

CIRCULAR TÉCNICA

87

Manaus, AM
Novembro, 2022

Inoculação de rizóbio em feijão-caupi cultivado no sistema de plantio direto no estado do Amazonas, Brasil

Aleksander Westphal Muniz
Inocencio Junior de Oliveira
Enilson Luiz Saccol de Sá

OBJETIVOS DE
DESENVOLVIMENTO
SUSTENTÁVEL

2 FOME ZERO
E AGRICULTURA
SUSTENTÁVEL



Inoculação de rizóbio em feijão-caupi cultivado no sistema de plantio direto no estado do Amazonas, Brasil^{1, 2}

O objetivo do trabalho foi avaliar a efetividade da inoculação com rizóbios em feijão-caupi cultivado no sistema plantio direto no estado do Amazonas, Brasil. O experimento foi conduzido em Manaus, Amazonas, em Latossolo Amarelo, durante as safras de 2014 e 2015. Os resultados demonstraram que não há interação entre os tratamentos com nitrogênio e as variedades de feijão-caupi. No entanto, foram observadas interações entre o ano de cultivo e as variedades de feijão-caupi. A variedade BRS Guariba apresentou maior nodulação (número e massa de nódulos) do que a variedade BRS Novaera. Conclui-se que a inoculação pode substituir a adubação nitrogenada no sistema plantio direto, pois permite a mesma produtividade que a adubação nitrogenada mineral na semeadura e em cobertura. A variedade BRS Guariba apresentou maior nodulação com inoculação da estirpe SEMIA6462 do que a variedade BRS Novaera.

Introdução

O feijão-caupi (*Vigna unguiculata*) é amplamente cultivado na África, também plantado, em menor escala, na Ásia, América Latina e no Caribe. No Brasil, o cultivo está concentrado nas regiões Norte e Nordeste, embora essa espécie seja adaptada às condições tropicais e subtropicais, produzindo bem em todas as regiões brasileiras. A estimativa da área plantada com feijão-caupi na safra 2020/2021 no Brasil foi de 1,3 milhão de hectares (Conab, 2020). Economicamente, essa cultura gera aproximadamente 369 milhões de dólares/ano para o agronegócio brasileiro e representa uma importante fonte

¹ Cadastro nº AEA6AB3 (SisGen)

² Aleksander Westphal Muniz, engenheiro-agrônomo, doutor em Microbiologia Agrícola e do Ambiente, pesquisador da Embrapa Amazônia Ocidental, Manaus, AM. Inocencio Junior de Oliveira, engenheiro-agrônomo, doutor em Genética e Melhoramento de Plantas, pesquisador da Embrapa Arroz e Feijão, Santo Antonio de Goiás, GO. Enilson Luiz Saccol de Sá, engenheiro-agrônomo, doutor em Ciências (Energia Nuclear na Agricultura, professor da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS), Porto Alegre, RS.

de renda para grandes e pequenos produtores rurais (Conab, 2020; Instituto Brasileiro do Feijão e Pulses, 2021).

A fixação biológica de nitrogênio (FBN) é uma das formas de aumentar a produtividade, com redução ou eliminação dos fertilizantes nitrogenados e dos custos associados (Franco et al., 2002). A FBN ocorre como resultado da simbiose rizóbio-leguminosa, na qual o rizóbio infecta estruturas radiculares e há formação de nódulos, local onde o rizóbio sobrevive na planta como bacteroides fixando o N₂ para a planta na forma de amônia. Em troca, a planta fornece carbono e outros nutrientes para o rizóbio (Heath; Tiffin, 2009). Os rizóbios são proteobactérias dos gêneros: *Allorhizobium*, *Azorhizobium*, *Burkholderia*, *Bradyrhizobium*, *Cuproavidus*, *Mesorhizobium*, *Rhizobium*, *Sinorhizobium*, *Devosia*, *Methylobacterium*, *Ochrobactrum*, *Phyllobacterium* (Zakhia; Lajudie, 2001; Willens, 2006).

No Brasil, foram realizados estudos de FBN no feijão-caupi, nos quais se constataram aumentos na produção de grãos com a inoculação de bactérias do gênero *Bradyrhizobium* (Zilli et al., 2009; Chagas Junior et al., 2010; Ferreira et al., 2011). De acordo com Rumjanek et al. (2006), os incrementos de rizóbio atingiram níveis de até 40% em condições de campo experimental e até 52% em áreas de produtores.

