



**FISIOLOGIA E COMPONENTES DE
PRODUÇÃO DE FEIJÃO-CAUPI SUBMETIDO
A INOCULAÇÃO E PELETIZAÇÃO DE
SEMENTES E ADUBAÇÃO NITROGENADA**

ARLETE DA SILVA BANDEIRA

2019

ARLETE DA SILVA BANDEIRA

**FISIOLOGIA E COMPONENTES DE PRODUÇÃO DE FEIJÃO-CAUPI
SUBMETIDO A INOCULAÇÃO E PELETIZAÇÃO DE SEMENTES E
ADUBAÇÃO NITROGENADA**

Tese apresentada à Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação de Doutorado em Agronomia, área de concentração em Fitotecnia, para obtenção do título de “Doutora”.

Orientador:

D.Sc. Paulo Araquém Ramos Cairo

Coorientador:

D.Sc. Ramon Correia de Vasconcelos

VITÓRIA DA CONQUISTA – BA
BAHIA - BRASIL
2019

B164f Bandeira, Arlete da Silva.

Fisiologia e componentes de produção de feijão-caupi submetido a inoculação e peletização de sementes e adubação nitrogenada./ Arlete da Silva Bandeira, 2019.

112f.

Orientador (a): D. Sc. Paulo Araquém Ramos Cairo.

Tese (doutorado) – Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, Programa de Pós-graduação em Agronomia – Área de Concentração em Fitotecnia, Conquista, BA, 2019.

Inclui referências.

1. Germinação. 2. Fixação Biológica de Nitrogênio.

3. Nutrição mineral. 4. *Vigna unguiculata*.

I. Cairo, Paulo Araquém Ramos. II. Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, Programa de Pós-Graduação em Agronomia. Área de Concentração em Fitotecnia. III. T.

CDD: 635.6592

Catálogo na fonte: Juliana Teixeira de Assunção – CRB 5/1890
UESB – Campus Vitória da Conquista-BA

UNIVERSIDADE ESTADUAL DO SUDOESTE DA BAHIA – UESB

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA

Área de Concentração em Fitotecnia

Campus de Vitória da Conquista - BA

DECLARAÇÃO DE APROVAÇÃO

Título: “FISIOLOGIA E COMPONENTES DE PRODUÇÃO DE FEIJÃO-CAUPI SUBMETIDO A INOCULAÇÃO E PELETIZAÇÃO DE SEMENTES E ADUBAÇÃO NITROGENADA”.

Autor: Arlete da Silva Bandeira

Aprovada como parte das exigências para obtenção do Título de DOUTORA EM AGRONOMIA, ÁREA DE CONCENTRAÇÃO EM FITOTECNIA, pela Banca Examinadora:


Prof. Paulo Araújo Ramos Cairo, D.Sc., UESB
(Presidente)


Prof. Patricia Anjos Bittencourt Barreto-Garcia, D.Sc., UESB


Prof. Gisele Brito Rodrigues, D.Sc., UESB


Profa. Dra. Carmem Lacerda Lemos Brito, D.Sc., IFBaiano/ Valença-Ba


Prof. Leandro Gonçalves Santos, D.Sc., IFBaiano/ Guanambi-Ba

Data de realização: 28 de Fevereiro de 2019.

Estrada do Bem Querer, Km 4 – Caixa Postal 95 – Telefone: (77) 3425 9383 –
Fax: (77) 3424-1059 – Vitória da Conquista – BA – CEP: 45083-900 –
e-mail: ppgagronomia@uesb.edu.br

A Deus, pelo dom da vida e por ter me ensinado a vivê-la com dignidade. Aos meus pais, pelos conselhos, por não medir esforços para tornar realidade mais um sonho, por ter acreditado em mim, mais uma vez, e, acima de tudo, pelo grande amor. Aos meus queridos irmãos, pelo afeto e pela grande amizade. Ao meu companheiro, pelas confidências, amor e pela confiança.

A distância que nos separou durante esses anos me fortaleceu e contribuiu para a finalização de mais um sonho e continuará contribuindo para a realização dos próximos que também são seus.

DEDICO

AGRADECIMENTOS

Agradeço, primeiramente, a Deus, pelo dom da vida, por ter me guiado pelos caminhos do bem e por ter me ajudado a chegar ao fim de mais uma etapa.

Aos meus pais Jacy e Fernando, pelos ensinamentos, pelo amor e por ser meu exemplo de perseverança;

Aos meus irmãos Warley e Willian, pelo companheirismo e pelos momentos de incentivo;

À minha sobrinha Heloísa, pelo carinho e pelos momentos de alegrias;

Ao meu esposo Deidson, pela paciência, companheirismo, por fazer parte de mais uma etapa em minha vida e, principalmente, pelo seu amor;

À Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia - UESB, pela oportunidade dada ao meu aprimoramento profissional e por fazer o curso de Doutorado;

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – CAPES, pela concessão de bolsa de estudos;

Ao Prof. Dr. Otoniel Magalhães Morais (*in memoriam*), pela orientação inicial da pesquisa, durante o curso de Doutorado. Agradeço, eternamente, pelo apoio, conselhos, pela confiança depositada em mim e pela amizade construída;

Ao Prof. Dr. Paulo Araquém Ramos Cairo, pela orientação, confiança, incentivo na conclusão deste trabalho e pelas valiosas contribuições na redação da tese;

Ao Prof. Dr. Ramon Correia de Vasconcelos pelo apoio, contribuição nas correções da tese e pelo incentivo para a execução dos ensaios;

À Prof. Dra. Vera Lúcia Divan Baldani (EMBRAPA Agrobiologia, Seropédica-RJ) pelo apoio e envio de inoculantes;

Ao Prof. MSc. Divino Levi Miguel, pelo apoio, prontidão na execução do experimento e por facilitar a execução de parte do trabalho, permitindo, o uso do Laboratório de Microbiologia de Solos, juntamente com a sua equipe, especialmente, Bruna, Joseani e Joelma;

Ao Prof. Mauro Pereira de Figueiredo e sua equipe do Laboratório de Nutrição Animal, especialmente, Luiza, Bárbara e Vera, por terem cedido o espaço e me auxiliado nas análises de laboratório;

Aos funcionários da Diretoria de Campo Agropecuário (DICAP), pelo auxílio nos trabalhos de campo, especialmente, à Rita, Dui, Roberto e seu Manoel;

Ao Prof. Alcebíades Rebouças São José, ex-coordenador do Programa de Pós-Graduação em Agronomia, aos professores e funcionários da UESB que

contribuíram para o início, execução e finalização do meu trabalho durante o curso de Doutorado;

À Estação Meteorológica da UESB e ao INMET - Instituto Nacional de Meteorologia, pelo fornecimento dos dados meteorológicos;

Aos professores Patrícia Anjos, Gisele Brito, Carmem Lacerda e Leandro Gonçalves, por terem aceitado o convite para participar da banca de defesa da minha tese, e pelas valiosas contribuições a este trabalho;

Aos colegas do curso de Pós-Graduação em Agronomia, especialmente, Jennifer, Raelly, Dena, Erlane, Geraldo, Jerffson, Maurício, Eduardo, Gabriela, Ana Paula, Everardes, Ubiratan, Bruna, Olívia, Carmem, Danilo, Hellen Talitta, Ariana, Thiago, Jonh, Cristina, Joelma, Talita Paiva e Leandro, que foram parceiros durante a realização das atividades acadêmicas;

Aos colegas que fizeram parte do Laboratório de Tecnologia de Sementes, Breno, Welluma, Sávio, Mariana, Aldo, Jamil, Anne, Ana Paula, Josué, Romana e Carol, que me ajudaram nas avaliações e, especialmente, Maria Caroline e Manoel, por terem disponibilizado seu tempo e por terem me acompanhado na realização dos trabalhos, muito obrigada! Parte deste trabalho não seria possível executar, sem a contribuição de vocês;

Aos colegas da graduação em Agronomia, Pedro e Cristiana, pelo apoio durante a execução do último experimento. Aos colegas do CETEP, especialmente, Quésia e Naiane, pela valiosa contribuição na realização dos testes, durante o estágio no Laboratório de Tecnologia de Sementes;

Aos meus amigos, Jennifer, Maria Eunice, Elizângela, Lia, Eisla, Keven, Hellen, Zelito e tantos outros que torceram e acreditaram em mim, mesmo distantes, e puderam me acompanhar e me passar energias positivas;

E a todos aqueles que contribuíram, de forma direta ou indireta, na realização deste trabalho.

Muito obrigada!

RESUMO GERAL

BANDEIRA, A. da S. **Fisiologia e componentes de produção de feijão-caupi submetido a inoculação e peletização de sementes e adubação nitrogenada.** Vitória da Conquista-BA: UESB, 2019, 114 p. (Tese - Doutorado em Agronomia: Área de concentração em Fitotecnia).

O feijão-caupi é explorado, tradicionalmente, em solos que apresentam baixa disponibilidade de nutrientes, principalmente de nitrogênio (N), e nos sistemas agrícolas com pouco uso de tecnologia. Objetivou-se com o presente trabalho investigar o efeito do uso de tecnologias isoladas ou associadas sobre características agronômicas, componentes de produção e qualidade das sementes de feijão-caupi, com base em uma pesquisa constituída de três ensaios. No primeiro ensaio, avaliou-se o efeito da fixação simbiótica de nitrogênio (N), em associação com a adubação nitrogenada, sobre características de plantas de feijão-caupi. Posteriormente, foi avaliado o efeito da inoculação de sementes de feijão-caupi com a estirpe BR 3262, em associação com doses crescentes de adubação nitrogenada, sobre características agronômicas e a qualidade de sementes de feijão-caupi. O efeito do tratamento de sementes com peletização e doses crescentes do inoculante BR 3262 sobre as características do feijão-caupi foi avaliado no terceiro ensaio. De maneira geral, o tratamento sem inoculação e sem adubação foi semelhante ao da estirpe BR 3262 quanto ao número e massa seca de nódulos. No tratamento inoculado com a estirpe BR 3267, a massa seca da parte aérea, a da raiz e a de toda a planta foram maiores em doses de até 30 kg de N ha⁻¹. A interação entre adubação nitrogenada e a ausência de inoculação resultou em maiores valores de altura de plantas e índice de grãos, além de maiores percentuais de germinação e emergência das plântulas. No entanto, a interação entre a adubação nitrogenada e a inoculação não proporcionou incrementos nas características agronômicas, nos componentes de produção, na qualidade e vigor das sementes de feijão-caupi. A peletização inibiu o crescimento das plantas. A dose de 400g de inoculante promoveu maior massa seca de raiz e de toda a planta. O número de nódulos e a sua massa seca aumentaram com o uso da peletização e as doses crescentes de inoculante, entre 900 e 1100g.

Palavras-chave: Germinação; fixação biológica de nitrogênio; nutrição mineral; *Vigna unguiculata*.*

*Orientador: Paulo Araquém Ramos Cairo, *D.Sc.*, UESB; Coorientador: Ramon Correia de Vasconcelos, *D.Sc.*, UESB.

ABSTRACT

BANDEIRA, A. da S. BANDEIRA, A. da S. **Physiology and production components of cowpea submitted to seed inoculation and pelleting and nitrogen fertilization.** Vitória da Conquista-BA: UESB, 2019, 114 p. (Thesis – Doctor Science in Agronomy / Area of Concentration in Crop Science).*

Cowpea is traditionally grown on soils with low nutrient availability, mainly nitrogen (N), and in agricultural systems with low technology. The aim of this work was to investigate the effect of the use of isolated or associated technologies on agronomic characteristics, production components and quality of cowpea seeds, based on a research composed of three trials. In the first trial, the effect of symbiotic nitrogen (N) fixation, simultaneous with nitrogen fertilization, on some characteristics of cowpea plants was evaluated. Subsequently, the effect of the inoculation of cowpea seeds with the BR 3262 strain, simultaneous with increasing doses of nitrogen fertilization, on agronomic characteristics and the quality of cowpea seeds, was evaluated. The effect of pelleting seeds and increasing doses of the BR 3262 inoculant on the characteristics of cowpea was evaluated in the third experiment. In general, the no inoculation and fertilization treatment was similar to the BR 3262 strain, referring to the number and dry mass of nodules. In the treatment with strain BR 3267 inoculation, the shoot, root and whole plant dry weights were higher in doses up to 30 kg N ha⁻¹. The interaction of nitrogen fertilization and no inoculation led to higher values of plant height and grain index, besides greater germination percentages and seedlings emergence. However, the interaction of nitrogen fertilization and inoculation did not improved neither the agronomic characteristics, nor the production components, nor the quality and vigor of the cowpea seeds. Plant growth was inhibited by the pelletization. The inoculant dose 400 g led to greater both root and whole plant dry mass. The nodules number and dry mass were increased by the use of pelleting and increasing doses of inoculant, from 900 to 1100 g.

Key words: Germination; biological nitrogen fixation; mineral nutrition; *Vigna unguiculata*. *

*Advisor: Paulo Araújo Ramos *Caro D.Sc.* UESB; Co-advisor: Ramon Correia de Vasconcelos, *D.Sc.*, UESB.

LISTA DE TABELAS

- Tabela 1.1** - Características agronômicas da cultivar do feijão-caupi, BRS Novaera..... 29
- Tabela 1.2** - Análise físico-química da amostra de solo, realizada antes da instalação do experimento. Vitória da Conquista, BA, 2015..... 29
- Tabela 1.3** - Resumo da análise de variância e do coeficiente de variação (CV) para a altura de planta (APL), massa seca de parte aérea (MSPA), massa seca de raiz (MSR), massa seca total da planta (MSTP), número de nódulos (NND) e massa seca de nódulos (MSND) de feijão-caupi, cv. BRS Novaera, submetido aos tratamentos de inoculação (I), doses de N (D) em kg de N ha⁻¹ e sua interação (I*D). Vitória da Conquista, BA, 2016..... 33
- Tabela 1.4** - Número de nódulos (NND) e massa seca de nódulos (MSND), por planta de feijão-caupi, cv. BRS Novaera, em função dos tratamentos de inoculação. Vitória da Conquista, BA, 2016..... 33
- Tabela 1.5** - Eficiência relativa (EFR) das fontes de N em função das doses 20, 40 e 60 kg de N ha⁻¹, em feijão-caupi, cv. BRS Novaera. Vitória da Conquista, BA, 2016..... 43
- Tabela 2.1** - Análise físico-química da amostra de solo da área experimental da UESB, realizada antes da instalação do experimento. Vitória da Conquista, BA, 2016..... 54
- Tabela 2.2** - Resumo da análise de variância e do coeficiente de variação (CV) referente ao índice SPAD aos 10, 30 e 50 dias após a emergência, altura de planta (APL), número de nódulos (NND), massa seca de nódulos (MSND), massa seca de parte aérea (MSPA), massa seca de raiz (MSR), massa seca total da planta (MSTP), teor (TNPA) e acúmulo (ANPA) de N na parte aérea de plantas de feijão-caupi, cv. BRS Novaera, submetido à inoculação (I), doses de N (D) em kg ha⁻¹ e sua interação (I*D). Vitória da Conquista, BA, 2016. 61
- Tabela 2.3** - Leitura de índice SPAD aos 10, 30 e 50 DAE, número de nódulos (NND), massa seca de nódulos (MSND), massa seca da parte aérea (MSPA), raiz (MSR) e total da planta (MSTP), teor (TNPA) e acúmulo de N na parte aérea (ANPA) da planta de feijão-caupi, cv. BRS Novaera, em função da inoculação. Vitória da Conquista, BA, 2016. 62
- Tabela 2.4** - Resumo da análise de variância e do coeficiente de variação (CV) para o número de vagens por planta (NVGP), número de sementes por vagem (NSVG), comprimento da vagem (CVG), massa da vagem (MVG), massa de

sementes por vagem (MSVG), índice de grão (IG), teor (TNS) e acúmulo (ANS) de N nas sementes, produtividade (PROD) e teor de água (TA) das sementes de feijão-caupi, cv. BRS Novaera, submetido à inoculação (I), doses de N (D) em kg ha⁻¹ e sua interação (I*D). Vitória da Conquista, BA, 2016. 65

Tabela 2.5 - Número de vagens/planta (NVGP), massa da vagem (MVG), número (NSVG) e massa de sementes/vagem (MSVG), teor de N nas sementes (TNS), acúmulo de N nas sementes (ANS), produtividade (PROD), teor de água (TA) de sementes de feijão-caupi, cv. BRS Novaera, em função da inoculação. Vitória da Conquista, BA, 2016. 66

Tabela 2.6 - Resumo da análise de variância e do coeficiente de variação (CV) de massa de mil (MMIL), teor de água (TA), germinação (GERM), teor de água após o envelhecimento acelerado (TA EA), germinação após o envelhecimento acelerado (GERM EA) e condutividade elétrica (COND) de sementes; emergência (EMER), índice de velocidade de emergência (IVE), comprimento (CPL) e massa seca de plântulas (MSPL) de feijão-caupi, cv. BRS Novaera, submetido à inoculação (I), doses de N (D) em kg ha⁻¹ e sua interação (I*D). Vitória da Conquista, BA, 2016. 71

Tabela 2.7 - Teor de água (TA EA) e germinação (GERM EA) após o envelhecimento acelerado, condutividade elétrica (COND) e comprimento de plântulas (CPL) de feijão-caupi, cv. BRS Novaera, em função da inoculação. Vitória da Conquista, BA, 2016. 72

Tabela 3.1 - Caracterização físico-química da amostra de solo da área da UESB, realizada antes da instalação do experimento. Vitória da Conquista, BA, 2018. 92

Tabela 3.2 - Resumo da análise de variância e do coeficiente de variação (CV) para a altura de planta (APL), massa seca de parte aérea (MSPA), massa seca de raiz (MSR), massa seca total da planta (MSTP), número de nódulos (NND), massa seca de nódulos (MSND), teor de nitrogênio (TNPA) e acúmulo de nitrogênio (ANPA) na parte aérea, em plantas de feijão-caupi, cv. BRS Novaera, submetidas à peletização (P), doses de inoculante (I), interação (P*I) e fatorial *versus* o tratamento adicional (Fat. vs Adc). Vitória da Conquista, BA, 2018. . 96

Tabela 3.3 - Altura de plantas (APL), massa seca da parte aérea (MSPA), de raiz (MSR) e total de plantas (MSTP) de feijão-caupi, cv. BRS Novaera, oriundas de sementes submetidas a tratamentos sem e com peletização, em Vitória da Conquista, BA, 2018. 97

Tabela 3.4 - Resumo da análise de variância e do coeficiente de variação (CV) para a altura de planta (APL), massa seca de parte aérea (MSPA), massa seca de raiz (MSR), massa seca total da planta (MSTP), número de nódulos (NND), massa seca de nódulos (MSND), teor de nitrogênio (TNPA) e acúmulo de

nitrogênio (ANPA) na parte aérea, em plantas de feijão-caupi, cv. BRS Novaera, submetidas ao fatorial (Inoculação x Peletização) *versus* o tratamento adicional (Testemunha nitrogenada). Vitória da Conquista, BA, 2018. 105

Tabela 3.5 - Altura de plantas (APL; cm), massa seca da parte aérea (MSPA; g), de raiz (MSR; g) e total da planta (MSTP; g), número (NND) e massa seca de nódulos (MSND; mg), teor (TNPA; %) e acúmulo de N (ANPA; mg), em função dos tratamentos, em feijão-caupi, cv. BRS Novaera, em Vitória da Conquista, BA, 2018. 106

Tabela 3.6 - Eficiência relativa (EFR) dos tratamentos em função da testemunha nitrogenada (80 kg de N ha⁻¹), em feijão-caupi, cv. BRS Novaera, em Vitória da Conquista, BA, 2018. 107

LISTA DE FIGURAS

- Figura 1.1** - Número de nódulos (A) e massa seca de nódulos (B), por planta de feijão-caupi, cv. BRS Novaera, em função de doses de N. Vitória da Conquista, BA, 2016..... 36
- Figura 1.2** - Altura de plantas (A) e massa seca de parte aérea (B) de plantas de feijão-caupi, cv. BRS Novaera, em função das fontes e doses de N (kg ha^{-1}). Vitória da Conquista, BA, 2016. 38
- Figura 1.3** - Massa seca de raiz (A) e massa seca total (B) de plantas de feijão-caupi, cv. BRS Novaera, em função das fontes e doses de N (kg ha^{-1}). Vitória da Conquista, BA, 2016..... 40
- Figura 2.1** - Médias mensais de precipitação (Prec.), umidade relativa do ar (UR) e temperaturas máxima (T.Máx.) e mínima (T.Mín), por descênio, no período de março a junho de 2016. Vitória da Conquista, BA, 2016. 53
- Figura 2.2** - Croqui da área (A) e detalhe da parcela (B) do experimento conduzido em campo, na área experimental da UESB, durante os meses de março a junho de 2016. T0 = Sem inoculação; T1 = Com inoculação; D0, D20, D60 e D80 = Doses 0, 20, 60 e 80 kg de N ha^{-1} . Vitória da Conquista, BA, 2016. 55
- Figura 2.3** - Frequência acumulada (%) da lâmina de água, em mm h^{-1} , de vinte aspersores do sistema de irrigação por aspersão, aplicada na área experimental. Vitória da Conquista, BA, 2016. 57
- Figura 2.4** - Altura de plantas de feijão-caupi, cv. BRS Novaera, em função da inoculação e doses de N (kg ha^{-1}). Vitória da Conquista, BA, 2016..... 64
- Figura 2.5** - Massa de sementes por vagem de feijão-caupi, cv. BRS Novaera, em função de doses de N (kg ha^{-1}). Vitória da Conquista, BA, 2016. 68
- Figura 2.6** - Comprimento da vagem (A) e índice de grão (B) de feijão-caupi, cv. BRS Novaera, em função da inoculação e doses de N (kg ha^{-1}). Vitória da Conquista, BA, 2016..... 69
- Figura 2.7** - Condutividade elétrica de sementes de feijão-caupi, cv. BRS Novaera, em função de doses de N em Vitória da Conquista, BA, 2016..... 73
- Figura 2.8** - Massa de mil sementes de feijão-caupi, cv. BRS Novaera, em função da inoculação e doses de N (kg ha^{-1}). Vitória da Conquista, BA, 2016. 75

