

ADUBAÇÃO NITROGENADA E ESTIRPES DE RIZÓBIOS EFICIENTES NO DESENVOLVIMENTO E PRODUTIVIDADE DO FEIJÃO-CAUPI

C. M. de, JESUS; J. F. SILVA; T. S. S. PAIVA; F. G. SOUZA ; D. D. MELO; R. K. A. SANTOS.

Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia (UESB)

ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-8976-6437>*

crisiraj@hotmail.com*

Submitted May 22, 2023 - Accepted December 31, 2023

DOI: 10pts.15628/holos.2023.10538

RESUMO

Objetivou-se avaliar o efeito da inoculação com rizóbios associado à adubação nitrogenada sobre o crescimento e produtividade de cultivares de feijão-caupi. Foram testados dois isolados nativos e a estirpe BR3262, acrescidos de adubação nitrogenada (30, 60 e 90 kg ha⁻¹ de N) e um controle sem adubação e inoculação e duas cultivares de feijão-caupi (BRS Guariba e Novaera). O delineamento experimental empregado foi em blocos casualizados, com quatro repetições, em esquema fatorial triplo (4 x 4 x 2).

No florescimento, foram avaliados os seguintes parâmetros: Altura de plantas, diâmetro do colmo, massa seca de parte aérea, Índice SPAD e número de nódulos. Na colheita foram coletados dados dos componentes de produção: Número de vagens por planta, comprimento de vagem, número de sementes por vagem, massa de 100 grãos e produtividade. A inoculação com as estirpes de rizóbios favorecem a redução da adubação nitrogenada, obtendo maior destaque o isolado nativo UESB R5.

PALAVRAS-CHAVE: Fixação Biológica de Nitrogênio, *Vigna unguiculata* (L.), Rendimento de grãos.

NITROGEN FERTILIZATION AND RHIZOBIUM STRAINS EFFICIENT IN THE DEVELOPMENT AND PRODUCTIVITY OF COWPEA

ABSTRACT

The objective was to evaluate the effect of inoculation with rhizobia associated with nitrogen fertilization on the growth and productivity of cowpea cultivars. The experiment was carried out using two native isolates and the BR3262 strain (recommended for cowpea) plus nitrogen fertilization (30, 60 and 90 kg N ha⁻¹) and a control without fertilization and inoculation, and two cultivars of cowpea (BRS Guariba and Novaera). The experimental design was in randomized blocks, with four replications, in a triple factorial scheme (4 x 4 x 2). At

flowering, the following parameters were evaluated: Plant height, stem diameter, shoot dry weight, SPAD Index, and number of nodules. At harvest, data on yield components were collected: Number of pods per plant, pod length, number of seeds per pod, mass of 100 grains and yield. Inoculation with rhizobia strains favors the reduction of nitrogen fertilization, resulting in increases in plant growth and yield. The native isolate UESB R5 resulted in the highest final profit and reduced costs with nitrogen fertilization for both cultivars.

KEYWORDS: Biological fixation of nitrogen, *Vigna unguiculata* (L.), Grain yield.

1. INTRODUÇÃO

O feijão-caupi é uma espécie economicamente importante para o país, uma vez que, sua área cultivada na safra 2012/2013 foi em torno de 3,06 milhões de hectares, colaborando com a produtividade de 2,98 toneladas de grãos (CONAB, 2013).

A cultura possui ampla distribuição mundial, principalmente nas regiões tropicais, em virtude de sua semelhança ao local de origem, a África. Devido às condições edafoclimáticas similares, a região nordeste do país se destaca como principal área para cultivo da espécie.

No entanto, sua produtividade média é inferior a outras regiões de maior tecnificação e potencial genético das cultivares, resultando em safras com produção média não ultrapassa os 386 kg ha⁻¹ (CONAB, 2017).

Isso pode ser recorrente ao tipo de sistema de cultivo adotado, com baixa tecnologia, uso de cultivares tradicionais com baixo potencial produtivo, agregados a baixa fertilidade natural e dos teores de matéria orgânica dos solos.

O nitrogênio é um dos macronutrientes de maior exigência pela cultura, sendo requerida uma quantidade superior a 100 kg ha⁻¹ para maior promoção no seu desenvolvimento (FREIRE FILHO; LIMA; RIBEIRO, 2005).

Em virtude do alto custo dos adubos nitrogenados e perdas de N no solo, além da sua contribuição à poluição ambiental, torna-se viável a busca por alternativas que visam o aproveitamento e eficiência da utilização deste nutriente no solo, bem como a falta de melhoramento dos genótipos de feijão-caupi. Faz-se necessário estudo e aplicação de tecnologias que visam maior produção com redução de custos e impactos ambientais.

Nesse contexto, a produtividade dessa cultura pode ser aumentada pelo uso de inoculantes com bactérias diazotróficas eficientes na fixação biológica de nitrogênio (FBN). Haja vista que, esses microrganismos, além de reduzirem os custos de insumos por disponibilizar nitrogênio assimilável as plantas, ainda, trazem benefícios diretos e indiretos à cultura.

Nos últimos anos, estudos vêm sendo realizados com o objetivo de avaliar a influência da inoculação de rizóbios em feijão-caupi, visando maior produção de grãos com substituição parcial ou total da adubação nitrogenada (MARTINS et al., 2003; XAVIER et al., 2007; BRITO et al., 2010; CHAGAS JÚNIOR et al., 2010; CAVALCANTE et al., 2017).

Possibilitando que fossem desenvolvidas no Brasil quatro estirpes de *Bradyrhizobium* recomendadas para produção de inoculantes para o feijão-caupi: UFLA3-84 (SEMIA 6461), BR 3267 (SEMIA 6462), INPA3-11B (SEMIA 6463) e BR 3262 (SEMIA 6464) (ZILLI et al., 2008).

Contudo, o feijão-caupi é uma cultura bastante promíscua, sendo capaz de nodular com diversas espécies de bactérias do grupo rizóbio, dentre os principais gêneros, podemos citar: *Azorhizobium*, *Burkholderia*, *Bradyrhizobium*, *Mesorhizobium*,

Rhizobium, *Sinorhizobium*, dentre outros (NEVES & RUMJANEK, 1997; WILLEMS, 2006; ZILLI et al., 2006; ZHANG et al., 2007; MOREIRA, 2008; MOREIRA et al., 2012).

Dentre as peculiaridades que limitam a exploração da FBN, a cultura, a alta competitividade dos isolados nativos no solo, sua adaptação às condições edafoclimáticas, bem como a baixa eficiência de determinados genótipos de feijão-caupi em estabelecer eficiência simbiótica, justifica o presente estudo na busca de seleção de cultivares e estirpes que resultam em maior resposta a FBN, com menor uso de adubação nitrogenada.

Sendo assim, objetivou-se com este trabalho, avaliar o efeito da inoculação com rizóbios associada a doses de adubação nitrogenada sobre o crescimento e produtividade de cultivares de feijão-caupi.

2. METODOLOGIA

No período de Março a junho de 2018 foi conduzido o experimento de campo, na área experimental da Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia (UESB), localizado no município de Vitória da Conquista - Bahia, situado a 928 m de altitude, com as coordenadas geográficas de 14°51' de Latitude Sul e 40°50' de Longitude Oeste.

De acordo com a classificação de Köppen, o clima regional é classificado como tropical de altitude (Cwa), com precipitação média anual de 733,9 mm (SOUZA e outros, 2010). O solo da área foi classificado como Cambissolo Háplico distrófico Tb, com classe textural Franco-argilo-arenosa.

Amostras foram retiradas para análises químicas e físicas do solo, na profundidade de 0-20 cm, cujas características resultantes são: pH (H₂O) = 5,5; Al = 0,1 cmol_c dm⁻³; Ca = 1,8 cmol_c dm⁻³; Mg = 1,0 cmol_c dm⁻³; K = 0,46 cmol_c dm⁻³ e P = 16 mg dm⁻³.

A área total do experimento foi de 98 m de comprimento x 20 m de largura. O tamanho total da parcela foi de 5 m x 2,5m, constituída de espaçamento entre linhas de 0,5 m, sendo área útil as duas linhas centrais, excluindo duas de cada lado como bordadura.

O preparo do solo foi realizado por meio mecanizado, com uma aração, duas gradagens e abertura de sulcos com 0,50 m de distância. A adubação de sementeira foi feita conforme as recomendações de ALVAREZ V. & RIBEIRO, 1999.

A partir da análise, não foi necessária aplicação de calagem, sendo recomendada a adubação de sementeira, que foi realizada com 70 kg ha⁻¹ de P₂O₅, na forma de superfosfato simples; e 20 kg ha⁻¹ de K₂O, na forma de cloreto de potássio, e, para o fornecimento de N utilizou-se como fonte a uréia, parceladas em duas aplicações, sendo uma no plantio e a outra 25 dias após emergência das plantas (DAE).

O delineamento experimental foi em blocos casualizados em esquema fatorial triplo 4 x 4 x 2 e quatro repetições. Os tratamentos compreenderam três doses de N, na forma de uréia: 30, 60 e 90 kg ha⁻¹ de N e um controle sem adubação nitrogenada; uso de três bactérias, sendo duas nativas (UESB R1 e UESB R5) e um inoculante

recomendado para cultura, a estirpe BR 3262 (ZILLI et al., 1999), além de um controle sem inoculação; o terceiro fator foi a utilização de duas cultivares de feijão-caupi (BRS Novaera e BRS Guariba).