Na região Norte do Brasil, a maioria dos solos apresenta deficiências de nutrientes, como a de nitrogênio (Rumjanek et al., 2005). Uma das maneiras de melhorar a fertilidade sem o uso de fertilizantes solúveis é adotar práticas como o plantio direto e a inoculação de leguminosas, como é o caso do feijão-caupi. Trabalhos em desenvolvimento com o sistema de plantio direto no estado do Amazonas mostraram aumento nos teores de carbono do solo no cultivo do milho (Muniz et al., 2018). Além disso, a produtividade do milho aumentou com a utilização do sistema de plantio direto (Muniz et al., 2014).

Entretanto, não foram realizados estudos sobre o uso da inoculação com rizóbio sob sistema de plantio direto de feijão-caupi. Assim, o objetivo deste estudo foi avaliar a eficácia da inoculação de rizóbios como substituto dos fertilizantes nitrogenados no feijão-caupi cultivado sob sistema de plantio direto no estado do Amazonas, Brasil. Esta pesquisa foi financiada pela Fundação Agrisus (Projeto 1077-12) e Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa).

Material e Métodos

O experimento foi realizado na estação experimental da Embrapa Amazônia Ocidental, no município de Manaus, Amazonas, Brasil, instalado em um Ferrasol e conduzido durante os anos de 2014 e 2015. Na área do experimento foram coletadas amostras de solo para caracterização da fertilidade e determinação de doses de correção de fósforo ($80 \text{ kg P}_2\text{O}_5 \text{ ha}^{-1}$) e potássio ($50 \text{ kg K}_2\text{O ha}^{-1}$) para o cultivo de feijão-caupi (Tabela 1). A semeadura foi realizada no mês de maio conforme a recomendação de Melo et al. (2005). Essa semeadura foi feita sobre a palhada de milho dessecada com glifosato. As cultivares avaliadas foram BRS Guariba e BRS Novaera, ambas de porte semiereto e grãos brancos.

Tabela 1. Análises de amostras de solo, coletadas na camada de 0 cm a 10 cm de profundidade, para prescrição das doses de reposição de fósforo e potássio na semeadura de feijão-caupi, safra 2014/2015 e 2015/2016.

Época	M.O.	N	P	K	Ca	Mg	Al	T	V
	(g kg)		(mg dm ³)			(cmol _c dm ³)			(%)
Pré-semeadura 2014/2015	40,22	3,18	34	98	2,33	1,08	0,08	8,22	54,82
Pré-semeadura 2015/2016	42,91	3,21	67	57	1,95	0,81	0,14	8,47	68,54

Os tratamentos de inoculação e adubação nitrogenada foram os seguintes: inoculação de sementes de feijão-caupi com *Bradyrhizobium* spp. (SEMIA6462) sem adubação nitrogenada; inoculação com *Bradyrhizobium* spp. (SEMIA6462) + ureia em cobertura (20 kg ha^{-1} de N); ureia na semeadura (20 kg ha^{-1} de N) e em cobertura (20 kg ha^{-1} de N); controle (sem inoculante e sem nitrogênio via fertilizante). O inoculante turfoso da Nodusoja® com a estirpe SEMIA6462 apresentava a concentração de 3×10^9 células/g de inoculante. A inoculação foi realizada usando-se a proporção de 250 g de inoculante para 50 kg de sementes umedecidas em água potável açucarada (3 mL kg^{-1} de sementes), equivalendo a cerca de 600 mil células bacterianas/semente de feijão-caupi. A densidade de semeadura utilizada foi de 8 a 10 sementes/metro linear com espaçamento de 45 cm entre linhas. O controle de plantas daninhas foi realizado por meio da aplicação de herbicida Bentazon

(1,5 L ha⁻¹ do produto comercial) aos 20 dias após a emergência. Os dados de precipitação pluviométrica e temperatura durante a realização dos experimentos nos anos de 2014 e 2015 são apresentados na Figura 1.

