

# Eficiência da inoculação combinada de rizóbio e *Trichoderma* spp. em diferentes cultivares de feijão-caupi (*Vigna unguiculata*) no cerrado (Savana Brasileira)

## Efficiency of combined inoculation of rhizobia and *Trichoderma* spp. in different cultivars of cowpea (*Vigna unguiculata*) in the “cerrado” (Brazilian savanna)

Aloisio F. Chagas Junior<sup>1</sup>, Ariádila G. Oliveira<sup>2</sup>, Higor B. Reis<sup>2</sup>, Gil R. Santos<sup>1</sup>, Lillian F. B. Chagas<sup>2</sup> e Luciane O. Miller<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Laboratório de Microbiologia e Fitopatologia, Universidade Federal do Tocantins (UFT), Campus de Gurupi-TO, CEP: 77402-970, Brasil.

E-mails: chagasjraf@uft.edu.br, author for correspondence; gilrsan@uft.edu.br

<sup>2</sup> Universidade Federal do Tocantins (UFT), Campus de Gurupi-TO, Brasil,

E-mails: ariadyla@hotmail.com, higorbarbosareis@hotmail.com; lillianfb@hotmail.com

<sup>3</sup> JCO Fertilizantes, Barreiras-BA, Brasil, E-mail: lucianeom@jcofertilizantes.com.br

Recebido/Received: 2013.08.27

Aceitação/Accepted: 2013.10.31

### RESUMO

O trabalho teve como objetivo avaliar a eficiência da inoculação combinada de rizóbio e *Trichoderma* em feijão-caupi (*Vigna unguiculata*). Foram utilizadas três cultivares de feijão-caupi, ‘Corujinha’, ‘Fradinho’ e ‘Sempre Verde’. O ensaio foi conduzido no campo com delineamento experimental em blocos ao acaso e quatro repetições. Os tratamentos utilizados consistiram em inoculações simples e combinada de rizóbio e *Trichoderma* na semente e no solo, no plantio e aos 15 dias após o plantio (DAP). Foram também incluídos um controle adubado com azoto e uma testemunha sem inoculação. Foram inoculadas estirpes de *Bradyrhizobium* sp., e para os tratamentos com a utilização de *Trichoderma*, foi utilizado o inoculante comercial Trichoplus JCO em pó. Foram avaliadas a biomassa, nodulação, produtividade, eficiência simbiótica e teor de azoto e fósforo. A aplicação de *Trichoderma* aos 15 DAP, tanto na semente quanto no solo, apresentou os melhores resultados na maioria das cultivares analisadas, superando os demais tratamentos. A cultivar ‘Corujinha’ apresentou os melhores resultados para produção de biomassa. A aplicação de *Trichoderma* não prejudicou o processo de nodulação, sendo que os melhores resultados foram obtidos quando o fungo foi inoculado com rizóbio.

**Palavras-Chave:** Crescimento vegetal, biomassa, produtividade, fabáceas

### ABSTRACT

The study aimed to evaluate the efficiency of combined inoculation of *Rhizobia* and *Trichoderma* in cowpea (*Vigna unguiculata*). Three cultivars of cowpea, ‘Corujinha’, ‘Fradinho’ and ‘Sempre Verde’ were assayed. The experiment was conducted in a field in a randomized block design with four replications. The treatments used were simple and combined inoculations of *Rhizobia* and *Trichoderma* in the seed and in the soil, at planting and 15 days after planting (DAP). It was also included a control over fertilized with nitrogen and a non-inoculated control. Strains of *Bradyrhizobium* sp. were used for inoculation. Trichoplus JCO inoculant powder was used for treatments with *Trichoderma*. The parameters evaluated were biomass, nodulation, productivity, efficiency and symbiotic nitrogen content and phosphorus. The application of *Trichoderma* at 15 DAP in both the seed and in the soil showed the best results in most of the cultivars analyzed, overcoming the other treatments. Cultivar ‘Corujinha’ showed the best results for biomass production. The application of *Trichoderma* did not inhibit the nodulation process, and the best results were obtained when the fungus was inoculated with *Rhizobia*.

**Key-word:** Plant growth, biomass, productivity, legumes

## Introdução

O fato do feijão-caupi (*Vigna unguiculata* (L.) Walp) fixar o azoto atmosférico, por meio da simbiose com bactérias fixadoras de azoto, garante um melhor desenvolvimento vegetativo e produtivo, contribuindo para redução do uso de fertilizantes azotados em diferentes regiões de cultivo (Nascimento *et al.*, 2009; Zilli *et al.*, 2009; Chagas Jr *et al.*, 2010).

Porém, em regiões de cerrado, como o cerrado tocantinense, o uso de inoculantes na cultura do feijão-caupi ainda é muito limitado, necessitando de estudos de avaliação da fixação biológica do azoto nesta cultura e da eficiência agrônômica das estirpes de rizóbio nas condições de clima e solo desta região.

Outros microrganismos importantes usados como inoculantes em culturas agrícolas são os fungos do gênero *Trichoderma*. São microrganismos de vida livre e estão entre os mais estudados e conhecidos agentes de biocontrole no mundo (Verma *et al.*, 2007a, b). Pesquisas com inoculação de *Trichoderma* têm sido direcionadas, também, para a promoção do crescimento vegetal em relação à biomassa e produtividade de arroz (Almança, 2005), grão de bico (Jyotsna *et al.*, 2008), feijão (Hoyos-Carvajal *et al.*, 2009) e feijão-caupi (Chagas Jr *et al.*, 2012).

