosa Reis, Luciane Oliveira Miller, Lillian França Borges Chagas.

RESUMO - O trabalho teve como objetivo verificar a resposta de feijão-caupi a inoculação com rizóbio e *Trichoderma* sp. no cerrado em Gurupi, TO. O experimento foi conduzido em campo, com delineamento experimental de blocos ao acaso, correspondendo aos tratamentos: inoculação de rizóbio e *Trichoderma* sp. na semente; inoculação de rizóbio na semente e *Trichoderma* sp. no solo; inoculação de rizóbio na semente e *Trichoderma* sp. na semente e solo; somente inoculação de rizóbio; controle adubado com nitrogênio; e testemunha sem inoculação. 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 Trichoplus JCO em pó. Os resultados mostraram que o potencial em fixação de nitrogênio das estirpes de rizóbio testadas e de bioproteção de *Trichoderma* foi de fundamental importância para a produção de biomassa e nodulação. Quanto à produtividade, destaque para os tratamentos com rizóbio e *Trichoderma* na semente e rizóbio e *Trichoderma* na semente e no solo, com produtividade superior ($p < 0,05$) aos demais tratamentos. A produtividade nestes tratamentos foi aproximadamente 20% superior aos tratamentos somente com inoculação com rizóbio e tratamento controle com adubação nitrogenada e em mais de 500% em relação ao tratamento testemunha sem inoculação com rizóbio e *Trichoderma*.

Palavras chave: *Vigna unguicula* L. (Walp.), fixação biológica de nitrogênio, biocontrole.

ABSTRACT - The study aimed to examine the response of cowpea to inoculation with rhizobia and *Trichoderma* sp. cerrado in Gurupi, TO. The experiment was conducted under field conditions and experimental design of randomized blocks, corresponding to the treatments: inoculation of rhizobia and *Trichoderma* sp. in the seed, the seed inoculation with rhizobia and *Trichoderma* sp. in the soil, the seed inoculation with rhizobia and *Trichoderma* sp. in the seed and soil, only inoculation with rhizobia, control fertilized with nitrogen and control non-inoculated. Inoculation with rhizobia was performed with the strains INPA 03-11B and UFLA 03-84. For treatments with *Trichoderma* sp. was used to inoculate Trichoplus JCO powder. The results showed that nitrogen fixation potential of the tested strains of rhizobia and bioprotection of *Trichoderma* was essential for the production of biomass and nodulation. As for productivity, especially for treatments with rhizobia and *Trichoderma* on seed and rhizobia and *Trichoderma* in the seed and soil, with higher productivity ($p < 0.05$) than other treatments. The yield in these treatments was approximately 20% higher than the treatments only with rhizobia inoculation and nitrogen control treatment and in more than 500% compared to the control treatment without inoculation with rhizobia and *Trichoderma*.

Key-words: *Vigna unguicula* L. (Walp.), biological nitrogen fixation, biocontrol

INTRODUÇÃO

A cultura do feijão-caupi é de grande importância social e econômica e de notável potencial estratégico em regiões tradicionalmente cultivadas, como o Norte e o Nordeste, sendo considerado um dos mais importantes componentes da dieta alimentar (FREIRE FILHO et al., 2007). Recentemente, o feijão-caupi vem sendo introduzido em áreas de grande produtores agrícolas nos cerrados dos estados do Piauí, Maranhão e Tocantins, sendo considerada uma espécie com ampla variabilidade genética, tolerância às condições edafoclimáticas desfavoráveis, fixação biológica do nitrogênio, alto potencial produtivo e excelente valor nutritivo (MARTINS et al., 2003).

Dentre os principais fatores de baixa produtividade do feijão-caupi, encontram-se as doenças causadas por patógenos que habitam o solo, que podem provocar prejuízos severos com perdas significativas na produtividade (NECHET et al., 2006).

A aplicação de produtos em tratamentos de sementes, ou via foliar, tem se tornado uma prática agrícola rotineira, destacando-se o uso de fungicidas e inseticidas. Porém, para o controle, o tratamento químico torna-se inviável, considerando aspectos ecológicos e possíveis efeitos em inoculantes utilizados visando à fixação biológica do nitrogênio. Em contraste, o tratamento biológico com microrganismos benéficos, em tratamento de sementes de feijão-caupi, é muito pouco conhecido.

Restrições ao uso de fungicidas e os cuidados com o meio ambiente reforçam claramente a necessidade de

*autor para correspondência

Recebido para publicação em 01/02/2012; aprovado em 19/06/2012

¹ D. Sc. e Professor Adjunto do Fundação Universidade Federal do Tocantins

estudar táticas alternativas, como o uso de bioprotetores. Os prejuízos causados pelo uso frequente de produtos químicos, para controlar doenças de plantas, motivam a busca de métodos alternativos de controle. Agentes de controle biológico como *Trichoderma* spp. e indutores de resistência bióticos e abióticos são alternativas ao uso de pesticidas (PERAZZOLLI et al., 2008).