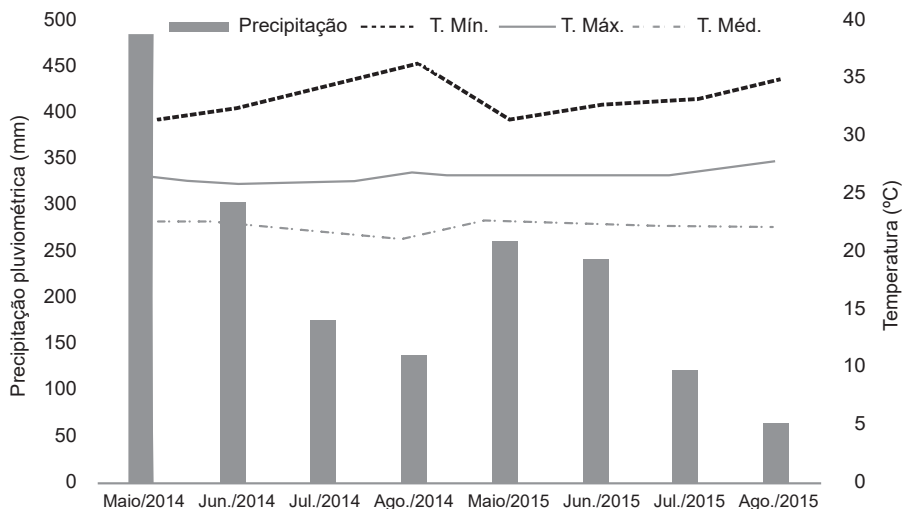


Figura 1. Precipitação pluviométrica acumulada e temperatura de maio a agosto nos anos de 2014 e 2015 na região de Manaus, AM.

O delineamento experimental utilizado foi de blocos ao acaso em esquema fatorial 2 x 2 x 4 (duas cultivares de feijão-caupi, duas safras e quatro combinações de inoculação de rizóbio e de adubação nitrogenada) com quatro repetições. As variáveis utilizadas para análise foram: nodulação (número e massa de nódulos); massa seca da parte aérea; massa de 100 sementes; comprimento da vagem (CV); número de sementes por vagem (SV); produtividade (kg ha⁻¹); e teor de nitrogênio das folhas e dos grãos. Os resultados obtidos foram submetidos à análise de variância com modelo misto e ao teste de separação de médias de Tukey (Pimentel-Gomes, 2009). Os pressupostos da análise de variância foram avaliados usando os testes de Shapiro-Wilk e Brown-Forsythe para normalidade e homogeneidade das variâncias dos resíduos, respectivamente (Shapiro; Wilk, 1965; Brown; Forsythe, 1974). Essa análise foi realizada usando o procedimento PROC MIXED do software estatístico SAS 9.2.

Resultados e Discussão

Os resultados não mostraram interação entre os tratamentos de inoculação de rizóbios e adubação com nitrogênio e as variedades de feijão-caupi nas seguintes variáveis: produtividade, vagens (comprimento e número), massa de 100 sementes, conteúdo de nitrogênio (folha e grão), número de nódulos e massa seca da porção aérea. Observou-se que, independentemente da variedade de feijão-caupi, a inoculação com rizóbios sem adição de N teve a mesma produtividade que o uso de ureia na semeadura e em cobertura (Tabela 2). Outros estudos também constataram que a inoculação tem o mesmo efeito sobre a produtividade do feijão-caupi que a fertilização nitrogenada (Almeida et al., 2010a; Marinho et al., 2014). O aumento da produtividade dos grãos com o tratamento de inoculação deve-se à eficiência do rizóbio (SEMIA6462) na FBN (Silva Júnior et al., 2018).

As outras variáveis (comprimento da vagem, número de sementes por vagem, massa de 100 sementes, conteúdo de nitrogênio em folhas e grãos, número de nódulos e massa seca da parte aérea) não mostraram diferenças entre fertilização dos tratamentos e fertilização nitrogenada avaliada (Tabela 2). O comprimento médio da vagem foi semelhante, e o número de sementes na vagem, com 18 cm e 14 sementes, respectivamente, foi menor do que o obtido por Freire Filho (2009). A massa de 100 sementes obtida foi maior que a observada no estado do Piauí, 18,71 g (Silva; Neves, 2011). Os resultados das variedades BRS Guariba e BRS Novaera foram diferentes daqueles observados na variedade BRS Gurguéia, na qual a inoculação mostrou valores de N mais altos (Martins et al., 2013).

A fertilização nitrogenada afetou a massa de nódulos nas diferentes cultivares. A variedade BRS Guariba apresentou maior massa seca de nódulos do que a variedade BRS Novaera em todos os tratamentos. Maior massa seca de nódulos foi observada na variedade BRS Guariba inoculada do que na variedade BRS Novaera. A variedade BRS Novaera não apresentou diferenças entre os diversos tratamentos com N (Tabela 3). As diferenças entre a massa seca de nódulos podem ocorrer devido à especificidade do hospedeiro, de modo que a cepa inoculada afeta as variedades de forma diferente, como foi observado na cultura da soja (Carvalho et al., 2008).

