



Foto: Anderson Petrônio de Brito Ferreira



COMUNICADO
TÉCNICO

261

Santo Antônio de Goiás, GO
Novembro, 2021



Produtividade e viabilidade econômica do feijoeiro-comum coinoculado

Anderson Petrônio de Brito Ferreira
Osmira Fátima da Silva
Alcido Elenor Wander

Produtividade e viabilidade econômica do feijoeiro-comum coinoculado¹

¹ Enderson Petrônio de Brito Ferreira, Engenheiro-agrônomo, doutor em Fitotecnia, pesquisador da Embrapa Arroz e Feijão, Santo Antônio de Goiás, GO. Osmira Fátima da Silva, Economista, analista da Embrapa Arroz e Feijão, Santo Antônio de Goiás, GO. Alcido Elenor Wander, Engenheiro-agrônomo, doutor em Socioeconomia, pesquisador da Embrapa Arroz e Feijão, Santo Antônio de Goiás, GO.

O feijoeiro-comum (*Phaseolus vulgaris* L.) tem importância social e econômica mundial (Builes et al., 2011), contribuindo com cerca de 25% da proteína da dieta da população brasileira mais pobre (Hungria et al., 1997). Devido à ampla adaptação edafoclimática, no Brasil, o feijoeiro-comum faz parte da maioria dos sistemas de produção de pequenos e médios agricultores, utilizado para o consumo das famílias e a geração de renda, estando presente também em sistemas de produção de alto desempenho, caracterizados pelo uso de tecnologias de última geração e cultivo na estação seca, sob irrigação.

Apesar de ser planta de ciclo curto, o feijoeiro-comum requer grandes quantidades de nutrientes para alcançar altos rendimentos nas condições de solo do Cerrado (Kluthcouski et al., 2000); particularmente de nitrogênio (N). A produtividade econômica máxima de 2.700 kg ha⁻¹, em condições de Cerrado, é alcançada aplicando-se 167 kg ha⁻¹ de N (Santos et al., 2003). Contudo, o uso de fertilizantes nitrogenados aumenta os custos de produção e contribui para o aumento dos riscos ambientais, a exemplo da contaminação das águas subterrâneas com nitrito (Bortolotto et

al., 2012), e da emissão de gases de efeito estufa (Siqueira Neto et al., 2011).

O feijoeiro-comum favorece a redução dos riscos relacionados ao uso de fertilizantes nitrogenados, uma vez que estabelece associação com bactérias do gênero *Rhizobium* para realizar a fixação biológica de N (FBN). Estudos sobre FBN relataram tanto altas taxas de produtividade, variando de 2.500 kg ha⁻¹ a 3.500 kg ha⁻¹ (Hungria et al., 2000; Mostasso et al., 2002; Pelegrin et al., 2009), como muito baixas, de 600 kg ha⁻¹ a 1.500 kg ha⁻¹ (Raposeiras et al., 2006; Valadão et al., 2009; Souza et al., 2011). Portanto, a necessidade de melhorar a eficiência agrônômica de FBN no campo é essencial; desafio que pode ser facilitado com a associação da FBN e outras bactérias promotoras de crescimento, como *Azospirillum*.

A coinoculação de leguminosas com bactérias simbióticas e associativas produz efeitos sinérgicos que superam os resultados observados com a inoculação simples (Bárbaro et al., 2008). Além da FBN, o ácido indol acético (AIA) pode estar envolvido na melhoria da produtividade das culturas, uma vez que diversos gêneros são capazes de

produzir fito-hormônio, como *Rhizobium* spp. (Schlindwein et al., 2008; Coatti et al., 2010), *Azospirillum* spp. (Radwan et al., 2004; Reis Junior et al., 2004) e *Herbaspirillum* spp. (Radwan et al., 2004, 2005). Efeitos positivos desse fito-hormônio na promoção do crescimento do feijoeiro-comum já foram relatados (Remans et al., 2008; Hungria et al., 2013). Essas bactérias também promovem o crescimento da planta por outros mecanismos, tais como: solubilização de fosfato; tolerância à salinidade; e controle biológico de fitopatógenos e insetos (Ahemad; Kibret, 2014).

Em estudo com feijoeiro-comum coinoculado com *Rhizobium tropici* e *Azospirillum brasilense*, realizado na região Sul do Brasil, a coinoculação aumentou o rendimento de grãos em, aproximadamente, 16% em comparação

à inoculação simples com *R. tropici* (Hungria et al., 2013). Embora vantagens do uso da coinoculação sobre fertilizantes nitrogenados sejam conhecidas, poucos trabalhos realizam análise econômica da tecnologia.