Espécies de *Trichoderma* sp. são consideradas eficientes antagonistas contra uma série de fungos fitopatogênicos (BROTMAN et al., 2010). A ação de *Trichoderma* sp. ocorre por meio da associação ou não dos mecanismos de parasitismo, antibiose, competição por nutrientes e substratos, sendo um fungo saprófita que atua na produção de enzimas extracelulares e antibióticos, o que eleva sua capacidade hiperparasita, competitiva e eficiência no biocontrole, promoção do crescimento das plantas e indutores de resistência contra diversos patógenos, com efeitos benéficos para as plantas (HARMAN et al., 2004; SHORESH et al., 2005; VITERBO et al., 2005; PERAZZOLLI et al., 2008; VINALE et al., 2008; SILVA et al., 2011; CARVALHO et al., 2011).

Resultados significativos têm sido reportados em outras culturas como milho (RESENDE et al., 2004), soja (GÖRGEN et al., 2009), feijão (BERNARDES et al., 2010; CARVALHO et al. 2011), pepineiro (SILVA et al., 2011), com o uso de *Trichoderma* sp. encontrados em vários produtos formulados a base de *Trichoderma* sp. no mercado mundial (ETHUR, 2005; LOBO et al., 2005; MERTZ et al., 2009). Segundo Brotman et al. (2010), espécies de *Trichoderma* spp. podem promover aumentos de até 300% no crescimento de plantas. Sementes tratadas com fungicidas ou agentes de biocontrole reduzem a disseminação de patógenos, contribuindo para a alta densidade do estande de plantas (SARTORI et al., 2004).

Dentre as tecnologias que podem permitir incrementos no rendimento de grãos, a Fixação Biológica de Nitrogênio (FBN) é amplamente reconhecida, pois minimiza o custo da produção, pela diminuição no uso de fertilizantes nitrogenados, trazendo benefícios para o meio ambiente, além de propiciar aumentos na fertilidade e na matéria orgânica do solo. Esta interação do feijão-caupi com bactérias fixadoras de N₂ atmosférico ou rizóbios via utilização de inoculantes e o conhecimento do processo de nodulação pode contribuir no aumento da produtividade da cultura em mais de 50%, como observado por Zilli et al. (2009) e Chagas Jr et al. (2010), em solos de cerrado em Roraima e Tocantins, respectivamente.

A dupla inoculação de sementes de leguminosas com rizóbio e *Trichoderma*, não só protege as plantas contra várias doenças, mas também, poderá melhorar a nodulação e o crescimento vegetal. Porém, apesar do sucesso relativo dessas práticas, em nenhum trabalho se verificou a interação entre rizóbio e *Trichoderma* em feijão-caupi em solos do cerrado. Assim, o objetivo deste trabalho foi avaliar os efeitos da dupla inoculação de rizóbio e *Trichoderma* em feijão-caupi cultivado em campo no sul do Tocantins, Gurupi.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido na área experimental da Universidade Federal do Tocantins, campus de Gurupi, localizada a 11° 43' S e 49° 04' N a 280 m de altitude. O clima é do tipo B1 wA' úmido com moderada deficiência hídrica segundo a classificação climática de Köppen.

Antes do plantio, coletou-se uma amostra de solo composta e realizou-se a caracterização físicas e químicas, onde foram encontrados os seguintes valores: 1,5 cmol_c dm³ de Ca; 0,7 cmol_c dm³ de Mg; 0,1 cmol_c dm³ de K; 2,8 mg dm³ de P; 0,07 cmol_c dm³ de Al; 7,4 cmol_c dm³ de CTC; 2,3 cmol_c dm³ de SB; 30% de V; pH 5,4 em água; 1,0 % de matéria orgânica; textura de 72,3, 8,2 e 19,5 % de areia, silte e argila, respectivamente (EMBRAPA, 1997).

O experimento foi conduzido de janeiro 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, com 10 plantas por metro linear, e o espaçamento entre linhas de plantio foi de 0,50 m. O tamanho de cada parcela experimental foi de 20 m². Foram cultivadas plantas de feijão-caupi da variedade vinagre, de porte semi-ereto, de ciclo médio-tardio: 55-70 dias, com grãos de tegumento de cor vermelha.

Para o preparo do solo foi realizado a correção da acidez do solo 60 dias antes do plantio, aplicando-se calcário dolomítico PRNT 85%, na dose de 0,965 t ha⁻¹ e incorporação realizada através de uma gradagem. Posteriormente, foi realizada a adubação mineral antes da semeadura aplicando-se 80 kg de P₂O₅ e 60 kg de K₂O, baseada na análise de solo e na necessidade da cultura.