As bactérias foram isoladas e repicadas até obtenção do material puro, sem contaminantes, e, colocadas para crescer durante cinco dias para produção do inoculante. Posteriormente, verificou-se a concentração de células de cada bactéria, sendo ajustas para 10^9 UFC mL⁻¹, seguindo a recomendação do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (BRASIL, 2011). Antes da semeadura, foi realizada a inoculação das bactérias, na proporção de 1 mL de inoculante para 1.000 sementes.

Por ocasião do florescimento, aos 50 DAE, foram coletadas, aleatoriamente, dez plantas de cada parcela, dentro da área útil, para avaliações da altura (ALT), diâmetro do colmo (DC), número de nódulos (NN), massa seca de parte aérea (MSPA) e índice de clorofila (SPAD).

A segunda avaliação foi realizada na colheita, utilizando dez plantas da área útil de cada parcela. Posteriormente, avaliou-se: número de vagens por planta (NVG), comprimento de vagem (CPV), número de grãos por vagem (NGV), massa de cem grãos (MCG) e produtividade dos grãos (PROD).

Para determinação da MSPA, foi utilizada uma estufa de ventilação forçada à 65°C, até atingir peso constante. As avaliações de comprimento de planta e vagens e diâmetro do colmo foram mensurados com auxílio de régua e paquímetro. E para avaliação da produção de grãos, realizou-se a pesagem total de sementes da área útil de cada parcela, na qual os dados foram estimados para kg ha⁻¹, corrigidos para 13% de umidade.

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância e agrupados pelo teste Skott knot e análise de regressão a 5% de probabilidade, com auxílio do *software* Sisvar 5.3 (FERREIRA, 2011).

3. RESULTADO E DISCUSSÃO

Por ocasião do florescimento foi verificado efeito significativo da interação em conjunto (Bactéria x Dose x cultivar) sobre as variáveis ALT, DC, MSPA, NN e SPAD (Tabela 1).

Tabela 1: Resumo da análise de variância e coeficiente de variação para as características de crescimento e eficiência simbiótica das cultivares de feijão-caupi BRS Guariba e BRS Novaera, em função da inoculação com estirpes nativas e com *Bradyrhizobium* sp. BR 3262, associadas a doses distintas de adubação nitrogenada.

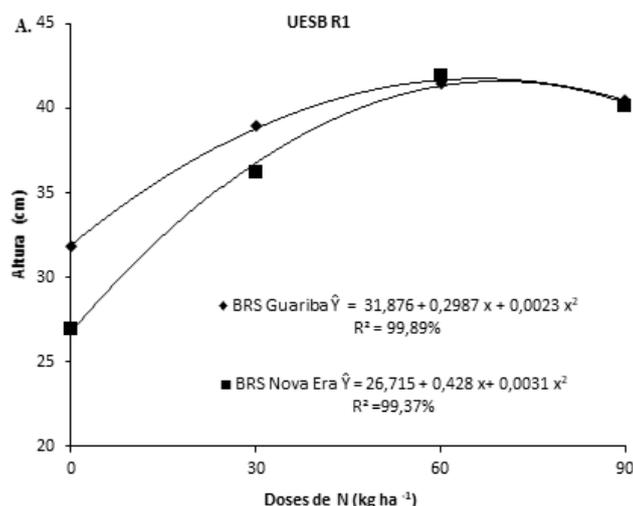
F.V.	G.L.	Quadrados médios				
		^{2/} ALT	DC	MSPA	NN	SPAD
^{1/} Bactéria (B)	3	378,51 *	0,397 *	193,68 *	8730,56 *	672,97 *
^{3/} Doses(D)	3	1266,03 *	0,185 *	567,51*	3477,64 *	1415,16 *
^{4/} Cultivar (C)	1	242,60 *	0,124 *	303,16 *	1,12 ^{NS}	87,93 *
B x D	9	55,53 *	0,640 *	81,14 *	431,87 *	101,62*
B x C	3	11,94 *	0,074 *	19,94 *	181,31*	61,18 *
D x C	3	26,40 *	0,268 *	19,68 *	264,97 *	93,34 *
B x D x C	9	10,25 *	0,057 *	24,40 *	112,83 *	9,16 *
Redíduo	96	2,54	0,0059	4,13	6,54	6,19
CV (%)	-----	4,56	7,51	5,81	6,55	3,56

* Significativo a 5% de probabilidade pelo teste F; ^{1/} B: Bactérias; ^{2/}ALT: altura, DC: diâmetro do colmo, MSPA: matéria seca de parte aérea, NN: número de nódulos; SPAD: índice de clorofila; ^{3/}D: Doses; 0,30,60 e 90 Kg ha⁻¹; ^{4/}C: Cultivares de feijão-caupi; BRS Novaera e BRS Guariba.

Os dados apresentados nos gráficos no decorrer da discussão, se referem apenas a bactérias que apresentaram significância na regressão. Desta forma, ao avaliar a variável altura, verifica-se que o crescimento das plantas obtiveram um comportamento quadrático para as duas cultivares (Figura 1).

De acordo com o modelo, observa-se que para os isolados UESB R1 (41,75 cm) e UESB R5 (43,09 cm) promoverem valores máximos de comprimento da cultivar BRS Guariba, deve-se aplicar as doses máximas estimadas de 67,79 e 56,87 Kg ha⁻¹ de adubação nitrogenada (Figura 1 A; 1 B).

Ao mesmo tempo que, a cultivar BRS Nova Era atingiu seu ponto de máximo em altura (41,60 e 40,40 cm) nas doses de 69,49 e 61,50 Kg ha⁻¹ de N quando associadas aos isolados UESB R1 e UESB R5 (Figura 1 A; 1 B).



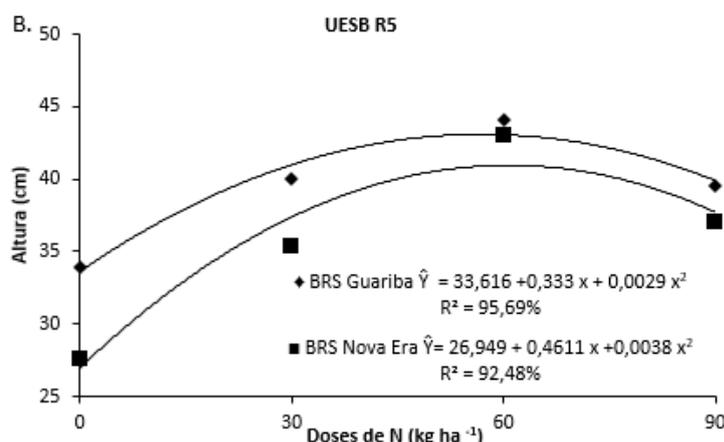


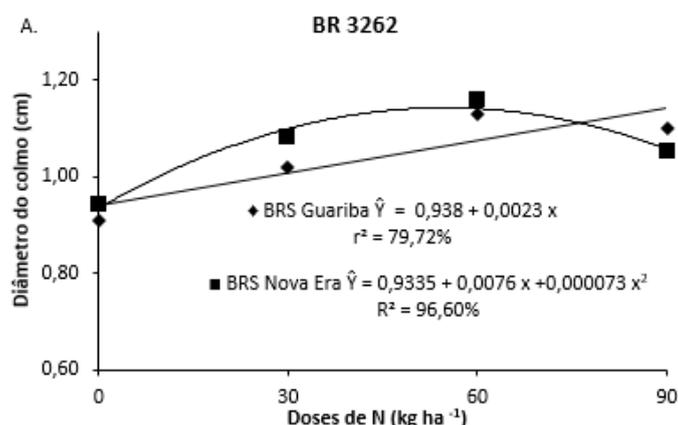
Figura 1: Altura das cultivares feijão-caupi BRS Novaera e BRS Guariba, aos 50 DAE, sob efeito da inoculação de estirpes bacterianas UESB R1 (A) e UESB R5 (B) associada às diferentes doses de N.

Esses resultados estão de acordo com outros estudos, que verificaram a influência da inoculação com rizóbios sobre altura de plantas de feijão caupi, quando comparadas a testemunha (RODRIGUES et al., 2012; SCHOSSLER et al., 2016).

Entretanto, as respostas da FBN nem sempre são satisfatórias sobre o crescimento das plantas do feijão-caupi (SILVA et al., 2006; FRIGO, 2013), visto que os tratamentos inoculados sugerem um maior gasto de energia para produção dos nódulos e fixação de N₂.

Além disso, durante as divisões celulares para colonização e desenvolvimento do nódulo ocorre um grande gasto de energia, no qual se obtém da oxidação dos carboidratos produzidos na parte aérea da planta hospedeira (NEVES, 1981; HUNGRIA et al., 1999) podendo deste modo refletir no crescimento aéreo da planta.

Quanto ao diâmetro do colo, a cultivar BRS Guariba associada às bactérias UESB R1 (1,14 cm) e UESB R5 (1,15 cm) possibilitaram maiores valores de diâmetro quando submetidas as doses máximas de 50,52 e 53,68 Kg ha⁻¹ de N, apresentando comportamento quadrático dos dados (Figura 2 B; 2 C).