Figura 2.9 - Teor de água das sementes de feijão-caupi, cv. BRS Novaera, em função da inoculação e doses de N (kg ha^{-1}). Vitória da Conquista, BA, 2016.	76
Figura 2.10 - Germinação das sementes de feijão-caupi, cv. BRS Novaera, em função da inoculação e doses de N (kg ha^{-1}). Vitória da Conquista, BA, 2016...	77
Figura 2.11 - Emergência de plântulas de feijão-caupi, cv. BRS Novaera, em função de doses de N em Vitória da Conquista, BA, 2016.....	78
Figura 2.12 - Índice de velocidade de emergência (A) e massa seca (B) de plântulas de feijão-caupi, cv. BRS Novaera, em função de doses de N em Vitória da Conquista, BA, 2016.	79
Figura 3.1 - Massa seca de raiz (A) e massa seca total (B) de plantas de feijão-caupi, cv. BRS Novaera, em função de doses de inoculante (g). Vitória da Conquista, BA, 2018.....	99
Figura 3.2 - Número de nódulos (A) e massa seca de nódulos (B) de plantas de feijão-caupi, cv. BRS Novaera, em função da peletização e doses de inoculante (g). Vitória da Conquista, BA, 2018.	100
Figura 3.3 - Teor de N (A) e acúmulo de N (B) na parte aérea de plantas de feijão-caupi, cv. BRS Novaera, em função da peletização e DE doses de inoculante (g). Vitória da Conquista, BA, 2018.	103

LISTAS DE SIGLAS E ABREVIATURAS

ANPA	Acúmulo de nitrogênio na parte aérea
ANS	Acúmulo de nitrogênio nas sementes
APL	Altura de plantas
BA	Bahia
CONAB	Companhia Nacional de Abastecimento
COND	Condutividade elétrica
CPL	Comprimento de plântulas
CV	Coefficiente de variação
CVG	Comprimento da vagem
D	Dose
DAE	Dias após a emergência
EFR	Eficiência relativa
EMER	Emergência
FBN	Fixação biológica de nitrogênio
GERM	Germinação
I	Inoculação
IG	Índice de grão
INMET	Instituto Nacional de Meteorologia
IVE	Índice de velocidade de emergência
MAPA	Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento
MMIL	Massa de mil sementes
MSND	Massa seca de nódulos
MSPA	Massa seca de parte aérea
MSPL	Massa seca de plântulas
MSR	Massa seca de raiz
MSTP	Massa seca total da planta
MSVG	Massa de sementes por vagem
MVG	Massa da vagem
N	Nitrogênio
NND	Número de nódulos
NSVG	Número de sementes por vagem

NVGP	Número de vagens por planta
P	Peletização
PREC	Precipitação
PROD	Produtividade
SEI	Superintendência de Estudos Econômicos e Sociais da Bahia
SPAD	Soil Plant Analysis Development
TA	Teor de água
TA EA	Teor de água após o envelhecimento acelerado
T.MÁX	Temperatura máxima
T.MÍN	Temperatura mínima
TNPA	Teor de nitrogênio na parte aérea
TNS	Teor de nitrogênio nas sementes
UR	Umidade relativa do ar

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO GERAL	19
2. REFERÊNCIAS.....	21
ARTIGO 1. RESPOSTAS AGRONÔMICAS DO FEIJÃO-CAUPI À INOCULAÇÃO COM <i>Bradyrhizobium sp.</i> E ADUBAÇÃO NITROGENADA	24
RESUMO.....	25
ABSTRACT	26
1. INTRODUÇÃO	27
2. MATERIAL E MÉTODOS	28
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO	32
4. CONCLUSÃO.....	44
5. REFERÊNCIAS.....	44
ARTIGO 2. CARACTERÍSTICAS AGRONÔMICAS, PRODUTIVIDADE E QUALIDADE DE SEMENTES DE FEIJÃO-CAUPI EM FUNÇÃO DA INOCULAÇÃO E ADUBAÇÃO NITROGENADA	48
RESUMO.....	49
ABSTRACT	50
1. INTRODUÇÃO.....	51
2. MATERIAL E MÉTODOS	52
2.1 Coleta de dados referentes às características fisiológicas e agronômicas de feijão-caupi.....	57
2.2 Coleta de dados referentes aos componentes de produção de feijão- caupi.....	58
2.3 Coleta de dados referente à qualidade das sementes de feijão-caupi.....	59
3 RESULTADOS E DISCUSSÃO	60
3.1 Características fisiológicas e agronômicas de feijão-caupi.....	60
3.2 Componentes de produção de feijão-caupi.....	64

3.3 <i>Qualidade de sementes de feijão-caupi</i>	70
4 CONCLUSÃO	80
5. REFERÊNCIAS.....	80
ARTIGO 3. CARACTERÍSTICAS AGRONÔMICAS DO FEIJÃO-CAUPI SUBMETIDO A DIFERENTES DOSES DE INOCULANTE E À PELETIZAÇÃO	86
RESUMO.....	87
ABSTRACT	88
1. INTRODUÇÃO	89
2. MATERIAL E MÉTODOS	91
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO	95
4. CONCLUSÃO	108
5. REFERÊNCIAS.....	108

1. INTRODUÇÃO GERAL

O feijão-caupi (*Vigna unguiculata* (L.) Walp.) é uma leguminosa amplamente cultivada nos trópicos semiáridos da África, do Brasil e dos Estados Unidos; constitui-se um componente importante na dieta alimentar da população, devido a altos teores de proteínas, carboidratos, fibras, minerais e reduzido conteúdo lipídico em seus grãos (EMBRAPA MEIO-NORTE, 2003).

No Brasil, o feijão-caupi tem relevância econômica nas regiões Norte e Nordeste, principalmente nesta última, como um dos principais componentes para a alimentação humana e por ser um importante gerador de postos de ocupação econômica e de trabalho formal (FREIRE FILHO e outros, 2017). Nessas regiões, o feijão-caupi é explorado tradicionalmente nos sistemas agrícolas familiares e em cultivo de sequeiro, com produtividades muito abaixo do seu potencial produtivo. Isso se deve ao pouco uso de tecnologia, utilização de cultivares com baixo potencial produtivo e à baixa disponibilidade de nutrientes no solo, principalmente de nitrogênio (N) (FARIAS e outros, 2016). Além disso, a cultura possui crescimento rápido, o que possibilita a cobertura em áreas de cultivo para a manutenção da fertilidade do solo.

O suprimento de N necessário ao feijão-caupi pode ser obtido, entre as diversas alternativas nutricionais, pela fixação biológica de N_2 (FBN), por meio da adubação nitrogenada, e a partir do N liberado pela decomposição dos resíduos orgânicos nos solos. A incorporação de N_2 via FBN nos diferentes agroecossistemas tem contribuído para reduzir o uso de fertilizantes nitrogenados industrializados (COSTA e outros, 2011; FERREIRA e outros, 2013) e, conseqüentemente, resulta em menor custo de produção e redução dos impactos ambientais.

A relação custo/benefício para o uso de inoculante é relativamente baixa

na cultura do feijão-caupi. A quantidade utilizada do inoculante necessária para a implantação de um hectare da cultura, com custo aproximado de R\$3,00 para uma dose de 250g é um valor muito pequeno no custo de produção da cultura e, por isso, não onera o custo da produção (BRASIL, 2010).

Normalmente, a FBN é eficiente em feijão-caupi, o qual, quando bem nodulado, pode dispensar outras fontes de N e atingir alta produtividade (ALCÂNTARA e outros, 2014); não há diferenças de produtividade entre o uso de N via adubação e fixação simbiótica (MARINHO e outros, 2017). No entanto, a inoculação nessa cultura nem sempre é bem-sucedida, pois as estirpes inoculantes podem ser afetadas por diversos fatores edafoclimáticos (MOREIRA e outros, 2010) e devido a características genéticas das plantas hospedeiras (XAVIER e outros, 2006). Além disso, pode ocorrer competição entre as estirpes nativas, que, além de mais adaptadas, podem competir com as estirpes selecionadas, pelos sítios de infecção, durante o processo de nodulação e fixação do N₂ (FREITAS e outros, 2012).

O revestimento das sementes inoculadas, por meio da técnica de peletização, é um recurso tecnológico que pode potencializar os benefícios da inoculação, como pode ser observado no trabalho de Coelho (2001), em plantas de trigo, em que as sementes inoculadas e peletizadas desenvolveram plantas com maior altura e biomassa seca de plantas em relação ao tratamento não peletizado.

A peletização, além de melhorar a sobrevivência da bactéria desde a inoculação até a semeadura, protege a plântula e a bactéria da acidez do solo e dos adubos. Além disso, durante o preparo do revestimento, podem-se juntar micronutrientes, que, dessa forma, são posicionados estrategicamente junto à planta para serem eficientemente aproveitados (BALIEIRO e outros, 2013).

De modo geral, na cultura do feijão-caupi, a adubação nitrogenada e/ou

a inoculação das sementes com rizóbio, independentemente da peletização, devem ser adotadas, a fim de elevar sua produtividade (DUTRA e outros, 2012; SILVA JÚNIOR e outros, 2014) e obter sementes de melhor qualidade fisiológica (TOLEDO e outros, 2009; DUTRA e outros, 2012). De acordo com Teixeira e outros (2010), o aumento da produtividade do feijão-caupi depende de avanços tecnológicos e do uso de sementes de alta qualidade.

O objetivo deste estudo foi avaliar a influência do uso de tecnologias isoladas ou associadas sobre características agronômicas, componentes de produção e qualidade das sementes de feijão-caupi, em ambiente protegido e em condições de campo.

2. REFERÊNCIAS

ALCANTARA, R. M. C. M. de; XAVIER, G. R.; RUMJANEK, N. G.; ROCHA, M. M.; CARVALHO, J. dos S. Eficiência simbiótica de progenitores de cultivares brasileiras de feijão-caupi. **Revista de Ciência Agronômica**, Fortaleza, v. 45, n. 1, p. 1-9, 2014.

BALIEIRO, F. de C.; BERBARA, R.; FARIA, S. M. de; DE-POLLI, H.; FRANCO, A. A. Insumos biológicos. In: BALIEIRO, L. R. F.; CARVALHO, F.de; ZONTA, E.; ANJOS, L. H. C.; PEREIRA, M. G.; LIMA, E.; GUERRA, J. G. M.; FERREIRA, M. B. C.; LEAL, M. A. de A.; CAMPOS, D. V. B. de; POLIDORO, J. C. **Manual de calagem e adubação do estado do Rio de Janeiro**. Brasília, Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, Editora Universidade Rural, Seropédica, RJ, p. 167-189. 2013.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Instrução Normativa n. 30, de 12 de nov. 2010**. Diário Oficial da União, Brasília, 17 nov. 2010. Disponível em:
<http://www.fiscolex.com.br/doc_13261309_INSTRUCAO_NORMATIVA_N_30_DE_12_DE_NOVEMBRO_DE_2010.aspx>. Acesso em: 25 mar. 2011.

COELHO, M. A. de O. **Atividade da nitrato redutase, composição mineral e caracteres da planta de trigo associados à aplicação de molibdênio, à peletização e à inoculação das sementes com *Azospirillum brasilense***. Tese (Doutorado) – Universidade Federal de Viçosa, Minas Gerais. 2001. 149 p.

COSTA, E. M.; NÓBREGA, R. S. A.; MARTINS, L. V.; AMARAL, F. H. C. MOREIRA, F. M. S. Nodulação e produtividade de *Vigna unguiculata* (L.) Walp. por cepas de rizóbio em Bom Jesus, PI. **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza-CE, v. 42, n. 1, p. 1-7, 2011.

DUTRA, A. S.; BEZERRA, F. T. C.; NASCIMENTO, P. R.; LIMA, D. de C. Produtividade e qualidade fisiológica de sementes de feijão caupi em função da adubação nitrogenada. **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza-CE, v. 43, n. 4, p. 816-821, 2012.

EMBRAPA MEIO-NORTE. **Cultivo de feijão caupi**. Jul/2003. Disponível em: <<http://www.cpamn.embrapa.br/pesquisa/graos/FeijaoCaupi/referencias.htm>>. Acesso em: 4 mar. 2019.

FARIAS, T. P.; TROCHMANN, A.; SOARES, B. L.; MOREIRA, F. M. S. Rhizobia inoculation and liming increase cowpea productivity in Maranhão State. **Acta Scientiarum Agronomy**, Maringá-PR, v. 38, n. 3, p. 387-395, 2016.

FERREIRA, L. V. M. **Seleção e eficiência de estirpes de bactérias diazotróficas simbióticas para *Vigna unguiculata* (L. Walp.)**. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal do Piauí, Teresina. 2013. 112 p.

FREIRE FILHO, F. R.; RIBEIRO, V. Q.; RODRIGUES, J. E. L. F.; VIEIRA, P. F. De M. J. **A cultura: aspectos socioeconômicos**. In: Feijão-caupi: do plantio à colheita. VALE, J. C. Do; BERTINI, C.; BORÉM, A. 1 ed. Editora: UFV, 267 p. 2017.

FREITAS, A. D. S.; SILVA, A. F.; SAMPAIO, E. V. S. B. Yield and biological nitrogen fixation of cowpea varieties in the semi-arid region of Brazil. **Biomass and Bioenergy**, v. 45, p. 109-114, 2012.

MARINHO, R. de C. N.; FERREIRA, L. de V. M.; SILVA, A. F. da; MARTINS, L. M. V.; NÓBREGA, R. S. A.; FERNANDES-JÚNIOR, P. I. Symbiotic and agronomic efficiency of new cowpea rhizobia from Brazilian Semi-Arid. **Bragantia**, Campinas-SP, v. 76, n. 2, p. 273-281, 2017.

MOREIRA, F. M. S.; CARVALHO, T. S.; SIQUEIRA, J. O. Effect of fertilizers, lime, and inoculation with rhizobia and mycorrhizal fungi on the growth of four leguminous tree species in a low-fertility soil. **Biology and Fertility of Soils**, v. 46, n. 8, p. 771-779, 2010.

SILVA JÚNIOR, E. B. da; SILVA, K. da; OLIVEIRA, S. S.; OLIVEIRA, P. J. de; BODDEY, R. M.; ZILLI, J. E.; XAVIER, G. R. Nodulação e produção de feijão-caupi em resposta à inoculação com diferentes densidades rizobianas. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília-DF, v. 49, n. 10, p. 804-812, 2014.

TEIXEIRA, I. R.; SILVA, G. C.; OLIVEIRA, J. P. R.; SILVA, A. G.; PELÁ, A. Desempenho agrônômico e qualidade de sementes de cultivares de feijão-caupi na região do cerrado. **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza-CE, v. 41, n. 2, p. 300-307, 2010.

TOLEDO, M. Z.; FONSECA, N. R.; CÉSAR, M. L.; SORATTO, R. P.; CAVARIANI, C.; CRUSCIOL, C. A. C. Qualidade fisiológica e armazenamento de sementes de feijão em função da aplicação tardia de nitrogênio em cobertura. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia-GO, v. 39, n. 2, p. 124-133, 2009.

XAVIER, G. R.; MARTINS, L. M. V.; RIBEIRO, J. R.; de A.; RUMJANEK, N. G. Especificidade simbiótica entre rizóbios e acessos de feijão-caupi de diferentes nacionalidades. **Caatinga**, Mossoró-RN, v. 19, n. 1, p. 25-33, 2006.

ARTIGO 1.

**¹ RESPOSTAS AGRONÔMICAS DO FEIJÃO-CAUPI À INOCULAÇÃO
COM *Bradyrhizobium sp.* E ADUBAÇÃO NITROGENADA**

¹ Artigo ajustado e submetido ao Comitê Editorial do periódico científico **Revista Nativa**, na versão português. B3 para a área de Ciências Agrárias, segundo o Qualis-Capes.

RESPOSTAS AGRONÔMICAS DO FEIJÃO-CAUPI À INOCULAÇÃO COM *Bradyrhizobium sp.* E ADUBAÇÃO NITROGENADA

RESUMO

A inoculação de sementes de feijão-caupi com bactérias fixadoras de nitrogênio (N) atmosférico pode reduzir a demanda por adubação mineral, o que se torna uma alternativa de manejo mais sustentável. Neste estudo, objetivou-se avaliar os efeitos da inoculação e doses de N sobre características agronômicas de feijão-caupi, em cultivo protegido. Utilizou-se o delineamento experimental em blocos ao acaso, arranjos em esquema fatorial 4 x 4, sendo três estirpes (BR 3262, BR 3267 e BR 3299) e uma testemunha sem inoculação e sem adubação e quatro doses de adubação nitrogenada (0, 20, 40 e 60 kg de N ha⁻¹). As características avaliadas foram: altura de plantas, massa seca da parte aérea, da raiz e de toda a planta, número de nódulos, massa seca de nódulos e eficiência relativa dos tratamentos. O número e a massa seca dos nódulos, no tratamento sem inoculação e sem adubação, foram semelhantes ao da estirpe BR 3262. A nodulação tornou-se menor, com o aumento da dose de N. No tratamento inoculado com a estirpe BR 3267, a massa seca da parte aérea, a da raiz e a de toda a planta foram maiores em doses de até de 30 kg de N ha⁻¹. A eficiência simbiótica da estirpe BR 3262 foi semelhante à da testemunha sem inoculação e sem adubação, enquanto as demais foram inferiores.

Palavras-chave: Fixação biológica de nitrogênio; massa seca; nutrição mineral; *Vigna unguiculata* (L.) Walp.

**AGRONOMIC RESPONSES OF COWPEA INOCULATION WITH
Bradyrhizobium sp. AND NITROGEN FERTILIZATION**

ABSTRACT

Inoculation of cowpea seeds by nitrogen-fixing bacteria may reduce the mineral fertilization demand, making it an alternative of a more sustainable management. The aim of this study was to evaluate the effects of inoculation and N doses on cowpea agronomic characteristics in protected cultivation. The experimental design was the randomized block, arranged in a 4 x 4 factorial scheme, that is, three bacteria strains (BR 3262, BR 3267 and BR 3299) and one control (no inoculation and no fertilization), and four doses of nitrogen fertilization (0, 20, 40 and 60 kg N ha⁻¹). The evaluated characteristics were: plant height, shoot, root and whole plant dry mass, nodules number and dry mass and relative efficiency of treatments. The nodules number and dry mass, in the neither inoculation nor fertilization treatment, were similar to that of strain BR 3262. Nodulation became lower by the increasing N doses. In the treatment inoculated with strain BR 3267, the shoot, root and whole plant dry mass were higher in doses up to 30 kg N ha⁻¹. The symbiotic efficiency of strain BR 3262 was similar to that of the the no inoculation and no fertilization treatment, while the others were lower.

Key words: Biological N fixation; dry mass; mineral nutrition; *Vigna unguiculata* (L.) Walp.

1. INTRODUÇÃO

O feijão-caupi (*Vigna unguiculata* (L.) Walp.), conhecido popularmente como feijão-de-corda, é uma leguminosa que possui elevado teor de proteína nos grãos; constitui-se um dos principais componentes alimentares de populações de baixa renda, principalmente nas regiões Norte e Nordeste do Brasil. Nessas regiões, o seu cultivo ocorre principalmente na agricultura familiar, que utiliza práticas tradicionais (FREIRE FILHO e outros, 2017).

A produtividade média do feijão-caupi, nas regiões Norte e Nordeste, é considerada baixa, tendo como principais causas o baixo teor de nutrientes no solo. Vários estudos realizados nessas regiões recomendam a utilização de tecnologias, tais como inoculação, adubação nitrogenada, escolha de genótipos adaptados e uso da irrigação como alternativa para elevar o rendimento de grãos da cultura (COSTA e outros, 2011; MARINHO e outros, 2017; SILVA e outros, 2016).

O cultivo de feijão-caupi pode ser beneficiado pela fixação biológica de nitrogênio (FBN), o que reduz os custos de produção decorrentes da adubação mineral, além de tornar o seu cultivo mais sustentável. O estabelecimento da relação simbiótica entre a leguminosa e bactérias ocorre principalmente com espécies como *Bradyrhizobium japonicum* e *B. elkanii*, que são conhecidas como rizóbios (HUNGRIA, 1994).

Algumas estirpes de rizóbio podem elevar o potencial produtivo da cultura, por meio de simbiose efetiva e alta eficiência agronômica, e, assim, substituir, parcial ou totalmente, a adubação com fertilizantes nitrogenados (COSTA e outros, 2011; ALCÂNTARA e outros, 2014; COSTA e outros, 2014; FARIAS e outros, 2016). Contudo, nem sempre são observadas respostas positivas quanto à eficiência associativa de estirpes inoculadas, uma vez que essas podem sofrer competição pelos sítios de infecção durante o processo de

nodulação e fixação do N₂ com os rizóbios nativos do solo (KANEKO et al., 2010; FREITAS et al., 2012).

O aumento ou a redução da nodulação podem estar relacionados com a associação e a competição entre os rizóbios nativos e as estirpes inoculadas, a depender da capacidade de ocupação dos nódulos, da adaptação das estirpes inoculantes aos diversos fatores edafoclimáticos e de características genéticas da planta hospedeira (XAVIER e outros, 2006).

O estudo sobre o desempenho de estirpes fixadoras de N, tanto em condições edáficas diversas como em ambientes com diferentes concentrações de N₂, é importante, visto que essas estirpes podem interferir no processo de nodulação da leguminosa. Assim, para se confirmar o potencial das estirpes BR 3262, BR 3267 e BR 3299, previamente selecionadas e autorizadas pelo Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA) para inoculação em feijão-caupi, é necessário realizar testes para verificar a eficiência dessas bactérias em diferentes condições edafoclimáticas.

Neste estudo, objetivou-se avaliar o efeito da inoculação com *Bradyrhizobium sp.*, em associação com a adubação nitrogenada, sobre características agronômicas de feijão-caupi, em cultivo protegido, em Vitória da Conquista, BA.

2. MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido em ambiente revestido com tela de polipropileno, na Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, *campus* de Vitória da Conquista, BA (14°53'S e 40°48'W e altitude de 879 m) (INMET, 2018), entre os meses de novembro de 2015 e janeiro de 2016. O clima

caracteriza-se como tropical de altitude, do tipo Cwb, segundo a classificação de Köppen (SEI, 1998), com pluviosidade média anual de 733,9 mm.

Durante a condução do experimento, as temperaturas externas ao ambiente protegido oscilaram entre 14,8 °C (mínima) e 29,7 °C (máxima) (INMET, 2018).

A espécie utilizada foi o feijão-caupi, cv. BRS Novaera (Tabela 1.1).

Tabela 1.1 – Características agronômicas da cultivar do feijão-caupi, BRS Novaera.