Os tratamentos utilizados foram: Inoculação de rizóbio e *Trichoderma* sp. na semente; inoculação de rizóbio na semente e *Trichoderma* sp. no solo; inoculação de rizóbio na semente e *Trichoderma* sp. na semente e solo; somente inoculação de rizóbio; controle adubado com nitrogênio e testemunha sem inoculação. Para o tratamento controle com o uso de nitrogênio, foram utilizados 50 kg ha⁻¹ de N, sendo dividido em duas aplicações: 30 kg ha⁻¹ de N no momento do plantio e 20 kg ha⁻¹ de N de cobertura 25 dias após a emergência das plantas, na forma de ureia.

O experimento foi em blocos ao acaso e quatro repetições. A inoculação com rizóbio foi realizada com as estirpes obtidas na Coleção do Laboratório de microbiologia da UFLA: INPA 03-11B e UFLA 03-84 caracterizadas como *Bradyrhizobium* sp. As estirpes utilizadas, após crescimento em meio YMA (extrato de levedura, manitol e agar) por cinco dias, foram suspensas individualmente em solução salina (0,2% MgSO₄) e cada uma dessas suspensões (de 10⁹ células mL⁻¹) foi inoculadas às sementes, no dia do plantio.

Para os tratamentos com a utilização de *Trichoderma* sp., foi utilizado o inoculante Trichoplus JCO em pó, com dose de 20 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 2×10^{12} L⁻¹ de conídio viáveis, foi aplicado conforme indicações do fabricante, direto nas sementes e misturado no adubo nos tratamentos com *Trichoderma* no solo.

Foram coletadas 5 plantas de cada parcela aos 20, 30, 40 e na floração aos 50 DAP. 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), secas em estufa por 72 horas a 65°C até atingir o peso constante. Com a biomassa da parte aérea da última avaliação (50 DAP) determinou-se a eficiência relativa (ER) calculada segundo a fórmula: ER = (MSPA inoculada / MSPA com N) x 100 (LIMA et al., 2005).

Foi feita ainda a avaliação do estado nutricional das plantas, determinando-se os teores de N na parte aérea pelo método de Kjeldahl, descrito por Bremner & Mulvaney (1982). O N acumulado (ANPA) na matéria seca da parte aérea (MSPA) foi calculado, multiplicando o peso pelo teor de N. E com base nos valores de nitrogênio acumulado (N total) determinou-se a eficiência simbiótica, calculada por meio da fórmula: ES = [(Ntotal fixado – Ntotal TS/N) / (Ntotal TC/N – Ntotal TS/N) x 100], em que Ntotal fixado = Nitrogênio total do tratamento; Ntotal TS/N = Nitrogênio total da testemunha sem nitrogênio; Ntotal TC/N = Nitrogênio total da testemunha nitrogenada (LIMA et al., 2005). A produção de grãos foi obtida nas fileiras centrais de cada parcela com área útil de 6m², após

a maturação fisiológica das plantas, sendo a mesma corrigida para 13% de umidade.

Os dados foram submetidos à análise de variância e ao agrupamento de médias pelo teste de Scott Knott a 5%, utilizando o programa Assistat (SILVA, 1998).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na primeira avaliação 20 dias após o plantio (DAP), não houve diferença significativa para a variável MSPA entre os tratamentos inoculados e o controle adubado, somente em relação à testemunha (Tabela 1). Para a MSR, as menores médias foram encontradas para o tratamento testemunha e a inoculação de rizóbio e *Trichoderma* na semente, da mesma forma para a MST. Quanto ao NN e MSN, os maiores valores ($p < 0,05$) foram encontrados para os tratamentos com inoculação de rizóbio e *Trichoderma* na semente e no solo e a simples inoculação com rizóbio.

Na segunda avaliação 30 DAP, os tratamentos com as inoculações e controle adubado não diferiram significativamente, somente em relação à testemunha para a MSPA. Quanto a MSR e MST, destaque para o tratamento com as inoculações de rizóbio e *Trichoderma* na semente e no solo para MSR e os tratamentos com rizóbio e *Trichoderma* no solo e rizóbio e *Trichoderma* na semente e no solo, com médias superiores ($p < 0,05$). Quanto ao NN e MSN, destaque, novamente, para os tratamentos inoculação de rizóbio e *Trichoderma* na semente e no solo e a simples inoculação com rizóbio (Tabela 1).