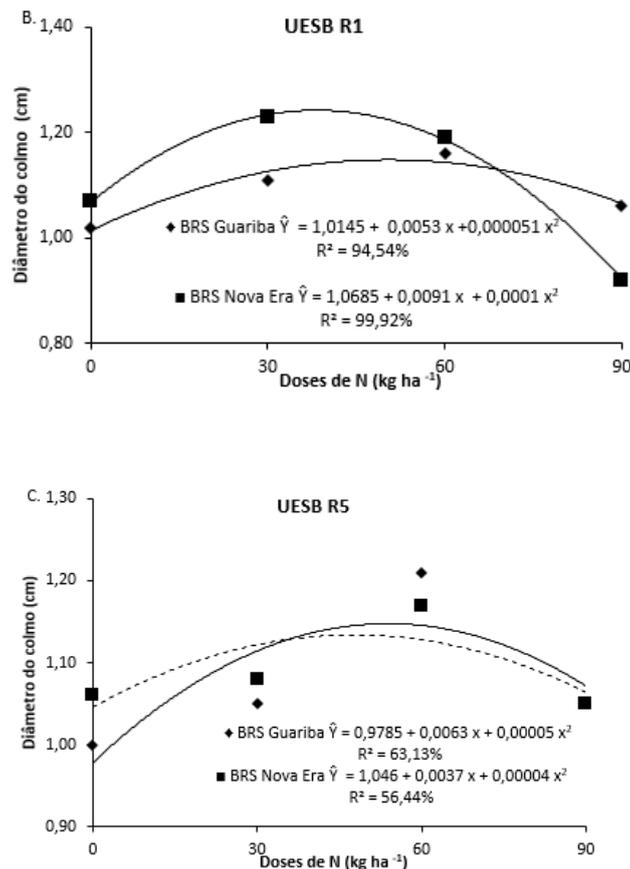


Figura 2: Diâmetro do colmo das cultivares de feijão-caupi BRS Novaera e BRS Guariba, aos 50 DAE, sob efeito da inoculação de estirpes bacterianas BR 3262 (A), UESB R1 (B) e UESB R5 (C) associadas à diferentes doses de N.

Por outro lado, a estirpe BR 3262 manifestou de forma linear crescente sobre adubação nitrogenada, obtendo o valor máximo de diâmetro (1,10 cm) quando na dose máxima de 90 kg ha⁻¹ de N (Figura 2 A).

Observando o comportamento da cultivar BRS Novaera, houve um ajuste dos dados ao modelo quadrático para as bactérias, proporcionando diâmetros máximos (BR 3262 1,14 cm; UESB R1 1,24 cm; UESB R5 1,13 cm) quando aplicada as doses de 54,36, 38,10 e 47,6 kg ha⁻¹ de N, respectivamente (Figura 2).

Esses resultados corroboram com de outros autores que relataram a influência das bactérias sobre o diâmetro de colmo das plantas (DARTORA et al., 2013; SANTOS et al.; 2021).

Os incrementos no diâmetro do colmo e altura das plantas foram mais pronunciados quando houve a inoculação com rizóbios. Esses efeitos, provavelmente, são resultantes da produção de fitohormônios e de um maior estímulo no aumento de pelos radiculares, que contribuem para maior superfície de contato no solo, resultando em abundante absorção de nutrientes e água.

O uso das bactérias UESB R1 (37,39 g) e UESB R5 (37,36 g), incrementaram satisfatoriamente os teores de MSPA, submetidas as doses máxima de 49,70 e 62,31 kg ha⁻¹ de N, para cultivar BRS Guariba (Figura 3).

Para cultivar BRS Novaera os valores máximos estimados foram de (UESB R1) 42,71 e (UESB R5) 45,41 g para as doses 54,09 e 49,11 kg ha⁻¹ de N (Figura 3).

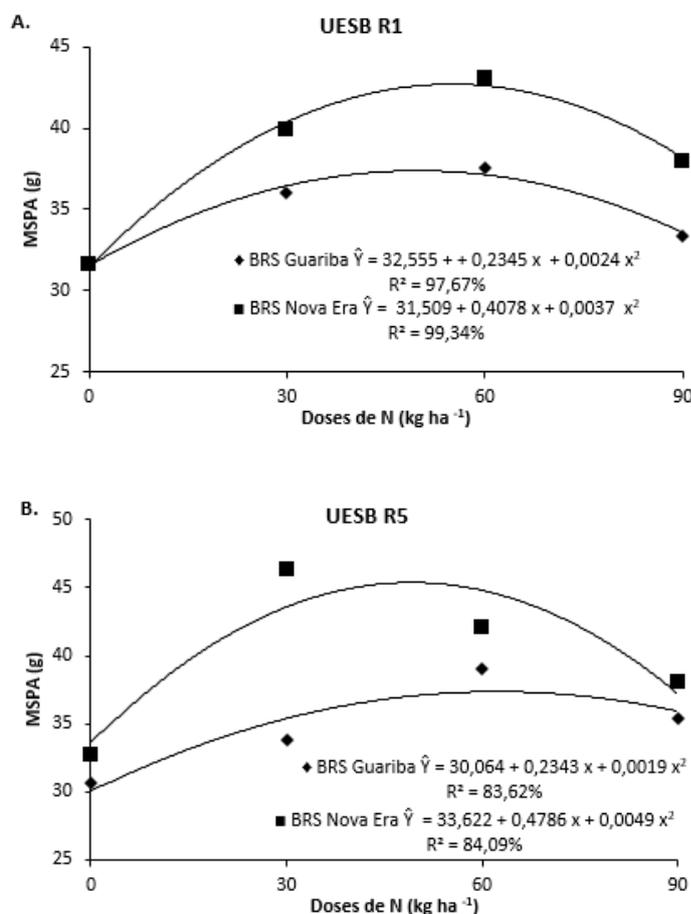


Figura 3: Massa seca de parte aérea das cultivares de feijão-caupi BRS Novaera e BRS Guariba, aos 50 DAE, sob efeito da inoculação de estirpes bacterianas UESB R1 (A) e UESB R5 (B) e diferentes doses de N.

Resultados semelhantes de incremento de MSPA, foram observados em outros estudos avaliando o desempenho agrônomo de plantas inoculadas em associação com adubação nitrogenada (QUADROS et al., 2009; MARTINS et al., 2013, DARTORA et al., 2013).

Além disso, as estirpes estudadas mostraram eficiência sob o controle em ambas cultivares, com incrementos máximos de 155,27% de eficiência relativa da UESB R5 associada a BRS Novaera na dose de 30 kg ha⁻¹ e de 144,99 % da biomassa vegetal da BRS Guariba, quando utilizada a UESB R1, sem adubação nitrogenada.

Desta forma, os resultados de incremento em MSPA no presente estudo, nos tratamentos com ausência de N e adubação com 30 Kg ha⁻¹ de N indicam a

potencialidade de que a associação do feijão-caupi com rizóbios podem substituir totalmente a adubação nitrogenada mineral e que, havendo condições de solo e de planta para plena simbiose, é dispensável inclusive a adubação de arranque.

Similarmente, Brito et al., (2011) em seu trabalho confirmaram que os maiores incrementos em massa seca de parte aérea, quando na ausência ou menor dose de adubação nitrogenada.

Com relação ao Número de nódulos (Figura 4), foi verificado que a medida que aumentou as doses de N foi reduzida a quantidade de nódulos de ambas cultivares.

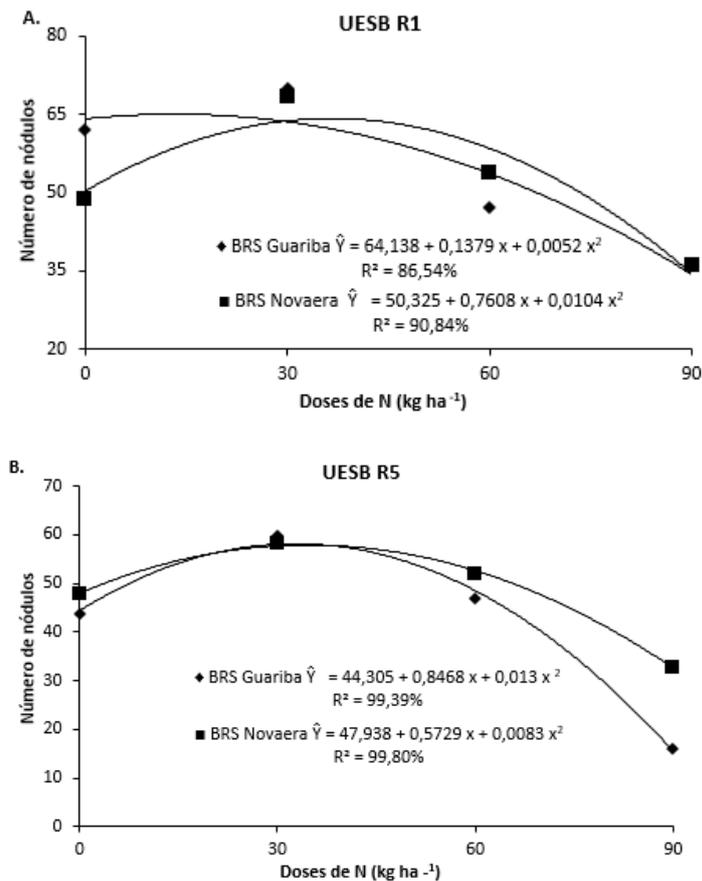


Figura 4: Número de nódulos das cultivares de feijão-caupi BRS Novaera e BRS Guariba, aos 50 DAE, sob efeito da inoculação de estirpes bacterianas UESB R1 (A) e UESB R5 (B) e diferentes doses de N.