Características agronômicas	BRS Novaera
Habito de crescimento	Indeterminado
Porte da planta	Semiereto
Comprimento da vagem (cm)	15
Número de sementes por vagem	10
Peso de 100 sementes (g)	20
Cor do tegumento	Branco
Floração (dias)	41
Ciclo (dias)	65-70

Fonte: Freire Filho e outros (2008).

O solo utilizado como substrato foi coletado em área sem histórico de cultivo anterior, na profundidade de 0,0 a 0,2 m. Posteriormente, foi retirada uma amostra composta de solo e levada ao Laboratório de Solos da UESB para determinar os atributos físico-químicos. O solo da área experimental é do tipo Latossolo amarelo, distrófico Tb, com classe textural franco-argilo-arenosa (Tabela 1.2).

Tabela 1.2 - Análise físico-química da amostra de solo, realizada antes da instalação do experimento. Vitória da Conquista, BA, 2015.

pH	Análise química do solo							Tamanho de partículas			
	mg dm ⁻³	cmolc dm ⁻³ de solo					%	g kg ⁻¹			
H ₂ O	P	K ⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Al ³⁺	H ⁺	V	m	Areia	Silte	Argila
6,3	11,0	0,4	2,6	1,1	0,0	2,0	67,0	0,0	740	60	200

Para P e K, foi utilizado Extrator Mehlich; para Ca, Mg e Al, foi utilizado (KCl 1N); e para H + Al, foi utilizado (CaCl₂ 0,01M e SMP).

Antes da instalação do experimento, o solo foi destorroado, peneirado, homogeneizado, misturado com areia lavada (2:1) e acondicionado em vasos plásticos com volume de 7 dm³.

A adubação com fósforo e potássio foi realizada na semeadura, em todos os tratamentos, aplicando-se 315 mg de P₂O₅ vaso⁻¹ (equivalente a 90 kg ha⁻¹), na forma de superfosfato simples, e 70 mg de K₂O vaso⁻¹ (equivalente a 20 kg ha⁻¹), na forma de cloreto de potássio, considerando os resultados da análise de solo e as recomendações de adubação para uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais (5ª aproximação) (CHAGAS e outros, 1999).

Utilizou-se o delineamento experimental em blocos casualizados, com cinco blocos, cujos tratamentos foram arranjados em esquema fatorial 4 x 4, sendo três estirpes de rizóbios, BR 3262, BR 3267, BR 3299, e a testemunha sem inoculação e sem adubação (testemunha absoluta) e quatro doses de N (0, 20, 40 e 60 kg de N ha⁻¹), perfazendo um total de 80 parcelas experimentais.

As estirpes BR 3262 (SEMIA 6464), BR 3267 (SEMIA 6462) e BR 3299 são classificadas como *Bradyrhizobium elkanii*, *B. japonicum* e *B. ssp.*, respectivamente.

Os inoculantes foram fornecidos pela Embrapa Agrobiologia, em veículo turfoso, com concentração rizobiana da ordem de 35,60 x 10⁹ células g⁻¹ na estirpe BR 3262; 0,76 x 10⁹ células g⁻¹ na estirpe BR 3267 e 8,80 x 10⁹ células g⁻¹ na estirpe BR 3299.

A inoculação foi realizada no laboratório, na proporção de 500g de inoculante para 50 kg de sementes, com solução açucarada (10% p:v), na proporção de 6 mL kg⁻¹ de sementes (HUNGRIA e outros, 2001).

A adubação nitrogenada foi feita com ureia (45% de N), sendo 50% na semeadura e 50% em cobertura aos 25 dias após a emergência (DAE). As doses

utilizadas foram: 20 (somente na semeadura), 40 e 60 kg de N ha⁻¹. As quantidades de ureia utilizadas por tratamento, correspondentes às doses 20, 40 e 60 kg de N ha⁻¹, foram 70, 140 e 210 mg vaso⁻¹, respectivamente.

A semeadura ocorreu logo após a inoculação das sementes, colocando-se três sementes por vaso. O desbaste foi feito aos sete DAE, deixando-se uma planta por vaso.

Durante o período experimental, realizou-se irrigação diária, para manter a umidade do solo próxima à capacidade de campo, baseada na determinação da capacidade do vaso, conforme método de Casaroli e Van Lier (2008). O controle de plantas daninhas e tratos fitossanitários foram realizados conforme a necessidade da cultura.

Aos 35 DAE (início do florescimento), avaliaram-se as seguintes características: altura de plantas (cm); massa seca de parte aérea, raízes e da planta (g); número de nódulos (nódulos planta⁻¹) e massa seca de nódulos por planta (mg planta⁻¹). Determinou-se a eficiência relativa dos tratamentos por meio da relação entre a massa seca das plantas inoculadas e a massa seca das plantas adubadas com N, de acordo com a seguinte fórmula, proposta por Bergensen e outros (1971):

$$\text{EFR} = (\text{MSPA inoculada} / \text{MSPA com N}) \times 100$$

em que: EFR = eficiência relativa; MSPA inoculada = massa seca da parte aérea da planta inoculada e MSPA com N = massa seca da parte aérea da planta adubada com N mineral.

A parte aérea foi separada das raízes em corte efetuado no ponto de inserção cotiledonar, próximo à base do caule. As raízes foram lavadas em água corrente sobre peneiras, e os nódulos foram destacados, contados e secos em papel absorvente.

Para se determinar a massa seca, o material vegetal (nódulos, parte aérea e raízes) foi submetido à secagem em estufa de circulação forçada de ar, a 65 °C, durante 72 horas, até atingir peso constante, e pesado em balança com precisão de 0,001 g.

Os dados foram submetidos aos testes de Cochran e de Lilliefors, para verificação da homogeneidade das variâncias e da normalidade dos dados, respectivamente. Posteriormente, realizou-se a análise de variância, pelo teste F ($p \leq 0,05$). Utilizou-se o teste de Tukey para se compararem o efeito dos tratamentos de inoculação, isoladamente, e a eficiência relativa desses tratamentos, em função das doses de N. O efeito das doses de N foi estudado por meio da análise de regressão ($p \leq 0,05$). Os modelos matemáticos selecionados obedeceram ao critério de maior coeficiente de determinação e melhor explicação biológica para as características. O programa estatístico utilizado foi o SISVAR 5.4 (FERREIRA, 2014).

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

O número de nódulos (NND) e a massa seca de nódulos (MSND) foram afetados pelo efeito isolado dos tratamentos de inoculação (estirpes e testemunha absoluta) e doses de N. Houve interação significativa entre os tratamentos e doses de N em relação à altura de plantas (APL) e massa seca de parte aérea (MSPA), raiz (MSR) e da planta (MSTP) (Tabela 1.3).

Tabela 1.3 - Resumo da análise de variância e do coeficiente de variação (CV) para a altura de planta (APL), massa seca de parte aérea (MSPA), massa seca de raiz (MSR), massa seca total da planta (MSTP), número de nódulos (NND) e massa seca de nódulos (MSND) de feijão-caupi, cv. BRS Novaera, submetido aos tratamentos de inoculação (I), doses de N (D) em kg de N ha⁻¹ e sua interação (I*D). Vitória da Conquista, BA, 2016.

FV	GL	Quadrados médios					
		APL	MSPA	MSR	MSTP	NND	MSND
Inoculação (I)	3	66,7**	48,4**	26,2**	145,9**	6.352,5**	64.579,8**
Doses de N (D)	3	37,6**	8,8*	10,9**	39,3**	2.776,9**	52.132,3**
I x D	9	47,1**	11,9**	14,3**	49,0**	670,7	14.756,8
Blocos	4	18,9	5,1	0,8	7,7	380,0	8.105,1
Resíduo	60	8,9	2,7	2,9	7,9	692,7	7.944,9
CV (%)		10,3	21,0	48,3	24,7	62,5	59,4

**Significativo ($p \leq 0,01$) pelo teste F; *significativo ($p \leq 0,05$) pelo teste F.

O NND, em função das fontes de N, variou entre 24,9 e 64,0 nódulos planta⁻¹ (Tabela 1.4), o que corrobora os resultados encontrados por Costa e outros (2014) em feijão-caupi, cv. BR 17 Gurgueia, inoculado com as mesmas estirpes utilizadas neste trabalho, em que as nodulações variaram entre 32,8 e 55,0 nódulos planta⁻¹.

Tabela 1.4 - Número de nódulos (NND) e massa seca de nódulos (MSND), por planta de feijão-caupi, cv. BRS Novaera, em função dos tratamentos de inoculação. Vitória da Conquista, BA, 2016.

Tratamentos de Inoculação	NND (nódulos planta ⁻¹)	MSND (mg planta ⁻¹)
Estirpe BR 3262	49,1 ab	174,8 ab
Estirpe BR 3267	24,9 c	121,1 bc
Estirpe BR 3299	30,7 bc	88,1 c
Testemunha absoluta	64,0 a	216,4 a

Médias seguidas pela mesma letra, em cada coluna, não diferem entre si, pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$).

O NND no tratamento sem inoculação foi semelhante ao da estirpe BR 3262 e superior ao das estirpes BR 3267 e BR 3299 (61,1 e 52,8%, respectivamente). BR 3267 foi a estirpe que apresentou o menor NND, enquanto

BR 3262 foi a que produziu maior NND; isso sugere melhor adaptação dessa estirpe às condições climáticas e à cultivar avaliada (Tabela 1.4).

Embora a nodulação de plantas tenha sido mais intensa no tratamento sem inoculação, esse fato pode estar relacionado com a presença de rizóbios nativos no solo, tendo em vista que é frequente a presença de rizóbios, mesmo em plantas não inoculadas (RUFINI e outros, 2014). Na literatura, há relatos sobre a nodulação com rizóbios nativos em feijão-caupi, cujos percentuais de nodulação variam entre 20 e 90% (COSTA e outros, 2011; FREITAS e outros, 2012).

Os valores de NND, neste estudo, divergem dos encontrados em feijão-caupi, por Chagas Júnior e outros (2014), que observaram maior nodulação, nos tratamentos com estirpes do que no tratamento sem inoculação. Costa e outros (2014) avaliaram duas cultivares de feijão-caupi submetidas à inoculação com bactérias fixadoras de N, em ambiente protegido, e verificaram NND semelhantes entre as estirpes, dentro de cada cultivar.

Os resultados encontrados, neste trabalho, não corroboram com os obtidos por Cavalcante e outros (2017) e Marinho e outros (2017), que observaram maiores NND das plantas de feijão-caupi que tiveram sementes tratadas com a estirpe BR 3267 que os da testemunha.

Segundo Xavier e outros (2006), as diferentes intensidades de nodulação podem ser uma resposta à competição entre as estirpes inoculantes e as populações nativas de rizóbios, que podem promover o aumento ou a redução da nodulação, a depender da capacidade de ocupação dos nódulos e da adaptação das estirpes às condições edafoclimáticas.

Em relação à MSND, a testemunha apresentou desempenho semelhante ao da estirpe BR 3262 e superior ao das estirpes BR 3267 e BR 3299 (44,0 e

59,3% maiores, respectivamente). A estirpe BR 3262, por sua vez, obteve desempenho melhor que o da estirpe BR 3299 (Tabela 1.4).

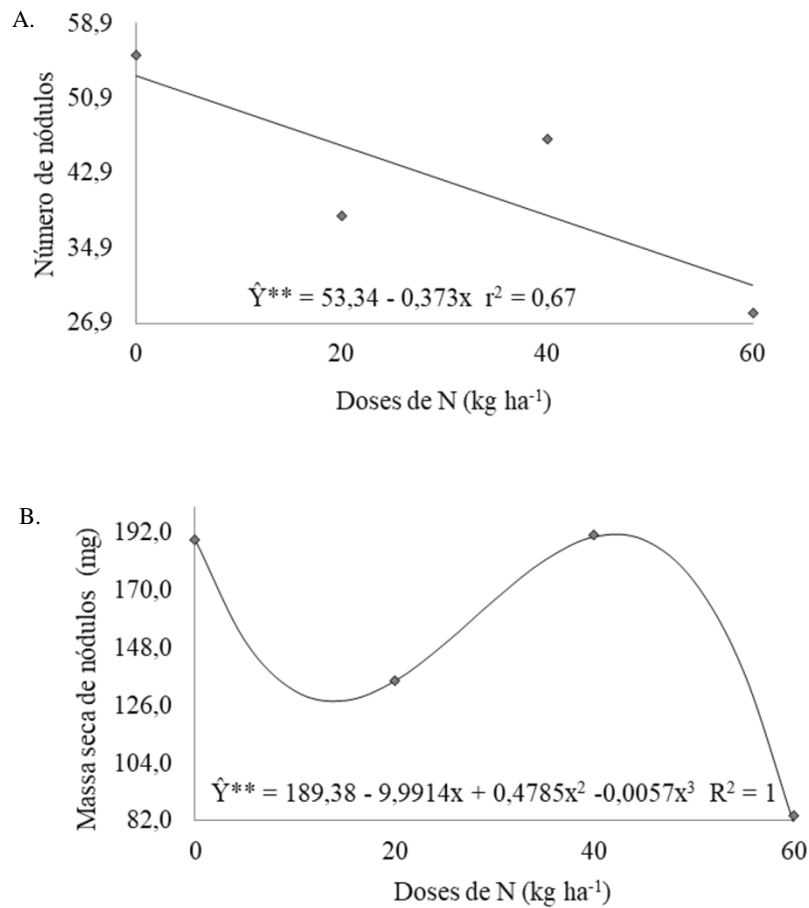
A MSND, em função dos tratamentos utilizados, variou entre 88,1 e 216,4 mg planta⁻¹, sendo superior à MSND encontrada por Alcântara e outros (2014), em plantas de feijão-caupi, que variaram entre 36,0 e 78,9 mg planta⁻¹.

De modo geral, os resultados encontrados no presente estudo diferem daqueles encontrados por Santos e outros (2014) e Farias e outros (2016), nos quais o NND e a MSND, no tratamento sem inoculação e sem adubação, foram inferiores ao tratamento com a estirpe BR 3262.

As doses de N no NND produziram efeito linear decrescente sobre o NND, com redução de 0,37 nódulos por kg de N acrescido na adubação, a partir da dose zero, o que representa uma perda de 49,6% no NND até a dose 60 kg de N ha⁻¹ (Figura 1.1 A).

O aumento nas doses de N influenciou negativamente a atividade dos rizóbios e a formação de nódulos (Figura 1.1 A). Esses resultados corroboram os obtidos por Santos e outros (2014) e Melo e outros (2015), os quais observaram que a adubação com N contribui para a redução da nodulação nas raízes de feijão-caupi. Parente e outros (2015) estudaram a nodulação em plantas de soja e também verificaram inibição desse processo, em função do aumento nas doses de N. Segundo esses autores, a adição do N mineral ao solo causa inibição e senescência dos nódulos formados, que são afetados negativamente pela redução da disponibilidade de oxigênio para a respiração nodular e pela limitação de carboidratos ao metabolismo do nódulo. Conforme Hungria (1994), a menor nodulação em leguminosas expostas à elevada disponibilidade de N mineral no solo é consequência da alteração do padrão de exsudação de compostos orgânicos pelas raízes dessas plantas e resulta, por consequência, em diminuição da exsudação dos indutores.

A resposta da planta às doses de N foi ajustada ao modelo cúbico, com diminuição na MSND a partir da dose 0 kg de N ha⁻¹ (189,4 mg), até a dose 15 kg de N ha⁻¹ (127,9 mg), e voltou a aumentar até a dose 40 kg de N ha⁻¹ (190,5 mg). A partir desse ponto, houve decréscimo na MSND até a dose 60 kg de N ha⁻¹ (81,3 mg) (Figura 1.1 B).



** Significativo ($p \leq 0,01$), pela análise de variância da regressão

Figura 1.1 - Número de nódulos (A) e massa seca de nódulos (B), por planta de feijão-caupi, cv. BRS Novaera, em função de doses de N. Vitória da Conquista, BA, 2016.

No tratamento sem adubação nitrogenada, os valores de MSND foram elevados, o que sugere que, quando o N não atua inibindo o processo de nodulação, as estirpes nativas podem suprir a demanda das plantas por esse nutriente. Por outro lado, doses maiores de N (a partir da dose 40 kg de N ha⁻¹) podem reduzir a MSND, indicação de efeito deletério de N no processo de FBN.

Os resultados deste estudo divergem dos encontrados por Santos e outros (2014), em experimento com feijão-caupi submetido à adubação nitrogenada e inoculação com a estirpe BR 3262, no qual a MSND foi favorecida pelas doses de N (entre 40 e 62 kg de N ha⁻¹) em todos os solos avaliados.

Os dados referentes a altura de plantas (APL) e massa seca da parte aérea (MSPA) foram ajustados aos modelos lineares, quadráticos e cúbicos. Nos modelos quadráticos, estimou-se a dose máxima de N, enquanto, nos modelos cúbicos, estimaram-se as doses máxima e mínima (Figura 1.2 A e B).

A APL foi ajustada ao modelo linear para a inoculação com a estirpe BR 3267, com decréscimo de 0,08 cm na média dessa variável por kg de N acrescido na adubação, a partir da dose zero. As respostas da testemunha e da BR 3262 foram ajustadas pelo modelo cúbico, com decréscimo na APL até as doses 10 e 15 kg de N ha⁻¹ na estirpe BR 3262 e na testemunha, respectivamente, quando as APL atingiram 28,5 e 23,4 cm, respectivamente. A partir dessas doses, as APL aumentaram até as doses 45 e 50 kg de N ha⁻¹ na estirpe e na testemunha, respectivamente, quando as APL atingiram 36,3 cm em ambos os tratamentos. Apesar da variação na APL, os dados não se ajustaram aos modelos de regressão ($p > 0,05$) para a estirpe BR 3299, em função das doses de N (Figura 1.2 A).

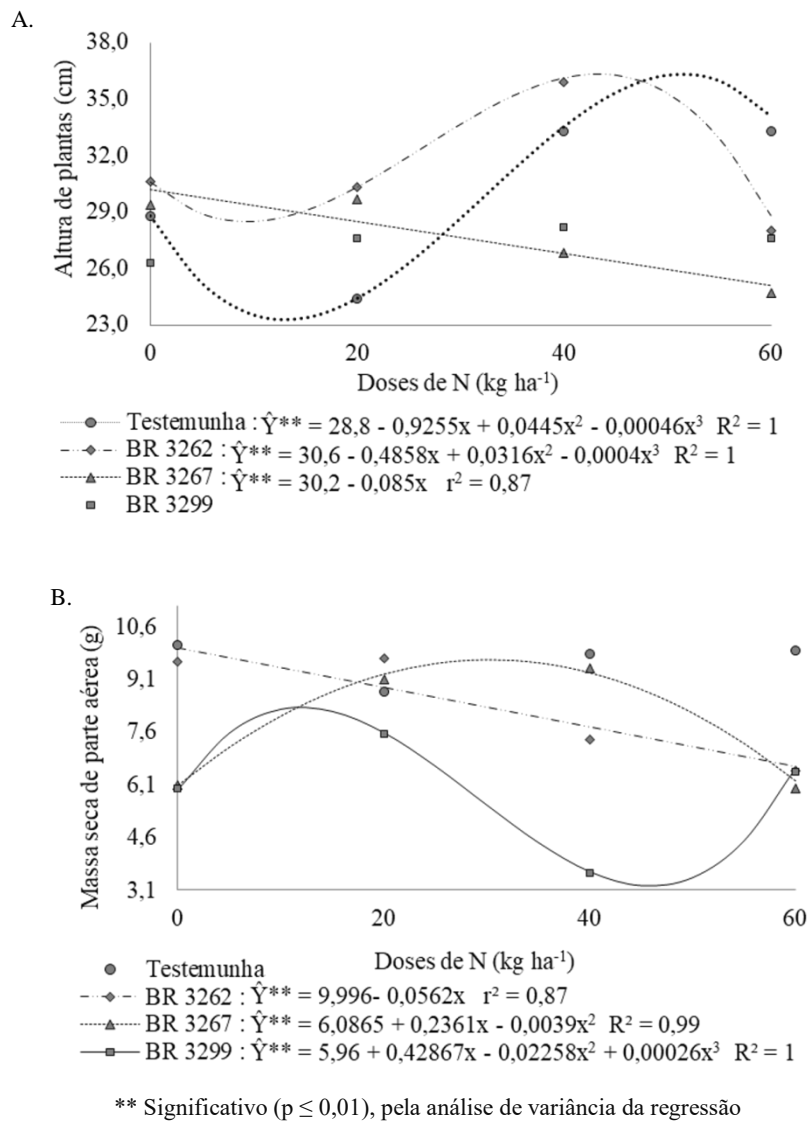


Figura 1.2 - Altura de plantas (A) e massa seca de parte aérea (B) de plantas de feijão-caupi, cv. BRS Novaera, em função das fontes e doses de N (kg ha⁻¹). Vitória da Conquista, BA, 2016.

As respostas positivas das plantas à adubação nitrogenada sem inoculação corroboram os resultados de Melo et al. (2015), segundo os quais 50

kg de N ha⁻¹, sem inoculação é a dose que proporciona maior APL (27,8 cm) em feijão-caupi.

No tratamento inoculado com a estirpe BR 3267, a APL das plantas foi menor, com o aumento das doses de N. A adubação com elevadas doses de N sugere possível comprometimento da FBN, como consequência da redução da nodulação, o que afeta negativamente o crescimento da parte vegetativa.

O aumento nas doses de N promoveu efeito linear decrescente sobre a MSPA em plantas cujas sementes foram inoculadas com a estirpe BR 3262; registrou-se decréscimo de 0,05 g por kg de N acrescido na adubação, a partir da dose zero, com perda de 33,8% até a dose 60 kg de N ha⁻¹. Na inoculação com a estirpe BR 3267, os valores de MSPA ajustaram-se ao modelo quadrático crescente, com valor máximo estimado em 9,7 g na dose 30 kg de N ha⁻¹. Na inoculação com a estirpe BR 3299, os valores ajustaram-se ao modelo cúbico, sendo que as doses 10 e 45 kg de N ha⁻¹ promoveram a maior (8,3 g) e a menor (3,2 g) MSPA, respectivamente. Ao contrário do que ocorreu com a APL, na inoculação com a estirpe BR 3262, doses crescentes de N não favoreceram o aumento da MSPA (Figura 1.2 B).

Em geral, as respostas do feijão-caupi à adubação nitrogenada e/ou inoculação têm sido variáveis em relação à MSPA, conforme observado neste trabalho, o que pode resultar em efeitos positivos (CHAGAS JÚNIOR e outros, 2014; COSTA e outros, 2014; FARIAS e outros, 2016) ou não significativos (COSTA e outros, 2011).