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. (Trichoplus JCO)¹

Tratamentos	MSPA (g)	MSR (g)	MST (g)	NN	MSN (mg)
20 DAP ²					
rizóbio e Tricod. Semente	1,3 a	0,3 b	1,6 b	21 c	13 c
rizóbio e Tricod. Solo	1,7 a	0,4 a	2,1 a	27 c	23 b
rizóbio e Tricod. Semente/Solo	1,8 a	0,3 a	2,1 a	51 a	43 a
Rizóbio	1,8 a	0,3 a	2,1 a	60 a	41 a
controle Adubado ⁽³⁾	1,7 a	0,4 a	2,1 a	18 c	17 c
testemunha ⁽⁴⁾	0,4 b	0,1 c	0,5 c	6 d	4 d
CV (%) ⁽⁵⁾	12,0	13,5	11,3	12,1	11,8
30 DAP					
rizóbio e Tricod. Semente	2,2 a	0,7 b	2,9 b	59 c	61 b
rizóbio e Tricod. Solo	2,3 a	0,7 b	3,0 a	71 b	76 b
rizóbio e Tricod. Semente/Solo	2,5 a	0,9 a	3,4 a	99 a	95 a
Rizóbio	2,3 a	0,5 c	2,8 b	94 a	105 a
controle Adubado	2,3 a	0,6 c	2,9 b	25 d	19 c
testemunha	0,9 b	0,2 d	1,1 c	11 d	15 c
CV (%)	6,0	9,1	5,2	24,1	8,7

40 DAP					
rizóbio e Tricod. Semente	3,4 a	1,3 a	4,7 a	81 b	74 b
rizóbio e Tricod. Solo	3,1 a	1,2 a	4,3 a	77 b	79 b
rizóbio e Tricod. Semente/Solo	3,4 a	1,4 a	4,8 a	103 a	102 a
Rizóbio	3,1 a	1,1 a	4,2 a	117 a	115 a
controle Adubado	3,3 a	1,3 a	4,6 a	17 c	25 c
testemunha	1,6 b	0,4 b	2,0 b	15 c	20 c
CV (%)	8,3	12,6	7,8	9,7	12,0
50 DAP					
rizóbio e Tricod. Semente	6,3 a	1,3 a	7,6 a	101 b	116 a
rizóbio e Tricod. Solo	4,3 b	1,4 a	5,7 b	74 c	79 b
rizóbio e Tricod. Semente/Solo	6,0 a	1,4 a	7,4 a	118 a	133 a
Rizóbio	4,6 b	1,2 a	5,8 b	133 a	140 a
controle Adubado	6,0 a	1,4 a	7,4 a	31 d	32 c
testemunha	1,9 c	0,7 b	2,6 c	24 d	23 c
CV (%) ¹	7,2	7,0	6,1	11,5	11,0

⁽¹⁾ Médias seguidas de mesma letra minúscula, nas colunas, não diferem entre si pelo teste Scott Knott a 5%. ⁽²⁾ DAP = Dias após o plantio. ⁽³⁾ Controle adubado com N mineral. ⁽⁴⁾ Testemunha sem inoculação e sem adubação. ⁽⁵⁾ Coeficiente de Variação.

Aos 40 DAP, não houve diferença significativa para MSPA, MSR e MST entre os tratamentos com inoculação de rizóbio e *Trichoderma* e o tratamento controle adubado, semente em relação à testemunha. Para o NN e MSN, resultados significativos ($p < 0,05$) foram encontrados, também, para os tratamentos com a inoculação de rizóbio e *Trichoderma* somente no solo e rizóbio e *Trichoderma* na semente e solo (Tabela 1).

Na quarta avaliação, período da floração aos 50 DAP, resultados significativos ($p < 0,05$) foram encontrados para MSPA, MSR e MST para os tratamentos com rizóbio e *Trichoderma* na semente, rizóbio e *Trichoderma* na semente e solo e controle adubado (Tabela 1). Para o NN resultados superiores ($p < 0,05$) foram observados para os tratamentos com inoculação de rizóbio e *Trichoderma* na

semente e solo e inoculação somente com rizóbio. Já para a MSN, além destes tratamentos, destaque também para o tratamento com inoculação de rizóbio e *Trichoderma* somente na semente.

Em relação à eficiência relativa (Figura 1), que relaciona a biomassa da parte aérea, aos 50 DAP, dos tratamentos em relação ao controle adubado, foram observadas diferenças significativas para os tratamentos com inoculação de rizóbio e *Trichoderma* na semente e rizóbio e *Trichoderma* na semente e no solo, apresentando os maiores valores ($p < 0,05$), porém não diferindo do tratamento controle adubado. Os demais tratamentos apresentaram resultados significativamente inferiores, onde houve redução entre 30,6 a 69,9% em relação ao tratamento controle adubado.