Metodologia

Sete experimentos de campo foram conduzidos com feijoeiro-comum em seis locais diferentes, durante três anos consecutivos (Tabela 1), os quais foram implantados em seis municípios dos estados de Goiás e Minas Gerais. De acordo com a classificação de Köppen, o clima nos locais é classificado como Aw, e as populações de rizóbios foram estimadas utilizando a técnica do número mais provável (Vincent, 1970) (Tabela 1).

Tabela 1. Locais, anos, coordenadas geográficas, altitude no nível do mar e população naturalizada de rizóbios onde os experimentos de campo foram realizados.

Local	Ano	Coordenadas geográficas		Altitude	Rizóbio ^a
		Latitude	Longitude	(m)	(CFU g ⁻¹ solo)
Itaberaí, GO	2013	15°55'34.97"	49°44'07.57"	733	2,57 X 10 ⁴
Goianésia, GO	2014	15°14'42.95"	49°09'19.73"	829	2,14 X 10 ⁴
Santo Antônio de Goiás, GO	2014	16°29'14.65"	49°17'01.27"	620	2,77 X 10 ⁴
Unaí, MG	2015	16°33'57.25"	47°08'20.29"	896	2,17 X 10 ⁴
Cristalina, GO	2015	16°52'42.45"	47°32'53.05"	1.042	4,35 X 10 ⁴
Paracatu, MG	2015	16°58'12.90"	46°18'54.99"	530	2,57 X 10 ⁴
Santo Antônio de Goiás, GO	2015	16°30'17.23"	49°17'16.85"	812	2,60 X 10 ⁴

^a Estimado pelo método do número mais provável (NMP) (Vincent, 1970), usando o feijoeiro-comum como planta-isca.

Cada experimento incluiu dois controles, não inoculado (NI) e tratamento com N-fertilizante (NFT), sem inoculação, no qual foram aplicados 80 kg N ha⁻¹, sendo 20 kg N ha⁻¹ na semeadura e 60 kg N ha⁻¹ 25 dias após a emergência (DAE), usando ureia. Duas doses de 2,4 milhões de células semente⁻¹ de inoculante foram utilizadas em todos os tratamentos com inoculação de *R. tropici* (Rt). Por fim, diferentes concentrações de *A. brasilense* (Ab) foram aplicadas nas sementes (s) ou nas plantas (p) no estágio V2/V3, co-inoculadas com rizóbio. A descrição dos tratamentos consta na Tabela 2.

A produtividade de grãos (PG), expressa em kg ha⁻¹, foi determinada pela colheita de área útil de 10,8 m² em cada parcela, os quais foram limpos e pesados e os valores corrigidos para 13% de umidade.

A análise econômica foi realizada de acordo com Guiducci et al. (2012), com o superavit econômico proposto por Ávila et al. (2008), levantamento dos coeficientes técnicos da cultura, em visitas de campo, realizadas nas regiões de abrangência tecnológica, com os produtores, com a assistência técnica e a equipe técnica da Embrapa Arroz e Feijão.

Os coeficientes técnicos foram processados em planilha de custos de produção no editor de planilhas Excel, da Microsoft, cruzados com os preços unitários médios dos fatores de produção, nos mercados de Goiás e de Minas Gerais, para cada ano considerado. Os preços dos fatores e produtos para os anos de 2013 e 2014 foram atualizados de acordo com o Índice Geral de Preços do Mercado (IGP-M), medido pela Fundação Getúlio Vargas (FGV), cuja

Tabela 2. Descrição dos tratamentos usados nos experimentos de campo em função da combinação do N-fertilizante, *R. tropici* e *A. brasilense*.

Tratamento	N- fertilizante	<i>Rhizobium tropici</i>	<i>Azospirillum brasilense</i>
	Quantidade de componentes		
NI	-	-	-
NFT	80 kg ha ⁻¹	-	-
Rt	-	2 doses ha ⁻¹	-
Rt+Ab1s	-	2 doses ha ⁻¹	1 dose ha ⁻¹
Rt+Ab2s	-	2 doses ha ⁻¹	2 doses ha ⁻¹
Rt+Ab2p	-	2 doses ha ⁻¹	2 doses ha ⁻¹
Rt+Ab3p	-	2 doses ha ⁻¹	2 doses ha ⁻¹

NI = não inoculado e sem fertilizante nitrogenado; NFT = não inoculado com 20 kg N ha⁻¹, aplicado na semeadura e 60 kg N ha⁻¹ parcelado aos 25 DAE; Rt = inoculação de sementes com *Rhizobium*, 2,4 milhões de células semente⁻¹; Ab = inoculação com *Azospirillum* em diferentes modos e concentrações (1s- 0,8×10⁵ células semente⁻¹; 2s- 1,6×10⁵ células semente⁻¹; 2p- 1,6×10⁵ células planta⁻¹; e 3p- 2,4×10⁵ células planta⁻¹).

base foi o mês de abril de 2015 (1%), e do preço recebido pelos produtores de feijão-comum na época da colheita foi setembro de 2015 (1%).