Os valores de NN foram superiores para cultivar BRS Guariba quando associadas aos isolados UESB R1 (67 n.planta⁻¹) e UESB R5 (58 n.planta⁻¹), com as doses máximas de 13, 24 e 58, 01 kg ha⁻¹ de N. Do mesmo modo que, a cultivar BRS Novaera obteve maior quantidade NN (UESB R1 64 n.planta⁻¹; UESB R5 58 n.planta⁻¹) quando submetidos a adubação nitrogenada de 36, 51 e 34, 66 kg ha⁻¹ de N (Figura 4).

A quantidade de nódulos obtidas neste trabalho pela ação das bactérias, foram superiores a das cultivares de feijão-caupi estudadas por Calvacante et al., (2017). É notável que o sucesso da nodulação pelas bactérias é dependente da seletividade

simbiótica dos genótipos, sendo diretamente influenciada pela efetividade das estirpes de rizóbios, devido sua promiscuidade.

Avaliar e comparar a eficiência nodular de diferentes estirpes nativas de diferentes cultivares de feijão-caupi, em condições de campo, é bastante difícil devido a variabilidade de fatores bióticos e abióticos que sofrem esses microrganismos.

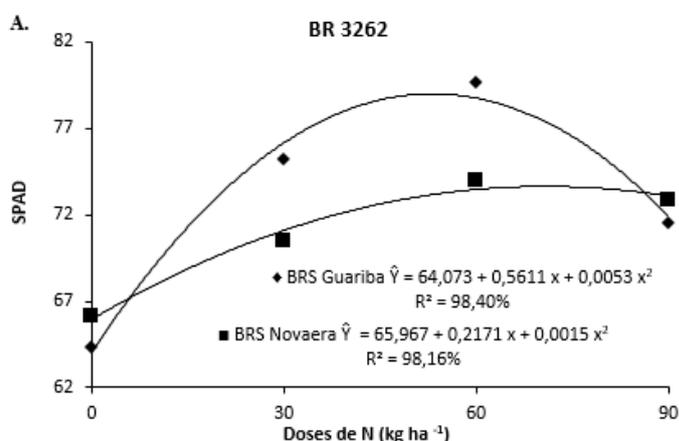
Contudo, a avaliação dos parâmetros de número de nódulos são critérios para avaliação de simbiose entre rizóbios e cultivares, sendo inclusive, protocolo de avaliação da RELARE (Rede de laboratórios para recomendação, padronização e difusão de tecnologia de inoculantes microbiológicos de interesse agrícola) para seleção de estirpes (BRITO et al., 2011).

Deste modo, selecionar estirpes com padrão de efetividade e habilidade competitiva na inoculação de feijão-caupi, são primordiais para futuros estudos e introdução da FBN na cultura.

A leitura do índice de clorofila realizada neste estudo, teve como objetivo obter leituras instantâneas, de maneira não destrutiva das folhas, com intuito de captar o teor de clorofila na folha da planta. Vale ressaltar, que o valor de clorofila encontrado está diretamente correlacionado com a concentração de nitrogênio na planta, por consequência, sua produtividade (LIMA et al., 2001; SILVEIRA et al., 2003)

Avaliando os resultados das análises de regressão para o índice SPAD das folhas das cultivares de feijão caupi, observa-se que houve efeito quadrático.

Quando comparada as cultivares, observa-se que a cultivar BRS Guariba inoculada com os isolados BR 3262 (79%), UESB R1 (76%) e UESB R5 (84%), promoveram maiores índices SPAD na presença das doses máxima de 53,23, 61,49 e 54,26 Kg ha⁻¹ de adubação nitrogenada (Figura 2.5).



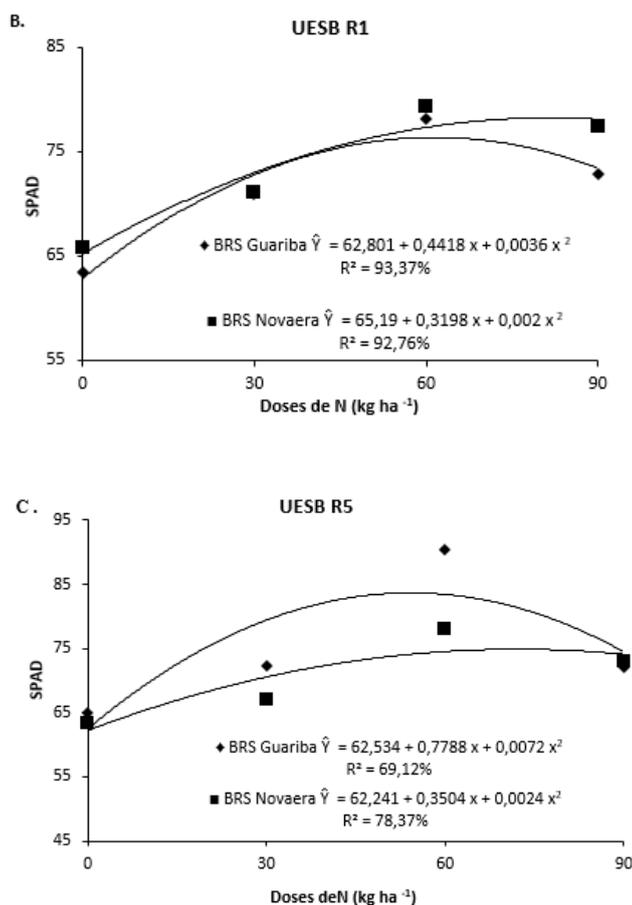


Figura 5: Estimativa do índice SPAD em folhas das cultivares de feijão-caupi BRS Novaera e BRS Guariba, aos 50 DAE, sob efeito da inoculação de estirpes bacterianas BR 3262 (A), UESB R1 (B) e UESB R5 (C) e diferentes doses de N.

No entanto, para BRS Novaera atingir o ponto máximo de SPAD (BR 3262 73%; UESB R1 78% e UESB R5 75%) foi necessário o suprimento de adubação nitrogenada de 70, 56, 79, 95 e 72, 12 kg ha⁻¹ de N (Figura 5).

É relevante citar que o comportamento das cultivares se diferiram entre si quanto ao teor de clorofila das folhas, observa-se que a BRS Guariba demonstrou superioridade e menor exigência de N do que a BRS Novaera, utilizando as mesmas estirpes bacterianas. Sugerindo que o uso dos isolados nessa cultivar, proporcionaram uma melhor simbiose, que resultou em um maior fornecimento de nitrogênio a planta, aumentando assim, o índice de clorofila nas folhas.

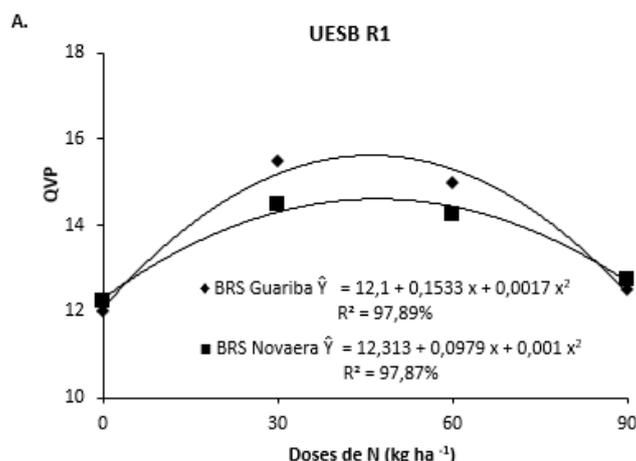
Na segunda avaliação, por ocasião da colheita as características QVP, NGV, CPV, M100G e PROD foram influenciadas significativamente, havendo efeito dos fatores em conjunto (B x D x C) e separadamente para NGV (B x C e D x C) (Tabela 2).

Tabela 2: Resumo da análise de variância e coeficiente de variação para as variáveis de produção das cultivares de feijão-caupi BRS Guariba e BRS Novaera, em função da inoculação com estirpes nativas e com *Bradyrhizobium* sp. BR 3262, associadas a doses distintas de adubação nitrogenada.

F.V.	G.L.	Quadrados médios				
		^{2/} QVP	CPV	NGV	MCG	PROD
^{1/} Bactéria	3	4,05 *	41,91 *	3,64 *	40,48 *	186821,30 *
^{3/} Doses	3	17,84*	13,19 *	12,89 *	76,39 *	946521,18 *
^{4/} Cultivar	1	318,78*	42,04 *	270,28 *	117,81 *	1505051,77 *
B x D	9	0,2256 ^{NS}	6,63 *	2,15 *	26,04 *	51264,00 *
B x C	3	0,42 ^{NS}	1,74 ^{NS}	0,80 *	3,233 ^{NS}	4186,49 *
D x C	3	0,59 ^{NS}	5,70 *	0,72 *	1,34 ^{NS}	27169 *
B x D x C	9	0,82 *	3,63*	0,28 ^{NS}	2,98 *	20961,48 *
Resíduo	96	0,26	1,24	0,262	1,53	2555,33
CV (%)	-----	5,2	7,47	5,78	6,95	5,66

* Significativo a 5% de probabilidade pelo teste F; ^{1/} B: Bactérias; ^{2/}QVP: quantidade de vagem por planta, CPV: comprimento de vagem, NGV: número de grãos por vagem; MCG: massa de cem grãos PROD: produtividade; ^{3/} D: Doses; 0,30,60 e 90 Kg ha⁻¹; ^{4/}C: Cultivares de feijão-caupi; BRS NovaEra, BRS Guariba.