A promoção de crescimento vegetal ocasionada por *Trichoderma* spp. pode envolver alguns fatores ainda poucos esclarecidos, como a produção de hormonas e vitaminas, a solubilização de fosfatos e controle de patógenos (Harman *et al.*, 2004; Machado *et al.*, 2009). Segundo Ethur (2006), a variabilidade entre os isolados de *Trichoderma* spp., quanto à interferência no crescimento de vegetais, consiste, principalmente, na produção de metabolitos secundários e na sua capacidade de ser competitivo na rizosfera. Assim, a inoculação de rizóbio e *Trichoderma* pode exercer uma ação antagonista contra patógenos da rizosfera atuando também como promotor de crescimento vegetal e a atividade infectiva e de fixação de azoto das estirpes de rizóbio. A substituição de fertilizantes industriais por biológicos buscando a sustentabilidade e aumento de produtividade deve ser uma prioridade atual, assim este trabalho teve como objetivo avaliar a eficiência da inoculação combinada de rizóbio e *Trichoderma* em três cultivares de feijão-caupi cultivado em campo no cerrado no estado de Tocantins, Brasil.

## Material e Métodos

Os estudos foram conduzidos na estação experimental da Universidade Federal do Tocantins no

Campus de Gurupi – TO (11°43'45''S e 49°04'07''W). A caracterização climática local e de clima tropical úmido com pequena deficiência hídrica (B1wA'a') conforme classificação Thornthwaite.

Antes do plantio, coletou-se uma amostra de solo composta e realizou-se a caracterização física e química, onde foram encontrados os seguintes valores: 1,5 cmol<sub>c</sub> dm<sup>3</sup> de Ca; 0,7 cmol<sub>c</sub> dm<sup>3</sup> de Mg; 0,1 cmol<sub>c</sub> dm<sup>3</sup> de K; 2,8 mg dm<sup>3</sup> de P; 0,07 cmol<sub>c</sub> dm<sup>3</sup> de Al; 7,4 cmol<sub>c</sub> dm<sup>3</sup> de CTC; 2,3 cmol<sub>c</sub> dm<sup>3</sup> 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).

Foi realizada a adubação mineral antes da sementeira 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.

Foram conduzidos três ensaios de campo com feijão-caupi, correspondendo cada ensaio a uma cultivar, com estirpes de rizóbio e *Trichoderma*, sendo as cultivares avaliadas em ensaios independentes. As cultivares utilizadas foram 'Sempre Verde', 'Fradinho' e 'Corujinha'. Os ensaios foram conduzidos na safra 2012/2013 (novembro de 2012 a fevereiro de 2013). Cada parcela experimental constou de nove linhas de plantio, com cinco metros de comprimento, por quatro metros de largura, e o espaçamento entre linhas de plantio de 0,50 m, totalizando 20 m<sup>2</sup>. Os tratamentos utilizados em cada ensaio foram: T1, inoculação somente de rizóbio na semente; T2, inoculação somente de *Trichoderma* na semente; T3, inoculação de rizóbio e *Trichoderma* spp. na semente; T4, inoculação de rizóbio na semente e *Trichoderma* spp. no solo (no adubo); T5, inoculação de rizóbio na semente e *Trichoderma* aos 15 dias após o plantio (DAP) (reforço); T6, inoculação de rizóbio e *Trichoderma* sp. na semente e *Trichoderma* aos 15 DAP (reforço); T7, inoculação de rizóbio na semente e *Trichoderma* sp. no solo e 15 DAP; T8, controle adubado com azoto; e T9, testemunha sem inoculação. Os ensaios foram realizados em blocos casualizados com quatro repetições.

As estirpes de rizóbio utilizadas foram INPA 03-11B e UFLA 03-84 caracterizadas como *Bradyrhizobium* sp. obtidas junto ao Laboratório de Microbiologia da Universidade Federal de Lavras (Minas Gerais, Brasil). Após crescimento em meio YMA (extrato de levedura, manitol, agar) por cinco dias, foram suspensas individualmente em solução salina (0,2% MgSO<sub>4</sub>) e adicionadas na concentração de 10<sup>9</sup> células mL<sup>-1</sup> cada, às sementes duas horas antes da semeadura, sendo utilizada 50 mL kg<sup>-1</sup> de semente.

Para os tratamentos com a utilização de *Trichoderma* sp., foi utilizado o inoculante comercial Trichoplus

JCO em pó, com dose de 20 g por kg de sementes. No tratamento com aplicação direta no solo, no plantio e aos 15 DAP, 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  $2 \times 10^{12}$  L<sup>-1</sup> de conídio viáveis, foi aplicado conforme indicações do fabricante (JCO Fertilizantes), direto nas sementes e misturado no adubo nos tratamentos com *Trichoderma* no solo e em cobertura nos tratamentos com aplicações aos 15 DAP. A distribuição de 4 g de Trichoplus em cobertura aos 15 DAP foi feita após diluição do Trichoplus em 10 L de água para cada parcela experimental, aplicado na linha de plantio utilizando um pulverizador costal.