O método utilizado para o balanço econômico do sistema de cultivo baseou-se no método de orçamento parcial, onde são calculados os custos unitários dos fatores de produção, com foco no aumento da receita bruta do custo adicional da variável impactante, o inoculante, em diferentes dosagens e número de aplicações. Pela análise do benefício marginal (Baye, 2010), adota-se o sistema de cultivo com base no aproveitamento econômico da co-inoculação, isto é, quando as receitas adicionais são superiores aos custos adicionais da tecnologia avaliada.

Os dados de cada experimento foram submetidos aos testes de normalidade e homogeneidade das variâncias de cada variável e, posteriormente, à análise de variância (ANOVA). Ao confirmar um valor estatisticamente significativo no teste F ($p \leq 0,05$), os valores médios foram comparados no teste Scott-Knott a 5% de significância, por meio do software Sisvar (Ferreira, 2011).

Resultados

Nas áreas de produção irrigadas, via pivô central, no estado de Goiás, a produção de grãos do feijoeiro-comum variou entre 1.818,75 kg ha⁻¹ e 3.431,56 kg ha⁻¹, e entre tratamentos 2.180,85 kg ha⁻¹ e 2.988,22 kg ha⁻¹, com média geral de 2.600,98 kg ha⁻¹ (Tabela 3).

Tabela 3. Efeito da co-inoculação de *Rhizobium* e *Azospirillum* na produção de grãos (kg ha⁻¹) do feijoeiro-comum em municípios do estado de Goiás.

Tratamento	Itaberaí	Goianésia	Santo Antônio de Goiás	Cristalina	Santo Antônio de Goiás	Média
NI	2.103,55 b	1.499,65 b	3.166,21 a	2.200,13 b	1.934,70 b	2.180,85
NFT	2.645,86 b	2.349,55 a	3.553,11 a	2.611,93 a	2.899,47 a	2.811,98
Rt	2.566,73 b	1.537,55 b	3.349,96 a	2.920,33 a	1.956,00 b	2.466,11
Rt+Ab1s	2.551,86 b	1.598,60 b	3.514,72 a	3.113,88 a	1.741,33 b	2.504,08
Rt+Ab2s	2.771,62 b	1.791,70 b	3.414,45 a	3.100,08 a	2.245,68 b	2.664,71
Rt+Ab2p	2.633,66 b	1.610,47 b	3.289,72 a	2.885,45 a	2.535,08 a	2.590,88
Rt+Ab3p	3.233,26 a	2.343,70 a	3.732,72 a	2.913,78 a	2.717,63 a	2.988,22
Média	2.643,79	1.818,75	3.431,56	2.820,80	2.289,98	2.600,98

Médias na mesma coluna, seguidas por letras iguais não tiveram diferença significativa pelo teste de Scott-Knott ($p \leq 0,05$).

Nas áreas de produção irrigadas, via pivô central, no estado de Minas Gerais, a produção de grãos do feijoeiro-comum variou entre 3.500,10 kg ha⁻¹ e 3.723,59 kg ha⁻¹, e entre os tratamentos 3.378,23 kg ha⁻¹ e 4.036,22 kg ha⁻¹, com média geral de 3.611,84 kg ha⁻¹ (Tabela 4).

Tabela 4. Efeito da coinoculação de *Rhizobium* e *Azospirillum* na produção de grãos (kg ha⁻¹) do feijoeiro-comum em municípios do estado de Minas Gerais.

Tratamento	Unai	Paracatu	Média
NI	3.304,93 a	3.677,73 b	3.491,33
NFT	3.531,03 a	3.473,03 b	3.502,03
Rt	3.277,96 a	3.478,50 b	3.378,23
Rt+Ab1s	3.457,35 a	3.503,45 b	3.480,40
Rt+Ab2s	3.536,45 a	3.680,33 b	3.608,39
Rt+Ab2p	3.686,55 a	3.886,05 b	3.786,30
Rt+Ab3p	3.706,40 a	4.366,03 a	4.036,22
Média	3.500,10	3.723,59	3.611,84

Médias na mesma coluna, seguidas por letras iguais não tiveram diferença significativa pelo teste de Scott-Knott ($p \leq 0,05$).