Tabela 2. Produtividade de grãos (PG), comprimento de vagem (CV), comprimento de vagem (CV), número de sementes por vagem (SV), massa de 100 sementes (M100), nitrogênio foliar (N folha), nitrogênio no grão (NGr), número de nódulos por planta (Nnod) e massa seca da parte aérea (MSaerea) nos tratamentos de adubação nitrogenada em feijão-caupi das variedades BRS Guariba e BRS Novaera, avaliados nos anos 2014 e 2015.

Tratamentos nitrogênio	PG (kg ha ⁻¹)		CV (cm)	SV (N°)	M100 (g)	N folha (g kg ⁻¹)	NGr (N°)	Nnod (g plant ⁻¹)	MSaerea
	Sem N (controle)	1.187,2 ^c	18,7 ^{ns}	12,7 ^{ns}	20,7 ^{ns}	49,7 ^{ns}	39,7 ^{ns}	8,4 ^{ns}	15,7 ^{ns}
Inoculante	1.498,9 ^{ab}	18,8 ^{ns}	12,7 ^{ns}	21,0 ^{ns}	50,0 ^{ns}	39,2 ^{ns}	9,1 ^{ns}	16,8 ^{ns}	
N mineral semeadura + cobertura	1.580,0 ^a	19,1 ^{ns}	12,8 ^{ns}	20,8 ^{ns}	49,7 ^{ns}	39,8 ^{ns}	7,8 ^{ns}	18,8 ^{ns}	
Inoculante + N mineral cobertura	1.412,7 ^b	18,9 ^{ns}	12,6 ^{ns}	21,1 ^{ns}	49,9 ^{ns}	40,9 ^{ns}	8,0 ^{ns}	17,6 ^{ns}	

Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey (p<0.05).

ns = Não significativo

Tabela 3. Massa seca de nódulos das cultivares de feijão-caupi BRS Guariba e BRS Novaera submetidos a diferentes tratamentos de adubação nitrogenada, Manaus, 2016.

Variedade	Sem N	Inoculante	N Semeadura+ N Cobertura		Média
			(mg plant ⁻¹)		
BRS Guariba	106,3 ^{ab}	151,4 ^{aA}	88,6 ^{ab}	84,9 ^{ab}	107,8 ^a
BRS Novaera	48,2 ^{bA}	52,8 ^{bA}	51,1 ^{bA}	46,7 ^{bA}	49,7 ^b
Média	77,2 ^B	102,1 ^A	69,8 ^B	65,8 ^B	

Médias seguidas da mesma letra maiúscula na linha e de minúscula na coluna não diferem entre si pelo Teste de Tukey ($p < 0.05$).

Foram observadas interações entre variedade e ano de cultivo nas variáveis, no rendimento de grãos, na massa de 100 sementes, no comprimento e número de sementes por vagem, conteúdo de nitrogênio (folha e grãos), na massa seca da parte aérea e nodulação (número e massa de nódulos). As variedades BRS Guariba e BRS Novaera não apresentaram diferenças na produtividade dos grãos, mas a produtividade foi maior em 2015 do que em 2014 (Figura 2). A variedade BRS Novaera apresentou maior massa de 100 sementes que a variedade BRS Guariba em 2015, mas não houve diferenças em 2014. Também foi observado que a massa de 100 sementes foi maior em 2015 na variedade BRS Novaera do que em 2014 (Tabela 4).

A variedade BRS Guariba, por sua vez, não mostrou diferenças entre os anos de 2014 e 2015. Essa variedade teve comprimento de vagem maior que a variedade BRS Novaera nos 2 anos de cultivo. Em 2015 o comprimento da cápsula diminuiu em ambas, as quais não mostraram diferenças no número de cápsulas. No ano de 2014, não ocorreram diferenças no conteúdo de N foliar entre as variedades BRS Novaera e BRS Guariba, no entanto, em 2015, a variedade BRS Novaera apresentou N foliar superior ao da variedade BRS Guariba. A variedade BRS Guariba apresentou maior teor de N nos grãos do que a variedade BRS Novaera. O teor de N no grão foi menor em 2015 do que em 2014 nas duas variedades estudadas.

Tabela 4. Massa de 100 sementes, comprimento de vagem, número de sementes por vagem, teor de N (foliar em grãos) e massa seca da parte aérea (MS aérea) em feijão-caupi nas variedades BRS Guariba e BRS Novaera nos anos de 2014 e 2015.