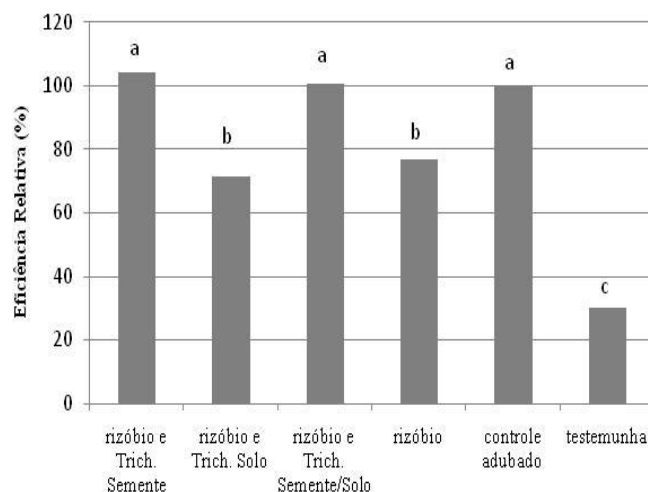


Figura 1. Eficiência Relativa de feijão-caupi cv. Vinagre inoculado com rizóbio e *Trichoderma*, em relação ao tratamento adubado com nitrogênio (uréia)

Considerando os teores de nitrogênio na parte aérea do feijão-caupi, somente houve diferencia significativa entre a testemunha e os demais tratamentos. Para o acúmulo de nitrogênio na parte aérea (ANPA), os maiores valores foram encontrados para os tratamentos com rizóbio e *Trichoderma* somente na semente, rizóbio e *Trichoderma* na semente e no solo e o controle adubado (Tabela 2). Este aumento no ANPA foi em média 30% superior aos demais tratamentos com inoculação de *Trichoderma* e rizóbio e 80% em relação à testemunha.

Quanto à produtividade, destaque para os tratamentos com rizóbio e *Trichoderma* na semente e rizóbio e *Trichoderma* na semente e no solo, com produtividade superior ($p > 0,01$) aos demais tratamentos. A produtividade nestes tratamentos foi aproximadamente 20% superior aos tratamentos somente com inoculação com rizóbio e tratamento controle com adubação nitrogenada e em mais de 500% em relação ao tratamento testemunha sem inoculação com rizóbio e *Trichoderma* (Tabela 2).

Tabela 2. Teor de Nitrogênio (TN), acúmulo de nitrogênio na parte aérea (ANPA) e produtividade de feijão-caupi cv. Vinagre em Gurupi-TO⁽¹⁾

Tratamento	Teor de N (mg g ⁻¹ /planta)	ANPA (mg/planta)	Produtividade (kg ha ⁻¹)
rizóbio e Tricod. Semente	47,6 a	299,9 a	1.285 a
rizóbio e Tricod. Solo	43,1 a	185,3 c	973 b
rizóbio e Tricod. Semente/Solo	45,4 a	272,4 a	1.379 a
Rizóbio	47,0 a	216,2 b	1.087 b
controle Adubado	46,5 a	279,0 a	1.033 b
testemunha	28,3 b	53,8 d	209 c
CV (5)	13,6 b	18,4 d	14,5

⁽¹⁾ Médias seguidas de mesma letra minúscula, nas colunas, não diferem entre si pelo teste Scott-Knott a 5%.

Quanto à eficiência simbiótica, os melhores resultados foram encontrados para os tratamentos com rizóbio e *Trichoderma* somente na semente e rizóbio e *Trichoderma* na semente e no solo, evidenciando eficiência na

capacidade de assimilação do nitrogênio atmosférico pelas estirpes inoculadas, superiores ao tratamento testemunha e somente inoculação com rizóbio (Figura 2).

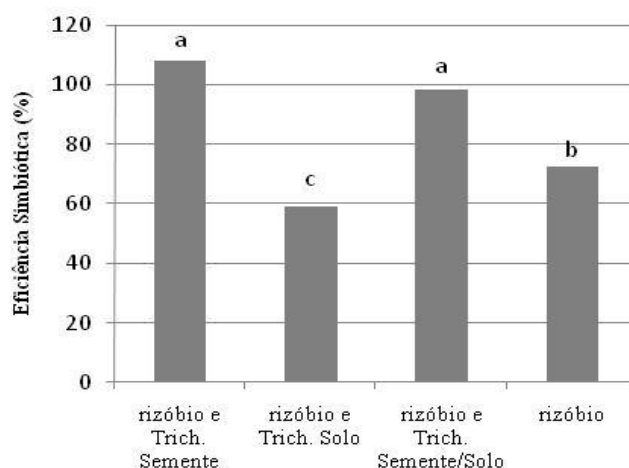


Figura 7. Eficiência simbiótica das estirpes de rizóbio dos tratamentos com rizóbio e *Trichoderma*, em relação ao N total acumulado em feijão-caupi cv. Vinagre, 50 dias após o plantio

O potencial em fixação de nitrogênio das estirpes testadas e de bioproteção de *Trichoderma* foi de fundamental importância para a produção de biomassa (Tabela 1), nodulação (Tabela 1) e produtividade (Tabela 2), o que pode estar relacionada com a efetiva capacidade de fornecimento de nitrogênio e bioproteção contra patógenos pelos microrganismos utilizados. Resultados semelhantes foram reportados por Saber et al. (2009) com a coinoculação de *Trichoderma* e *Rhizobium* em fava e por Bécquer et al. (2004) em *Vigna luteola* inoculada com *Trichoderma* e *Bradyrhizobium*.