No estado de Goiás o tratamento correspondente à inoculação de duas doses de *R. tropici* nas sementes mais três doses de *A. brasilense*, pulverizadas sobre as plantas (Rt+Ab3p), resultou em cerca de 49 sacas de 60 kg ha⁻¹, ou seja, um impacto de três sacas de 60 kg ha⁻¹ em relação ao tratamento com NFT (Tabela 3). No estado de Minas Gerais o tratamento

Rt+Ab3p resultou numa produção de grãos de 67 sacas de 60 kg ha⁻¹, cerca de nove a mais que no tratamento NFT (Tabela 4).

O efeito positivo da coinoculação de *R. tropici* e *A. brasilense* na produção de grãos do feijoeiro-comum é relatada na literatura (Hungria et al., 2013; Souza; Ferreira, 2017), e esse estímulo, provavelmente, está relacionado aos efeitos sinérgicos que ocorrem com a coinoculação dessas bactérias, superando os resultados observados com a inoculação somente de *R. tropici* (Bárbaro et al., 2008).

O custo de produção variou de acordo com os tratamentos. Nos estados de Goiás e Minas Gerais, sob a lavoura comercial irrigada por aspersão de pivô central, o menor custo de produção do feijoeiro foi com o tratamento testemunha não inoculado (RL), com valores de R\$3.429,18 e R\$3.565,17 por hectare, respectivamente. O maior custo, para os dois estados, foi observado no tratamento NFT, com R\$3.924,99 e R\$3.964,42 por hectare (Tabela 5).

Em comparação com o tratamento Rt+Ab3p o custo de produção do NFT foi, aproximadamente, 5% maior (Tabela 5), porque o uso de N-fertilizantes, como ureia, representa um percentual expressivo desses custos, que variam de acordo com diversos fatores. Porém, a aplicação de uma dose equivalente a 90 kg ha⁻¹ de N representa 14% do custo operacional total (Gerlach et al., 2013).

Tabela 5. Análise econômica de sistemas produtivos de feijoeiro-comum sob diferentes formas de fornecimento de N em áreas comerciais de produção nos estados de Goiás e Minas Gerais.

Tratamento	Goiás		Minas Gerais	
	Valor (R\$ ha ⁻¹)	Equivalência em produto (sacas 60 kg ha ⁻¹)	Valor (R\$ ha ⁻¹)	Equivalência em produto (sacas 60 kg ha ⁻¹)
Custo de produção				
NI	3.429,18	26,33	3.565,17	29,69
NFT	3.924,99	29,64	3.964,42	33,01
Rt	3.521,75	26,58	3.566,85	29,70
Rt+Ab1s	3.521,43	26,76	3.609,70	30,06
Rt+Ab2s	3.588,27	26,88	3.643,08	30,34
Rt+Ab2p	3.644,08	27,29	3.719,71	30,98
Rt+Ab3p	3.715,68	27,69	3.779,93	31,48
Receita bruta				
NI	5.102,79 b	39,19 b	6.987,32 b	58,19 b
NFT	6.461,69 a	48,79 a	7.008,73 b	58,37 b
Rt	5.958,08 a	44,97 a	6.760,96 b	56,30 b
Rt+Ab1s	5.988,12 a	45,51 a	6.965,44 b	58,01 b
Rt+Ab2s	6.414,71 a	48,05 a	7.221,59 b	60,14 b
Rt+Ab2p	6.312,19 a	47,27 a	7.577,65 a	63,11 a
Rt+Ab3p	7.042,80 a	52,49 a	8.077,81 a	67,27 a
Receita líquida				
NI	1.673,61 c	12,85 c	3.422,15 b	28,50 b
NFT	2.536,70 b	19,16 b	3.044,31 b	25,35 b
Rt	2.436,33 b	18,39 b	3.194,12 b	26,60 b
Rt+Ab1s	2.466,69 b	18,75 b	3.355,74 b	27,95 b
Rt+Ab2s	2.826,44 a	21,17 a	3.578,52 b	29,80 b
Rt+Ab2p	2.668,11 b	19,98 b	3.857,94 a	32,13 a
Rt+Ab3p	3.327,12 a	24,80 a	4.297,88 a	35,79 a
Relação benefício-custo				
NI		1,49 b		1,96 b
NFT		1,65 a		1,77 b
Rt		1,69 a		1,90 b
Rt+Ab1s		1,70 a		1,93 b
Rt+Ab2s		1,79 a		1,98 b
Rt+Ab2p		1,73 a		2,04 b
Rt+Ab3p		1,90 a		2,14 a

A receita bruta mostrou-se diferenciada entre os tratamentos sob cultivo nos estados de Goiás e Minas Gerais. Em Goiás, o tratamento NI teve a menor receita bruta, enquanto em Minas Gerais os maiores valores foram nos tratamentos Rt+Ab2p e Rt+Ab3p (Tabela 5). Em resultado da receita bruta menos o custo de produção, os valores da receita líquida foram maiores nos tratamentos Rt+Ab2s e Rt+Ab3p, para Goiás, e Rt+Ab2p e Rt+Ab3p para Minas Gerais.