Variedade/ano	Massa de 100 sementes (g)		Comprimento de vagem (cm)		Sementes por vagem				
	2014	2015	Média	2014	2015	Média			
BRS Guariba	19,9 ^{aA}	19,2 ^{bA}	19,5	21,1 ^{aA}	19,9 ^{aB}	20,5	14,4 ^{aA}	13,5 ^{aA}	14,0
BRS Novaera	21,1 ^{aB}	23,4 ^{aA}	22,3	18,7 ^{bA}	15,8 ^{bB}	17,3	13,6 ^{aA}	9,3 ^{aB}	11,5
Média	20,5	21,3	-	19,9	17,9	-	14,0	11,4	-
Variedade/ano	Teor de N foliar (g kg ⁻¹)		Teor de N no grão (g kg ⁻¹)		MS aérea (g planta ⁻¹)				
	2014	2015	Média	2014	2015	Média	2014	2015	Média
BRS Guariba	48,5 ^{aA}	49,6 ^{bA}	49,0	47,8 ^{aA}	36,9 ^{aB}	41,8	20,5 ^{bA}	17,4 ^{aB}	18,9
BRS Novaera	48,2 ^{aB}	53,0 ^{aA}	50,6	40,1 ^{bA}	36,2 ^{aB}	38,1	25,7 ^{aA}	5,5 ^{bB}	15,6
Média	48,4	51,3	-	43,9	36,6	-	23,1	11,4	-

Médias seguidas da mesma letra maiúscula nas linha e minúscula nas colunas não diferem entre si pelo Teste de Tukey (p<0.05).

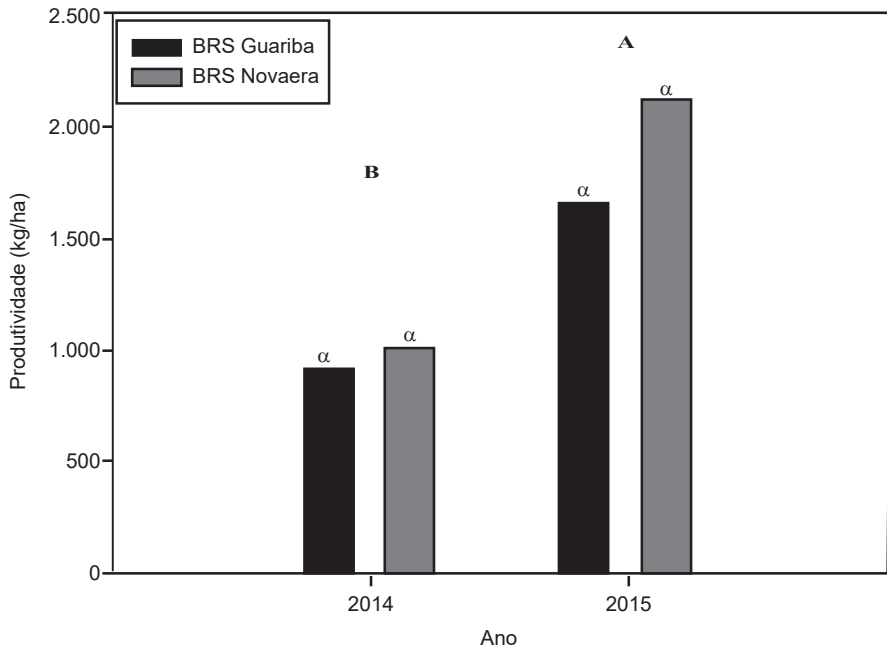


Figura 2. Produtividade das variedades de feijão-caupi BRS Guariba e BRS Novaera nos anos de 2014 e 2015.

Médias com a mesma letra não diferem entre si de acordo com o teste de Tukey ($p < 0,05$). Letras maiúsculas entre anos e letras gregas entre variedades.

A variedade BRS Guariba mostrou maior massa e número de nódulos (Figuras 3A e 3B), enquanto a massa seca da parte aérea foi maior, em 2015, do que na variedade BRS Novaera. Esses resultados foram atribuídos às variedades que apresentaram diferentes adaptabilidades ao ambiente em decorrência de diferenças genéticas (Almeida et al., 2010b). Assim, pode-se dizer que o desempenho das cultivares BRS Guariba e BRS Novaera diferiu de uma cultivar para outra em resposta às mudanças ambientais e à especificidade em relação ao inoculante utilizado (Alcantara et al., 2014).