A ação de *Trichoderma* como bioprotetores está ligada ao controle de fungos patogênicos de sementes e do solo que causam má germinação, início ou aumento de inóculos de patógenos que facilitam o desenvolvimento de doenças em sementes, em plântulas e em planta adulta, reduzindo o rendimento de grãos e produtividade. Entretanto, o efeito de *Trichoderma* parece estar ligado, também, a fatores não relacionados com o controle direto de patógenos. Mecanismos de ação tais como indução de resistência, fitohormônios, mineralização de nutrientes e outros, podem estar envolvidos, como reportados para alguns bioprotetores (PERAZZOLLI et al., 2008; VINALE et al., 2008; SILVA et al., 2011).

Contudo, há necessidade de usar produtos biológicos que sirvam como alternativas e apresentem controle dos principais patógenos e aumento de rendimento de biomassa e, conseqüentemente, produção de grãos de culturas como o feijão-caupi. Por esse motivo, os resultados mostrados no presente estudo demonstram que os bioprotetores apresentam-se como uma tecnologia alternativa para o tratamento de sementes de feijão-caupi e possível efeito na biomassa e produtividade. Esses bioagentes poderão ter um importante impacto na redução do uso excessivo de fungicidas, no alcance da agricultura sustentável e na proteção do ambiente.

Quanto à eficiência de inoculação das estirpes de rizóbio, foi observado que a inoculação apresentou efeito

significativo com valores semelhantes ao controle que foi utilizado adubação química, ficando comprovando assim a eficiência da inoculação de rizóbios no feijão-caupi (Tabela 1). Assim, as estirpes testadas apresentaram grande eficiência na fixação biológica do nitrogênio, quando comparado ao tratamento testemunha sem inoculação e mais efetivo quando da utilização das estirpes de rizóbio com *Trichoderma* utilizado na semente e na semente e solo simultaneamente.

Esses dados indicam que, apesar da utilização da inoculação com *Trichoderma*, ocorreu melhor desempenho simbiótico com a utilização das estirpes de rizóbio inoculadas, observados nos parâmetros biomassa e nodulação (Tabela 1), teor de N e acúmulo de N total (Tabela 2), ER e ES (Figuras 1 e 2), podendo ser usados como bons indicadores da potencialidade de uso destas estirpes. Resultados semelhantes de eficiência simbiótica de estirpes de rizóbio em feijão-caupi foram reportados em outros trabalhos (SOARES et al., 2006; ZILLI et al., 2009; 2009; CHAGAS JR et al., 2010; GUEDES et al., 2010).

A dupla inoculação de rizóbio e *Trichoderma* em leguminosas tem sido reportada como efeito positivo na biomassa, como apresentado Tavares (2007) em trabalhos realizados com feijoeiro, onde observou que a inoculação dos isolados de *T. harzianum* teve efeito significativo na biomassa.

Quanto à nodulação, os resultados mostram que a inoculação favoreceu a nodulação e a massa seca dos nódulos (Tabela 2). Soares et al. (2006) inoculando feijão-caupi, encontrou resultados semelhantes com valores superiores de NN e MSN em relação a testemunha. Ogut et al. (2005), observaram aumento da massa e número de nódulos nas plantas de feijão e elevação do conteúdo de nitrogênio nas sementes de trigo quando inoculados com *T. harzianum* Rifai 1295-22 (T-22).

As maiores produtividade encontradas no presente trabalho foram para os tratamentos com inoculação de rizóbio

e *Trichoderma* na semente (1.285 kg ha⁻¹) e rizóbio e *Trichoderma* na semente e no solo (1.379 kg ha⁻¹). Esses resultados foram próximos ao de ZILLI et al. (2006), em cultivos experimentais em área de cerrado no município de Boa Vista e em área de mata no município de Cantá, RR, que encontram produtividade de 1.759,00 e 1.104,00 kg ha⁻¹ respectivamente, quando inoculado e não inoculado.