De maneira geral, o custo médio de produção em Minas Gerais foi superior ao de Goiás na equivalência de quatro sacas de 60 kg ha⁻¹. A receita bruta média também foi superior, atingindo 12 sacas de 60 kg ha⁻¹. A receita líquida obtida em Minas Gerais foi, em média, de 29

sacas de 60 kg ha⁻¹, também superior à média obtida em Goiás, de 19 sacas de 60 kg ha⁻¹ (Tabela 5).

Considerando os valores percentuais médios observados nos municípios de Itaberaí, GO, em 2013, Goianésia, GO, em 2014, Santo Antônio de Goiás, GO, em 2014, Unaí, MG, em 2015, Cristalina, GO, em 2015, Paracatu, MG, em 2015, e Santo Antônio de Goiás, GO, em 2015, para os custos de produção e receita líquida dos tratamentos sobre o tratamento nitrogenado NFT (Figura 1), vê-se que, embora o NI tenha um custo cerca de 18% inferior, a receita líquida também foi menor, aproximando-se de -20%. Por outro lado, o tratamento Rt+Ab3p teve custo de produção próximo de 10% menor que o NFT, porém, receita líquida 40% superior, aproximadamente (Figura 1).

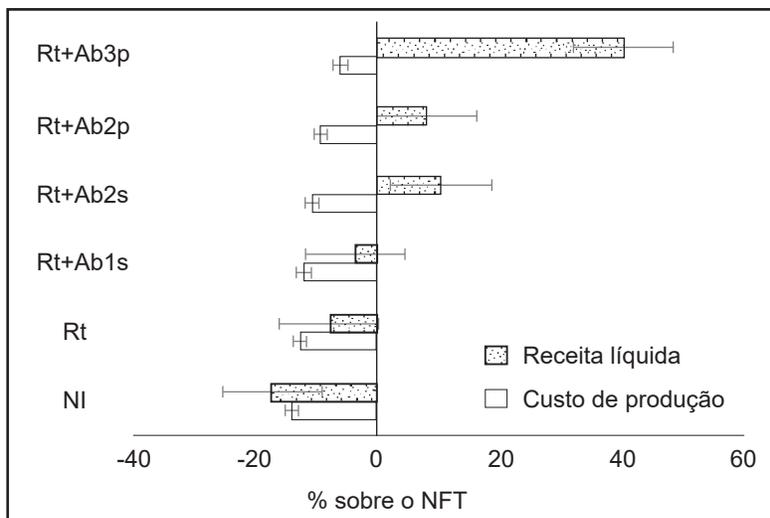


Figura 1. Percentuais de incremento e/ou redução da receita líquida e do custo de produção dos tratamentos em relação ao tratamento nitrogenado (NFT), em feijoeiro-comum cultivado em áreas comerciais de produção sob diferentes formas de fornecimento de N.

De acordo com os resultados deste trabalho, a receita líquida do tratamento Rt+Ab3p foi maior que a do NFT, equivalente a 80 kg ha⁻¹ de N. Em alguns casos, o uso de inoculação de rizóbio + 20 kg ha⁻¹ de N resulta numa receita líquida semelhante à aplicação de 160 kg ha⁻¹ de N (Pelegrin et al., 2009).

A relação custo-benefício parece altamente influenciada pela receita bruta, uma vez que as diferenças entre os tratamentos ocorrem semelhantemente à receita bruta. Assim, em Goiás, a menor relação custo-benefício observada foi no tratamento NI, enquanto em Minas Gerais o maior valor testemunhado foi no Rt+Ab3p (Tabela 5).

Em Goiás, o feijoeiro respondeu positivamente ao uso de N, inoculação de Rt e coinoculação de Rt+Ab, refletindo no aumento da produtividade, o que proporcionou maiores ganhos econômicos. O tratamento Rt+Ab3p efetivamente aumentou a receita bruta em 13,3 sacas de 60 kg ha⁻¹; ganho relativo perto de 34% em relação ao NI. O aumento foi obtido em virtude de custo adicional equivalente a 1,36 sacas de 60 kg ha⁻¹. Resultados semelhantes foram relatados por Ndakidemi et al. (2006) em análise econômica realizada no norte da Tanzânia, na qual, comparado ao controle não inoculado, a inoculação do feijão-comum aumentou o rendimento de grãos, traduzindo-se em aumento de lucro, em dólares, de 66% e 92%, nos distritos de Moshi e Rombo, respectivamente.