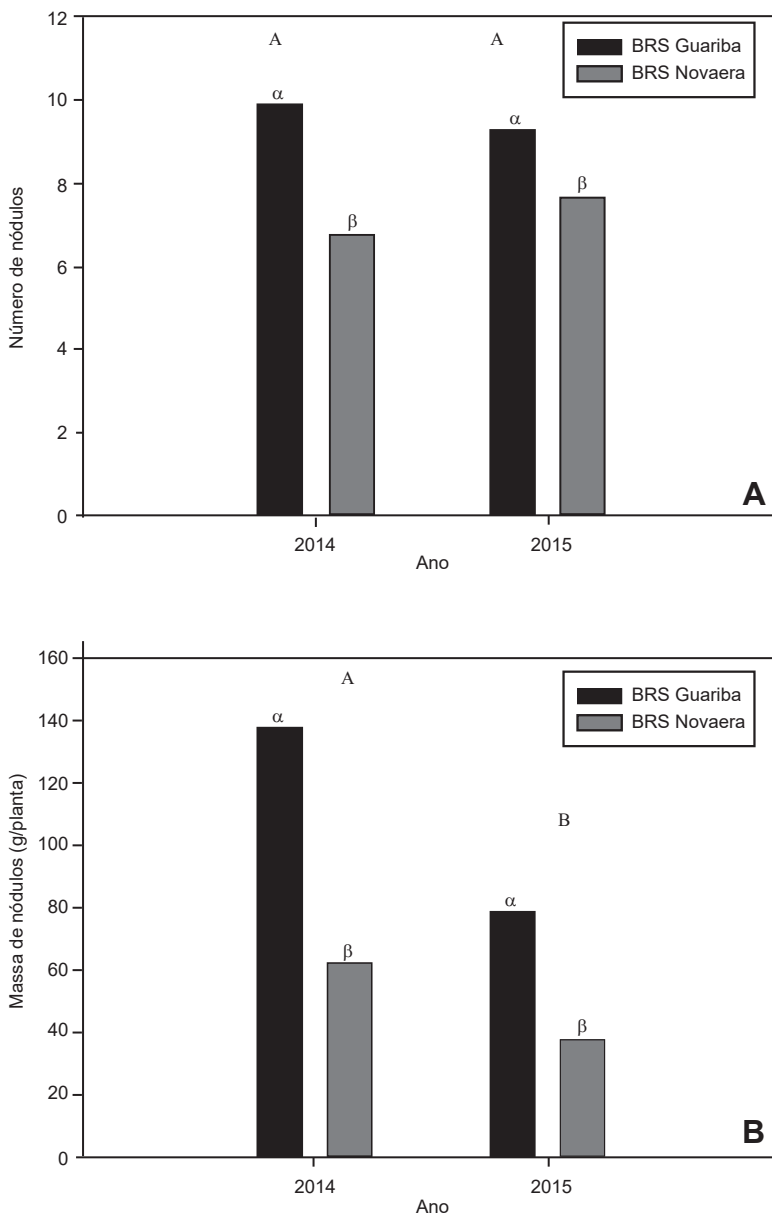


Figura 3. Número (A) e massa (B) de nódulos em feijão-caupi nas variedades BRS Guariba e BRS Novaera nos anos 2014 e 2015.

Médias com a mesma letra não diferem entre si de acordo com o teste de Tukey ($p < 0,05$). Letras maiúsculas entre anos e letras gregas entre variedades.

Conclusão

A inoculação de rizóbio pode substituir a fertilização nitrogenada no cultivo do feijão-caupi em sistema de plantio direto, proporcionando produtividade semelhante à aplicação de 40 kg ha⁻¹ de N.