No presente trabalho foi observado que em todas as variáveis analisadas existisse uma evidente superioridade dos tratamentos com a inoculação de rizóbio em relação ao tratamento testemunha, e no caso da utilização do *Trichoderma* foi observado resultados superiores para os tratamentos onde houve inoculação de *Trichoderma* na semente e *Trichoderma* na semente e no solo, o que demonstra não haver competição e/ou antagonismo destas cepas de fungos sobre a população de rizóbio inoculada. Assim, a inoculação de rizóbio e *Trichoderma* pode exercer uma ação antagonista contra patógenos da rizosfera e a atividade infectiva e de fixação de nitrogênio das estirpes de rizóbio.

CONCLUSÃO

1. A inoculação do feijão-caupi com rizóbio e *Trichoderma* na semente e *Trichoderma* na semente e no solo proporcionaram melhores resultados nas variáveis analisadas no experimento, sendo evidente, também, não existir efeito inibitório do *Trichoderma* sobre as estirpes de rizóbio inoculadas no feijão-caupi, e que o aumento nos valores de biomassa, teor de nutriente e produtividade se deve principalmente a capacidade de infecção e de fixação de nitrogênio atmosférico das estirpes de rizóbio e da ação biocontroladora de *Trichoderma*.

AGRADECIMENTOS

À UFT - Campus de Gurupi, CNPq Edital Bionorte.

REFERÊNCIAS

BERNARDES, T. G.; SILVEIRA, P. M.; MESQUITA, M. A. M. Regulador de crescimento e *Trichoderma harzianum* aplicados em sementes de feijoeiro cultivado em sucessão a culturas de cobertura. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v. 40, p. 439-446, 2010.

BÉCQUER, C. J.; RAMOS, Y.; NÁPOLES, J. A.; ARIOZA, M. D. Efecto de la interacción *Trichoderma*-rizóbio em *Vigna luteola* SC-123. **Pastos y Forrajes**, v. 27, n. 2, p. 139-145, 2004.

BREMNER, J. M.; MULVANEY, C. S. **Nitrogen total**. In: PAGE, A. L.; MILLER, R. H.; KENEY, D. R. (eds.) *Methods of soil analysis. Chemical and microbiological properties*. 2. ed. Madison, America Society of Agronomy, 1982. v. 2, p.595-624.

BROTMAN, Y.; GUPTA, K. J.; VITERBO, A. *Trichoderma*. **Current Biology**, v. 20, p. 390-391, 2010.

CARVALHO, D. D.; MELLO, S. C. M.; LOBO JUNIOR, M.; GERALDINE, A. M. Biocontrol of seed pathogens and growth promotion of common bean seedlings by *Trichoderma harzianum*. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 46, n. 8, p. 822-828, 2011.

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 Ciência Agrônômica**, v. 41, p. 709-714, 2010.

EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Manual de métodos de análise de solos**. 2. ed. Rio de Janeiro: EMBRAPA – CNPS, 1997. 212p.

ETHUR, L. Z.; NICOLINI, C.; BLUME, E. Viabilidade de formulações em pó de *Trichoderma virens* em diferentes embalagens e temperaturas. **Revista Brasileira de Agrociência**, v. 14, p. 391-394, 2008.

FREIRE FILHO, F. R.; BENVINDO, R. N.; ALMEIDA, A. L. G.; OLIVEIRA, J. T. S.; PORTELA, G. L. F. **Caracterização de pólos de produção da cultura de feijão-caupi no estado o Piauí**. Embrapa Meio Norte, 2007. 28p. (Documentos, 100).

GÖRGEN, C. A.; NETO, A. N. S.; CARNEIRO, L. C.; RAGAGNIN, V.; JUNIOR, M. L. Controle do mofo-branco com palhada e *Trichoderma harzianum* 1306 em soja. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 44, p. 1583-1590, 2009.

GUEDES, G. N.; SOUZA, A. S.; LIMA, A. S.; ALVES, L. S. Eficiência agrônômica de inoculantes em feijão-caupi no município de Pombal – PB. **Revista Verde**, v. 5, n. 4, p. 82-89, 2010.

HARMAM, G. E.; HOWELL, C. R.; VITERBO, A.; CHET, I.; LORITO, M. *Trichoderma* species – opportunistic, avirulent plant symbionts. **Nature Reviews Microbiology**, v. 2, p. 43-56, 2004.

LOBO, J. R. M.; PIMENTA, G.; BALLAROTTI, A. Controle de *Rhizoctonia solani* e *Fusarium solani* em campo com *Trichoderma harzianum*. **Fitopatologia Brasileira**, v. 30, p. 91-94, 2005.

LIMA, A. S.; PEREIRA, J. P. A. R.; MOREIRA, F. M. S. Diversidade fenotípica e eficiência simbiótica de estirpes de *Bradyrhizobium* spp. de solos da Amazônia. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 40, n. 11, p. 1095-1104, 2005.