Avaliando o comportamento das cultivares estudadas sobre a quantidade de vagens produzidas por planta, foi observado que a BRS Guariba foi superior do que a BRS Novaera. Por sua vez, para promover a maior emissão de vagens a cultivar BRS Guariba necessitou da aplicação dos inoculantes UESB R1 (16 vagens planta⁻¹) e UESB R5 (16 vagens planta⁻¹) associada as doses máxima de 45,08 e 45,99 kg ha⁻¹ de N (Figura 6).



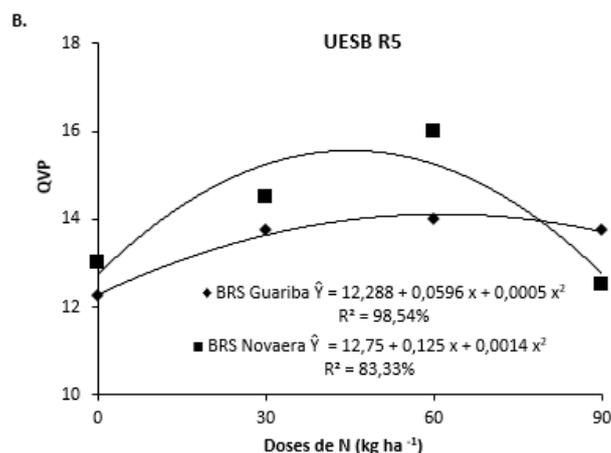


Figura 6: Quantidade de vagens por planta nas cultivares de feijão-caupi BRS Novaera e BRS Guariba, por ocasião da colheita, sob efeito da inoculação de estirpes bacterianas UESB R1 (A) e UESB R5 (B) e diferentes doses de N.

Contudo, para BRS Novaera expressar seu máximo potencial foi necessário aplicação das doses de 46,98 e 44,99 kg ha⁻¹ de N, juntamente com a inoculação das bactérias UESB R1 e UESB R5, para produzirem 14 e 15 vagens, respectivamente (Figura 6).

A produção de vagens por planta nesse estudo, são semelhantes as encontradas por Silva et al., (2011), que obtiveram resultados médios inferiores a 20 vagens por planta de feijão caupi quando se utilizou a inoculação juntamente adubação nitrogenada.

Schossler et al., (2016) também obtiveram respostas positivas com inoculação de rizóbios em feijão caupi, que contribuíram em médias superiores de quantidade de vagens quando comparadas ao controle sem inoculação.

A emissão de vagens por plantas de feijão-caupi pode ser uma característica utilizada como critério de seleção para genótipos com potencial de produção de feijão caupi (OLIVEIRA et al., 2003; SOUZA et al., 2007). Porém, esta afirmativa sugerida pelos autores, destoam os resultados encontrados neste trabalho, pois neste caso a cultivar que propiciou maior produção de grãos foi a BRS Novaera, que obteve média inferior de QVP (16 vagens planta⁻¹) quando comparada a BRS Guariba.

No entanto, vale ressaltar que o tamanho das sementes são diferentes, sendo que a BRS Novaera possui tamanho maior, o que pode ter contribuído em valores superiores nos pesos dos grãos, bem como pode-se inferir que essa cultivar sobressaiu por ter desenvolvido uma relação de simbiose com os isolados, que favorece o melhor desempenho desta característica.

Avaliando o comportamento das cultivares para o comprimento de vagem, pode-se inferir que o uso das bactérias UESB R1 (na cultivar BRS Guariba) e da UESB R5 (na cultivar BRS Novaera), responderam de forma linear crescente de acordo com aumento da adubação nitrogenada, obtendo o ponto de máximo de comprimento de 15,15 e 16,70 cm, na dose máxima de 90 kg ha⁻¹ de N (Figura 7).

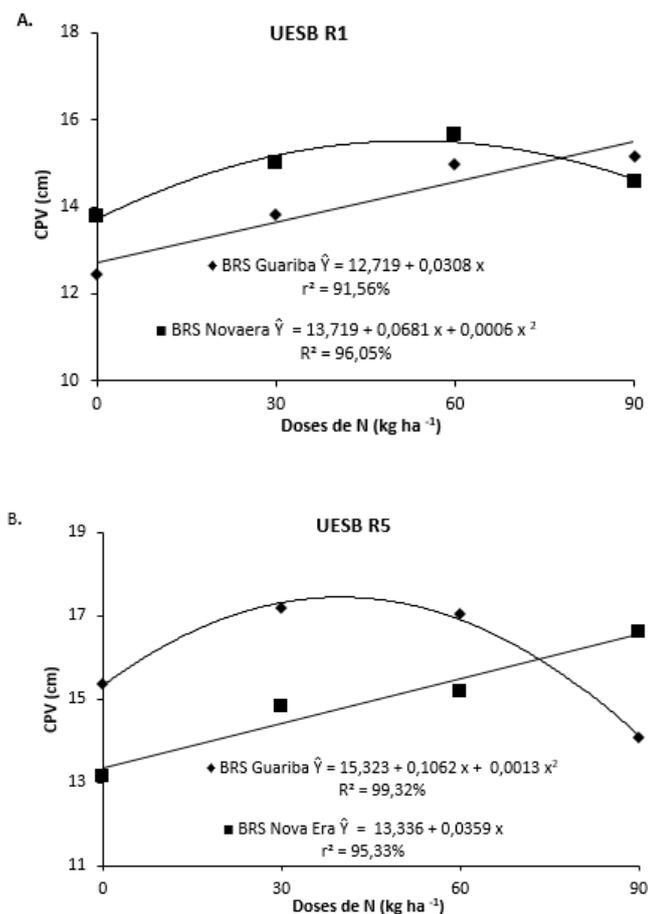


Figura 7: Comprimento de vagens por planta nas cultivares de feijão -caupi BRS Novaera e BRS Guariba, por ocasião da colheita, sob efeito da inoculação de estirpes bacterianas UESB R1 (A) e UESB R5 (B) e diferentes doses de N.

Porém, ao trocar as bactérias entre as cultivares, observa-se que os dados de CPV foram ajustados ao modelo polinomial quadrático. Sendo que os isolados UESB R1 (na cultivar BRS Novaera) e UESB R5 (na cultivar BRS guariba), expressaram seu potencial máximo de comprimento de 17,44 e 15,51 cm, nas doses estipuladas de 39,92 e 52,83 kg ha⁻¹ de adubação nitrogenada (Figura 7).

Ao contrário do que foi relatado nesse trabalho, Calvacante et al., (2017) afirmam que, realizando trabalho com feijão-caupi inoculado com a estirpe BR 3267, não obtiveram resposta em crescimento das vagens com as cultivares estudadas.

Embora o comprimento de vagem seja peculiar para cada cultivar, observa-se que as cultivares responderam de forma diferente de acordo com a inoculação e adubação. É relevante inferir que a estirpe BR 3262 utilizada nesse estudo, não influenciou sobre o CPV, dando destaque aos isolados nativos, em especial a UESB R1 que proporcionou maior incremento em tamanho.

Mais uma vez, as bactérias nativas do solo mostraram sua eficiência em FBN quando comparadas a estirpe de uso comercial, podendo atribuir esse sucesso pela sua capacidade simbiótica com as cultivares de feijão-caupi, com também, por serem mais

competitivas e adaptar às condições ambientais. Deste modo, elas conseguiram expressar seu potencial em promover o crescimento da planta por meio da produção de fitohormônios.

O número de grãos por vagem é uma característica que está diretamente ligada ao genótipo das cultivares, entretanto, foi verificado nesse trabalho que o uso da bactéria associada à doses de nitrogênio, promoveu uma variação em quantidade desta variável.

Quando se avaliou a resposta das bactérias em função das doses, observou-se que os doses máximas estimadas de 55,6, 49,07 e 57,51 kg ha⁻¹ de N, possibilitaram uma produção de 7, 9 e 7 sementes por vagem, respectivamente, quando associadas as bactérias BR 3262, UESB R1 e UESB R5 (Figura 8).

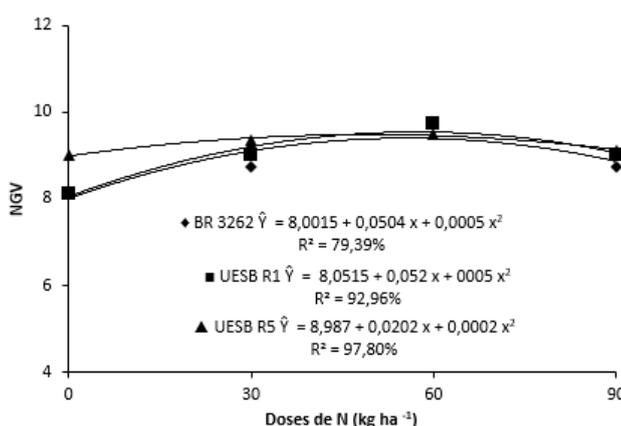


Figura 8. Número de grãos por vagem nas cultivares de feijão-caupi BRS Novaera e BRS Guariba, por ocasião da colheita, sob efeito da inoculação de estirpes bacterianas BR 3262, UESB R1 e UESB R5 e diferentes doses de N.

Do mesmo modo que, avaliando o efeito da inoculação sobre a produção de grãos das cultivares, houve diferença significativa entre os tratamentos, no qual todos foram superiores ao controle (Tabela 3).

Tabela 3: Número de grãos por vagem de feijão-caupi das cultivares BRS Novaera e Guariba, em função da inoculação das sementes com estirpes de rizóbios.