Referências

- ALCANTARA, R. M. C. M.; XAVIER, G. R.; RUMJANEK, N. G.; ROCHA, M. M.; CARVALHO, J. S. Eficiência simbiótica de progenitores de cultivares brasileiras de feijão-caupi. **Revista Ciência Agrônômica**, v. 45, n. 4, p. 1-9, 2014.
- ALMEIDA, A. L. G.; ALCANTARA, R. M. C. M.; NÓBREGA, R. S. A.; NÓBREGA, J. C. A.; LEITE, L. F. C.; SILVA, J. A. L. Produtividade do feijão-caupi cv BR 17 Gurguéia inoculado com bactérias diazotróficas simbióticas no Piauí. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v. 5, n. 3, p. 364-369, 2010a. DOI: <https://doi.org/10.5039/agraria.v5i3a795>.
- ALMEIDA, R. D. de; PELUZIO, J. M.; AFFERRI, F. S. Correlações fenotípicas, genotípicas e ambientais em soja cultivada sob condições várzea irrigada, sul do Tocantins. **Bioscience Journal**, v. 26, n. 1, p. 95-99, 2010b.
- BROWN, M. B.; FORSYTHE, A. B. The small sample behaviour of some statistics which test the equality of several means. **Technometrics**, v. 16, n. 1, p. 129-132, 1974.
- CARVALHO, F. G. D.; SELBACH, P. A.; SILVA, A. J. N. Especificidade hospedeira de variantes *Bradyrhizobium* spp. em soja (cvs peking e clark), caupi e guandu. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 32, p. 2701-2708, 2008. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0100-06832008000700013>.
- CHAGAS JUNIOR, A. F.; RAHMEIER, W.; FIDELIS, R. R.; SANTOS, G. R.; CHAGAS, L. F. B. Eficiência agrônômica de estirpes de rizóbios inoculadas em feijão-caupi no cerrado, Gurupitô. **Revista Ciência Agrônômica**, v. 41, n. 4, p. 709-714, 2010.
- COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. **Acompanhamento da safra brasileira 2017/2018**: grãos, primeiro levantamento, junho 2018. Brasília, DF: Conab, 2020. 77 p.
- FERNANDES, J. B.; SAGRILLO, E.; RIBEIRO, V. Q.; ROCHA, M. M.; SOUZA, F. F.; LOPES, A. M.; GONÇALVES, J. R. P.; CARVALHO, H. W. L.; RAPOSO, J. A. A.; SAMPAIO, L. S. Feijão-caupi: melhoramento genético, resultados e perspectivas. In: VIDAL NETO, F. das C.; BERTINI, C. H. C. de M.; ARAGÃO, F. A. S.; CAVALCANTI, J. J. V. (ed.). **O melhoramento genético no contexto atual**. Fortaleza: EMBRAPA-CNPAT, 2009. p. 25-59.
- FERREIRA, E. P. B.; MARTINS, L. M. V.; XAVIER, G. R.; RUMJANEK, N. G. Nodulação e produção de grãos em feijão-caupi (*Vigna unguiculata* (L.) Walp) inoculado com isolado de rizóbio. **Revista Caatinga**, v. 24, n. 4, p. 27-35, 2011.

FRANCO, M. C.; CASSINI, S. T. A.; OLIVEIRA, V. R.; VIEIRA, C.; TSAI, S. M. Nodulação em cultivares de feijão dos conjuntos gênicos andino e meso-americanos. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 37, n. 8, p. 1145-1150, 2002. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-204X2002000800012>.

FREIRE FILHO, F. R.; CRAVO, M. S.; VILARINHO, A. A.; CAVALCANTE, E. S.; FERNANDES, J. B.; SAGRILO, E.; RIBEIRO, V. Q.; ROCHA, M. M.; SOUZA, F. F.; LOPES, A. M.; GONÇALVES, J. R. P.; CARVALHO, H. W. L.; RAPOSO, J. A. A.; SAMPAIO, L. S. Feijão-caupi: melhoramento genético, resultados e perspectivas. In: VIDAL NETO, F. das C.; BERTINI, C. H. C. de M.; ARAGÃO, F. A. S.; CAVALCANTI, J. J. V. (ed.). **O melhoramento genético no contexto atual**. Fortaleza: EMBRAPA-CNPAT, 2009. p. 25-59.

HEATH, K. D.; TIFFIN, P. Stabilizing mechanisms in a legume–rhizobium mutualism. **Evolution**, v. 63, n. 3, p. 652-662, 2009.

INSTITUTO BRASILEIRO DO FEIJÃO E PULSES – IBRAFE. **Instituto Brasileiro do Feijão e Pulses**. Disponível em: www.ibrafe.org. Acesso em: 15 jan. 2021.

MARINHO, R. C. N.; NÓBREGA, R. S. A.; ZILLI, J. L.; XAVIER, G. R.; SANTOS, C. A. F.; AIDAR, S. T.; MARTINS, L. M. V.; FERNANDES JUNIOR, P. I. Desempenho em campo de novas cultivares de feijão-caupi inoculadas com estirpes de rizóbio eficientes na fixação de nitrogênio no semiárido brasileiro. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 49, n. 5, p. 395-402, 2014.

MARTINS, R. N. L.; NÓBREGA, R. S. A.; SILVA, A. F. T.; NÓBREGA, J. C. A.; AMARAL, F. H. C.; COSTA, E. M.; LUSTOSA FILHO, J. F.; MARTINS, V. Nitrogênio e micronutrientes na produção de grãos de feijão-caupi inoculado. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 34, n. 4, p. 1577-1586, 2013.

MELO, F. B.; CARDOSO, M. J.; SALVIANO, A. A. C. Fertilidade do solo e adubação. In: FREIRE FILHO, F. R.; LIMA, J. A. A.; RIBEIRO, V. Q. (ed.). **Feijão-caupi: avanços tecnológicos**. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica, 2005. p. 231-244.