Os dados referentes à MSR e MSTP foram ajustados aos modelos lineares e quadráticos. Nos modelos quadráticos, estimou-se a dose máxima de N (Figura 1.3 A e B).

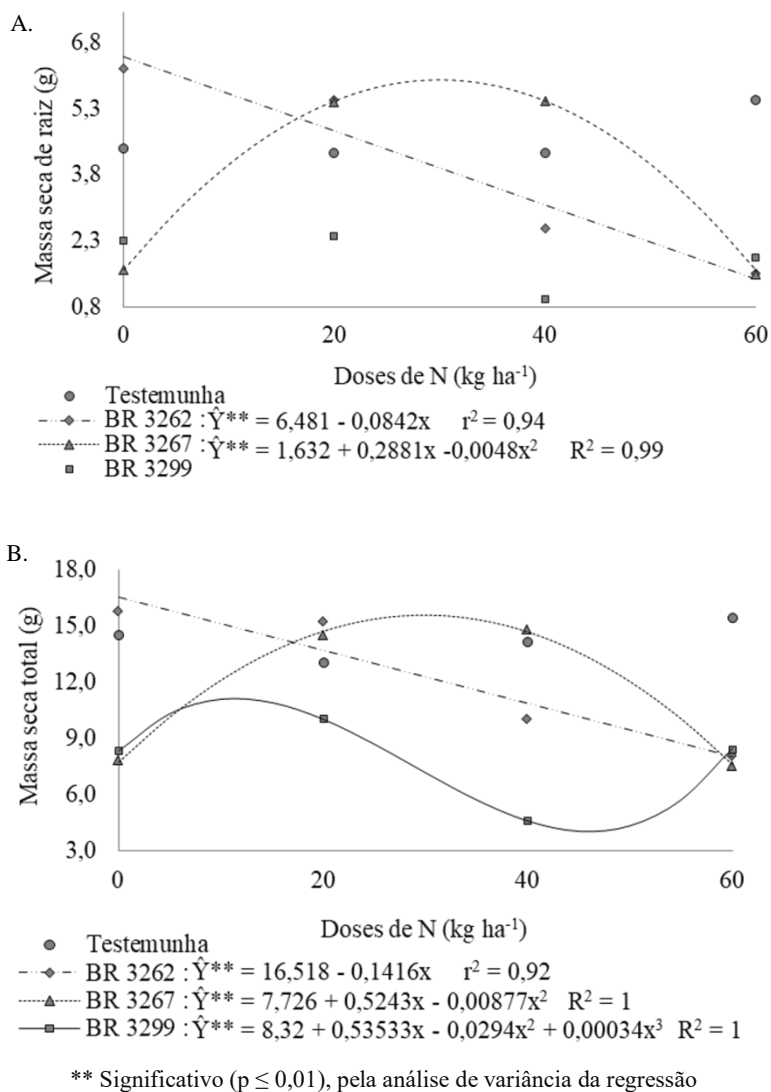


Figura 1.3 - Massa seca de raiz (A) e massa seca total (B) de plantas de feijão-caupi, cv. BRS Novaera, em função das fontes e doses de N (kg ha⁻¹). Vitória da Conquista, BA, 2016.

Quanto à MSR, houve efeito linear decrescente na estirpe BR 3262, e efeito quadrático crescente na estirpe BR 3267. Na estirpe BR 3299, assim como

na testemunha, os dados não se ajustaram aos modelos de regressão (Figura 1.3 A).

A MSR foi maior na dose 0 kg de N ha⁻¹ (6,5 g planta⁻¹) e menor na dose 60 kg de N ha⁻¹ (1,4 g planta⁻¹). Na inoculação com a estirpe BR 3262, doses crescentes de N causaram decréscimos de 0,08 g na MSR por kg de N, a partir da dose zero. Esses decréscimos representam perda de 77,9% até a dose 60 kg de N ha⁻¹. Em termos comparativos, Santos e outros (2014) encontraram 7,6 g de MSR planta⁻¹, em experimento com feijão-caupi inoculado com a estirpe BR 3262 e adubado com 42,5 kg de N ha⁻¹, em Latossolo Amarelo distrófico. No presente estudo, em plantas inoculadas com a estirpe BR 3267, o maior valor de MSR foi 6,0 g planta⁻¹, na dose 30 kg de N ha⁻¹; esse valor torna-se menor com o aumento das doses de N.

No tratamento com inoculação com a estirpe BR 3262, os valores de MSTP, em função das doses de N, ajustaram-se ao modelo linear decrescente. Com a estirpe BR 3267, os valores ajustaram-se ao modelo quadrático crescente; com a estirpe BR 3299, ao modelo cúbico. Em relação à testemunha, os dados não se ajustaram a nenhum modelo de regressão (Figura 1.3 B).

Em plantas inoculadas com a estirpe BR 3262, doses crescentes de adubação nitrogenada causaram efeito inibidor sobre o acúmulo de MSTP: o maior valor (16,5 g) foi atingido com a menor dose de N, enquanto o menor valor (8,0 g) deu-se com a maior dose de N. Doses crescentes de N reduziram a MSTP em 0,14 g por kg de N (redução de 51,5%) até a dose 60 kg de N ha⁻¹. Em relação à inoculação com a estirpe BR 3267, de acordo com o modelo quadrático, doses crescentes até 30 kg de N ha⁻¹ proporcionaram aumento da MSTP até o máximo de 15,6 g planta⁻¹. Com a estirpe BR 3299, o maior de MSTP (11,1 g) e o menor (4,0 g) foram encontrados em plantas adubadas com 10 e 45 kg de N ha⁻¹, respectivamente.

Os resultados indicaram que a altura de plantas foi mais beneficiada que as demais características, em relação ao aumento nas doses de N. No entanto, ainda é necessário avaliar a viabilidade econômica da adubação nitrogenada para essa finalidade.

De modo geral, apesar de os dados da testemunha não terem se ajustado aos modelos de regressão, verificou-se nesse tratamento que as MSPA, MSR e MSTP mantiveram-se constantes, em resposta a doses crescentes de N. Esses resultados podem estar associados à presença de população nativa de bactérias, que proporcionaram a fixação de N atmosférico e a sua conversão em biomassa seca.

Os valores de MSPA, MSR e MSTP, provenientes de tratamentos inoculados com doses maiores de N, por sua vez, foram menores, embora as estirpes possam ser favorecidas por doses de até 30 kg de N ha⁻¹. Tal resposta pode estar associada também à não adaptação das estirpes às condições edafoclimáticas locais. Além disso, as elevadas temperaturas registradas durante o período experimental podem ter influenciado a capacidade de sobrevivência e eficiência dessas estirpes na FBN.

A eficiência relativa (EFR) da estirpe BR 3262 foi superior à das estirpes BR 3267 e BR 3299, na dose 20 kg de N ha⁻¹ (EFR 20). Na EFR 40, a estirpe BR 3262, a testemunha nitrogenada (40 kg ha⁻¹ de N) e a testemunha sem N foram superiores às estirpes BR 3267 e BR 3299. Por fim, na dose 60 kg de N ha⁻¹ (EFR 60), a eficiência relativa da estirpe BR 3262, a da testemunha nitrogenada (60 kg de N ha⁻¹) e a da testemunha absoluta foram superiores à das demais estirpes (Tabela 1.5).

Tabela 1.5 - Eficiência relativa (EFR) das fontes de N em função das doses 20, 40 e 60 kg de N ha⁻¹, em feijão-caupi, cv. BRS Novaera. Vitória da Conquista, BA, 2016.

Tratamentos	EFR 20	EFR 40	EFR 60
	------(%)-----		
BR 3262	112,3 a	100,3 a	97,8 a
BR 3267	69,0 c	63,1 b	61,1 b
BR 3299	69,5 bc	62,2 b	60,5 b
Testemunha absoluta	105,3 ab	106,5 a	102,9 a
Testemunha com 20 kg de N ha ⁻¹	100,0 abc	-	-
Testemunha com 40 kg de N ha ⁻¹	-	100,0 a	-
Testemunha com 60 kg de N ha ⁻¹	-	-	100,0 a
CV (%)	20,4	18,8	17,9

Médias seguidas pela mesma letra, em cada coluna, não diferem entre si, pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$). CV = coeficiente de variação.

Os valores de EFR assemelham-se aos encontrados por Ferreira (2013), em experimento com feijão-caupi, adubado com diferentes fontes de N, em dois tipos de solo. Naquele estudo, a EFR da estirpe BR 3262 (91,8%) não diferiu da EFR da testemunha nitrogenada (100%), em um Latossolo Amarelo adubado com 300 mg de N vaso⁻¹. Em outro estudo envolvendo tratamentos similares com o feijão-caupi, Farias e outros (2016) verificaram que a testemunha com N (80 kg de N ha⁻¹) propiciou EFR semelhante ao das estirpes avaliadas.

Os tratamentos com a estirpe BR 3262, a testemunha nitrogenada nas doses 20, 40 e 60 kg de N ha⁻¹ e a testemunha absoluta contribuíram para o maior acúmulo de massa seca da parte aérea e, portanto, podem ser consideradas como tratamentos que proporcionam melhor eficiência, visto que a EFR é um parâmetro indicativo da ocorrência de associação simbiótica eficaz. Possivelmente, em razão de os solos apresentarem elevada concentração de população de rizóbios nativos capazes de nodular o feijão-caupi, estes podem ter contribuído para a obtenção desses resultados. Assim, a variabilidade de respostas obtidas neste trabalho pode estar associada, segundo Kaneko e outros (2010) e Freitas e outros (2012), tanto à densidade e habilidade competitiva de

rizóbios nativos, que competem com estirpes inoculadas pelo mesmo sítio de infecção durante a FBN, quanto à baixa especificidade dos inoculantes para a nodulação da cultura.

4. CONCLUSÃO

A ausência de inoculação e de adubação nitrogenada proporcionaram aumentos no número de nódulos e na sua massa seca, com eficiência simbiótica semelhante à da estirpe BR 3262.

A nodulação foi inibida, com o aumento das doses de N.

As massas secas da parte aérea, da raiz e a de toda a planta foram maiores em doses de até 30 kg de N ha⁻¹, com a estirpe BR 3267.

5. REFERÊNCIAS

- ALCANTARA, R. M. C. M. de; XAVIER, G. R.; RUMJANEK, N. G.; ROCHA, M. M.; CARVALHO, J. dos S. Eficiência simbiótica de progenitores de cultivares brasileiras de feijão-caupi. **Revista de Ciência Agronômica**, Fortaleza, v. 45, n. 1, p. 1-9, 2014.
- BERGENSEN, F. J.; BROCKWELL, J.; GIBSON, A. H.; SCHWINGHAMER, E. A. Studies of natural populations and mutants of *Rhizobium* in the improvement of legume inoculants. **Plant and Soil**, Canberra, v. 46, p. 3-16, 1971.
- CASAROLI, D.; VAN LIER, Q. de J. Critérios para determinação da capacidade de vaso. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 32, n. 1, p. 59-66, 2008.
- CAVALCANTE, A. C. P.; CAVALCANTE, A. G.; DINIZ NETO, M. A.; MATOS, B. F.; DINIZ, B. L. M. T.; BERTINO, A. M. P. Inoculação das

cultivares locais de feijão-caupi com estirpes de rizóbio. **Revista de Ciências Agrárias**, Viçosa, v. 60, n. 1, p. 38-44, 2017.

CHAGAS JUNIOR, A. F.; OLIVEIRA, A. G.; REIS, H. B.; SANTOS, G. R.; CHAGAS, L. F. B.; MILLER, L. O. Eficiência da inoculação combinada de rizóbio e *Trichoderma* spp. em diferentes cultivares de feijão-caupi (*Vigna unguiculata*) no cerrado (Savana Brasileira). **Revista de Ciências Agrárias**, Portugal, v. 37, n. 1, p. 20-28, 2014.

CHAGAS, J. M.; BRAGA, J. M.; VIEIRA, C.; SALGADO, L. T.; et al. In: RIBEIRO, A. C.; GUIMARÃES, P. T. G.; ALVAREZ, V. H. **Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais - 5ª Aproximação**. Viçosa - MG, p. 274-275. 1999.

COSTA, E. M.; NÓBREGA, R. S. A.; MARTINS, L. V.; AMARAL, F. H. C. MOREIRA, F. M. S. Nodulação e produtividade de *Vigna unguiculata* (L.) Walp. por cepas de rizóbio em Bom Jesus, PI. **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza, v. 42, n. 1, p. 1-7, 2011.

COSTA, E. M.; NÓBREGA, R. S. A.; SILVA, A. F. T. da; FERREIRA, L. DE V. M.; NÓBREGA, J. C. A.; MOREIRA, F. M. S. Resposta de duas cultivares de feijão-caupi à inoculação com bactérias fixadoras de nitrogênio em ambiente protegido. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, Recife, v. 9, n. 4, p. 489-494, 2014.

FARIAS, T. P.; TROCHMANN, A.; SOARES, B. L.; MOREIRA, F. M. S. Rhizobia inoculation and liming increase cowpea productivity in Maranhão State. **Acta Scientiarum Agronomy**, Maringá, v. 38, n. 3, p. 387-395, 2016.

FERREIRA, D. F. Sisvar: a Guide for its Bootstrap procedures in multiple comparisons. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 38, n. 2, p. 109-112, 2014.

FERREIRA, L. V. M. **Seleção e eficiência de estirpes de bactérias diazotróficas simbióticas para *Vigna unguiculata* (L. Walp.)**. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal do Piauí, Teresina. 2013. 112 p.

FREITAS, A. D. S.; SILVA, A. F.; SAMPAIO, E. V. S. B. Yield and biological nitrogen fixation of cowpea varieties in the semi-arid region of Brazil. **Biomass and Bioenergy**, Redwoodv, 45, p. 109-114, 2012.

FREIRE FILHO, F. R.; CRAVO, M. da S.; VILARINHO, A. A.; CAVALCANTE, E. da S.; FERNANDES, J. B.; SAGRILLO, E.; RIBEIRO, V. Q.; ROCHA, M. de M.; SOUZA, F. de F.; LOPES, A. de M.; GONÇALVES, J. R. P.; CARVALHO, H. W. L. de; RAPOSO, J. A. A.; SAMPAIO, L. S. **BRS Novaera: cultivar de feijão-caupi de porte semi-ereto**. Comunicado técnico. Belém, PA, Set. 2008. 4p.

FREIRE FILHO, F. R.; RIBEIRO, V. Q.; RODRIGUES, J. E. L. F.; VIEIRA, P. F. De M. J. **A cultura: aspectos socioeconômicos**. In: Feijão-caupi: do plantio à colheita. VALE, J. C. Do; BERTINI, C.; BORÉM, A. 1 ed. Editora: UFV, 267 p. 2017.

HUNGRIA, M.; CAMPO, R. J.; MENDES, I. C. **Fixação biológica do nitrogênio na cultura da soja**. Londrina: Embrapa Soja, 2001, 48p. (Circular Técnica / Embrapa Soja).

HUNGRIA, M. Sinais moleculares envolvidos na nodulação das leguminosas por rizóbio. **Revista Brasileira de Ciências do Solo**, Viçosa, v. 18, n. 3, p. 339-364, 1994.

INMET. **INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA**. Estação meteorológica (ESMET). Vitória da Conquista, BA, 2018.

KANEKO, F. H.; ARF, O.; GITTI, D. C.; ARF, M. V.; FERREIRA, J. P.; BUZETTI, S. Mecanismos de abertura de sulcos, inoculação e adubação nitrogenada em feijoeiro em sistema plantio direto. **Bragantia**, Campinas, v. 69, n. 1, p. 125-133, 2010.

MARINHO, R. de C. N.; FERREIRA, L. de V. M.; SILVA, A. F. da; MARTINS, L. M. V.; NÓBREGA, R. S. A.; FERNANDES-JÚNIOR, P. I. Symbiotic and agronomic efficiency of new cowpea rhizobia from Brazilian Semi-Arid. **Bragantia**, Campinas, v. 76, n. 2, p. 273-281, 2017.

MELO, N. C.; ALMEIDA, R. F.; SILVA, V. F. A.; FERREIRA, R. L. C.; VALENTE, G. F. Análise multivariada no crescimento e nodulação de feijão-caupi com doses de nitrogênio. **Enciclopédia Biosfera**, Centro Científico Conhecer, Goiânia, v. 11, n. 21, p. 142, 2015.

PARENTE, T. de L.; LAZARINI, E.; CAIONI, S.; PIVETTA, R. S.; SOUZA, L. G. M DE; BOSSOLANI, J. W. Adubação nitrogenada em genótipos de soja

associada à inoculação em semeadura direta no Cerrado. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, Recife, v. 10, n. 2, p. 249-255, 2015.

RUFINI, M.; SILVA, M. A. P.; FERREIRA, P. A. A.; CASSETARI, A. S.; SOARES, B. L.; ANDRADE, M. J. B.; MOREIRA, F. M. S. Symbiotic efficiency and identification of rhizobia that nodulate cowpea in a Rhodic Eutrudox. **Biology and Fertility of Soils**, Switzerland, v.50, n.1, p.115-122, 2014.

SANTOS, K. C. dos; UCHÔA, S. C. P.; MELO, V. F.; ALVES, J. M. A.; ROCHA, P. R. R.; XIMENES, C. K. dos S. Inoculação com *Bradyrhizobium* e adubação nitrogenada em feijão-caupi cultivado em diferentes solos. **Revista Agro@mbiente On-line**, Boa Vista, v. 8, n. 3, p. 306-317, 2014.

SILVA, G. C.; MAGALHÃES, R. C.; SOBREIRA, A. C.; 2, SCHMITZ, R.; SILVA, L. C. da. Rendimento de grãos secos e componentes de produção de genótipos de feijão-caupi em cultivo irrigado e de sequeiro. **Revista Agro@mbiente On-line**, v. 10, n. 4, p. 342-350, 2016.

SEI. SUPERINTENDÊNCIA DE ESTUDOS ECONÔMICOS E SOCIAIS DA BAHIA. Tipologia climática de Köppen. Estado da Bahia. 1998. Disponível em: <http://www.sei.ba.gov.br/site/geoambientais/mapas/pdf/tipologia_climatica_segundo_koppen_2014.pdf>. Acesso em: 29 fev. 2018.

XAVIER, G. R.; MARTINS, L. M. V.; RIBEIRO, J. R; de A.; RUMJANEK, N. G. Especificidade simbiótica entre rizóbios e acessos de feijão-caupi de diferentes nacionalidades. **Caatinga**, Mossoró, v. 19, n. 1, p. 25-33, 2006.

ARTIGO 2.
CARACTERÍSTICAS AGRONÔMICAS, PRODUTIVIDADE E
QUALIDADE DE SEMENTES DE FEIJÃO-CAUPI EM FUNÇÃO DA
INOCULAÇÃO E ADUBAÇÃO NITROGENADA²

² Artigo a ser ajustado e submetido ao Comitê Editorial do periódico científico **Ciências Agrárias**, na versão português. B1 para a área de Ciências Agrárias, segundo o Qualis-Capes.

CARACTERÍSTICAS AGRONÔMICAS, PRODUTIVIDADE E QUALIDADE DE SEMENTES DE FEIJÃO-CAUPI EM FUNÇÃO DA INOCULAÇÃO E ADUBAÇÃO NITROGENADA

RESUMO

Com o presente trabalho, objetivou-se investigar o efeito da estirpe BR 3262 e doses de adubação nitrogenada sobre características agronômicas, produtividade e qualidade de sementes de feijão-caupi. O delineamento experimental utilizado foi em blocos casualizados, arranjos em esquema fatorial 5x2, sendo cinco doses de N (0, 20, 40, 60 e 80 kg de N ha⁻¹) e a BR 3262, além da testemunha. As características avaliadas foram: índice SPAD; altura de plantas; número de nódulos; massa seca de nódulos, da parte aérea, raízes e total da planta; teor e acúmulo de N na massa seca da parte aérea; número de vagens por planta; número de sementes por vagem; comprimento e massa da vagem; massa das sementes por vagem; índice de grãos; teor e acúmulo de N nas sementes; produtividade de sementes; teor de água e massa de mil sementes; germinação; envelhecimento acelerado; condutividade elétrica; emergência de plântulas; índice de velocidade de emergência; comprimento da parte aérea e massa seca das plântulas. Nas plantas em que as sementes foram tratadas com inoculação, o teor e acúmulo de N na parte aérea foram maiores. Doses crescentes de N proporcionaram maior massa de sementes por vagem e vigor de sementes. A interação entre a adubação nitrogenada e a ausência de inoculação resultou em maiores valores de altura de plantas e índice de grãos, além de maiores percentuais de germinação e emergência das plântulas. A interação entre a adubação nitrogenada e a inoculação não proporcionou incrementos nas características agronômicas, nem nos componentes de produção e na qualidade e vigor das sementes de feijão-caupi.

Palavras-chave: *Bradyrhizobium*; germinação; componentes de produção; *Vigna unguiculata* (L.) Walp.

AGRONOMIC CHARACTERISTICS, PRODUCTIVITY AND QUALITY OF COWPEA IN THE FUNCTION OF INOCULATION AND NITROGEN FERTILIZATION

ABSTRACT

The aim of this work was to investigate the effect of the BR 3262 strain and nitrogen fertilization rates on the agronomic characteristics, productivity and quality of cowpea seeds. The experimental design was randomized blocks, arranged in a 5x2 factorial, that is, five N doses (0, 20, 40, 60 and 80 kg N ha⁻¹) and BR 3262, in addition to the control. SPAD index, plant height, nodules number and dry mass, shoot, root and whole plant dry mass, N content and accumulation in shoot dry mass, pods number per plant, seeds number per pod; pod length and mass, seed mass per pod, grain index, N content and accumulation in seeds, seeds yield, one thousand seed mass and water content, germination, accelerated aging, electric conductivity, seedling emergence, emergency speed index, shoot length and dry mass, were evaluated. In the inoculated-seed plants, the shoot N content and accumulation were higher. Increasing N doses provided higher seed mass per pod and vigor. The interaction of nitrogen fertilization and no inoculation led to both higher plant height and grain index, as well as higher germination percentage and seedling emergence. The interaction of nitrogen fertilization and inoculation did not improve neither agronomic characteristics, nor the production components nor the quality and vigor of the cowpea seeds.

Key words: *Bradyrhizobium*; germination; production components; *Vigna unguiculata* (L.) Walp.