Para o tratamento com o uso de azoto em cada ensaio, foi utilizado 50 kg ha<sup>-1</sup> de N (ureia), sendo dividido em duas aplicações: 20 kg ha<sup>-1</sup> de N no momento do plantio e 30 kg ha<sup>-1</sup> de N de cobertura 25 dias após a emergência das plantas. Após a emergência foi realizado o desbaste deixando-se 10 plantas por metro linear.

Aos 50 DAP foi realizada avaliação de biomassa e nodulação, quando os tratamentos apresentavam mais de 50% de floração. Foram coletadas seis plantas de cada parcela, totalizando 12 plantas por tratamento.

A avaliação de biomassa foi feita através da massa seca da parte aérea (MSPA), da raiz (MSR), e total (MST). A secagem deste material foi realizada em estufa por 72-h a 65 °C até atingir o peso constante. Foram também avaliados o número de nódulos (NN) e massa seca dos nódulos (MSN).

Foi feita ainda a avaliação do estado nutricional das plantas, determinando-se os teores de azoto e fósforo total na parte aérea pelos métodos de Kjeldahl (Bremner e Mulvaney, 1982) e colorimetria, respectivamente. O N acumulado (ANPA) na matéria seca da parte aérea (MSPA) foi calculado, multiplicando o peso pelo teor de N total. Com base nos valores de azoto acumulado (N total) determinou-se a eficiência simbiótica. Com base nos valores de azoto acumulado (N total) determinou-se a eficiência simbiótica, calculada por meio da fórmula:  $ES = [(N_{total\ fixado} - N_{total\ TS/N}) / (N_{total\ TC/N} - N_{total\ TS/N}) \times 100]$ , em que  $N_{total\ fixado}$  = Azoto total do tratamento;  $N_{total\ TS/N}$  = Azoto total da testemunha sem azoto;  $N_{total\ TC/N}$  = Azoto total do tratamento controle com nitrogenada (controle adubado) (Lima *et al.*, 2005).

A produção de grãos foi obtida nas fileiras centrais de cada parcela com área útil de 6 m<sup>2</sup>, após a maturação fisiológica das plantas, sendo a mesma corri-

gida para 13% de umidade. A colheita foi realizada quando aproximadamente 80% das vagens apresentavam-se secas. Após colheita foi obtida a produtividade de cada cultivar.

Os dados foram submetidos à análise de variância e teste de Scott-Knott a 5%, utilizando o programa estatístico Assisat versão 7.1 beta.

## Resultados e Discussão

Em relação à biomassa (MSPA, MSR e MST), os tratamentos que mais se destacaram nas três cultivares foram a inoculação de rizóbio e *Trichoderma* na semente e 15 DAP e inoculação de rizóbio e *Trichoderma* no solo e 15 DAP, superando os resultados obtidos com a adubação nitrogenada (Quadro 1). Esses resultados estão de acordo com os obtidos por Diniz *et al.* (2006), os quais observaram que sementes de alface inoculadas com *Trichoderma viride* apresentaram maior produção de massa seca de parte aérea. Machado *et al.* (2011), em ensaios com *Lotus corniculatus* L. (cornichão) e *Avena strigosa* Schreb (aveia-preta) observaram que todas as cepas e estirpes de rizóbios testadas em conjunto com produto comercial à base de *T. harzianum* foram capazes de promover o crescimento das plantas de aveia-preta, aumentando a massa vegetal da parte aérea.

Os resultados encontrados neste trabalho corroboraram com trabalhos de Carvalho Filho *et al.* (2008) onde observaram que a inoculação com um isolado de *T. harzianum* promoveu o aumento significativo da massa seca em plantas de eucalipto. Ethur (2006) trabalhando com sementes de nabo forrageiro verificaram que os tratamentos em que foi utilizado *Trichoderma*, mostraram aumento na altura de plântulas, demonstrando a atuação deste fungo como promotor de crescimento. Harman (2000) demonstra em estudo realizado em estufa e campo, aplicando *Trichoderma* spp. (T22) no solo, que ocorreu aumento no desenvolvimento do tomateiro.

Analisando os resultados podemos observar que a aplicação de *Trichoderma* aos 15 DAP favoreceu significativamente as cultivares testadas. Isso pode ser explicado pelo fato de que nessa fase as plantas estão mais susceptível a incidência de doenças, e uma segunda dose de *Trichoderma* favoreceu a bio-proteção das plantas, aumento com isso a resistência das mesmas. No entanto, independentemente da ocorrência da doença, a inoculação com *Trichoderma* também resultou em um maior crescimento no feijão-caupi. Estes resultados podem ser considerados positivos para a utilização destes isolados, uma vez que, ao colonizar o sistema radicular da planta, o

**Quadro 1** – Massa seca da parte aérea (MSPA), raiz (MSR), total (MST), número de nódulos (NN) e massa seca dos nódulos (MSN) em feijão-caupi cultivares ‘Corujinha’, ‘Fradinho’ e ‘Sempre Verde’, inoculado com rizóbio e *Trichoderma* sp.<sup>1</sup>