- MARTINS, L. M. V.; XAVIER, G. R.; RANGEL, F. W.; RIBEIRO, J. R. A.; NEVES, M. C. P.; MORGADO, L. B.; RUMJANEK, N. G. **Contribution of biological nitrogen fixation to cowpea: a strategy for improving grain yield in the Semi-Arid Region of Brazil.** *Biology and Fertility of Soils*, v. 38, n. 5, p. 333-339, 2003.
- MERTZ, L. M.; HENNING, F. A.; ZIMMER, P. D. Bioprotetores e fungicidas químicos no tratamento de sementes de soja. *Ciência Rural*, v. 39, p. 13-18, 2009.
- NECHET, K. L.; HALFELD-VIEIRA, B. A. Caracterização de isolados de *Rhizoctonia* spp., associados à mela do feijão-caupi (*Vigna unguiculata*), coletados em Roraima. *Fitopatologia Brasileira*, v. 31, p. 505-508, 2006.
- ÖĞÜT, M.; AKDAĞ, C.; DÜZDEMİR, O.; SAKIN, M.A. Single and double inoculation with *Azospirillum/Trichoderma*: the effects on dry bean and wheat. *Biology and Fertility of Soils*, v. 41, n. 4, p. 262-272, 2005.
- PERAZZOLLI, M.; DAGOSTIN, S.; FERRARI, A.; ELAD, Y.; PERTOT, I. Induction of systemic resistance against *Plasmopara viticola* in grapevine by *Trichoderma harzianum* T39 and benzothiadazole. *Biological Control*, v. 47, p. 228-234, 2008.
- RESENDE, M. E. L.; OLIVEIRA, J. A.; GUIMARÃES, R. M.; VON PINHO, R. G.; VIEIRA, A. R. Inoculação de sementes de milho utilizando o *Trichoderma harzianum* como promotor de crescimento. *Ciência e Agrotecnologia*, v. 28, p. 793-798, 2004.
- SABER, W. I. A.; ABD EL-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*, v. 4, p. 286-300, 2009.
- SARTORI, A. F.; REIS, E. M.; CASA, R. T. Quantificação da transmissão de *Fusarium moniliforme* de sementes para plântulas de milho. *Fitopatologia Brasileira*, v. 29, p. 456-458, 2004.
- SHORESH, M.; YEDIDIA, I.; CHET, I. Involvement of jasmonic acid/ethylene signaling pathway in the systemic resistance induced in cucumber by *Trichoderma asperellum* T203. *Phytopathology*, v. 95, p. 76-84, 2005.
- SILVA, F. A. S. 2008. ASSISTAT. Versão 7.6 beta. <http://www.assistat.com/indexp.html>. 10 Mar. 2012.
- SILVA, V. N.; GUZZO, S. D.; LUCON, C. M. M.; HAKAKAVA, R. Promoção do crescimento e indução de resistência à antracnose por *Trichoderma* spp. em pepineiro. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v. 46, n. 12, p. 1609-1618, 2011.
- SOARES, A. L. L.; PEREIRA, J. P. A.; FERREIRA, P. A. A.; VALE, H. M. M.; LIMA, A. S.; ANDRADE, M. J. B.; MOREIRA, F. M. S. Eficiência agrônômica de rizóbios selecionados e diversidade de populações nativas nodulíferas em Perdões, (MG). I-caupi. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v. 30, n. 1, p. 795-802, 2006.
- TAVARES, C.N. **Efeito da inoculação do fungo *Trichoderma harzianum* rifai no desenvolvimento de uma variedade do Feijoeiro Comum (*Phaseolus Vulgaris* L.).** Goiânia: UFG, 2007. 72p. Tese Mestrado.
- VINALE, F.; SIVASITHAMPARAM, K.; GHISALBERT, E. L.; MARA, R.; BARBETTI, M. J.; LI, H.; WOO, S. L.; LORITO, M. A novel role for *Trichoderma* secondary metabolites in the interactions with plants. *Physiological and Molecular Plant Pathology*, v. 72, p. 80-86, 2008.
- VITERBO, A.; HAREL, M.; HORWITZ, B. A.; CHET, I.; MUKHERJEE, P. K. *Trichoderma* mitogen-activated protein kinase signaling is involved in induction of plant systemic resistance. *Applied and Environmental Microbiology*, v. 71, p. 6241-6246, 2005.
- ZILLI, J.E.; MARSON, L.C.; XAVIER, G.R.; RUMJANEK, N.G. **Avaliação de Estirpes de Rizóbio para a Cultura do Feijão-caupi em Roraima.** 2006. 9p. (Embrapa Roraima). Circular Técnica.
- 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 Amazonica*, v. 39, p. 749-758, 2009.