1. INTRODUÇÃO

O feijão caupi (*Vigna unguiculata* (L.) Walp.), conhecido popularmente como feijão-de-corda, é uma leguminosa que apresenta altos teores de proteína nos grãos, além de carboidratos, vitaminas, aminoácidos essenciais e minerais. É considerado, para as regiões Norte e Nordeste, um dos principais componentes da alimentação humana, além de constituir a principal fonte geradora de emprego e renda (FREIRE FILHO e outros, 2017).

Atualmente, a cultura está se expandindo também para a região Centro-Oeste, onde predomina o cultivo em larga escala, adotado por médios e grandes agricultores, que praticam uma lavoura altamente tecnificada.

Em comparação com outras culturas, o potencial genético do feijão-caupi ainda é pouco explorado, o que constitui uma das causas da sua baixa produtividade. Na região Centro-Oeste, a produtividade média na safra 2017/2018 foi de 1.075 kg ha⁻¹, enquanto, no Nordeste, essa média não ultrapassou 361 kg ha⁻¹ (CONAB, 2018). Em condições experimentais no sudoeste baiano, Públio Júnior e outros (2017) obtiveram produtividade de grãos de 1.423 kg ha⁻¹ com a cultivar BRS Novaera. Para elevar a produtividade do feijão-caupi no Nordeste, equiparando-a à das regiões com melhor desempenho, torna-se fundamental investir na utilização de tecnologias voltadas para a exploração dessa cultura.

O processo de nodulação e, conseqüentemente, a Fixação Biológica de Nitrogênio (FBN) é uma das tecnologias que possibilitam incrementos no rendimento de grãos (SILVA JÚNIOR e outros, 2014). Entretanto, Fonseca e outros (2013) alertam que a adubação nitrogenada somente poderá ser substituída pela FBN se essa simbiose com os rizóbios suprir o N necessário ao crescimento e desenvolvimento da cultura, uma vez que a cultura do feijão-caupi é caracterizada por aplicações de altas doses de N mineral. Além disso, existe

um descrédito quanto aos benefícios da inoculação para esta cultura.

A utilização de inoculantes, com quantidades adequadas de rizóbios competitivos e eficientes, além de favorecer o aumento da produtividade, por meio da otimização da FBN, poderá contribuir para a redução dos custos com fertilizantes nitrogenados e proporcionar manejo ecológico adequado, visto que a produção desses fertilizantes consome grande quantidade de combustíveis fósseis.

A utilização de adubos de forma adequada e equilibrada poderá estabelecer um ambiente favorável para a produção de maior quantidade de sementes, com melhor qualidade, que possam resistir mais facilmente a eventuais adversidades no período de produção.

A qualidade da semente compreende várias características, tais como a viabilidade, vigor, teor de água, maturidade, danificação mecânica, infecções por patógenos, tamanho, aparência e longevidade (POPINIGIS, 1985). O somatório dos componentes genético, físico, sanitário e fisiológico é que expressa a qualidade da semente (PESKE e outros, 2012).

O presente trabalho foi realizado com o objetivo de avaliar o efeito da estirpe BR 3262 na cultura do feijão-caupi de doses de adubação nitrogenada sobre características agrônômicas, produtividade e qualidade das sementes de feijão-caupi.

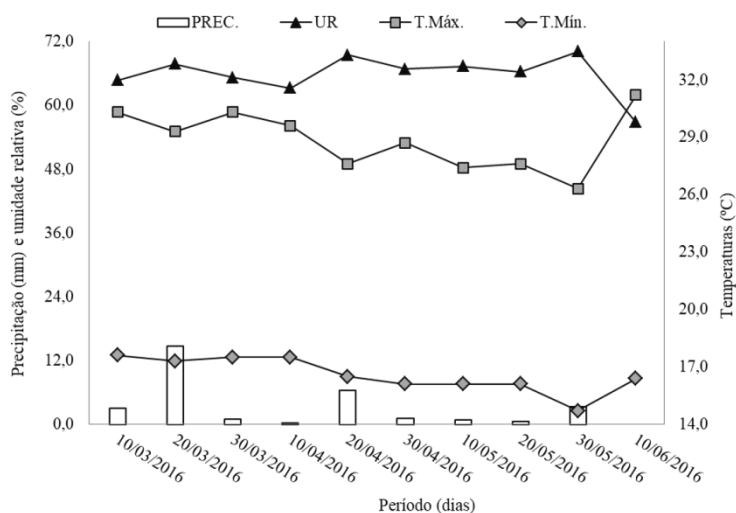
2. MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido na área experimental e no Laboratório de Tecnologia de Sementes da Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia (UESB), *campus* de Vitória da Conquista, BA (14°53'S e 40°48'W e altitude de 879 m) (INMET, 2018), entre os meses de março e junho de 2016. O clima

caracteriza-se como tropical de altitude, do tipo Cwb, segundo a classificação de Köppen (SEI, 1998), com pluviosidade média anual de 733,90 mm.

A espécie utilizada foi o feijão-caupi, cv. BRS Novaera.

Os dados climáticos de precipitação pluvial, umidade relativa do ar e temperaturas média, máxima e mínima, durante o período de realização do experimento, por decênio, estão apresentados na Figura 2.1.



Fonte: Instituto Nacional de Meteorologia - INMET/Vitória da Conquista - Bahia (2018).

Figura 2.1 – Médias mensais de precipitação (Prec.), umidade relativa do ar (UR) e temperaturas máxima (T.Máx.) e mínima (T.Mín.), por decênio, no período de março a junho de 2016. Vitória da Conquista, BA, 2016.

No período anterior à implantação do experimento, a área utilizada havia sido totalmente desmatada e destocada. Posteriormente, realizou-se a análise físico-química de uma amostra de solo retirada da camada de 0,0 a 0,2 m. O solo da área experimental é do tipo Latossolo amarelo, distrófico Tb, com classe textural franco-argilo-arenosa (Tabela 2.1).

Tabela 2.1 - Análise físico-química da amostra de solo da área experimental da UESB, realizada antes da instalação do experimento. Vitória da Conquista, BA, 2016.

pH	Análise química do solo							Tamanho de partículas			
	mg dm ⁻³	cmolc dm ⁻³ de solo					%	g kg ⁻¹			
H ₂ O	P	K ⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Al ³⁺	H ⁺	V	m	Areia	Silte	Argila
6,4	6,0	0,4	5,0	1,5	0,0	1,9	79,0	0,0	750	50	200

Para P e K, foi utilizado Extrator Mehlich; para Ca, Mg e Al, foi utilizado (KCl 1N); e para H + Al, foi utilizado (CaCl₂ 0,01M e SMP).

A partir dos resultados da análise de solo, realizou-se o preparo da área para a semeadura e, posteriormente, a aração, gradagem, nivelamento e abertura de sulcos com 0,50 m de distância.

Os cálculos de adubação de fundação nas linhas de plantio foram baseados nos resultados da análise de solo e nas recomendações de adubação para uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais (5ª aproximação) (CHAGAS e outros, 1999). A adubação de plantio foi realizada com 80 kg ha⁻¹ de P₂O₅, na forma de superfosfato simples, e 20 kg ha⁻¹ de K₂O, na forma de cloreto de potássio, para todas as parcelas.

Utilizou-se delineamento experimental em blocos casualizados, com quatro blocos, e tratamentos arranjos em esquema fatorial 5 x 2, sendo cinco doses de N (0, 20, 40, 60 e 80 kg de N ha⁻¹) e duas formas de inoculação testemunhas (sem e com), perfazendo um total de 40 parcelas experimentais (Figura 2.2).

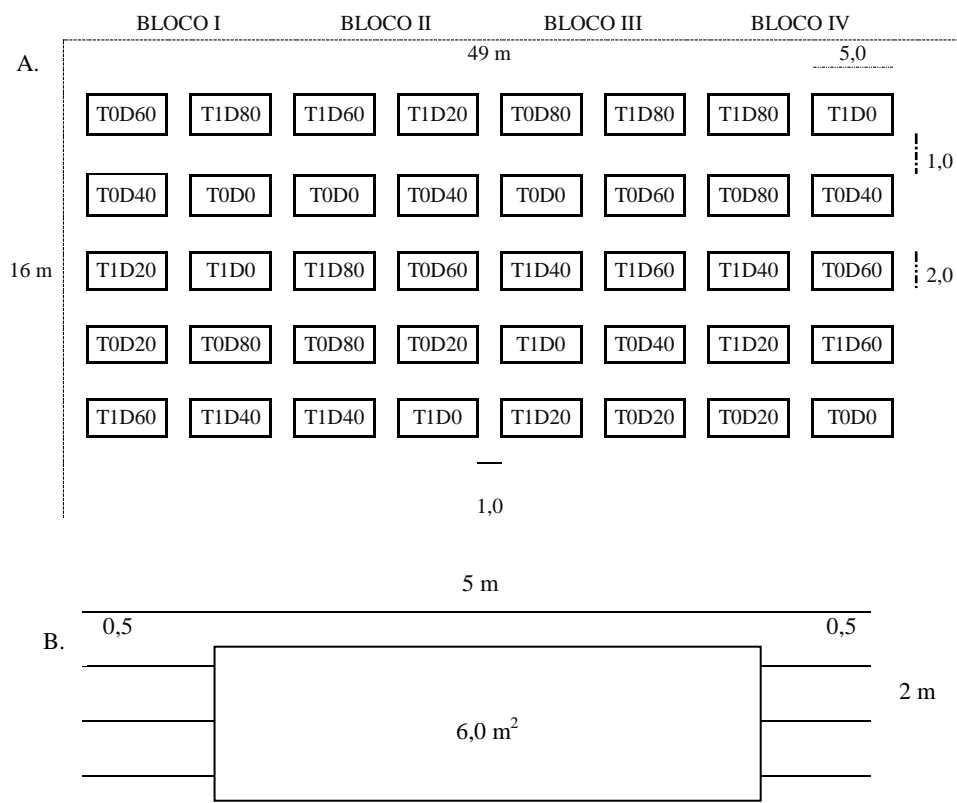


Figura 2.2 – Croqui da área (A) e detalhe da parcela (B) do experimento conduzido em campo, na área experimental da UESB, durante os meses de março a junho de 2016. T0 = Sem inoculação; T1 = Com inoculação; D0, D20, D60 e D80 = Doses 0, 20, 60 e 80 kg de N ha⁻¹. Vitória da Conquista, BA, 2016.

As parcelas experimentais foram constituídas de cinco linhas de 5 m, com 0,5 m de espaçamento, resultando em uma área de 12,5 m². A área útil das parcelas foi constituída pelas três linhas centrais, descartando-se 0,5 m de cada extremidade das parcelas, totalizando 6 m². Foram semeadas, manualmente, 20 sementes por metro linear nos sulcos de semeadura, e, após o desbaste aos quinze dias após a emergência (DAE), obteve-se a densidade de 10 plantas por metro linear. A população final foi de 200 mil plantas ha⁻¹.

As sementes de feijão-caupi foram inoculadas com a estirpe BR 3262 (SEMIA 6464), classificada como *Bradyrhizobium elkanii*, recomendada comercialmente para o feijoeiro no Brasil; o produto foi preparado a uma densidade de 10^9 células g^{-1} de turfa.

O inoculante foi fornecido pela Embrapa Agrobiologia, em veículo turfoso, com concentração rizobiana da ordem de $35,60 \times 10^9$, e adicionado às sementes na proporção de 500g de inoculante para 50 kg de sementes, com solução açucarada (10% p:v), na proporção de 6 mL kg^{-1} de sementes (HUNGRIA e outros, 2001).

Na adubação nitrogenada, utilizou-se ureia (45% de N), sendo 50% na semeadura e 50% em cobertura (25 DAE). As doses utilizadas foram: 20 kg de N ha^{-1} (somente na semeadura), 40 kg de N ha^{-1} , 60 kg de N ha^{-1} e 80 kg de N ha^{-1} .

A semeadura foi realizada em 8 de março de 2016. Aos 25 DAE, efetuou-se a aplicação foliar dos micronutrientes molibdênio (de 0,15 kg ha^{-1} de molibdato de sódio) e zinco (0,25 kg ha^{-1} de sulfato de zinco). O controle fitossanitário foi realizado com a aplicação do inseticida/acaricida clorfenapir, na dose de 100 mL ha^{-1} do produto comercial Pirate®, aos 24 DAE das plântulas, para o controle de *Bemisia tabaci*, e o controle de plantas daninhas foi realizado manualmente, com auxílio de enxada.

Durante o desenvolvimento da cultura, e na ausência de chuvas, utilizou-se irrigação suplementar por aspersão convencional, sendo determinada, no início do experimento, a frequência acumulada da lâmina de água, em mm h^{-1} , de 20 aspersores distribuídos na área experimental, conforme Figura 2.3.

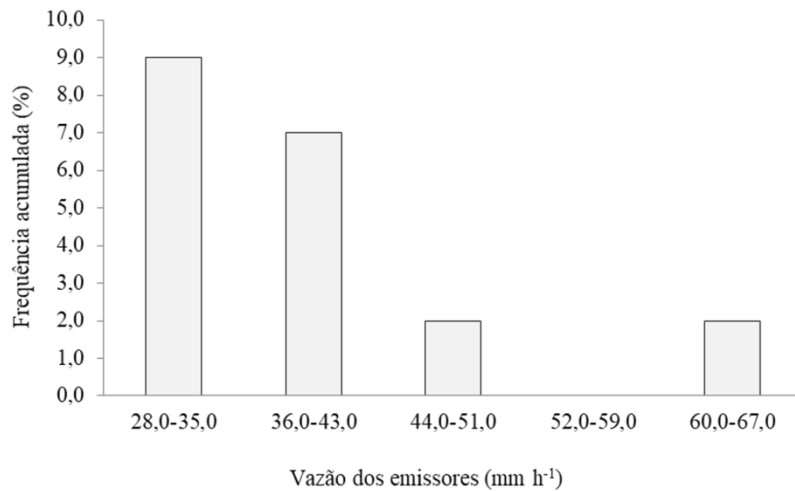


Figura 2.3 – Frequência acumulada (%) da lâmina de água, em mm h⁻¹, de 20 aspersores do sistema de irrigação por aspersão, aplicada na área experimental. Vitória da Conquista, BA, 2016.

2.1 Coleta de dados referentes às características fisiológicas e agronômicas de feijão-caupi

Aos 10, 30 e 50 dias após a emergência (DAE), avaliou-se o índice SPAD de folhas de feijão-caupi, por meio de um clorofilômetro portátil, SPAD-502 (Soil Plant Analysis Development), Minolta, Japão. As medições do índice SPAD foram determinadas, em cada parcela, pela média de quatro medições em folhas adultas.

Aos 35 DAE (início do florescimento), realizou-se a coleta de dez amostras de plantas, com raízes intactas, para análises da altura de plantas (cm), número de nódulos, massa seca de nódulos (mg) e massa seca da parte aérea, raízes e da planta (g), teor de N na massa seca da parte aérea (%) e acúmulo de N na massa seca da parte aérea (mg).

A parte aérea foi separada das raízes em corte efetuado no ponto de inserção cotiledonar, próximo à base do caule. As raízes foram lavadas em água

corrente sobre peneiras, e os nódulos foram destacados, contados e secos em papel absorvente.

A altura das plantas foi determinada com o auxílio de uma régua; as massas secas dos nódulos, a da parte aérea, a das raízes e a do total das plantas foram determinadas em laboratório, em balança com precisão de 0,001 g, após terem sido mantidas em estufa com circulação forçada de ar a 65° C, até atingir a massa constante. Após a secagem da parte aérea das plantas em estufa, estas foram moídas, e uma amostra representativa foi utilizada para determinação do teor de N na MSPA, pelo método de digestão sulfúrica, seguida de destilação Kjeldahl (EMBRAPA, 1997). O N acumulado foi calculado por meio da multiplicação da massa seca na parte aérea (g) pelo teor (%) de N da parte aérea, sendo o resultado dividido por 100.

2.2 Coleta de dados referentes aos componentes de produção de feijão-caupi

No final do ciclo da cultura, foram coletadas 10 plantas da área útil de cada parcela experimental e conduzidas ao laboratório para a contagem do número de vagens por planta. Em seguida, as vagens foram levadas para estufa de filme plástico agrícola para a secagem. Após a debulha das vagens, determinaram-se: número de sementes por vagem, comprimento da vagem (cm), massa da vagem (g), massa das sementes por vagem (g), índice de grãos (%), teor de N nas sementes (%), acúmulo de N nas sementes (mg de N semente⁻¹) e produtividade (kg ha⁻¹).

O teor de N foi obtido após a secagem e a moagem das sementes e, por fim, a utilização do método de digestão sulfúrica seguida de destilação Kjeldahl (EMBRAPA, 1997). Para a obtenção do acúmulo de N, fez-se a multiplicação da massa seca pelo teor de N, nas sementes, e o resultado foi dividido por 100.

A produtividade foi estimada a partir da pesagem das sementes de cada parcela e transformada em kg ha^{-1} . Para tanto, pequenas amostras de cada tratamento foram separadas para verificação do teor de água, conforme Brasil (2009), e corrigidas para 13% de umidade.

2.3 Coleta de dados referente à qualidade das sementes de feijão-caupi

Após a avaliação dos componentes de produção, as sementes foram submetidas aos testes de qualidade física e fisiológica.

Os testes de qualidade física foram: teor de água (%) e massa de mil sementes (g), de acordo com as Regras para Análise de Sementes (BRASIL, 2009).

Os testes de qualidade fisiológica e vigor de sementes foram: teste padrão de germinação (%), (BRASIL, 2009); envelhecimento acelerado (%) e condutividade elétrica ($\mu\text{S cm}^{-1}\text{g}^{-1}$), (KRZYZANOWSKI e outros, 1999); avaliação de plântulas por meio do teste de emergência (%) e o índice de velocidade de emergência, conduzidos em conjunto, (MAGUIRE, 1962); comprimento da parte aérea (cm) e massa seca das plântulas (g), conduzidos juntamente ao teste de emergência (KRZYZANOWSKI e outros, 1999).

Os dados foram submetidos aos testes de Cochran e de Lilliefors, para verificação da homogeneidade das variâncias e da normalidade dos dados, respectivamente. Posteriormente, realizou-se a análise de variância e o efeito da inoculação foi comparado pelo teste F ($p \leq 0,05$). Os dados referentes às doses de N foram submetidos à regressão polinomial, sendo ajustadas equações de regressão até o 3º grau. A análise estatística utilizou o programa SISVAR 5.4 (FERREIRA, 2014).

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 Características fisiológicas e agronômicas de feijão-caupi

Houve efeito isolado do uso da inoculação nas características: massas secas de parte aérea, raiz e de toda a planta, teor de N na parte aérea e acúmulo de N na parte aérea. A resposta da inoculação em função das doses de N foi significativa em relação à altura de plantas. Nas demais características, não houve efeito dos tratamentos (Tabela 2.2).

Tabela 2.2 - Resumo da análise de variância e do coeficiente de variação (CV), referentes ao índice SPAD aos 10, 30 e 50 dias após a emergência, altura de planta (APL), número de nódulos (NND), massa seca de nódulos (MSND), massa seca de parte aérea (MSPA), massa seca de raiz (MSR), massa seca total da planta (MSTP), teor (TNPA) e acúmulo (ANPA) de N na parte aérea de plantas de feijão-caupi, cv. BRS Novaera, submetido à inoculação (I), doses de N (D) em kg ha⁻¹ e sua interação (I x D). Vitória da Conquista, BA, 2016.

FV	GL	Quadrados médios										
		SPAD 10D	SPAD 30D	SPAD 50D	APL	NN	MSN	MSPA	MSR	MST	TNPA	ANPA
Inoculação (I)	1	4,2	0,6	19,0	41,4	352,8	0,5	656,1**	0,7**	697,2**	0,6*	36,7*
Doses de N (D)	4	21,1	20,1	9,5	41,3	180,8	0,2	79,6	0,3	78,6	0,1	7,2
I x D	4	8,9	20,8	10,0	65,9*	242,7	0,4	48,2	0,2	44,2	0,1	5,2
Blocos	3	411,1	18,8	11,1	247,9	97,9	0,0	76,8	0,5	79,0	0,3	17,5
Resíduo	27	14,6	10,7	20,9	30,5	147,8	0,3	58,7	0,2	61,8	0,1	8,3
CV (%)		6,5	4,7	6,5	21,2	57,5	51,1	32,9	25,8	31,2	7,7	7,2

**Significativo ($p \leq 0,01$) pelo teste F; *significativo ($p \leq 0,05$) pelo teste F.

As massas secas de parte aérea, raiz e de toda a planta, teor de N na parte aérea e acúmulo de N na parte aérea foram as características que diferiram entre o tratamento de inoculação (Tabela 2.3).

Tabela 2.3 - Índice SPAD aos 10, 30 e 50 DAE, número de nódulos (NND), massa seca de nódulos (MSND), massa seca da parte aérea (MSPA), raiz (MSR) e total da planta (MSTP), teor (TNPA) e acúmulo de N na parte aérea (ANPA) da planta de feijão-caupi, cv. BRS Novaera, em função da inoculação. Vitória da Conquista, BA, 2016.

Características	Inoculação	
	Sem	Com
SPAD 10 D	58,8 a	58,2 a
SPAD 30 D	70,1 a	70,4 a
SPAD 50 D	69,3 a	70,7 a
NND	18,2 a	24,1 a
MSND	1,0 a	1,2 a
MSPA	27,4 a	19,3 b
MSR	2,0 a	1,8 b
MSTP	29,4 a	21,0 b
TNPA	4,4 b	4,6 a
ANPA	39,0 b	40,9 a

Letras minúsculas distintas, na linha, indicam diferenças significativas entre a inoculação, dentro de cada característica, com base no teste de F ($p \leq 0,05$).

Apesar de não haver diferença significativa, em termos percentuais, o NND e a MSND no tratamento inoculado foram 24% e 17% superiores ao tratamento sem inoculação, respectivamente (Tabela 2.3). Por outro lado, Chagas Júnior e outros (2014) e Melo e Zilli (2009) verificaram em trabalhos com inoculação, em feijão-caupi, diferenças significativas nessas características, entre os tratamentos sem e com inoculação.