	MSPA (g)	MSR (g)	MST (g)	NN	MSN (mg)
<b>cv. ‘Corujinha’: Ensaio 1</b>					
Somente Rizóbio	9,4 b	2,8 a	12,2 b	117 b	310 a
Somente <i>Tricho.</i> (semente)	7,7 c	2,3 a	10,0 c	29 c	80 b
Riz.+ <i>Tricho.</i> (semente)	11,1 b	2,6 a	13,7 b	94 b	283 a
Riz.+ <i>Tricho.</i> (solo)	10,9 b	2,6 a	13,5 b	96 b	278 a
Riz.+ <i>Tricho.</i> 15 DAP	9,6 b	2,4 a	12,0 b	107 b	301 a
Riz.+ <i>Tricho.</i> (semente) e 15 DAP	16,3 a	3,1 a	19,4 a	106 b	291 a
Riz.+ <i>Tricho.</i> (solo) e 15DAP	16,5 a	3,0 a	19,5 a	189 a	321 a
Controle com N	12,3 b	2,6 a	14,9 b	29 c	83 b
Testemunha	7,9 c	1,4 b	9,3 c	20 c	47 c
CV (%) <sup>2</sup>	16,2	16,0	16,2	28,7	16,7
<b>cv. ‘Fradinho’: Ensaio 2</b>					
Somente Rizóbio	8,8 a	1,8 a	10,6 a	33 b	230 a
Somente <i>Tricho.</i> (semente)	6,9 b	1,4 a	8,3 b	15 c	72b
Riz.+ <i>Tricho.</i> (semente)	9,4 a	1,7 a	11,1 a	38 b	407 a
Riz.+ <i>Tricho.</i> (solo)	6,1 b	1,3 a	7,4 b	44 a	307 a
Riz.+ <i>Tricho.</i> 15 DAP	8,7 a	1,6 a	10,3 a	38 b	227 a
Riz.+ <i>Tricho.</i> (semente) e 15 DAP	10,1 a	1,4 a	11,5 a	45 a	266 a
Riz.+ <i>Tricho.</i> (solo) e 15DAP	11,5 a	2,0 a	13,5 a	45 a	283 a
Controle com N	8,8 a	1,4 a	10,2 a	11 c	53 b
Testemunha	2,7 c	0,4 b	5,77 c	11 c	50 b
CV (%)	16,5	23,0	16,6	13,7	33,2
<b>cv. ‘Sempre Verde’: Ensaio 3</b>					
Somente Rizóbio	10,9 b	2,6 a	13,5 b	66 a	147 b
Somente <i>Tricho.</i> (semente)	7,1 c	2,0 b	9,1 c	30 b	68 c
Riz.+ <i>Tricho.</i> (semente)	10,7 b	2,8 a	13,5 b	64 a	147 b
Riz.+ <i>Tricho.</i> (solo)	12,3 b	2,7 a	15,0 b	61 a	163 b
Riz.+ <i>Tricho.</i> 15 DAP	10,3 b	2,2 b	12,5 b	55 a	170 b
Riz.+ <i>Tricho.</i> (semente) e 15 DAP	11,3 b	2,4 b	13,7 b	49 a	207 a
Riz.+ <i>Tricho.</i> (solo) e 15DAP	11,4 b	2,9 a	14,3 b	68 a	260 a
Controle com N	14,7 a	3,3 a	18,0 a	27 b	100 c
Testemunha	2,8 d	0,7 c	3,5 d	16 b	73 c
CV (%)	14,4	13,3	14,4	23,2	24,2

<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.

fungo pode inibir a colonização por fitopatógenos, formando uma barreira em torno da raiz, além de promover o crescimento da plântula.

Quanto ao NN e MSN (Quadro 1), em todos as cultivares analisadas, no geral os melhores resultados foram obtidos nos tratamentos com inoculação somente de rizóbio seguido do tratamento inoculação de rizóbio e *Trichoderma* no solo e 15 DAP.

Resultados semelhante foram reportados por Soares *et al.* (2006) inoculando feijão caupi, onde encontraram 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 fei-

jão e elevação do conteúdo de azoto nas sementes de trigo quando inoculados com *T. harzianum* Rifai 1295-22 (T-22).

A cultivar ‘Fradinho’, obteve as menores médias para a variável NN (Quadro 1), no entanto apresentou valores superiores em relação à variável MSN. Isso se deve ao fato da cultivar apresentar pouca quantidade de nódulos, porém maiores, o que é um comportamento específico da cultivar.

A produção de nódulos na testemunha, apesar de pequena quantidade, pode ser explicado pelo fato de que na área onde foi instalado o ensaio já havia uma população de rizóbio nodulante de feijão-cau-

pi nativa no solo, apesar destas não sere eficiente, o que é demonstrado nos dados de biomassa na testemunha (Quadro 1).

O tratamento de sementes com microrganismos antagonistas pode promover bom desenvolvimento de plantas de forma geral, incluindo os efeitos benéficos na germinação de sementes, emergência e desenvolvimento das plântulas, uma vez que, fungos do gênero *Trichoderma* são capazes de atuar como bioestimulante do crescimento radicular, promovendo o desenvolvimento de raízes através de hormonas vegetais, e assim melhorar a assimilação de nutrientes, o que aumenta a resistência diante de fatores bióticos não favoráveis, além de degradar fontes de nutrientes que serão de fundamental importância para o desenvolvimento vegetal (Harman, 2000; Harman *et al.*, 2004).