A relevância da inoculação de *Azospirillum* sp. em associação com outro microrganismo ou com fertilizante nitrogenado, foi relatada para muitas culturas, incluindo gramíneas. Em estudo de resposta à inoculação vs. N-doses, Galindo et al. (2017) mostraram que a inoculação com *A. brasilense* torna o cultivo do milho muito mais rentável, independente da dose e da fonte de N. O mesmo estudo mostrou que o rendimento de grãos aumenta com a adição de 200 kg ha⁻¹ de N, na forma de ureia, associada à inoculação com *A. brasilense*; entretanto, maior retorno econômico é obtido aplicando 100 kg ha⁻¹ de N com ureia convencional e inoculação (Galindo et al., 2017).

Os resultados mostram claramente a importância do uso de *R. tropici* na inoculação do feijoeiro, corroborando com estudo de Ndakidemi et al. (2006) no norte da Tanzânia, cuja inoculação aumentou o lucro em torno de 140% e 153% nos distritos de Moshi e Rombo, respectivamente. Da mesma forma, a soja é beneficiada com a inoculação de *Bradyrhizobium elkanii* e *Bradyrhizobium japonicum*, proporcionando índice de lucratividade em torno de 64% (Galindo et al., 2018). A partir dos resultados obtidos, constata-se que a coinoculação de *R. tropici* e *A. brasilense* aumenta a taxa de retorno em cerca de 30%, resultado muito superior ao encontrado para a soja coinoculada com as mesmas bactérias, cujo índice de lucratividade aumenta em apenas 3% (Galindo et al., 2018).

Referências

- AHEMAD, M.; KIBRET, M. Mechanisms and applications of plant growth promoting rhizobacteria: current perspective. **Journal of King Saud University - Science**, v. 26, n. 1, p. 1-20, Jan. 2014. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jksus.2013.05.001>.
- ÁVILA, A. F. D.; RODRIGUES, G. S.; VEDOVOTO, G. L. (ed.). **Avaliação dos impactos de tecnologias geradas pela Embrapa: metodologia de referência**. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica, 2008. 189 p.
- BÁRBARO, I. M.; BRANCALIÃO, S. R.; TICELLI, M.; MIGUEL, F. B.; SILVA, J. A. A. **Técnica alternativa**: co-inoculação de soja com *Azospirillum* e *Bradyrhizobium* visando incremento de produtividade. 2008. Disponível em: http://www.infobibos.com/Artigos/2008_4/coinoculacao/index.htm. Acesso em: 11 set. 2021.
- BAYE, M. R. **Economia de empresas e estratégias de negócios**. 6. ed. Porto Alegre: McGraw-Hill, 2010. 656 p.
- BORTOLOTTO, R. P.; BRUNO, I. P.; REICHARDT, K.; TIMM, L. C.; AMADO, T. J. C.; FERREIRA, A. O. Nitrogen fertilizer (¹⁵N) leaching in a central pivot fertigated coffee crop. **Revista Ceres**, v. 59, n. 4, p. 466-475, ago. 2012. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0034-737X2012000400006>.
- BUILES, V. H. R.; PORCH, T. G.; HARMSSEN, E. W. Genotypic differences in water use efficiency of common bean under drought stress. **Agronomy Journal**, v. 103, n. 4, p. 1206-1215, July 2011. DOI: <https://doi.org/10.2134/agronj2010.0370>.
- COATTI, G. C.; ANDRADE, D. S.; CARDOSO, J. D.; MATOS, M. A. Produção de AIA e diversidade fenotípica de estirpes elite de rizóbio isoladas de feijoeiro. **Unopar Científica. Ciências Biológicas e da Saúde**, v. 12, n. 1, p. 49-53, 2010.
- FERREIRA, D. F. Sisvar, a computer statistical analysis system. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 35, n. 6, p. 1039-1042, 2011. DOI: <https://doi.org/10.1590/S1413-70542011000600001>.
- GALINDO, F. S.; TEIXEIRA FILHO, M. C. M.; BUZETTI, S.; LUDKIEWICZ, M. G. Z.; ROSA, P. A. L.; TRITAPEPE, C. A. Technical and economic viability of co-inoculation with *Azospirillum brasilense* in soybean cultivars in the Cerrado. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 22, n. 1, p. 51-56, jan. 2018. DOI: <https://doi.org/10.1590/1807-1929/agriambi.v22n1p51-56>.
- GALINDO, F. S.; TEIXEIRA FILHO, M. C. M.; TARSITANO, M. A. A.; BUZETTI, S.; SANTINI, J. M. K.; LUDKIEWICZ, M. G. Z.; ALVES, C. J.; ARF, O. Economic analysis of corn inoculated with *Azospirillum brasilense* associated with nitrogen sources and doses. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 38, n. 4, p. 1749-1764, jul./ago. 2017. DOI: <http://dx.doi.org/10.5433/1679-0359.2017v38n4p1749>.
- GERLACH, G. A. X.; ARF, O.; CORSINI, D. C. D. C.; SILVA, J. C.; COLETTI, A. J. Análise econômica da produção de feijão em função de doses de nitrogênio e coberturas vegetais. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v. 43, n. 1, p. 42-49, jan./mar. 2013. DOI: <https://doi.org/10.1590/S1983-40632013000100005>.
- GUIDUCCI, R. C. N.; LIMA FILHO, J. R.; MOTA, M. M. (ed.). **Viabilidade econômica de sistemas de produção agropecuários**: metodologia e estudos de caso. Brasília, DF: Embrapa, 2012. 535 p.
- HUNGRIA, M.; ANDRADE, D. S.; CHUEIRE, L. M. O.; PROBENZA, A.; GUTIERREZ-MAÑERO, F. J.; MEGIAS, M. Isolation and characterization of new efficient and competitive bean (*Phaseolus vulgaris* L.) rhizobia from Brazil. **Soil Biology and Biochemistry**, v. 32, n. 11/12, p. 1515-1528, Oct. 2000. DOI: [https://doi.org/10.1016/S0038-0717\(00\)00063-8](https://doi.org/10.1016/S0038-0717(00)00063-8).
- HUNGRIA, M.; NOGUEIRA, M. A.; ARAÚJO, R. S. Co-inoculation of soybeans and common beans with rhizobia and azospirilla: strategies to improve sustainability. **Biology and Fertility of Soils**, v. 49, n. 7, p. 791-801, Oct. 2013. DOI: <https://doi.org/10.1007/s00374-012-0771-5>.
- HUNGRIA, M.; TEIXEIRA, M. A.; ARAUJO, R. S. Fixação biológica do nitrogênio em feijoeiro-comum. In: VARGAS, M. A. T.; HUNGRIA, M. (ed.). **Biologia dos solos dos cerrados**. Planaltina: EMBRAPA-CPAC, 1997. p. 189-294.