MUNIZ, A. W.; GONÇALVES, J. R. P.; OLIVEIRA, I. J.; FONTES, J. R. A. **Sistema plantio direto**: conservação do solo e produção sustentável de grãos em terra firme do Amazonas. Manaus: Embrapa Amazônia Ocidental, 2014. 6 p. (Embrapa Amazônia Ocidental. Circular técnica, 45).

MUNIZ, A. W.; NUNES, R. H. S.; SILVA, T. A. C.; SÁ, E. L. S.; MAJOLO, C.; FIUZA, A. B.; CAVALLAZZI, J. R. No-tillage effect on carbon and microbiological attributes in corn grown in Manus-AM, Brazil. **African Journal of Agricultural Research**, v. 13, n. 2, p. 77-81, 2018. DOI: <http://dx.doi.org/10.5897/AJAR2017.12805>.

PIMENTEL-GOMES, F. **Curso de estatística experimental**. 15. ed. Piracicaba: Fealq, 2009. 450 p.

RUMJANEK, N. G.; MARTINS, L. M. V.; XAVIER, G. R.; NEVES, M. C. P. Fixação biológica de nitrogênio. In: FREIRE FILHO, F. R.; ARAUJO LIMA, J. A.; SILVA, P. H. S.; RIBEIRO, V. Q. (ed.). **Feijão-caupi: avanços tecnológicos**. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica, 2005. p. 279-335.

RUMJANEK, N. G.; XAVIER, G. R.; MARTINS, L. M. V.; MORGADO, L. B.; NEVES, M. C. P. **Feijão-caupi tem uma nova estirpe de rizóbio, BR3267, recomendada como inoculante.** Seropédica: Embrapa Agrobiologia, 2006. 16 p. (Embrapa Agrobiologia. Boletim de pesquisa e desenvolvimento, 15).

SHAPIRO, S. S.; WILK, M. B. An analysis of variance test for normality (complete samples). **Biometrika**, v. 52, n. 3/4, p. 591-611, 1965.

SILVA, J. A. L.; NEVES, J. Componentes de produção e suas correlações em genótipos de feijão-caupi em cultivo de sequeiro e irrigado. **Revista Ciência Agrônômica**, v. 42, p. 702-713, 2011.

SILVA JUNIOR, E. B. da; FAVERO, V. O.; XAVIER, G. R.; BODDEY, R. M.; ZILLI, J. E. Rhizobium inoculation of cowpea in Brazilian cerrado increases yields and nitrogen fixation. **Agronomy Journal**, v. 110, n. 2, p. 722-727, 2018.

WILLENS, A. The taxonomy of rhizobia: an overview. **Plant and Soil**, v. 287, p. 3-14, 2006.

ZAKHIA, F.; LAJUDIE, P. de. Taxonomy of Rhizobia. Minireview. **Agronomie**, v. 21, p. 569-576, 2001.

ZILLI, J. L.; MARSON, L. C.; MARSON, B. F.; RUMJANEK, N. G.; XAVIER, G. R. Contribuição de estirpes de rizóbio para o desenvolvimento e produtividade de grãos de feijão-caupi em Roraima. **Acta Amazônica**, v. 39, n. 4, p. 749-758, 2009.

Embrapa Amazônia Ocidental
Rodovia AM-010, Km 29,
Estrada Manaus/Itacoatiara
69010-970, Manaus, Amazonas
Fone: (92) 3303-7800
Fax: (92) 3303-7820
www.embrapa.br
www.embrapa.br/fale-conosco/sac

1ª edição
Publicação digital (2022)



MINISTÉRIO DA
AGRICULTURA, PECUÁRIA
E ABASTECIMENTO



Comitê Local de Publicações
da Unidade Responsável

Presidente

Kátia Emídio da Silva

Secretária-executiva

Gleise Maria Teles de Oliveira

Membros

José Olenilson Costa Pinheiro, Maria Augusta
Abtíbol Brito de Sousa e Maria Perpétua
Beleza Pereira

Supervisão editorial e revisão de texto

Maria Perpétua Beleza Pereira

Normalização bibliográfica

Maria Augusta Abtíbol Brito de Sousa
(CRB 11/420)

Projeto gráfico da coleção

Carlos Eduardo Felice Barbeiro

Editoração eletrônica

Gleise Maria Teles de Oliveira

Foto da capa

Inocencio Junior de Oliveira

CGPE 017774