Porém, a eficiência das bactérias fixadoras de azoto, que estabelecem simbiose com leguminosas, e sua capacidade de sobreviver e formar nódulos no solo depende de fatores genéticos inerentes aos simbiosites e da interação com fatores edafoclimáticos (Moreira e Siqueira, 2002).

Em relação à produtividade, comparando as cultivares, mais uma vez, os tratamentos que receberam uma dose reforço de *Trichoderma* aos 15 DAP apresentaram os maiores valores, com produtividade superior ( $p < 0,05$ ) aos demais tratamentos, com ex-

ceção da cultivar 'Sempre Verde', no qual o melhor resultado foi obtido no tratamento com controle adubado (Quadro 2).

Lobo Junior *et al.* (2009), em ensaios realizados com feijoeiro comum com aplicação de *T. asperellum*, observaram um aumento na produtividade de até 807 kg ha<sup>-1</sup> em relação à testemunha. Estirpes de *Trichoderma* são agentes de controle biológico, agindo contra fungos fitopatogênicos, mas podem colonizar raízes de plantas para estimular o crescimento e proteção contra infecções. A colonização da raiz frequentemente aumenta o desenvolvimento radicular, produtividade da cultura, resistência a estresses abióticos e melhora o uso de nutrientes (Benítez *et al.*, 2004).

A baixa produtividade observada pela cultivar 'Sempre Verde' (Quadro 2), em relação às outras cultivares, pode ser explicada pelo fato de que esta não ser recomendada para as condições climáticas da região onde foi instalado o ensaio.

Para as três cultivares, em relação ao teor de N na parte aérea das plantas, houve diferença entre os tratamentos para cada cultivar, sendo que os resultados superiores ( $p < 0,05$ ) foram obtidos pelos tratamentos com inoculação somente de rizóbio ou em combinação com *Trichoderma* (Quadro 3). Isso pode indicar que a simbiose entre o feijão-caupi e rizóbio foi capaz de fixar N atmosférico e suprir as necessidades das plantas.

**Quadro 2** – Produtividade de feijão-caupi cv. 'Corujinha', cv. 'Fradinho' e cv. 'Sempre verde' (Ensaio 1, 2 e 3), inoculados com rizóbio e *Trichoderma* sp.<sup>1</sup>

Tratamentos	Produtividade (kg ha <sup>-1</sup> )		
	'Corujinha'	'Fradinho'	'Sempre verde'
Somente Rizóbio	963,9 c	1.204,7 c	776,7 a
Somente <i>Tricho.</i> (semente)	760,2 d	855,7 d	344,9 c
Riz.+ <i>Tricho.</i> (semente)	1.089,0 b	1.321,7 c	767,9 a
Riz.+ <i>Tricho</i> (solo)	1.101,5 b	1.259, 4 c	780,2 a
Riz.+ <i>Tricho.</i> 15 DAP	1.308,1 a	1.397,9 c	510,2 b
Riz.+ <i>Tricho.</i> (semente) + 15 DAP	1.286,7 a	1.896,9 a	953,8 a
Riz.+ <i>Tricho.</i> (solo) + 15DAP	1.297,1 a	1.541,3 b	884,6 a
Controle com N	1.210,8 a	1.190,9 c	986,8 a
Testemunha	413,8 e	420,5 e	284,9 c
CV (%) <sup>2</sup>	9,7	11,2	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.

**Quadro 3** – Teor de Azoto (TN), acúmulo de azoto na parte aérea (ANPA) e teor de fósforo em feijão-caupi cultivares ‘Corujinha’, ‘Fradinho’ e ‘Sempre verde’, inoculados em rizóbio e *Trichoderma*.<sup>1</sup>

Tratamento	Teor de N (mg g <sup>-1</sup> planta <sup>-1</sup> )	ANPA (mg planta <sup>-1</sup> )	P (mg g <sup>-1</sup> planta <sup>-1</sup> )
<b>cv. ‘Corujinha’: Ensaio 1</b>			
Somente Rizóbio	36,4 a	342 c	2,6 a
Somente <i>Tricho.</i> (semente)	32,9 b	253 d	2,1 a
Riz.+ <i>Tricho.</i> (semente)	37,9 a	421 b	2,2 a
Riz.+ <i>Tricho.</i> (solo)	42,4 a	462 b	2,6 a
Riz.+ <i>Tricho.</i> 15 DAP	42,3 a	406 b	2,4 a
Riz.+ <i>Tricho.</i> (semente) e 15 DAP	41,3 a	673 a	2,3 a
Riz.+ <i>Tricho.</i> (solo) e 15 DAP	37,8 a	624 a	2,2 a
Controle com N	39,4 a	485 b	2,6 a
Testemunha	25,8 c	204 d	1,5 b
CV (%) <sup>2</sup>	9,64	12,3	12,1
<b>cv. ‘Fradinho’: Ensaio 2</b>			
Somente Rizóbio	22,1 a	195 b	2,1 a
Somente <i>Tricho.</i> (semente)	17,8 b	123 c	1,7 a
Riz.+ <i>Tricho.</i> (semente)	24,3 a	228 a	2,0 a
Riz.+ <i>Tricho.</i> (solo)	23,4 a	143 c	1,9 a
Riz.+ <i>Tricho.</i> 15 DAP	21,3 a	185 b	1,8 a
Riz.+ <i>Tricho.</i> (semente) e 15 DAP	24,3 a	245 a	2,5 a
Riz.+ <i>Tricho.</i> (solo) e 15DAP	23,1 a	266 a	2,1 a
Controle com N	23,0 a	202 a	2,2 a
Testemunha	17,9 b	48 d	1,3 b
CV (%)	13,9	11,8	11,5
<b>cv. ‘Sempre verde’: Ensaio 3</b>			
Somente Rizóbio	22,2 a	242 a	2,0 a
Somente <i>Tricho.</i> (semente)	18,2 b	129 b	2,1 a
Riz.+ <i>Tricho.</i> (semente)	23,2 a	248 a	1,7 a
Riz.+ <i>Tricho.</i> (solo)	20,9 a	257 a	1,5 a
Riz.+ <i>Tricho.</i> 15 DAP	23,0 a	237 a	1,7 a
Riz.+ <i>Tricho.</i> (semente) e 15 DAP	21,7 a	245 a	2,1 a
Riz.+ <i>Tricho.</i> (solo) e 15 DAP	22,4 a	255 a	1,7 a
Controle com N	23,9 a	351 a	1,9 a
Testemunha	14,7 c	41 c	1,3
CV (%)	11,3	13,5	8,9