- KLUTHCOUSKI, J.; FANCELLI, A. L.; DOURADO-NETO, D.; RIBEIRO, C. M.; FERRARO, L. A. Manejo do solo e o rendimento de soja, milho, feijão e arroz em plantio direto. **Scientia Agricola**, v. 57, n. 1, p. 97-104, jan./mar. 2000. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0103-90162000000100016>.
- MOSTASSO, L.; MOSTASSO, F. L.; DIAS, B. G.; VARGAS, M. A. T.; HUNGRIA, M. Selection of bean (*Phaseolus vulgaris* L.) rhizobial strains for the Brazilian Cerrado. **Field Crops Research**, v. 73, n. 2/3, p. 121-132, Jan. 2002. DOI: [https://doi.org/10.1016/S0378-4290\(01\)00186-1](https://doi.org/10.1016/S0378-4290(01)00186-1).
- NDAKIDEMI, P. A.; DAKORA, F. D.; NKONYA, E. M.; RINGO, D.; MANSOOR, H. Yield and economic benefits of common bean (*Phaseolus vulgaris*) and soybean (*Glycine max*) inoculation in northern Tanzania. **Australian Journal of Experimental Agriculture**, v. 46, n. 4, p. 571-577, Apr. 2006. DOI: <http://dx.doi.org/10.1071/EA03157>.
- PELEGRIN, R.; MERCANTE, F. M.; OTSUBO, I. M. N.; OTSUBO, A. A. Resposta da cultura do feijoeiro à adubação nitrogenada e à inoculação com rizóbio. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 33, n. 1, p. 219-226, jan./fev. 2009. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0100-06832009000100023>.
- RADWAN, T. E. E.; MOHAMED, Z. K.; REIS, V. M. Aeration and salt effects on indol acetic production by diazotrophic bacteria. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 40, n. 10, p. 997-1004, out. 2005. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0100-204X2005001000008>.
- RADWAN, T. E. E.; MOHAMED, Z. K.; REIS, V. M. Efeito da inoculação de *Azospirillum* e *Herbaspirillum* na produção de compostos indólicos em plântulas de milho e arroz. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 39, n. 10, p. 987-994, out. 2004. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0100-204X2004001000006>.
- RAPOSEIRAS, R.; MARRIEL, I. E.; MUZZI, M. R. S.; PAIVA, E.; PEREIRA FILHO, I. A.; CARVALHAIS, L. C.; PASSOS, R. V. M.; PINTO, P. P.; SÁ, N. M. H. *Rhizobium* strains competitiveness on bean nodulation in Cerrado soils. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 41, n. 3, p. 439-447, mar. 2006. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0100-204X2006000300010>.
- REIS JUNIOR, F. B.; SILVA, M. F.; TEIXEIRA, K. R. S.; URQUIAGA, S.; REIS, V. M. Identification of *Azospirillum amazonense* isolates associated to *Brachiaria* spp. at different stages and growth conditions, and bacterial plant hormone production. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 28, n. 1, p. 103-113, fev. 2004. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0100-06832004000100011>.
- REMANS, R.; BEEBE, S.; BLAIR, G. M.; TOVAR, E.; RAO, I.; CROONENBORGH, A.; TORRES-GUTIERREZ, R.; EL-HOWEITY, M.; MICHIELS, J.; VANDERLEYDEN, J. Physiological and genetic analysis of root responsiveness to auxin-producing plant growth-promoting bacteria in common bean (*Phaseolus vulgaris* L.). **Plant and Soil**, v. 302, p. 149-161, 2008. DOI: <https://doi.org/10.1007/s11104-007-9462-7>.
- SANTOS, A. B.; FAGERIA, N. K.; SILVA, O. F.; MELO, M. L. B. Resposta do feijoeiro ao manejo de nitrogênio em várzeas tropicais. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 38, n. 11, p. 1265-1271, 2003. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0100-204X2003001100003>.
- SCHLINDWEIN, G.; VARGAS, L. K.; LISBOA, B. B.; AZAMBUJA, A. C.; GRANADA, C. E.; GABIATTI, N. C.; PRATES, F.; STUMPF, R. Influência da inoculação de rizóbios sobre a germinação e o vigor de plântulas de alface. **Ciência Rural**, v. 38, n. 3, p. 658-664, maio/jun. 2008. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0103-84782008000300010>.
- SIQUEIRA NETO, M.; PICCOLI, M. C.; COSTA JUNIOR, C.; CERRI, C. C.; BERNOUX, M. Emissão de gases do efeito estufa em diferentes usos da terra no bioma Cerrado. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 35, n. 1, p. 63-76, fev. 2011. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0100-06832011000100006>.
- SOUZA, E. F. C.; SORATTO, R. P.; PAGANI, F. A. Aplicação de nitrogênio e inoculação com rizóbio em feijoeiro cultivado após milho consorciado com braquiária. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 46, n. 4, p. 370-377, abr. 2011. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0100-204X2011000400005>.
- SOUZA, J. E. B.; FERREIRA, E. P. B. Improving sustainability of common bean production systems by co-inoculating rhizobia and azospirilla. **Agriculture, Ecosystems & Environment**, v. 237, p. 250-257, Jan. 2017. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.agee.2016.12.040>.