BACTÉRIAS/CULTIVARES	BRS Novaera	BRS Guariba
	NGV	
Sem inoculação	10,12 B	6,75 B
BR 3262	10,18 B	7,50 A
UESB R1	10,37 A	7,56 A
UESB R5	10,62 A	7,87 A
Médias	10,32	7,42
CV (%)	5,78%	

*Médias seguidas da mesma letra maiúscula na coluna, não diferem entre si, pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Com isso, pode-se relatar que a interação das fontes de nitrogênio, via adubação e FBN proporcionam aumento na eficiência do nitrogênio, contribuindo desta forma em incrementos nos componentes de rendimento. Conforme verificado por Yadegari (2014), que também demonstrou o aumento na produção de vagens e grãos de feijão quando inoculados por rizóbios.

Ao contrário do que foi exposto nesse trabalho, Calvacante et al., (2017) não obtiveram respostas em incremento no número de grãos por vagem com uso da inoculação, atribuindo que este parâmetro é inerente ao genótipo da cultura.

Entre os componentes de rendimento do feijão-caupi, a massa de cem grãos (MCG) foi afetada pela interação dos fatores em conjunto, sendo constatado respostas quadráticas dos dados em função da adubação nitrogenada e inoculação (Figura 9).

A cultivar BRS Guariba apresentou o seu ponto máximo de 19,06 e 19,40 g de MCG, quando aplicadas as doses de 62,99 e 57 kg ha⁻¹ de N, associadas às bactéria BR 3262 e UESB R1, respectivamente (Figura 9).

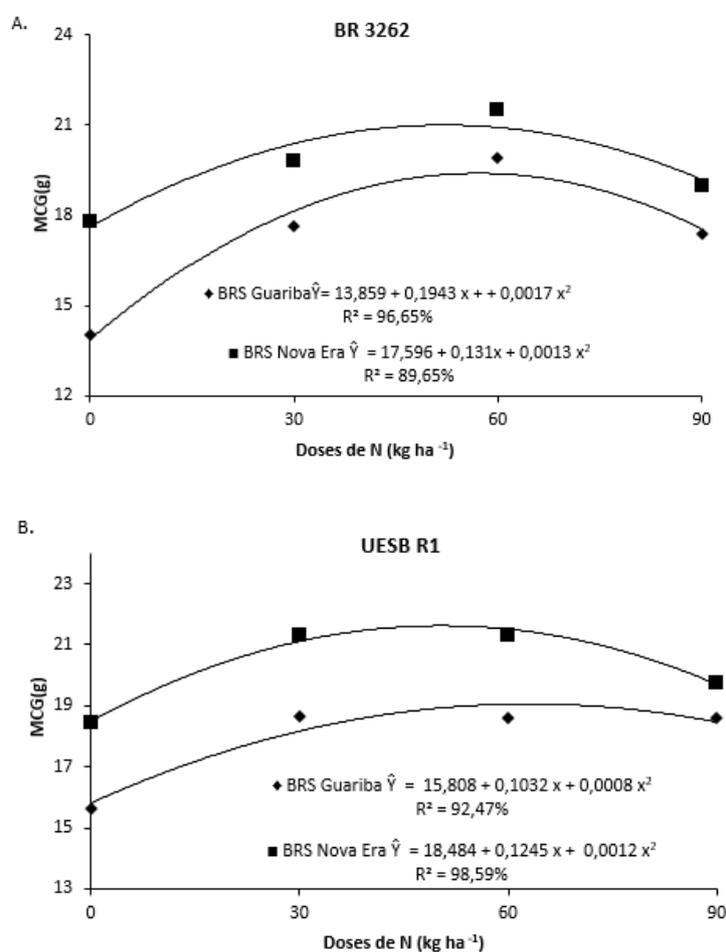


Figura 9: Massa de cem grãos das cultivares de feijão-caupi BRS Novaera e BRS Guariba, por ocasião da colheita, sob efeito da inoculação de estirpes bacterianas BR 3262 (A), UESB R1 (B) e diferentes doses de N.

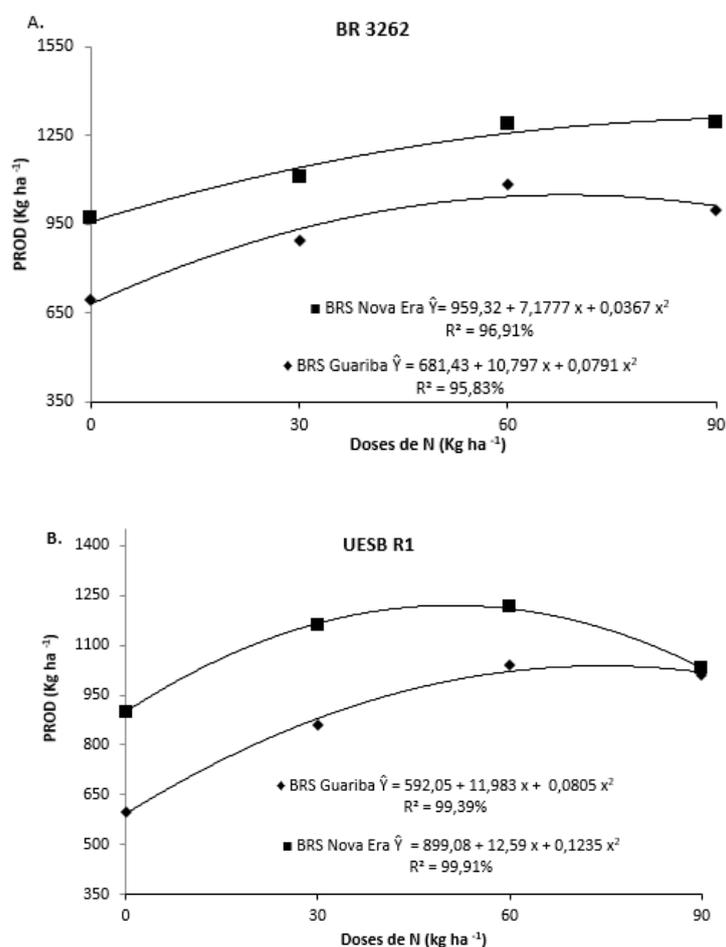
Em contrapartida, a cultivar BRS Novaera alcançou seu ponto máximo de MCG de 21,64 e 21,01 g, quando submetidas às doses de 50,62 e 52,07 kg ha⁻¹ de N, com as bactérias BR 3262 e UESB R1(Figura 9).

Esses resultados diferiram de outros trabalhos, nos quais o uso da inoculação não influenciou no peso de cem grãos de cultivares de feijão-caupi (Silva et al, 2011; Valadão et al., 2009).

De modo geral, ambas as cultivares mantiveram seus padrões médios de massa de cem grãos específicos. No entanto, é importante destacar que o uso das bactérias reduziram a adubação nitrogenada exigida pela cultura, além disso, elas favoreceram superioridade em relação até mesmo ao tratamento de maior dose de nitrogênio.

Assim, o crescimento da parte aérea e radicular da planta é favorecido devido ao fato do nitrogênio estar diretamente ligado à constituição de proteínas, enzimas, coenzimas, ácidos nucleicos, fitocromos e pigmentos fotossintéticos que conseqüentemente, promovem o aumento da área fotossintética da planta e síntese de fotoassimilados que resultaram em maior enchimento dos grãos e produtividade.

Para produtividade de grãos das cultivares de feijão-caupi, verificou-se ajuste quadrático dos dados ($p \leq 0,05$) em função da adubação nitrogenada e inoculação (Figura 10).



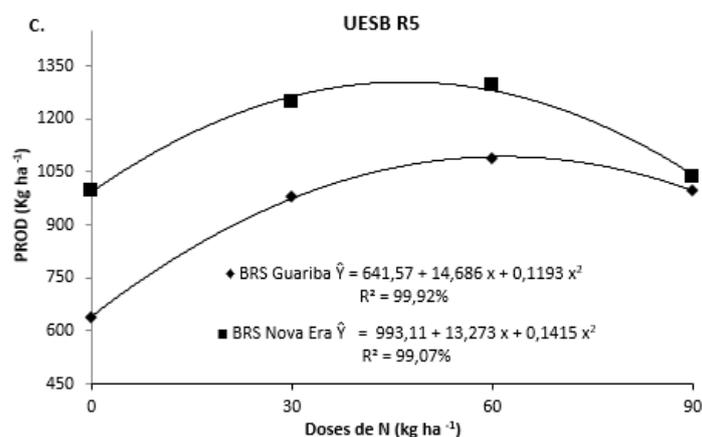


Figura 10: Produtividade das cultivares de feijão-caupi BRS Novaera e BRS Guariba, por ocasião da colheita, sob efeito da inoculação de estirpes bacterianas BR 3262 (A), UESB R1 (B) e UESB R5 (C) e diferentes doses de N.

Analisando a cultivar BRS Guariba, observa-se que os rendimentos de grãos foram obtidos em sua máxima produção, quando utilizadas as Bactérias BR 3262 (1049,73 kg ha⁻¹), UESB R1 (1038,04 kg ha⁻¹) e UESB R5 (1093,31 kg ha⁻¹) associadas à adição de adubação nitrogenada estimadas de 68,22, 74,43 e 61,50 kg ha⁻¹, respectivamente (Figura 10).