<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.

Resultados semelhantes aos encontrados neste trabalho, foram obtidos por Fernandes *et al.* (2003), onde estes autores consideraram que o teor de N acumulado pelas plantas inoculadas com estirpes eficientes é superior ao das plantas sem inoculação e tem origem na fixação biológica do azoto.

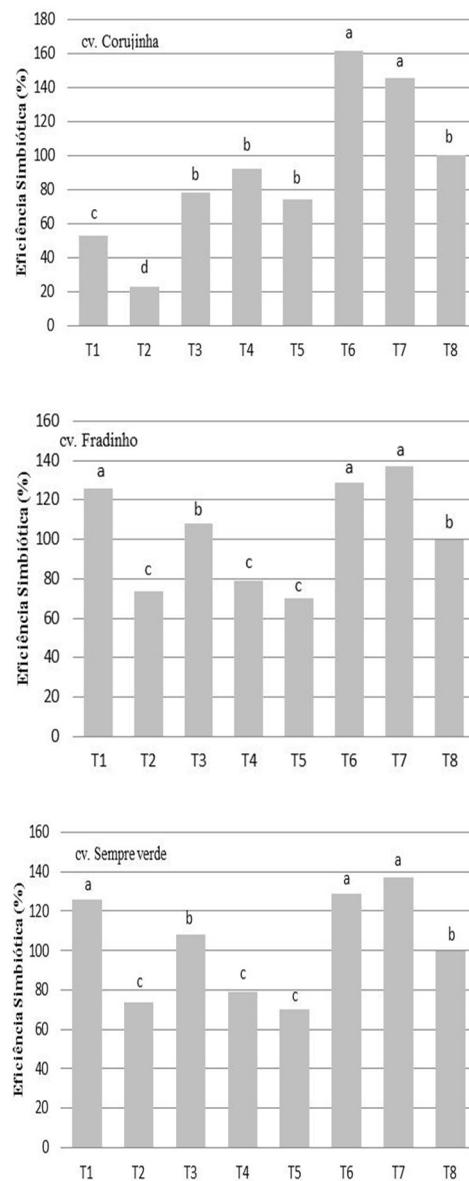
Em relação à variável ANPA, os tratamentos com rizóbio e *Trichoderma*, tanto no solo quanto na semente, mais a aplicação de *Trichoderma* aos 15 DAP, obtiveram os melhores resultados para as cultivares ‘Corujinha’ e ‘Fradinho’. Na cultivar ‘Sempre Verde’ os resultados foram superiores (p<0,05) para os tratamentos somente inoculado com rizóbio, rizóbio

e *Trichoderma* na semente, rizóbio e *Trichoderma* no solo, rizóbio e *Trichoderma* na semente e 15 DAP e rizóbio e *Trichoderma* no solo e 15 DAP, o que poderá ser atribuído, de fato, ao efeito da inoculação com rizóbio selecionados para o feijão-caupi.

Resultados semelhantes para Teor de N e ANPA foram descritos por Almeida *et al.* (2010) e Chagas Jr *et al.* (2010) em ensaios com inoculação de rizóbio em feijão caupi. Segundo Brito *et al.* (2009) a fixação simbiótica forneceu a maior parte do N acumulado nas plantas de feijão comum e feijão caupi, seguida, em ordem decrescente, pelo solo e fertilizante.

Quanto ao teor de P (fósforo) na parte aérea, todos os tratamentos, em todas as cultivares apresentaram valores significativamente superiores à testemunha (Quadro 3). Kapri e Tewari (2010), avaliaram quatorze linhagens de *Trichoderma* sp. quanto à capacidade destes em solubilizar fosfato de cálcio, e concluíram que todos os isolados solubilizaram fósforo em meio líquido com diferentes potenciais, com aumento significativo nos parâmetros de crescimento de grão-de-bico (*Cicer arietinum* L.) em ensaios em estufa, da mesma forma para o trevo-branco (*Trifolium repens* L.) (Vassilev et al., 2006).