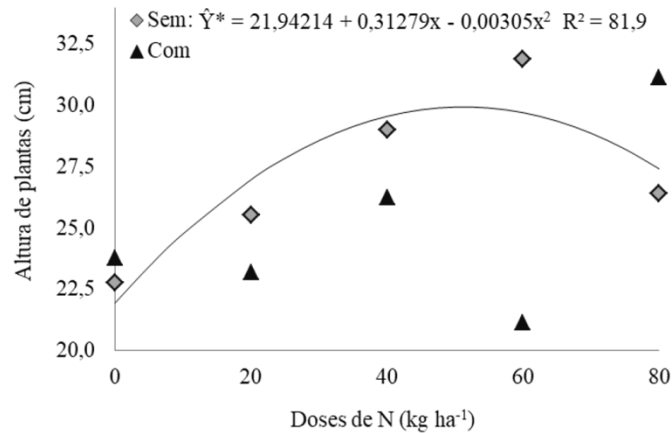
As médias da MSPA, MSR e MSTP foram maiores no tratamento sem inoculação em relação ao tratamento com inoculação (Tabela 2.3). Esses resultados podem indicar, no tratamento sem inoculação, que as bactérias simbióticas nativas foram eficientes para fixar o N atmosférico e, conseqüentemente, contribuir para o crescimento vegetal, enquanto que, no

tratamento com inoculação, pode ter ocorrido competição entre bactérias nativas do solo e inoculadas, o que limitou o desenvolvimento destas, devido à maior eficiência das nativas na simbiose com feijoeiro. Rufini e outros (2011) afirmam que essa cultura tem a capacidade de formar nódulos promovidos por várias espécies e estirpes de *Rhizobium* e, assim, favorecer maior competição por sítios nodulares. Além disso, a adaptação às condições ambientais é outro fator determinante para a eficiência da FBN (DEKA e outros, 2006).

O TNPA e ANPA foram maiores no tratamento com inoculação, o que pode indicar que a estirpe inoculada foi eficiente na fixação do N atmosférico. Deve-se salientar que, para todos os tratamentos, os teores referentes ao ANPA estão acima do nível crítico de N para a cultura, de 30 g kg⁻¹ ou 300 mg planta⁻¹, conforme Ambrosano e outros (1997). Esses níveis elevados referentes ao ANPA, em feijão-caupi, têm sido verificados em solos em que foram aplicados fertilizantes nitrogenados (FARIAS e outros, 2016; MARINHO e outros, 2017), com plantas-testemunha (FREITAS e outros, 2012; COSTA e outros, 2014) e com estirpes inoculadas (MELO e ZILLI, 2009; BATISTA e outros, 2017).

Na Figura 2.4, observa-se efeito quadrático crescente na APL de feijão-caupi, no tratamento sem inoculação. No tratamento inoculado, não houve resposta significativa, obtendo-se APL média de 25,1 cm.

Com o aumento das doses de N, houve acréscimo de 40 % na APL até a dose 50 kg de N ha⁻¹, com altura máxima de 29,9 cm. A partir desse ponto, houve decréscimo de 10% na altura até a dose 80 kg de N ha⁻¹ (27,4 cm). Assim, pode-se inferir que a aplicação nitrogenada em doses iguais ou menores que 50 kg de N ha⁻¹ contribui para o crescimento das plantas, pois o nitrogênio faz parte da sua estrutura, como componente de proteína, clorofila e outras moléculas.



* Significativo ($p \leq 0,05$), pela análise de variância da regressão

Figura 2.4 - Altura de plantas de feijão-caupi, cv. BRS Novaera, em função da inoculação e doses de N (kg ha⁻¹). Vitória da Conquista, BA, 2016.

Esses dados corroboram com os encontrados por Melo e outros (2015), ao verificar que a dose 50 kg de N ha⁻¹, no tratamento sem inoculação, resultou em maior APL (27,8 cm) em feijão-caupi.

3.2 Componentes de produção de feijão-caupi

O efeito do fator isolado, doses de N, foi verificado na característica massa de sementes por vagem (MSVG); ocorreu interação de doses de N (D) com a inoculação (I), em comprimento de vagem (CVG) e índice de grão (IG) (Tabela 2.4).

Tabela 2.4 - Resumo da análise de variância e do coeficiente de variação (CV) sobre o número de vagens por planta (NVGP), número de sementes por vagem (NSVG), comprimento da vagem (CVG), massa da vagem (MVG), massa de sementes por vagem (MSVG), índice de grão (IG), teor (TNS) e acúmulo (ANS) de N nas sementes, produtividade (PROD) e teor de água (TA) das sementes de feijão-caupi, cv. BRS Novaera, submetido à inoculação (I), doses de N (D) em kg ha⁻¹ e sua interação (I x D). Vitória da Conquista, BA, 2016.

FV	GL	Quadrados médios									
		NVGP	NSVG	CVG	MVG	MSVG	IG	TNS	ANS	PROD	TA
Inoculação (I)	1	0,3	0,5	0,5	0,0	0,0	2,9	0,1	31,0	132917,8	0,2
Dose de N (D)	4	8,7	0,4	0,5	0,2	0,1*	3,3	0,1	11,5	150058,3	1,8
I x D	4	1,7	0,4	0,6*	0,1	0,1	7,5*	0,0	0,8	332231,9	1,0
Blocos	3	37,0	2,6	1,1	0,2	0,1	1,3	0,1	32,0	636138,7	1,0
Resíduo	27	5,5	0,6	0,4	0,1	0,1	3,7	0,0	11,4	258209,0	1,2
CV (%)		24,7	9,9	4,2	11,4	11,9	2,4	4,6	4,9	27,1	7,1

**Significativo ($p \leq 0,01$) pelo teste F; *significativo ($p \leq 0,05$) pelo teste F.

Na Tabela 2.5, estão apresentadas as médias dos componentes de produção de feijão-caupi, em função da inoculação. Nessas características, não houve efeito dos tratamentos sem e com inoculação.

Tabela 2.5 - Número de vagens/planta (NVGP), massa da vagem (MVG), número (NSVG) e massa de sementes/vagem (MSVG), teor de N nas sementes (TNS), acúmulo de N nas sementes (ANS), produtividade (PROD), teor de água (TA) de sementes de feijão-caupi, cv. BRS Novaera, em função da inoculação. Vitória da Conquista, BA, 2016.

Componentes de produção	Inoculação	
	Sem	Com
NVGP	9,6 a	9,4 a
MVG	2,9 a	2,9 a
NSVG	7,7 a	7,9 a
MSVG	2,3 a	2,3 a
TNS	3,9 a	3,9 a
ANS	67,3 a	69,2 a
PROD	1933,4 a	1818,1 a
TA	15,4 a	15,5 a

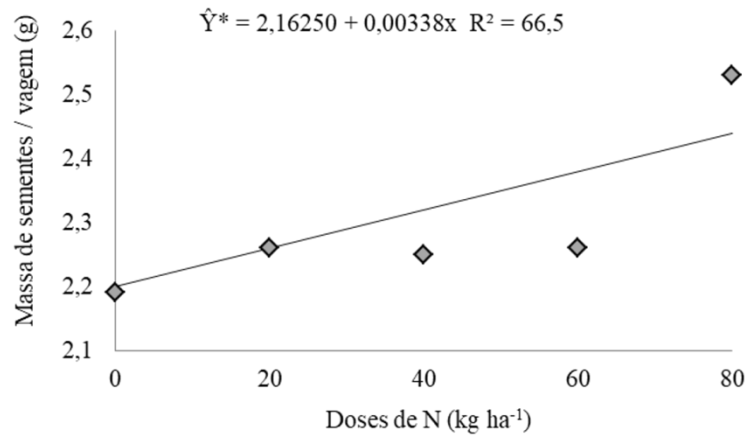
Letras minúsculas distintas, na linha, indicam diferenças significativas entre a inoculação, com base no teste F ($p \leq 0,05$).

A baixa efetividade do tratamento inoculado pode ser resultante da existência de competição entre a estirpe e as bactérias nativas do solo, além de alguns fatores do ambiente, que podem ser desfavoráveis para o desenvolvimento das bactérias. Assim, as bactérias nativas tornam-se eficientes para realizar a simbiose e fornecer o N necessário para o desenvolvimento das plantas, o que justifica a semelhança dos resultados entre os tratamentos sem e com inoculação. Outros autores (ALCÂNTARA e outros, 2014; COSTA e outros, 2014; SANTOS e outros, 2014 e CAVALCANTE e outros, 2017), em trabalhos com FBN em feijão-caupi, também observaram a similaridade entre os tratamentos e concluíram que as estirpes nativas apresentam alta competitividade e potencial para a FBN.

Vale ressaltar que, nem sempre, a adubação nitrogenada e/ou a inoculação favorecem o aumento da produtividade do feijão-caupi (DUTRA e outros, 2012; ALCÂNTARA e outros, 2014), pois, de acordo com Dutra e outros (2012), existem diversos fatores que influenciam e interagem no desenvolvimento e produção das culturas. Afirmam, ainda, que a escolha do cultivar, do manejo da adubação, da inoculação das sementes com rizóbio ou a associação desses fatores é de suma importância para um bom rendimento da cultura.

Apesar de a produtividade ter sido semelhante em função dos tratamentos utilizados, percebe-se que a produtividade média obtida no tratamento com inoculação (1818,1 kg ha⁻¹) e sem inoculação (1933,4 kg ha⁻¹) (Tabela 2.5) foi superior à produtividade média estimada na safra 2017/2018 na região Nordeste, tanto na primeira (431 kg ha⁻¹) quanto na segunda (381 kg ha⁻¹) e na terceira safra (270 kg ha⁻¹). Além disso, foi superior à produtividade média brasileira, de 521 kg ha⁻¹, conforme dados da CONAB (2018). Assim, a produtividade obtida, tanto na região Nordeste quanto no Brasil, não reflete o potencial produtivo da cultura, e o uso tecnologias, tais como adubação, de acordo com os resultados da análise de solo, irrigação e uso de inoculantes, poderá contribuir para incrementar a produção.

O aumento nas doses de N resultou em acréscimo linear de 0,003 na MSVG, de forma que a maior massa ocorreu na dose 80 kg de N ha⁻¹ (2,4 g) (Figura 2.5).

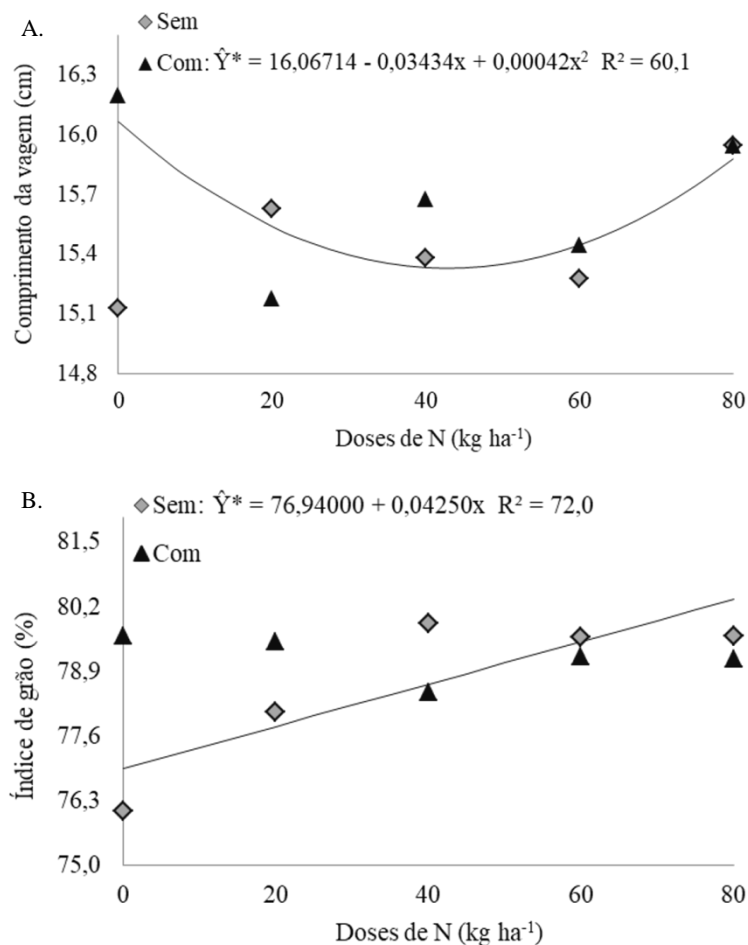


* Significativo ($p \leq 0,05$), pela análise de variância da regressão

Figura 2.5 – Massa de sementes por vagem de feijão-caupi, cv. BRS Novaera, em função de doses de N (kg ha⁻¹). Vitória da Conquista, BA, 2016.

A MSVG foi influenciada pelas doses crescentes de N, com maior acúmulo de reservas nas sementes e, conseqüentemente, maior massa. Isso se deve principalmente ao fato de a ureia ser um tipo de adubo prontamente disponível para a planta do feijão. Suzana e outros (2012) também verificaram em feijoeiro, em função de diferentes fontes e manejo de nitrogênio, que a adubação mineral, com ureia, proporcionou maior massa de sementes por vagem.

O CVG ajustou-se ao modelo quadrático decrescente (Figura 2.6 A). O aumento das doses de N resultou em decréscimo no CVG até a dose 40 kg ha⁻¹, com 15,7 cm de comprimento, no tratamento inoculado. A partir dessa dose, houve acréscimo de 3,9% no comprimento até a dose 80 kg de N ha⁻¹. No tratamento sem inoculação, não houve resposta significativa.



* Significativo ($p \leq 0,05$), pela análise de variância da regressão

Figura 2.6 – Comprimento da vagem (A) e índice de grão (B) de feijão-caupi, cv. BRS Novaera, em função da inoculação e doses de N (kg ha⁻¹). Vitória da Conquista, BA, 2016.

Os resultados para CVG, em função de dose de N superior a 40 kg de N ha⁻¹, em plantas inoculadas, contrariam relatos da literatura, que afirmam que a maior disponibilidade de N pode restringir a nodulação espontânea e, conseqüentemente, afetar as características relacionadas à produção.

Santos e outros (2014), estudando a inoculação com *Bradyrhizobium* e adubação nitrogenada em feijão-caupi, cultivado em diferentes solos, verificaram que a adubação nitrogenada afetou negativamente o CVG, sendo a inoculação suficiente para a máxima resposta da planta.

O aumento nas doses de N resultou em acréscimo linear de 0,04 no IG de forma que o maior índice ocorreu na dose 80 kg de N ha⁻¹ (80,3%), no tratamento sem inoculação (Figura 2.6 B). Considerando que o IG representa a distribuição de fotoassimilados na vagem (OLIVEIRA e outros, 2015), percebe-se que, independentemente da dosagem, o uso de inoculante favoreceu também o enchimento dos grãos, com IG médio de 79,6%.

Silva e Neves (2011) analisaram o desempenho de 20 genótipos de feijão-caupi em dois regimes hídricos (sequeiro e irrigação) e observaram IG médio de 75,2%, para condições de sequeiro e 79,5%, para condições de irrigação, com valores semelhantes aos encontrados neste trabalho; é possível inferir-se, ainda, que o manejo cultural pode alterar essa variável.

3.3 Qualidade de sementes de feijão-caupi

A resposta da inoculação e doses de N foi significativa na germinação após o envelhecimento acelerado e condutividade elétrica das sementes de feijão-caupi, respectivamente. Em relação à inoculação em função das doses de N, houve efeito em massa de mil, teor de água, germinação, emergência, índice de velocidade de emergência e massa seca de plântulas de feijão-caupi (Tabela 2.6).

Tabela 2.6 - Resumo da análise de variância e do coeficiente de variação (CV) de massa de mil sementes (MMIL), teor de água (TA), germinação (GERM), teor de água após o envelhecimento acelerado (TA EA), germinação após o envelhecimento acelerado (GERM EA) e condutividade elétrica (COND) de sementes; emergência (EMER), índice de velocidade de emergência (IVE), comprimento (CPL) e massa seca de plântulas (MSPL) de feijão-caupi, cv. BRS Novaera, submetido à inoculação (I), doses de N (D) em kg ha⁻¹ e sua interação (I*D). Vitória da Conquista, BA, 2016.

FV	GL	Quadrados médios									
		MMIL	TA	GERM	TA EA	GERM EA	COND	EMER	IVE	CPLT	MSPL
Inoculação (I)	1	612,2*	65,3**	158,0*	1,9	455,6*	54,5	75,6**	1,3*	0,1	0,0
Dose de N (D)	4	223,8	10,2**	3,7	2,0	101,4	77,3*	16,1	0,1*	0,6	0,0
I*D	4	641,2*	8,2**	51,9*	2,4	35,1	40,2	15,0*	0,0*	0,4	0,0*
Bloco	3	104,8	0,1	31,9*	1,8	113,6	21,2	27,4*	0,1*	0,2	0,0*
Resíduo	27	183,8	0,6	12,80	3,0	71,2	20,3	9,5	0,0	0,4	0,0
CV (%)		4,5	5,5	3,90	5,6	11,0	5,6	3,3	4,8	8,3	4,6

**Significativo ($p \leq 0,01$) pelo teste F; *significativo ($p \leq 0,05$) pelo teste F.

O teor de água de sementes submetidas ao envelhecimento acelerado, a condutividade elétrica e o comprimento de plântulas de feijão-caupi não foram influenciados pelo uso da inoculação, diferentemente da germinação das sementes após o envelhecimento acelerado (Tabela 2.7).

Tabela 2.7 - Teor de água (TA EA) e germinação (GERM EA) após o envelhecimento acelerado, condutividade elétrica (COND) e comprimento de plântulas (CPL) de feijão-caupi, cv. BRS Novaera, em função da inoculação. Vitória da Conquista, BA, 2016.

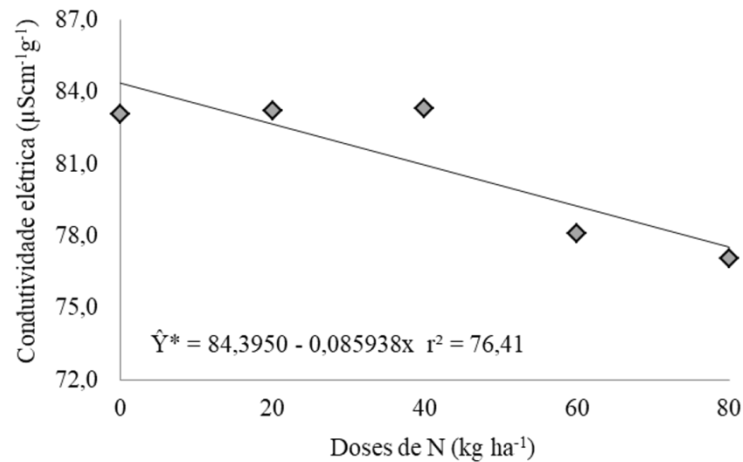
Características	Inoculação	
	Sem	Com
TA EA	31,0 a	30,6 a
GERM EA	80,3 a	73,5 b
COND	82,1 a	79,8 a
CPL	7,4 a	7,3 a

Letras minúsculas distintas, em cada linha, indicam diferenças significativas entre a inoculação, com base no teste de F ($p \leq 0,05$).

O teor de água das sementes após o envelhecimento acelerado, obtido nos tratamentos sem e com inoculação, foram 31,0 e 30,6%, respectivamente (Tabela 2.8). Esses resultados estão próximos das recomendações de Hampton e Tekrony (1995) para o teor de água das sementes de *Phaseolus vulgaris*, que compreende entre 28 e 30%.

O tratamento sem inoculação propiciou maiores porcentagens de germinação (80,3%) de sementes de feijão-caupi após o envelhecimento acelerado, o que indica que tal tratamento pode favorecer maior qualidade fisiológica e vigor do lote de sementes, uma vez que as sementes são submetidas às condições de estresse durante o teste (Tabela 2.7). Assim, o lote de sementes de feijão-caupi encontra-se dentro do padrão mínimo estabelecido para classificação e comercialização das sementes, por apresentar mais de 80% de germinação, conforme Brasil (2009).

Os resultados da condutividade elétrica mantiveram-se dentro de um mesmo padrão, o qual sugere não ter havido modificações significativas nas sementes, capazes de propiciar uma lixiviação de eletrólitos diferenciada, em função dos tratamentos sem e com inoculação (Tabela 2.8); enquanto os valores relacionados à adubação nitrogenada ajustaram-se à função crescente e propiciaram, com isso, redução linear na leitura da condutividade elétrica mediante o aumento das doses de N. Nesse caso, pode-se inferir que o aumento da aplicação de doses de N resulta em maior vigor do lote de sementes (Figura 2.7).



* Significativo ($p \leq 0,05$), pela análise de variância da regressão

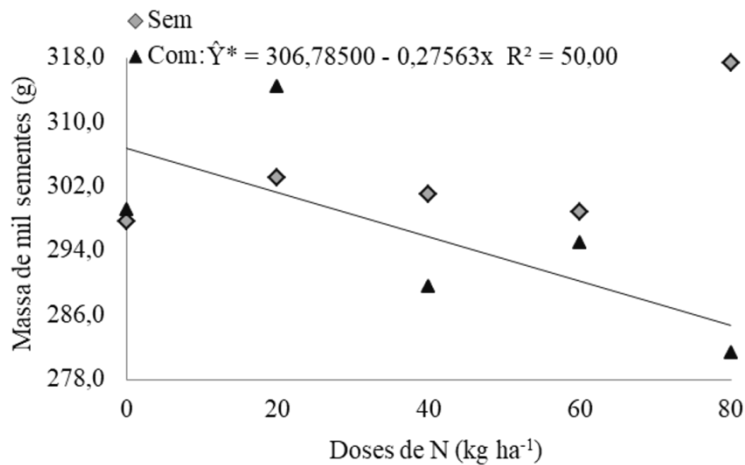
Figura 2.7 – Condutividade elétrica de sementes de feijão-caupi, cv. BRS Novaera, em função de doses de N em Vitória da Conquista, BA, 2016.

Farinelli e outros (2006) observaram em seu trabalho que a condutividade elétrica não foi influenciada pelos aumentos nas doses de nitrogênio em cobertura. Segundo Vieira e outros (1996), os resultados de vigor em sementes de feijão relativos ao teste de condutividade elétrica são influenciados de forma significativa pelo fator genótipo/cultivar.

De modo geral, os resultados deste estudo confirmaram que houve variação de resposta entre as doses de N, a inoculação e sua interação.

Xavier e outros (2006) relatam que a FBN é influenciada por características genóticas da leguminosa e do rizóbio, haja vista que é um processo modulado por uma intensa troca de sinais moleculares, os quais refletem nas diferentes respostas em relação ao hospedeiro, à especificidade e à eficiência simbiótica.