Por outro lado, ao avaliar a resposta da cultivar BRS Novaera a inoculação acrescida de adubação nitrogenada, pode-se indicar que para se obter a expressão máxima de produção de grãos são necessárias as doses de 90,50,95 e 46,89 kg ha⁻¹ de N, juntamente com adição das estirpes BR 3262, UESB R1 e UESB R5, para produzirem 1310, 1219 e 1305 kg ha⁻¹ de grãos (Figura 10).

Os resultados encontrados foram superiores à média nacional de produtividade do feijão-caupi 500 kg ha⁻¹ (CRAVO & SOUZA, 2007). Do mesmo modo que, trabalhos realizados também obtiveram respostas satisfatórias com a inoculação sobre a produtividade dos grãos (ZILLI et al., 2009; MARTINS et al., 2013) obtendo valores similares de rendimento para BRS Guariba (GUALTER et al., 2007) e superior para Novaera (CHAGAS JÚNIOR et al., 2010).

Essa divergência de respostas de rendimento das cultivares está relacionada à quantidade de nutrientes disponíveis no solo, bem como a eficiência simbiótica das cepas inoculantes utilizadas no cultivo do feijão-caupi.

Vale destacar, que os tratamentos com uso apenas da inoculação como fonte de nitrogênio promoveram incrementos máximos na produção de grãos de 39,13 % (BR3262) para cultivar Guariba e de 65,76% (UESB R5) para a BRS Novaera, quando comparado ao controle. Demonstrando, mais uma vez como é vantajoso o uso de inoculantes como mais uma fonte que irá garantir o aporte de nitrogênio à lavoura.

Além disso, a estirpe nativa UESB R5 promoveu produção de 1247,22 kg ha⁻¹ na dose de 30 kg ha⁻¹ de N, sendo superior à produção de grãos na maior dose de nitrogênio

do controle. Esses resultados corroboram com afirmativa dos atores Brito et al., (2011), que indicam o uso da inoculação na produção do feijão-caupi, podendo substituir parcialmente ou de forma total a adubação nitrogenada.

Os resultados indicam a eficiência dos isolados nativos quanto a FBN quando comparada ao tratamento controle, como também, vale destacar que o isolado nativo UESB R5 obteve superioridade em produção nas menores doses de nitrogênio aplicada, perdendo apenas para BR 3262 (inoculante comercial) no tratamento sem adubação nitrogenada, para cultivar Guariba.

De acordo com as produtividades obtidas em cada tratamento foram estimados a eficiência relativa de cada estirpe em cima do controle, a quantidade de sacos produzidos por kg/de N e o lucro final da produção dos grãos (Tabela 4).

Tabela 4: Lucro final obtido a partir da produtividade do feijão-caupi e a quantidade de nitrogênio gasto para cultivar BRS Guariba (cv1) e BRS Novaera (cv2) após inoculação com rizobactérias.

Bactérias	EFR (%)		Sacos produzidos por kg/ N gasto		Lucro final (R\$)	
	cv1	cv2	cv1	cv2	cv1	cv2
Controle	-	-	16,78/90kg	20,62/90kg	1425,5	1847,9
BR3262	37,44	4	17/ 68,22kg	22/90 kg	1551,42	1999,7
UESB R1	24,57	73,08	17,3/74,43kg	20,21/ 50,95kg	1555,42	1985,17
UESB R5	61,48	102,4	18,22/61,5kg	21,75/46,89kg	1717	2173,53

*EFR: eficiência relativa dos isolados em relação ao controle.

* Valor do kg de uréia: R\$ 4,67.

* Valor da saca de feijão caupi: R\$ 110,00.

Analisando a eficiência relativa das estirpes, observa-se que a UESB R5, foi superior em ambas cultivares, resultando em maior quantidade de sacas produzidas com uso de menores doses de adubação nitrogenada.

Ao avaliar as doses de nitrogênio requeridas pelas cultivares para expressar sua maior produção em sacas, observa-se que a utilização da BRS Novaera foi superior a BRS Guariba quando submetidas a doses intermediárias de N.

Contudo, a produção superior em sacas de feijão-caupi da cultivar BRS Novaera (21 kg/46,89kg de N) pode ser inerente a fatores genéticos da planta, um vez que, a BRS Guariba possui grãos de menores tamanho.

Por outro lado, a BRS guariba produz maior quantidade de grãos por vagem de planta, o que também pode contribuir no aumento do peso das sacas. Desta forma, a maior produtividade atingida neste trabalho foi resultante da seleção e efetividade da planta e bactéria, que em perfeita simbiose, resultaram em maior rendimento de grãos.

Em síntese, é plausível o estudo da bactéria UESB R5 associado a cultivar BRS Novaera. Pois a inoculação deste isolado é economicamente viável, pois proporcionou

maior produtividade, o que refletiu em maior lucro final, reduzindo custo para o produtor rural em relação ao uso de adubação nitrogenada.

4. CONCLUSÕES

As estirpes nativas de feijão-caupi promovem maior incremento nas características de crescimento da cultura quando submetidas as doses intermediarias e menores de adubação nitrogenada.

A estirpes nativas isoladas do feijão-caupi foram superiores nas características avaliadas quando comparadas a estirpe BR 3262 recomendada para cultura do feijão caupi.

A maior produtividade para o feijão-caupi, foi obtida com uso da cultivar BRS Novaera (2173,53 R\$) inoculada com a estirpe nativa UESB R5 associada a dose de 46,9 kg ha.

5. AGRADECIMENTOS

Agradeço ao edital universal 2014-6, bem como a Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado da Bahia – FAPESB, pela bolsa concedida. À Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia – UESB por possibilitar a realização do experimento.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALVAREZ V., V.H. & RIBEIRO, A.C. Calagem. In:____. Recomendação para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais. 5ª aproximação. Viçosa, MG, 1999. 359p.

ARGENTA, G.; SILVA, P.R.F.; SANGOI, F. Leaf relative chlorophyll content as na indicator parameter to predict nitrogen fertilization in maize. *Ciência Rural*, V. 34, n. 5, p. 1379-1387, 2004.

BARBOSA FILHO, M. P.; FAGEIRA, T. C. N.K.; MENDES, P. N. Época de aplicação de nitrogênio no feijoeiro irrigado monitorada com auxílio de sensor portátil. *Ciência e Agrotecnologia*, v. 33, n. 2, p. 425-431, 2009.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução normativa nº 13, de 24 de março de 2011. Aprova as normas sobre especificações, garantias, registro, embalagem e rotulagem dos inoculantes destinados à agricultura, bem como as relações do micro-organismos autorizados e recomendados para produção de inoculantes no Brasil, na forma dos Anexos I, II e III, desta Instrução. Diário Oficial da República Federativa do Brasil, 25 mar. 2011. Seção 1, p.3-7.

BRITO, M. M. P.; MURAOKA, T.; SILVA, E. C. Contribuição da fixação biológica de nitrogênio, fertilizante nitrogenado e nitrogênio do solo no desenvolvimento de feijão e caupi. *Bragantia*, v. 70, n. 1, p. 206-215, 2011

CAVALCANTE, A.C. P.; *et al.*; Inoculação das cultivares de feijão-caupi com estirpes de rizóbio. *Revista Ciências Agrárias*. v.60, n.1, p. 38-4, 2017.

CHAGAS JÚNIOR, A. F.; RAHMEIER, W.; FIDELIS, R. R., SANTOS do, G. R. e CHAGAS, L. F. B. Eficiência agrônômica de estirpes de rizóbio inoculadas em feijão-caupi no Cerrado, Gurupi-TO. *Revista Ciência Agrônômica; Fortaleza- CE*, v. 14, n. 4, p 709-714, 2010.

CONAB- Companhia Nacional de Abastecimento. Acompanhamento da safra brasileira de grãos: safra 2016/17, décimo levantamento, v. 4, n. 10. Brasília, DF, 2017. 170 p.

DARTORA, J.; GUIMARÃES, V.F.; MARINI, D.; SANDER, G.; Adubação nitrogenada associada à inoculação com *Azospirillum brasilense* e *Herbaspirillum seropedicae* na cultura do milho. *Rev. Brasileira de Engenharia Agrícola e ambiental; Campina Grande*, v. 17, n. 10, p. 1023-1029, 2013.

FERREIRA, D. F. Sisvar: A computer statistical analysis system. *Ciência e Agrotecnologia*, v.35, p.1039-1042, 2011.

FREIRE FILHO, F. R.; RIBEIRO, V. Q.; BARRETO, P. D.; SANTOS, C. A. A. Melhoramento genético. In: _____ . *Feijão-caupi: avanços tecnológicos*. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica; Teresina: Embrapa Meio Norte, 2005. p. 29-92.