Com relação à Eficiência Simbiótica (ES) (Figura 1) comparando todas as cultivares avaliadas, os melhores resultados foram obtidos nos tratamentos inoculação de rizóbio e *Trichoderma* na semente e 15 DAP e inoculação rizóbio e *Trichoderma* no solo e 15 DAP no qual apresentaram valores superiores ( $p < 0,05$ ) aos demais tratamentos. Esses resultados demonstram que houve uma eficiência maior para estes tratamentos quanto à capacidade de assimilação do azoto atmosférico pelas estirpes inoculadas, superiores à testemunha. De acordo com os resultados obtidos, a aplicação de *Trichoderma* aos 15



**Figura 1** – Eficiência simbiótica das estirpes de rizóbio dos tratamentos inoculado com rizóbio e *Trichoderma*, em relação ao N total acumulado no feijão-caupi 50 dias após o plantio. Cultivares ‘Corujinha’, ‘Fradinho’ e ‘Sempre verde’ (Ensaio 1, 2 e 3). 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 + 15 DAP); T7: Rizóbio e *Trichoderma* (solo e 15 DAP); T8: Adubação com N; T9: Testemunha.

DAP melhorou o desempenho simbiótico das estirpes de rizóbio inoculadas, dados estes que também foram observados nos parâmetros biomassa e nodulação (Quadro 1). Resultados semelhantes de eficiência simbiótica de estirpes de rizóbio foram reportados noutros trabalhos (Soares *et al.*, 2006; Zilli *et al.*, 2009; Nascimento *et al.*, 2009; Chagas Jr *et al.*, 2010).

## Conclusão

A inoculação conjunta de rizóbio e *Trichoderma* na semente seguido da aplicação de *Trichoderma* aos 15 DAP, tanto na semente quanto no solo, apresentou os melhores resultados na maioria das variáveis analisadas.

As cultivares 'Corujinha' e 'Fradinho' inoculados com rizóbio e *Trichoderma* apresentaram os melhores resultados para produção de biomassa e produtividade.

A aplicação de *Trichoderma* na semente não afeta a nodulação, com os melhores resultados obtidos quando esse fungo foi inoculado.

## Referências Bibliográficas

- Almança, M.A.K. (2005) - *Trichoderma sp. no controle de doenças e na promoção do crescimento de plantas de arroz*. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Brasil. 81 p.
- Almeida, A.L.G.; Alcântara, R.M.C.M.; Nóbrega, R.S.A.; Leite, L.F.C.; Silva, J.A.L. e Nóbrega, J.C.A. (2010) - Produtividade do feijão-caupi cv BR 17 Gurguéia inoculado com bactérias diazotróficas simbióticas no Piauí. *Revista Brasileira de Ciências Agrárias*, vol. 5, n. 3, p. 364-36.
- Benítez, T.; Rincón, A.M.; Limón, M.C. e Codón, A.C. (2004) - Biocontrol mechanisms of *Trichoderma* strains. *International Microbiology*, vol. 7, n. 4, p. 249-260.
- Bremner, J.M. e Mulvaney, C.S. (1982) - Total nitrogen. In: Page, A.L. (Ed.) - *Methods on soil analysis*. Madison, American Society of Agronomy, p. 595-694.
- Brito, M.M.P.; Muraoka, T. e Silva, E.C. (2009) - Marcha de absorção do azoto do solo, do fertilizante e da fixação simbiótica em feijão-caupi (*Vigna unguiculata* (L.) Walp.) e feijão-comum (*Phaseolus vulgaris* L.) determinada com uso de <sup>15</sup>N. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, vol. 33, n. 4, p. 895-905.
- Carvalho Filho, M.R.; Menêzes, J.E.; Melo, S.C.M. e Santos, R.P. (2008) - Avaliação de isolados de *Trichoderma* no controle da mancha foliar do Eucalipto in vitro e quanto a esporulação em dois substratos sólidos. Brasília, Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia, 21 p. (Embrapa. Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento, 225).
- Chagas Jr, A.F.; Rahmeier, R.; Fidelis, R.R.; Santos, G.R. e Chagas, L.F.B. (2010) - Eficiência agrônômica de estirpes de rizóbio inoculadas em feijão-caupi no Cerrado, Gurupi-TO. *Revista Ciência Agronômica*, 41: 709-714.
- Chagas Jr, A.F.; Santos, G.R.; Reis, H.B.; Miller, L.O. e Chagas, L.F.B. (2012) - Resposta de feijão caupi a inoculação com rizóbio e *Trichoderma* no cerrado, Gurupi, TO. *Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável*, 7, 2: 242-249.
- Diniz, K.A.; Oliveira, J.A.; Guimarães, R.M.; Carvalho, M.L.M. e Machado, J.C. (2006) - Incorporação de microrganismos, aminoácidos, micronutrientes e reguladores de crescimento em sementes de alface pela técnica de peliculização. *Revista Brasileira de Sementes*, vol. 28, n. 3, p. 37-43.
- Embrapa (1997) - *Manual de métodos de análise de solos*. 2ª ed. Rio de Janeiro, Centro Nacional de Pesquisa de Solos, 212 p.
- Ethur, L.Z. (2006) - *Dinâmica populacional e ação de Trichoderma no controle de fusariose em mudas de tomateiro e pepineiro*. Dissertação de Doutorado. Universidade Federal de Santa Maria, Brasil. 155 p.
- Fernandes, M.F.; Fernandes, R.P.M. e Hungria, M. (2003) - Seleção de rizóbios nativos para guandu, caupi e feijão-de-porco nos tabuleiros costeiros de Sergipe. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, vol. 38, n. 7, p. 835-842.
- Harman, G.E. (2000) - Myths and dogmas of biocontrol: changes in perceptions derived from research on *Trichoderma harzianum* T-22. *Plant Disease*, vol. 84, n. 4, p. 377-393.
- Harman, G.E., Howell, C.R., Viterbo, A., Chet, I. e Lorito, M. (2004) - *Trichoderma* species opportunistic, avirulent plant symbionts. *Nature Review Microbiology*, vol. 2, n. 1, p. 43-56.
- Hoyos-Carvajal, L.; Orduz, S. e Bissett, J. (2009) - Growth stimulation in bean (*Phaseolus vulgaris* L.) by *Trichoderma*. *Biological Control*, vol. 51, n. 3, p. 409-416.
- Jyotsna, S.A.; Singh, R.P.; Srivastava, A.K.; Saxena, A.K. e Arora, D.K. (2008) - Growth promotion and charcoal rot management in chickpea by *Trichoderma harzianum*. *Journal of Plant Protection Research*, vol. 48, n. 1, p. 81-92.
- Kapri, A. e Tewari, L. (2010) - Phosphate solubilization potential and phosphatase activity of rhizospheric *Trichoderma* spp. *Brazilian Journal of Microbiology*, vol. 41, n. 3, p. 787-795