Em relação à MMIL, no tratamento sem inoculação, não houve resposta significativa; obteve-se MMIL média de 303,6 g, enquanto que, no tratamento com inoculação, houve decréscimo na massa à medida que se aumentaram as doses de N (kg ha^{-1}) (Figura 2.8). Com esses resultados, pode-se inferir que a utilização de doses maiores de N para a planta, proveniente de sementes inoculadas, poderá reduzir a eficiência da estirpe inoculada e resultar, assim, em menor acúmulo de reservas nas sementes e, conseqüentemente, menor massa. Tais resultados corroboram os obtidos por Xavier e outros (2008), que verificaram para o feijão-caupi, nos tratamentos sem e com inoculação, que doses superiores a 20 kg de N ha^{-1} reduzem a produtividade da cultura e, dessa forma, a MMIL.

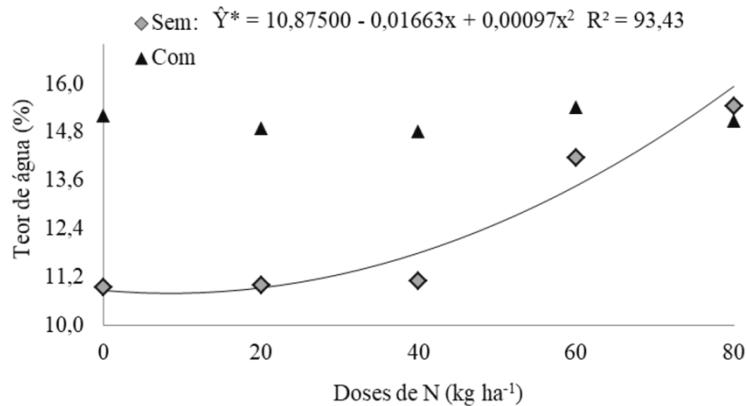


* Significativo ($p \leq 0,05$), pela análise de variância da regressão

Figura 2.8 - Massa de mil sementes de feijão-caupi, cv. BRS Novaera, em função da inoculação e doses de N (kg ha⁻¹). Vitória da Conquista, BA, 2016.

Contudo, Dutra e outros (2012) afirmam que a manutenção de níveis adequados de nitrogênio, no solo e na planta pode proporcionar o desempenho satisfatório das culturas. Dessa forma, a inoculação e/ou adubação nitrogenada das sementes com rizóbio, em leguminosas, devem ser adotadas a fim de se elevarem os componentes de produção e, conseqüentemente, a produtividade.

O TA das sementes apresentou valor mínimo calculado, por meio da equação de regressão, de 10,8% na dose estimada 5 kg de N ha⁻¹ (Figura 2.9), o que sugere que, em feijão-caupi, a adição de maiores doses de N no solo pode aumentar o TA das sementes.



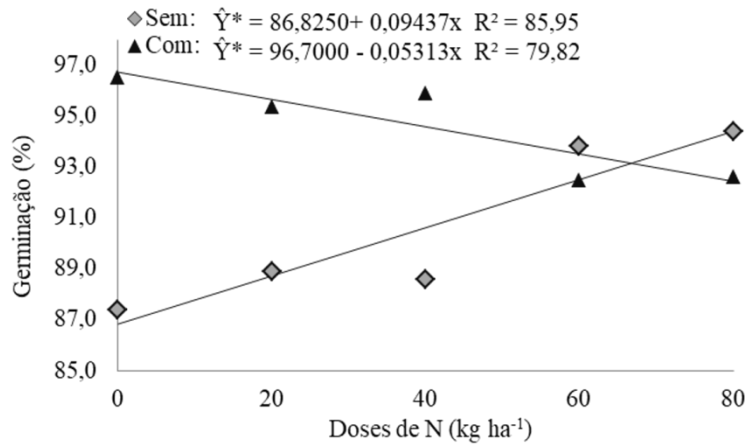
* Significativo ($p \leq 0,05$), pela análise de variância da regressão

Figura 2.9 - Teor de água das sementes de feijão-caupi, cv. BRS Novaera, em função da inoculação e doses de N (kg ha⁻¹). Vitória da Conquista, BA, 2016.

Considerando-se que os resultados dos teores médios de água variaram de 10,8 a 15,9%, cabe salientar que, segundo Bragantini (2005), o teor de água considerado ideal para colheita, armazenamento e comercialização de sementes de feijão deve situar-se entre 11,0 e 13,0% de umidade. Nesse caso, pode-se afirmar que doses até 60 kg de N ha⁻¹ proporcionam teores ideais de umidade das sementes de feijão-caupi, quando não se utiliza a inoculação; enquanto que, no tratamento com inoculação, não houve resposta significativa, obteve-se TA médio de 15,1%, valor elevado para a cultura.

O percentual de germinação das sementes em resposta à adubação nitrogenada ajustou-se a uma função crescente, no tratamento sem inoculação, com acréscimo de 0,08% no percentual de germinação das sementes para cada 1 kg de N aplicado. Farinelli e outros (2006) também observaram que os aumentos nas doses de nitrogênio em cobertura proporcionaram acréscimo na germinação das sementes de feijão. No tratamento com inoculação, houve decréscimo de 0,04% na germinação à medida que se aumentaram as doses de N (kg ha⁻¹). Essa

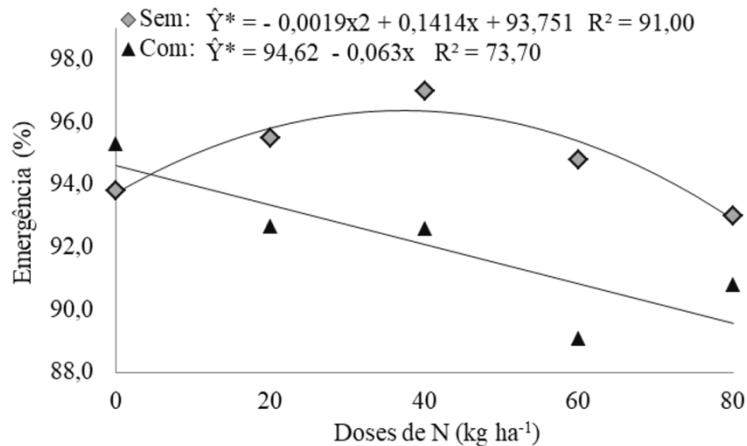
resposta pode estar associada ao fato de a adubação nitrogenada ter prejudicado a eficiência das estirpes inoculadas (Figura 2.10).



* Significativo ($p \leq 0,05$), pela análise de variância da regressão

Figura 2.10 – Germinação das sementes de feijão-caupi, cv. BRS Novaera, em função da inoculação e doses de N (kg ha⁻¹). Vitória da Conquista, BA, 2016.

A emergência das plântulas, no tratamento sem inoculação, foi influenciada pela adubação nitrogenada, com acréscimos no vigor de forma quadrática, sendo que a dose máxima de 35 kg de N ha⁻¹ promoveu 96,4% de emergência. A partir dessa dose, houve decréscimo de 8,4% na emergência até a dose 80 kg de N ha⁻¹ (Figura 2.11).

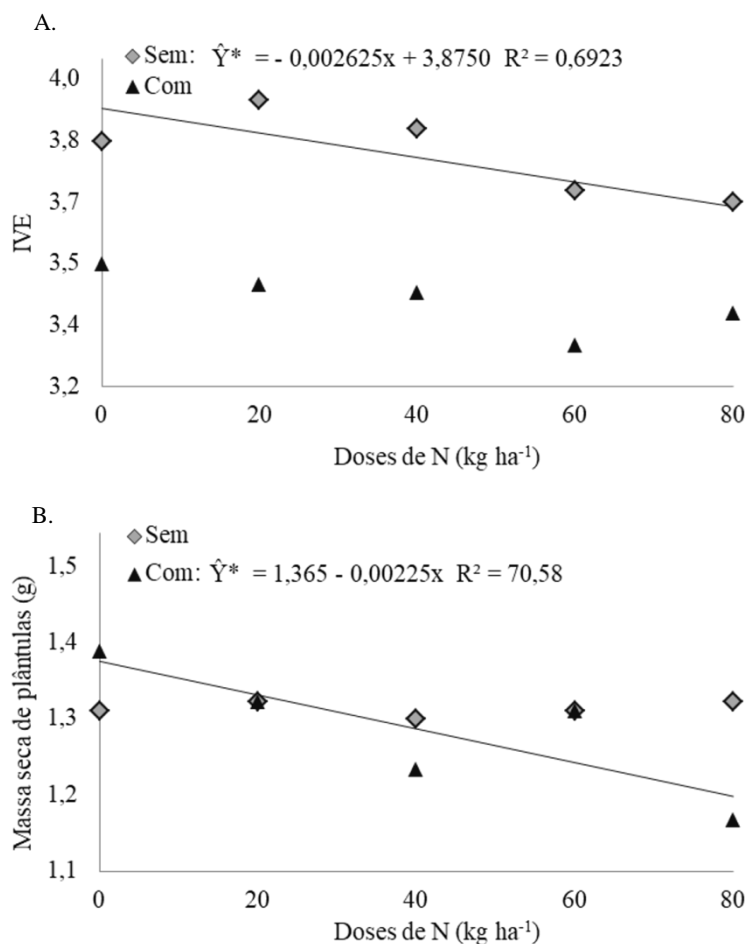


* Significativo ($p \leq 0,05$), pela análise de variância da regressão

Figura 2.11 - Emergência de plântulas de feijão-caupi, cv. BRS Novaera, em função de doses de N em Vitória da Conquista, BA, 2016.

Com esses resultados, pode-se afirmar que a aplicação nitrogenada em doses iguais ou menores que 50 kg de N ha⁻¹ incrementou o percentual de emergência das plântulas quando não houve inoculação. No tratamento com inoculante, os valores ajustaram-se a uma função decrescente, proporcionando redução linear na emergência mediante o uso das doses de N (kg ha⁻¹).

O índice de velocidade de emergência e a massa seca de plântulas ajustaram-se ao modelo de regressão linear decrescente, no tratamento sem e com inoculação, respectivamente, em função da aplicação de adubação nitrogenada. Tais resultados indicam que o aumento das doses de N (kg ha⁻¹) influencia no vigor das plântulas de feijão-caupi (Figura 2.12 A e B).



* Significativo ($p \leq 0,05$), pela análise de variância da regressão

Figura 2.12 - Índice de velocidade de emergência (A) e massa seca (B) de plântulas de feijão-caupi, cv. BRS Novaera, em função de doses de N em Vitória da Conquista, BA, 2016.

Dutra e outros (2012), ao avaliarem a produtividade e qualidade fisiológica de sementes de feijão-caupi, verificaram que o manejo da adubação nitrogenada não influenciou na emergência e massa seca da parte aérea de plântulas, apresentando as médias 98% e 0,191g, respectivamente; enquanto que o índice de velocidade de emergência foi afetado pela adubação nitrogenada,

sendo que o menor nível de nitrogênio (0,0 kg de N ha⁻¹) proporcionou maior índice, em relação às sementes oriundas das plantas adubadas com 15 e 30 kg de N ha⁻¹, o que corrobora os resultados deste trabalho.

4 CONCLUSÃO

O tratamento de sementes com inoculante proporcionou maiores teores e acúmulo de N na parte aérea.

Doses crescentes de N proporcionaram maior massa de sementes por vagem e vigor de sementes.

A interação entre adubação nitrogenada e a ausência de inoculação resultou em maiores valores de altura de plantas e índice de grãos, além de maiores percentuais de germinação e emergência das plântulas.

A interação entre a adubação nitrogenada e a inoculação não proporcionou incrementos nas características agronômicas, nos componentes de produção e na qualidade e vigor das sementes de feijão-caupi.

5. REFERÊNCIAS

ALCANTARA, R. M. C. M. DE; XAVIER, G. R.; RUMJANEK, N. G.; ROCHA, M. M.; CARVALHO, J. dos S. Eficiência simbiótica de progenitores de cultivares brasileiras de feijão-caupi. **Revista de Ciência Agronômica**, Fortaleza, v. 45, n. 1, p. 1-9, 2014.

AMBROSANO, E. J.; TANAKA, R. T.; MASCARENHAS, H. A. A.; RAIJ, B. van; QUAGGIO, J. A.; CANTARELLA, H. **Leguminosas e oleaginosas**. In: RAIJ, B. van; CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J. A.; FURLANI, A. M. C., eds. **Recomendações de adubação e calagem para o Estado de São Paulo**. Campinas, Instituto Agronômico de Campinas, 1997. p.187-203. (Boletim Técnico, 100)

BATISTA, E. R.; GUIMARÃES, S. L.; BONFIM-SILVA, E. M.; SOUZA, A. C. P. de. Combined inoculation of rhizobia on the cowpea development in the soil of Cerrado. **Revista Ciência Agronômica**, v. 48, n. 5 (Especial), p. 745-755, 2017.

BRAGANTINI, C. **Alguns Aspectos do Armazenamento de Sementes e Grãos de Feijão**. Embrapa Arroz e Feijão, Goiás, 2005. 28 p.

BRASIL. **Regras para análise de sementes**. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Secretaria de Defesa Agropecuária. Brasília: MAPA/ACS. 2009. 395p.

CAVALCANTE, A. C. P.; CAVALCANTE, A. G.; DINIZ NETO, M. A.; MATOS, B. F.; DINIZ, B. L. M. T.; BERTINO, A. M. P. Inoculação das cultivares locais de feijão-caupi com estirpes de rizóbio. **Revista de Ciências Agrárias**, Viçosa, v. 60, n. 1, p. 38-44, 2017.

CHAGAS, J. M.; BRAGA, J. M.; VIEIRA, C.; SALGADO, L. T.; et al. In: RIBEIRO, A. C.; GUIMARÃES, P. T. G.; ALVAREZ, V. H. **Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais - 5ª Aproximação**. Viçosa - MG, p. 274-275. 1999.

CHAGAS JUNIOR, A. F.; OLIVEIRA, A. G.; REIS, H. B.; SANTOS, G. R.; CHAGAS, L. F. B.; MILLER, L. O. Eficiência da inoculação combinada de rizóbio e *Trichoderma* spp. em diferentes cultivares de feijão-caupi (*Vigna unguiculata*) no cerrado (Savana Brasileira). **Revista de Ciências Agrárias**, Portugal, v. 37, n. 1, p. 20-28, 2014.

CONAB - COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. **Acompanhamento da safra brasileira de grãos**. Safra 2018/2019 - segundo levantamento, v. 6, n. 2, p. 1-138, 2018. Disponível em: <http://www.conab.gov.br/conteudos.php?a=1253&Pagina_objcmsconteudos=1#A_objcmsconteudos>. 03 Jul. 2018.

COSTA, E. M.; NÓBREGA, R. S. A.; SILVA, A. F. T. da; FERREIRA, L. DE V. M.; NÓBREGA, J. C. A.; MOREIRA, F. M. S. Resposta de duas cultivares de feijão-caupi à inoculação com bactérias fixadoras de nitrogênio em ambiente protegido. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, Recife, v. 9, n. 4, p. 489-494, 2014.

DEKA, A. K.; AZAD, P.; PATRA, S. C. Survival of *Rhizobium* in soil at different pH, temperature and moisture levels. **Ecology, Environment and Conservation Paper**, v. 12, p. 751-754, 2006.

DUTRA, A. S.; BEZERRA, F. T. C.; NASCIMENTO, P. R.; LIMA, D. de C. Produtividade e qualidade fisiológica de sementes de feijão-caupi em função da adubação nitrogenada. **Revista Ciência Agronômica**, v. 43, n. 4, p. 816-821, 2012.

EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Manual de métodos de análise de solos**. 2 ed. rev. e atual. Rio de Janeiro: EMBRAPA, 212 pp. 1997.

FARIAS, T. P.; TROCHMANN, A.; SOARES, B. L.; MOREIRA, F. M. S. Rhizobia inoculation and liming increase cowpea productivity in Maranhão State. **Acta Scientiarum Agronomy**, Maringá, v. 38, n. 3, p. 387-395, 2016.

FARINELLI, R.; LEMOS, L. B.; PENARIOL, F. G.; EGÉA, M. M.; GASPAROTO, M. G. Adubação nitrogenada de cobertura no feijoeiro, em plantio direto e convencional. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 41, n. 2, p. 307-312, 2006.

FERREIRA, D. F. Sisvar: a Guide for its Bootstrap procedures in multiple comparisons. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 38, n. 2, p. 109-112, 2014.

FONSECA, G. G.; OLIVEIRA, D. P.; SOARES, B. L.; FERREIRA, P. A. A.; TEIXEIRA, C. M.; MARTINS, F. A. D.; MOREIRA, F. M. de S.; ANDRADE, M. J. B. de. Resposta de cultivares de feijoeiro-comum à inoculação das sementes com duas estirpes de rizóbio. **Bioscienci Journal**, Uberlândia, v. 29, n. 6, p. 1778-1787. 2013.

FREIRE FILHO, F. R.; RIBEIRO, V. Q.; RODRIGUES, J. E. L. F.; VIEIRA, P. F. De M. J. **A cultura: aspectos socioeconômicos**. In: Feijão-caupi: do plantio à colheita. VALE, J. C. Do; BERTINI, C.; BORÉM, A. 1 ed. Editora: UFV, 267 p. 2017.

FREITAS, A. D. S.; SILVA, A. F.; SAMPAIO, E. V. S. B. Yield and biological nitrogen fixation of cowpea varieties in the semi-arid region of Brazil. **Biomass and Bioenergy**, v. 45, p. 109-114, 2012.

HAMPTON, J. G.; TEKRONY, D. M. **Handbook of vigour test methods**. 3rd.

Zürich: ISTA, 117p, 1995.

HUNGRIA, M.; CAMPO, R. J.; MENDES, I. C. **Fixação biológica do nitrogênio na cultura da soja**. Londrina: Embrapa Soja, 2001, 48p. (Circular Técnica / Embrapa Soja).

INMET. **INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA**. Estação meteorológica (ESMET). Vitória da Conquista, BA, 2018.

KRZYZANOWSKI, F. C.; VIEIRA, R. D.; FRANÇA NETO, J. B. **Vigor de sementes: conceitos e testes**. Londrina-PR: Abrates, 218p. 1999.

MAGUIRE, J. D. Speed of germination-aid selection and evaluation for seedling emergence and vigor. **Crop Science**, Madison, v. 2, p.176-177, 1962.

MARINHO, R. DE C. N.; FERREIRA, L. de V. M.; SILVA, A. F. DA; MARTINS, L. M. V.; NÓBREGA, R. S. A.; FERNANDES-JÚNIOR, P. I. Symbiotic and agronomic efficiency of new cowpea rhizobia from Brazilian Semi-Arid. **Bragantia**, Campinas, v. 76, n. 2, p. 273-281, 2017.

MELO, N. C.; ALMEIDA, R. F.; SILVA, V. F. A.; FERREIRA, R. L. C.; VALENTE, G. F. Análise multivariada no crescimento e nodulação de feijão-caupi com doses de nitrogênio. **Enciclopédia Biosfera, Centro Científico Conhecer**, Goiânia, v. 11, n. 21, p. 142, 2015.

MELO; S. R. de; ZILLI, J. E. Fixação biológica de nitrogênio em cultivares de feijão-caupi recomendadas para o Estado de Roraima. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 44, n. 9, p. 1177-1183, 2009.

OLIVEIRA, F. de A. de; MEDEIROS, J. F. de; ALVES, R. de C.; LIMA, L. A.; SANTOS, S. T. dos; RÉGIS, L. R. de L. Produção de feijão caupi em função da salinidade e regulador de crescimento. **Revista Brasileira Engenharia Agrícola Ambiental**, v. 19, n. 11, p. 1049–1056, 2015.

PESKE, S. T.; ROSENTHAL, M. D.; ROTA, G. R. M. **Sementes: Fundamentos científicos e tecnológicos**. 3. Ed. Pelotas-RS: Editora Rua Pelotas, 573p. 2012.

POPINIGIS, F. **Fisiologia da semente**. 2 ed. Brasília: AGIPLAN, 289p.1985.

PÚBLIO JÚNIOR, E.; MORAIS, O. M.; ROCHA, M. DE M.; PÚBLIO, A. P. P. B.; BANDEIRA, A. da S. Características agronômicas de genótipos de feijão-caupi cultivados no sudoeste da Bahia. **Científica**, Jaboticabal, v. 45, n. 3, p. 223-230, 2017.

RUFINI, M.; FERREIRA, P. A. A.; SOARES, B. L.; OLIVEIRA, D. P.; ANDRADE, M. J. B de; MOREIRA, F. M. DE S. Simbiose de bactérias fixadoras de nitrogênio com feijoeiro-comum em diferentes valores de pH. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.46, p.81-88, 2011.

SANTOS, K. C. DOS; UCHÔA, S. C. P.; MELO, V. F.; ALVES, J. M. A.; ROCHA, P. R. R.; XIMENES, C. K. dos S. Inoculação com *Bradyrhizobium* e adubação nitrogenada em feijão-caupi cultivado em diferentes solos. **Revista Agro@mbiente On-line**, Boa Vista, v. 8, n. 3, p. 306-317, 2014.

SEI. SUPERINTENDÊNCIA DE ESTUDOS ECONÔMICOS E SOCIAIS DA BAHIA. **Tipologia climática de Köppen**. Estado da Bahia. 1998. Disponível em: <http://www.sei.ba.gov.br/site/geoambientais/mapas/pdf/tipologia_climatica_segundo_koppen_2014.pdf>. Acesso em: 29 fev. 2018.

SILVA, J. A. L.; NEVES, J. A. Produção de feijão-caupi semi-prostrado em cultivos de sequeiro e irrigado. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v. 6, p. 29-36, 2011.

SILVA JÚNIOR, E. B. da; SILVA, K. da; OLIVEIRA, S. S.; OLIVEIRA, P. J. de; BODDEY, R. M.; ZILLI, J. E.; XAVIER, G. R. Nodulação e produção de feijão-caupi em resposta à inoculação com diferentes densidades rizobianas. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 49, n. 10, p. 804-812, 2014.

SUZANA, C. S.; ROSA, G. M. da; GABIEL, M.; MIGLIORINI, P.; ROSA, F. T. da. Produtividade e qualidade de sementes de feijão cultivado com diferentes fontes e manejos de nitrogênio. **Enciclopédia Biosfera**, Centro Científico Conhecer, Goiânia, v. 8, n. 15; p. 1432-1442, 2012.

VIEIRA, R. D.; PANOBIANCO, M.; LEMOS, L. B.; FORNASIERI FILHO, D. Efeito de genótipos de feijão e de soja sobre os resultados da condutividade elétrica de sementes. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v. 18, n. 2, p. 220-224, 1996.