FRIGO, G.R., Feijão- caupi submetido as inoculação com rozóbio e cultivado em latossolo do

- Cerrado Matogrossense. 2013. 69 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia), Universidade Federal do Mato Grosso, Rondonópolis – MT.
- GIL, P. T.; FONTES, P. C. R.; CECON, P. R.; FERREIRA, F. A. Índice SPAD para o diagnóstico do estado de nitrogênio e para o prognóstico do estado de nitrogênio e para prognóstico da produtividade da batata. *Horticultura Brasileira*, v. 20, n. 4, p. 611-615, 2002.
- GODOY, L. J. G.; SANTOS, T. S.; VILLAS BÔAS, R. L.; LEITE JÚNIOR, J.B. Índice relativo de clorofila e o estado nutricional em nitrogênio durante o ciclo do cafeeiro fertirrigado. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, n. 32, p. 217-226, 2008.
- GUALTER, R. M. R.; LEITE, L. F. C.; ALCANTARA, R. M. C. M., COSTA, D. B.; LIMA, S. S. Avaliação dos efeitos da inoculação de feijão caupi [*Vigna unguiculata* (L.) Walp.] com *Bradyrhizobium elkanii*. *Revista Brasileira de Agroecologia, Cruz Alta*, V. 2, n. 2, p. 637-640, 2007.
- HUNGRIA, M. Nitrogen Fixation: From molecules to crop productivity. In: *Internacional Congresso on nitrogen fixation*, 112, 1999, Foz do Iguaçu, Anais: Foz do Iguaçu: UFPN, 1999, p.384.
- JÚNIOR, C. A. F.; RAHMIER, W., 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*. Fortaleza, V. 41, n.4, p. 709-714, 2010.
- LIMA, E. do V. *et al.* Adubação NK no desenvolvimento e na concentração de macronutrientes no florescimento do feijoeiro. *Scientia Agrícola*, Piracicaba, v. 58, n.1, p.125-129,2001.
- MARTINS, L.M.; *et al.*; 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, p.333-339, 2003.
- MARTINS, R. N. L.; *et al.*; Nitrogênio e micronutrientes na produção de grãos de feijão-caupi inoculado. *Semina: Ciências Agrárias*, Londrina, V.34, n. 4, p.1577-1586, Jul./ago. 2013.

MORAIS de, R.R.; FONTES. J.R.A.; GONÇALVES, J.R.P.; Estimativa dos teores de nutrientes foliares em feijão-caupi utilizando clorofilômetro, Manaus-AM, (Embrapa Amazônia Ocidental-circular técnico) p.8, 2013.

MOREIRA, F. M. S.; SIQUEIRA, J. O. Microbiologia e bioquímica do solo. Lavras: UFLA, 729p.; 2008.

MOREIRA, F. T. A., SANTOS, D. R., SILVA, G. H., & ALENCAR, L. S. (2012). OBTENÇÃO DE ESTIRPES DE RIZÓBIO EFICIENTES NA FIXAÇÃO DE NITROGÊNIO EM TAMBORIL (*Enterolobium contortisiliquum* (Vell.) Morong). HOLOS, 4, 69–79. <https://doi.org/10.15628/holos.2012.1054>. Disponível em: <https://www2.ifrn.edu.br/ojs/index.php/HOLOS/article/view/1054>. Acesso em: 08 fev. 2024.

NEVES, M. C. P, Interdependência fisiológica entre os componentes do sistema simbiótico. *Rhizobium*-leguminosa. Revista Brasileira de Ciência do Solo, Campinas, V. 5, p. 79-92, 1981.

NEVES, O. S. C.; CARVALHO, J. G.; MARTINS, F. A. D.; PÁDUA, T.R.P.; PINHO, P.J. Uso do SPAD-502 na avaliação dos teores foliares de clorofila, nitrogênio, enxofre, ferro e manganês do algodoeiro herbáceo. Pesquisa Agropecuária Brasileira, Brasília, DF, v. 40, n. 5, p. 517-521, 2005.

OLIVEIRA, F.J., ANUNCIACÃO FILHO C.J.; BASTOS, G.Q.; REIS, O.V.; TEÓFILO, E.M. Caracteres agronômicos aplicados na seleção de cultivares de feijão-caupi. Revista Ciência Agronômica. V. 34, p. 5-11, 2003.

QUADROS, P. D. de. Inoculação de *Azospirillum* spp. em sementes de genótipos de milho cultivados no Rio Grande do Sul. 2009. 62 f. Dissertação (Mestrado) Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre.

RODRIGUES, A.C.; *et al.*; Resposta da co-inoculação de bactérias promotoras de crescimento em plantas e *Bradyrhizobium* sp. em caupi. Bioscience Journal, V.28, Suplement 1, p. 196-203, 2012.

SANTOS, R. K. A., FERREIRA, J. S., DE PAULA, R. C., RODRIGUES, V. A., SILVA, V. A. M. D., & SANTOS, J. D. S. (2021). PLANT GROWTH-PROMOTING BACTERIA ASSOCIATED WITH NITROGEN FERTILIZATION IN *Eucalyptus urophylla* INCREASE GROWTH. HOLOS, 2, 1–14. <https://doi.org/10.15628/holos.2021.9828>. Disponível em: <https://www2.ifrn.edu.br/ojs/index.php/HOLOS/article/view/9828>. Acesso em: 08 fev. 2024.

SCHOSSLER, J. H.; Rizzardi, D. A.; Michalovicz, L.; Componentes de rendimento e produtividade do feijoeiro comum submetido à inoculação e co-inoculação com estirpes de *Rhizobium tropici* e *Azospirillum brasilense*. Scientia Agraria, Curitiba, v. 17, n.1, p.10-15, out. 2016.

SILVA DA, V.N., SILVA DA, A.E.S DE, FIGUEIREDO, M. V. B. Atuação de rizóbios com rizobactéria promotora de crescimento em plantas na cultura do caupi (*Vigna unguiculata* [L.] Walp.). Acta Scientia Agronomic, Maringá, V. 28, n. 3, p. 407- 412; 2006.

SILVEIRA, P. M. da; BRAZ, A. J. B. P.; DIDONET, A. D. Uso de clorofilômetro como indicador da necessidade de adubação nitrogenada em cobertura no feijoeiro, Pesquisa Agropecuária Brasileira, Brasília, DF, v. 38, n. 9, p. 1083-1087, 2003.

SOUZA, C. L. C.; *et al.*; Variability and correlations in cowpea populations for green-grain production. Crop Breeding and Applied Biotechnology. V.1, P. 262-269, 2007.

VALADÃO, F. C. A. de; *et al.*; 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.

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

XAVIER, T.F.; ARAÚJO, A. S. F. de ; SANTOS, V. B. dos; CAMPOS; F. L.; Ontogenia da nodulação em duas cultivares de feijão-caupi. Revista Ciência Rural, Santa Maria, v.37, p.572-575, 2007.

YADEGARI, M.; Inoculation of bean (*Phaseolus vulgaris*) seeds with *Rizobium phaseoli* and plant growth promoting rhizobacteria. *Advances in Environmental Biology*, v. 8, n. 2, p. 419-424, 2014.

ZHANG, W.T.; YANG, J.K.; YUAN, T.Y.; ZHOU, J.C. Genetic diversity and phylogeny of indigenous rhizobia from cowpea [*Vigna unguiculata* (L.) Walp.]. *Biology and Fertility of Soils*, v.44, p.201-210, 2007.

ZILLI, J. E.; ET AL.; Eficiência simbiótica de estirpes de *Bradyrhizobium* isoladas de solo do Cerrado em caupi. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v.41, p.811-818, 2006.

ZILLI, J.E.; FERREIRA, E.P.B; NEVES, M.C.P.; RUMJANEK, N.G. Efficiency of fast-growing rhizobia capable of nodulating cowpea. *Anais da Academia Brasileira de Ciências*, 71(3): p.553-560, 1999.

ZILLI, J.E.; XAVIER, G.R.; MOREIRA, F.M.S.; FREITAS, A.C.R. & OLIVEIRA, L.A. Fixação biológica de nitrogênio. In: _____. *A cultura do feijão-caupi na Amazônia Brasileira*. Boa Vista, Embrapa Roraima, 2009. p.185-221.

ZILLI, J.E.; XAVIER, G.R.; RUMJANEK, N.G. BR 3262: nova estirpe de *Bradyrhizobium* para a inoculação de feijão-caupi em Roraima. *Boa Vista: Embrapa Roraima, (Embrapa Roraima. Comunicado técnico, 10). 7p.; 2008.*

COMO CITAR ESTE ARTIGO:

JESUS, C. M. de, SILVA, J. F. , PAIVA, T. S. S. , SOUZA, F. G. , MELO, D. D., SANTOS, R. K. A. (2023). NITROGEN FERTILIZATION AND RHIZOBIUM STRAINS EFFICIENT IN THE DEVELOPMENT AND PRODUCTIVITY OF COWPEA. *Holos*. Recuperado de <https://www2.ifrn.edu.br/ojs/index.php/HOLOS/article/view/10538>

ABOUT THE AUTHORS

C. M. DE JESUS; Engenheira Agrônoma, Doutora em fitotecnia, com ênfase em Microbiologia dos solos, na Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia – UESB.

E-mail: crisiraj@hotmail.com

ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-8976-6437>

J. S. FERREIRA SANTOS; Professor titular no Departamento de Fitotecnia – DFZ, da Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia – UESB.

E-mail: joilsonsf@yahoo.com.br

ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0001-7324-969XR>.

T. S. S. PAIVA; Doutora em Agronomia/Fitotecnia. Tutora presencial do curso de Agronomia da Anhanguera - pólo Vitória da Conquista – BA.

E-MAIL: talittasantos@gmail.com

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2712-1182>

F. G. SOUZA; Engenheiro Agrônomo na Palmatec Consultoria Agropecuária.

E-mail: franklygomes.if@outlook.com

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9162-3040>

D. D. MELO; Mestrando no programa de pós graduação da Universidade de Campinas.

E-mail: derleiengagro@gmail.com

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1375-9038>

R. K. A. SANTOS; Professora titular no Departamento de Fitotecnia – DFZ, da Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia – UESB.

E-mail: raykakristian@yahoo.com.br

ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0003-2232-8288>

Editor: Anísia Karla de Lima Galvão



Submitted May 22, 2023
Accepted December 31, 2023
Published December 31, 2023