- Lima, A.S.; Pereira, J.P.A.R. e Moreira, F.M.S. (2005) - Diversidade fenotípica e eficiência simbiótica de estirpes de *Bradyrhizobium* spp. de solos da Amazônia. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, vol. 40, n. 11, p. 1095-1104.
- Lobo Junior, M.; Brandão, R.S.; Corrêa, C.A.; Görden, C.A.; Civardi, E.A. e Oliveira, P. (2009) - *Uso de braquiárias para o manejo de doenças causadas por patógenos habitantes do solo*. Santo Antônio de Goiás, Embrapa, 8 p. (Comunicado técnico 183).
- Machado, D.F.M.; Parzianello, F.R.; Silva, A.C.F. e Antonioli, Z.I. (2009) - *Trichoderma* no Brasil: O fungo e o bioagente. *Revista de Ciências Agrárias*, vol. 35, n. 1, p. 274-288.
- Machado, R.G.; As, E.L.S.; Damasceno, R.G.; Hahn, L.; Almeida, D.; Morais, T.; Camargo, F.A.O. e Reartes, D.S. (2011) - Promoção de crescimento de *Lotus corniculatus* L. e *Avena strigosa* Schreb pela inoculação conjunta de *Trichoderma harzianum* e rizóbio. *Ciencia e Natura*, vol. 33, n. 2, p. 111-126.
- Moreira, F.M.S. e Siqueira, J.O. (2002) - *Microbiologia e Bioquímica do Solo*. Lavras, UFLA, 626 p.
- Nascimento, R.; Nascimento, D.A.M.; Alves, A.G. e Ribeiro, T.L.A. (2009) - Effect of different soil available water levels on some castor bean growth variables. In: *XII Congresso Brasileiro de Fisiologia Vegetal*. Fortaleza, Brazil, p. 362-362.
- Ogut, M.; Akdağ, C.; Düzdemir, O. e Sakin, M.A. (2005) - Single and double inoculation with *Azospirillum/Trichoderma*: the effects on dry bean and wheat. *Biology and Fertility of Soils*, vol. 41, n. 4, p. 262-272.
- Soares, A.L.L.; Pereira, J.P.A.; Ferreira, P.A.A.; Vale, H.M.M.; Lima, A.S.; Andrade, M.J.B. e Moreira, F.M.S. (2006) - Eficiência agrônômica de rizóbios selecionados e diversidade de populações nativas nodulíferas em Perdões, (MG). I-caupi. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, vol. 30, n. 1, p. 795-802.
- Vassilev, N.; Medina, A.; Azcon, R. e Vassileva, M. (2006) - Microbial solubilization of rock phosphate on media containing agro-industrial wastes and effect of the resulting products on plant growth and P uptake. *Plant and Soil*, vol. 287, n. 1, p. 77-84.
- Verma, M., Brar, S.K., Tyagi, R.D., Surampalli, R.Y. e Valéro, J.R. (2007a) - Antagonistic fungi, *Trichoderma* spp.: Panoply of biological control. *Biochemical Engineering Journal*, vol. 37, n. 1, p. 1-20.
- Verma, M.; Brar, S.K.; Tyagi, R.D.; Surampalli, R.Y. e Valéro, J.R. (2007b) - Starch industry wastewater as a substrate for antagonist, *Trichoderma viride* production. *Bioresource Technology*, vol. 98, n. 11, p. 2154-2162.
- Zilli, J.E.; Marson, L.C.; Marson, B.F.; Rumjanek, N.G. e Xavier, G.R. (2009) - Contribuição de estirpes de rizóbio para o desenvolvimento e produtividade de grãos de feijão-caupi em Roraima. *Acta Amazônica*, vol. 39, n. 4, p. 749-758.