VALADÃO, F. C. A.; JAKELAITIS, A.; CONUS, L. A.; BORCHARTT, L.; OLIVEIRA, A. A.; VALADÃO JUNIOR, D. D. Inoculação das sementes e adubações nitrogenada e molíbdica do feijoeiro-comum, em Rolim de Moura, RO. **Acta Amazonica**, v. 39, n. 4, p. 741-748, 2009. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0044-59672009000400002>.

VINCENT, J. M. **A manual for the practical study of root-nodule bacteria**. Oxford: Blackwell, 1970. 164 p. (International biological programme handbook, 15).

Embrapa Arroz e Feijão

Rod. GO 462 Km 12 Zona Rural,
Caixa Postal 179
CEP 75375-000,
Santo Antônio de Goiás, GO
Fone: (62) 3533 2105
Fax: (62) 3533 2100
www.embrapa.br
www.embrapa.br/fale-conosco/sac

1ª edição

Publicação digital - PDF (2021)



MINISTÉRIO DA
AGRICULTURA, PECUÁRIA
E ABASTECIMENTO



Comitê de Publicações
da Embrapa Arroz e Feijão

Presidente

Roselene de Queiroz Chaves

Secretário-Executivo

Luiz Roberto Rocha da Silva

Membros

Ana Lúcia Delalibera de Faria, Luís Fernando

Stone, Newton Cavalcanti de Noronha Júnior,

Tereza Cristina de Oliveira Borba

Supervisão editorial

Luiz Roberto R. da Silva

Revisão de texto

Luiz Roberto R. da Silva

Normalização bibliográfica

Ana Lúcia D. de Faria (CRB 1/324)

Editoração eletrônica

Fabiano Severino

Foto da capa

Enderson Petrônio de Brito Ferreira