XAVIER, G. R.; MARTINS, L. M. V.; RIBEIRO, J. R; de A.; RUMJANEK, N. G. Especificidade simbiótica entre rizóbios e acessos de feijão-caupi de diferentes nacionalidades. **Caatinga**, Mossoró, v. 19, n. 1, p. 25-33, 2006.

XAVIER, T. F.; ARAÚJO, A. S. F. de; SANTOS, V. B. dos; CAMPOS, F. L. Inoculação e adubação nitrogenada sobre a nodulação e a produtividade de grãos de feijão-caupi. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 38, n. 7, p. 2037-2041, 2008.

ARTIGO 3.
CARACTERÍSTICAS AGRONÔMICAS DO FEIJÃO-CAUPI
SUBMETIDO A DIFERENTES DOSES DE INOCULANTE E À
PELETIZAÇÃO³

³ Artigo a ser ajustado e submetido ao Comitê Editorial do periódico científico **Ciências Agrárias**, na versão português. B1 para a área de Ciências Agrárias, segundo o Qualis-Capes.

CARACTERÍSTICAS AGRONÔMICAS DO FEIJÃO-CAUPI SUBMETIDO A DIFERENTES DOSES DE INOCULANTE E À PELETIZAÇÃO

RESUMO

Com este trabalho, objetivou-se avaliar os efeitos de diferentes doses de inoculante e peletização sobre características agronômicas do feijão-caupi. O experimento foi conduzido em ambiente protegido, na Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, *campus* de Vitória da Conquista, BA. O delineamento experimental foi inteiramente casualizado, em esquema fatorial com um tratamento adicional $[(2 \times 4) + 1]$: efeito da peletização (sem e com) de sementes, quatro doses de inoculante (0, 500, 1000 e 1500 g para 50 kg de sementes) e uma testemunha adubada. Aos 35 dias após a emergência, foram avaliadas as seguintes características: altura de plantas, massa seca de parte aérea, raízes e de toda a planta, número e massa seca de nódulos, teor e acúmulo de N na parte aérea e eficiência relativa dos tratamentos. Os resultados demonstraram que a peletização inibiu o crescimento das plantas. A dose 400 g de inoculante promoveu maior massa seca de raiz e de toda a planta. O número de nódulos e a sua massa seca aumentaram com o uso da peletização e as doses crescentes de inoculante, entre 900 e 1100 g. Doses crescentes de inoculante entre 500 e 1000 g e a peletização das sementes podem aumentar a sobrevivência das bactérias na rizosfera e dispensar o uso da adubação nitrogenada.

Palavras-chave: *Bradyrhizobium*; nodulação; sementes; *Vigna unguiculata* (L.) Walp.

AGRONOMIC CHARACTERISTICS OF COWPEA SUBMITTED TO DIFFERENT INOCULANT DOSES AND PELLETING

ABSTRACT

The aim of this work was to evaluate the effects of different doses of inoculant and pelleting on the agronomic characteristics of cowpea. The experiment was carried out in a protected environment, at the State University of Southwest Bahia, in Vitória da Conquista, BA. The experimental design was completely randomized, in a factorial scheme with an additional treatment [(2x4) + 1]: effect of the seed pelleting (without and with), four inoculant doses (0, 500, 1000 and 1500 g per 50 kg of seeds) and a fertilized control. Plant height, shoot, root and whole plant dry mass, nodules number and dry mass, shoot N content and accumulation and relative efficiency of treatments were evaluated, at 35 days after seedling emergence. According to the results, plant growth was inhibited by pelleting. The inoculant dose at 400 g promoted greater root and whole plant dry mass. The nodules number and dry mass were increased by the pelleting and the inoculant at increasing doses, from 900 to 1100 g. The Inoculant at increasing doses from 500 to 1000 g and the seed pelleting can improve the bacteria survival at the rhizosphere, making nitrogen fertilization unnecessary.

Keywords: *Bradyrhizobium*; nodulation; seeds; *Vigna unguiculata* (L.) Walp.

1. INTRODUÇÃO

O feijão-caupi (*Vigna unguiculata* (L.) Walp.), conhecido popularmente como feijão-de-corda, é uma cultura de grande importância social e econômica; é cultivada de forma expressiva, principalmente nas regiões Norte e Nordeste. Nessas regiões, o clima e o solo não favorecem a produção de feijões do gênero *Phaseolus sp.*, o que faz com que o caupi seja mais utilizado por ser um alimento de alto valor nutritivo, com elevados teores de proteínas e um dos principais componentes para a alimentação humana.

A utilização de insumos biológicos em substituição aos insumos químicos industrializados tem sido cada vez mais frequente na agricultura brasileira. Nesse contexto, a Fixação Biológica de Nitrogênio (FBN) tem se mostrado promissora para a sustentabilidade da agricultura (HUNGRIA e outros, 2007).

No caso do feijão-caupi, o uso de inoculantes com bactérias eficientes na FBN, em condições de campo, tem se mostrado uma estratégia importante para o aumento da produtividade. A inoculação torna-se necessária, também, quando as estirpes de rizóbios presentes naturalmente no solo são pouco eficientes e devem ser substituídas. No entanto, a eficácia do inoculante é fortemente dependente da qualidade do produto e do manejo adotado durante a aplicação (BRANDÃO JÚNIOR e HUNGRIA, 2000).

A turfa constitui um dos melhores substratos para a elaboração de inoculantes comerciais, pois, além de possibilitar a manutenção de elevado número de bactérias viáveis, proporciona proteção física contra as adversidades do solo (LUPWAY e outros, 2005). Entretanto, algumas turfas não atingem as especificações de um veículo satisfatório, principalmente quanto à adesão às sementes, pois a turfa em pó desprende-se facilmente das sementes. A adição de adesivos pode melhorar a sua fixação (SMITH, 1995), mas requer uma etapa a

mais no processo de inoculação, o que consome tempo no período crítico e curto da semeadura.

De acordo com Brasil (2011), os adesivos mais usados durante a inoculação são a solução açucarada a 10%, ou goma arábica, ou polvilho a 3%. Dentre os adesivos utilizados, devem-se escolher aqueles que aumentem a sobrevivência do rizóbio nas sementes e permitam melhor distribuição. Apesar de a solução açucarada ser o adesivo mais utilizado, ela possibilita menor aderência do material à semente em relação à goma, principalmente quando o adesivo perde umidade e ocasiona sobras de turfa na betoneira.

Nesse sentido, o uso da goma e da peletização poderá evitar desperdício do material. A peletização é um processo que consiste em recobrir as sementes inoculadas com uma camada de calcário com micronutrientes, cuja mistura deve ser posicionada estrategicamente junto à semente para ter melhor aproveitamento. Esse processo proporciona também maior sobrevivência da bactéria desde a inoculação até a semeadura e protege a plântula e a bactéria da acidez do solo e dos adubos (BALIEIRO e outros, 2013).

A recomendação da dose de inoculante para a cultura do feijão-caupi é similar à da cultura da soja, sendo 500 g de inoculante turfoso para 50 kg de sementes. No cultivo de soja, é comum se aplicar o dobro da dose na primeira vez em que se realiza essa prática, pelo fato de a acidez do solo interferir na sobrevivência do rizóbio e também devido à maior competição entre estirpes nativas e as selecionadas (CHUEIRI e outros, 2005). Assim, o aumento na quantidade de inoculante justifica-se para compensar as perdas de células viáveis (SILVA e outros, 2011).

Nesse contexto, justificam-se estudos visando à melhor compreensão dos efeitos da peletização e da aplicação de doses de inoculante na semeadura sobre a cultura do feijão-caupi. Assim, objetivou-se com este trabalho avaliar o

efeito da inoculação e peletização de sementes sobre as características agronômicas do feijão-caupi.

2. MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido em ambiente revestido com tela de polipropileno, na Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, *campus* de Vitória da Conquista, BA (14°53'S e 40°48'W e altitude de 879 m) (INMET, 2018), entre os meses de agosto e dezembro de 2018. O clima caracteriza-se como tropical de altitude, do tipo Cwb, segundo a classificação de Köppen (SEI, 1998), e pluviosidade média anual de 733,90 mm.

A espécie utilizada foi o feijão-caupi, cv. BRS Novaera.

Durante a condução do experimento, as temperaturas internas do ambiente protegido foram detectadas por termômetro de expansão de líquido analógico, com temperaturas oscilando entre 7,1 °C (mínima) no mês de setembro e 34,2 °C (máxima) no mês de dezembro de 2018.

O solo utilizado como substrato foi coletado em área sem histórico de cultivo anterior, na profundidade de 0,0 a 0,2 m. Posteriormente, foi retirada uma amostra composta de solo e levada ao Laboratório de Solos da UESB para determinar os atributos físico-químicos. O solo da área experimental é do tipo Latossolo amarelo, distrófico Tb, com classe textural franco-argilo-arenosa (Tabela 3.1).

Tabela 3.1 - Caracterização físico-química da amostra de solo da área da UESB, realizada antes da instalação do experimento. Vitória da Conquista, BA, 2018.

Ph	Análise química do solo							Tamanho de partículas			
	mg dm ⁻³	cmolc dm ⁻³ de solo					%	m	g kg ⁻¹		
H ₂ O	P	K ⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Al ³⁺	H ⁺	V	Areia	Silte	Argila	
6,1	5,0	0,3	2,0	1,4	0,0	1,5	72,0	0,0	730	40	230

Para P e K, utilizou-se Extrator Mehlich; para Ca, Mg e Al, utilizou-se (KCl a 1N); e para H + Al, utilizou-se (CaCl₂ a 0,01M e SMP).

A adubação com fósforo e potássio foi realizada na semeadura, em todos os tratamentos, aplicando-se 420 mg de P₂O₅ vaso⁻¹ (equivalente a 60 kg ha⁻¹), na forma de superfosfato simples, e 280 mg de K₂O vaso⁻¹ (equivalente a 40 kg ha⁻¹), na forma de cloreto de potássio. Os cálculos de correção da acidez e adubação foram baseados nos resultados da análise de solo e nas recomendações de adubos, corretivos e de manejo da matéria orgânica para as principais culturas do Estado do Rio de Janeiro (FREIRE e outros, 2013). Após a coleta, o solo foi destorroado, peneirado, homogeneizado e acondicionado em vasos plásticos com volume de 14 dm³, com quatro furos na sua base, para escoamento da água.

Utilizou-se delineamento experimental inteiramente casualizado, em esquema fatorial 2x4, com um tratamento adicional [(2x4) + 1] e três repetições; foi estudado o efeito da pelletização (sem e com) de sementes, quatro doses de inoculante (0, 500, 1000 e 1500 g para 50 kg de sementes) e uma testemunha adubada, perfazendo um total de 27 parcelas.

A estirpe utilizada na inoculação foi a BR 3262 (SEMIA 6464), classificada como *Bradyrhizobium elkanii*, fornecida pela Embrapa Agrobiologia, Seropédica-RJ, em veículo turfoso, cuja concentração de células (21 x 10⁹ células g⁻¹) foi confirmada por contagem em placas de Petri, antes da semeadura.

Nas sementes sem pelletização, foi acrescentada solução açucarada, na concentração de 10% (p:v), adicionada ao veículo turfoso, na proporção de 6

mL.kg⁻¹ de sementes (HUNGRIA e outros, 2001). Enquanto que, nas sementes com peletização, foi adicionada goma caseira, confeccionada com polvilho de mandioca, sendo 70 g.L⁻¹ em água, para aderência da turfa às sementes. Inicialmente, a goma foi diluída em 1 L de água potável aquecida, até a sua dissolução total. Após o resfriamento, o produto foi armazenado em geladeira até o momento do uso. O procedimento consistiu em misturar o adesivo ao veículo turfoso até formar uma pasta uniforme, a qual foi aderida às sementes. Após a aderência, realizou-se a peletização com calcário, visando à redução de perda de veículo turfoso (BALIEIRO e outros, 2013).

Nos tratamentos, utilizou-se molibdênio, na forma de molibdato de sódio, exceto na testemunha absoluta (sem peletização e sem inoculação). As sementes peletizadas foram cobertas com uma mistura de calcário e molibdênio, na proporção 1:1, em quantidade equivalente a 10 kg da mistura para cada 50 kg de sementes (BALIEIRO e outros, 2013). Na testemunha nitrogenada, utilizou-se apenas molibdênio, via solo.

A adubação nitrogenada foi realizada com ureia (45% de N), com a aplicação de 80 kg de N ha⁻¹ (20 kg ha⁻¹ na semeadura e 60 kg ha⁻¹ em cobertura), correspondendo a 560 mg vaso⁻¹. A ureia e o molibdênio foram dissolvidos em água e regados no vaso. A cobertura foi realizada aos 25-30 dias após a emergência das plantas.

Na semeadura, utilizaram-se cinco sementes por vaso. O desbaste foi realizado aos sete dias após a emergência, quando as plântulas estavam com dois pares de folhas definitivas, deixando-se uma planta por vaso.

Durante a condução do experimento, realizou-se a irrigação diária, para manter a umidade do solo próxima à capacidade de campo, a partir da determinação da capacidade de vaso, conforme a metodologia proposta por Casaroli e Van Lier (2008), a qual tem como base a taxa de decréscimo do teor

de água do solo quando acondicionado em recipiente plástico. O controle de plantas daninhas e os tratos fitossanitários foram realizados conforme a necessidade da cultura.

Aos 35 dias após a emergência (início do florescimento), foram coletadas as plantas de todos os tratamentos, com as raízes intactas, as quais foram conduzidas ao Laboratório de Tecnologia de Sementes, para avaliações. As características avaliadas foram: altura de plantas (cm planta⁻¹), massa seca de parte aérea, raízes e de toda a planta (g planta⁻¹), número de nódulos (nódulos planta⁻¹), massa seca de nódulos (mg planta⁻¹), teor de N (%) e acúmulo de N (mg) na parte aérea e a eficiência relativa (EFR) dos tratamentos.

A EFR dos tratamentos foi determinada por meio da relação entre a massa seca das plantas inoculadas e a massa seca das plantas que receberam a adubação mineral, de acordo com a seguinte fórmula, proposta por Bergensen e outros (1971):

$$EFR = (MSPA \text{ inoculada} / MSPA \text{ com N}) \times 100$$

em que: EFR = eficiência relativa; MSPA inoculada = massa seca da parte aérea da planta inoculada e MSPA com N = massa seca da parte aérea da planta adubada com N mineral.

A parte aérea foi separada das raízes em corte efetuado no ponto de inserção cotiledonar, próximo à base do caule. As raízes foram lavadas em água corrente sobre peneiras, e os nódulos foram destacados, contados e secos em papel absorvente.

Para se determinar a produção de massa seca, o material vegetal (nódulos, parte aérea e raízes) foi submetido à secagem em estufa de circulação forçada de ar, a 65 °C, até atingir a massa seca constante (\pm 72 horas). Após a secagem, a parte aérea foi moída e pesada em balança com precisão de 0,001 g, para a determinação da MSPA. uma amostra representativa foi utilizada para

determinação do teor de N na MSPA, pelo método de digestão sulfúrica, seguida de destilação Kjeldahl (EMBRAPA, 1997). O N acumulado foi calculado por meio da multiplicação da massa seca na parte aérea (g) pelo teor (%) de N da parte aérea, sendo o resultado dividido por 100.

Os dados foram submetidos ao teste Cochran e de Lilliefors, respectivamente, para verificação da homogeneidade das variâncias e da normalidade dos dados. Posteriormente, realizou-se a análise de variância, pelo teste F ($p \leq 0,05$), com desdobramento das interações significativas. O efeito da peletização e a eficiência relativa dos tratamentos foram comparados pelo teste F e pelo teste de Tukey, respectivamente. As doses de inoculante foram submetidas à regressão polinomial e tiveram equações de regressão ajustadas até o 3º grau. O tratamento adicional foi comparado à média do fatorial pelo teste de Dunnett ($p \leq 0,05$). Os programas estatísticos utilizados foram o AGROESTAT (BARBOSA e MALDONADO JUNIOR, 2015) e o SISVAR 5.4 (FERREIRA, 2014).

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

O efeito do uso da peletização foi significativo em quase todas as características avaliadas, com exceção do número de nódulos. O fator isolado, doses de inoculante, causou efeito significativo nas massas secas da raiz e de toda a planta, em número e massa seca de nódulos, e em teor e acúmulo de nitrogênio (N) na parte aérea. Os efeitos do fatorial e fatorial *versus* tratamento adicional foram significativos em relação a número e massa seca de nódulos e ao teor e acúmulo de N (Tabela 3.2).

Tabela 3.2 - Resumo da análise de variância e do coeficiente de variação (CV) sobre a altura de planta (APL), massa seca de parte aérea (MSPA), massa seca de raiz (MSR), massa seca total da planta (MSTP), número de nódulos (NND), massa seca de nódulos (MSND), teor de nitrogênio (TNPA) e acúmulo de nitrogênio (ANPA) na parte aérea, em plantas de feijão-caupi, cv. BRS Novaera, submetidas à peletização (P), doses de inoculante (I), interação (P x I) e fatorial *versus* o tratamento adicional (Fatorial vs Adicional). Vitória da Conquista, BA, 2018.

FV	GL	Quadrados médios							
		APL	MSPA	MSR	MSTP	NND	MSND	TNPA	ANPA
Peletização (P)	1	100,86**	1216,6**	14,9**	1499,6**	4237,4	365338,1**	1,9**	12580,8**
Dose de inoculante (I)	3	3,7	100,2	2,2*	131,6*	40700,6**	608452,3**	0,6**	7236,4**
P x I	3	10,3	52,3	1,2	66,6	5342,6*	126925,5*	0,8**	7250,5**
Fatorial vs Adicional	1	0,0	51,9	1,7	72,4	11398,5**	207396,2*	0,2**	1256,1*
Resíduo	18	4,8	33,1	0,6	41,0	1237,2	37665,4	0,0	193,8
CV (%)		26	24,1	22,8	23,6	23,5	39,1	6,5	6,2

**Significativo ($p \leq 0,01$) pelo teste F; *significativo ($p \leq 0,05$) pelo teste F. CV - Coeficiente de variação.

O uso da peletização resultou em plantas com menores resultados de altura e massa seca de parte aérea, de raízes e de toda a planta que os das plantas resultantes de sementes não peletizadas (Tabela 3.3). Isso pode ter ocorrido devido à baixa velocidade de emergência das plântulas, que, no tratamento com peletização, deu-se somente aos 14 dias após a semeadura (DAS), enquanto que, no tratamento sem a peletização, a emergência se deu aos 7 DAS.

Tabela 3.3 - Altura de plantas (APL), massa seca da parte aérea (MSPA), de raiz (MSR) e total de plantas (MSTP) de feijão-caupi, cv. BRS Novaera, oriundas de sementes submetidas a tratamentos sem e com peletização, em Vitória da Conquista, BA, 2018.

Características	Peletização	
	Sem	Com
APL	24,5a*	20,4b
MSPA	30,5a	16,2b
MSR	4,0a	2,4b
MSTP	34,4a	18,6b

*Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste de F ($p \leq 0,05$).

A menor velocidade de germinação e emergência no tratamento com peletização pode ter sido resultante da limitação às trocas gasosas entre as sementes e o ambiente externo ao pélete, o que levou algumas sementes ao processo de fermentação e morte. De acordo com Santos (2016), o pélete pode atuar como uma barreira física e dificultar a emissão da raiz primária, o que retarda a germinação das sementes. Silva e Nascimento (2009) afirmaram que o material utilizado na peletização retém um filme de água em seus poros e, assim, prejudica a troca gasosa entre a semente e o meio externo; deve-se, portanto, ter o cuidado com o excesso de umidade, que prejudica a germinação.

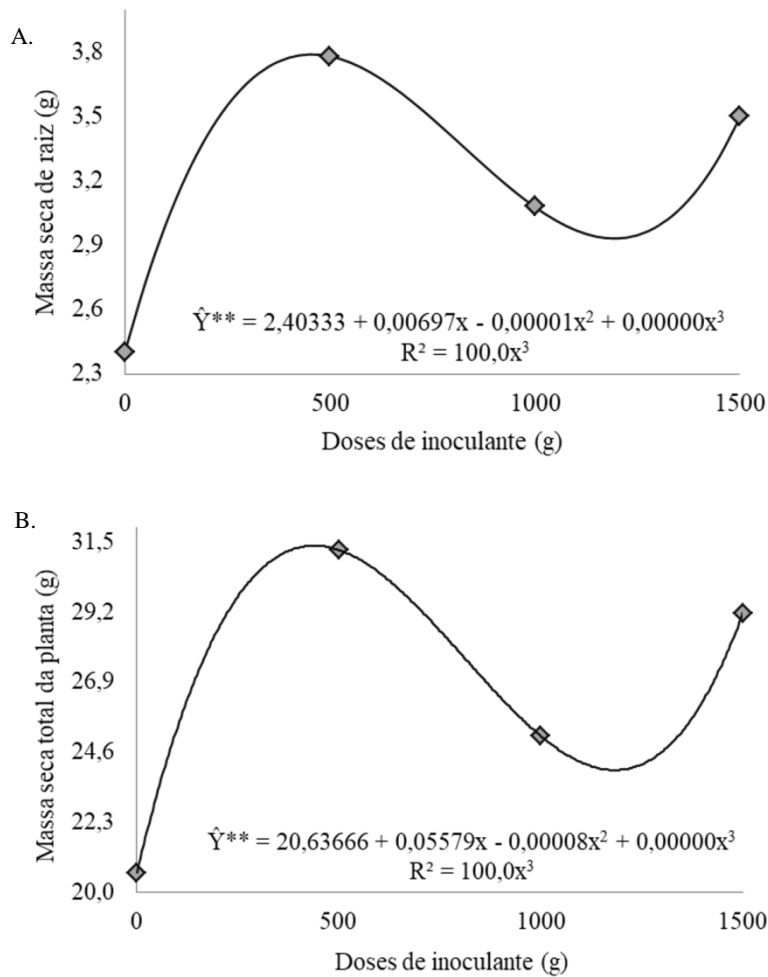
Medonça (2003) verificou que os adesivos à base de amido, tais como polvilho de mandioca, farinha de trigo e amido de milho, não foram satisfatórios devido à grande atração desses materiais por microrganismos. Assim, embora o

uso da peletização seja uma técnica simples, econômica e acessível ao produtor, deve ser aprimorada de modo que não prejudique os processos fisiológicos das sementes e o crescimento das plantas em campo.

Os resultados encontrados neste trabalho diferem daqueles obtidos por Coelho (2001) em plantas de trigo, cujas sementes inoculadas e peletizadas desenvolveram plantas com maior altura e biomassa seca de plantas em relação ao tratamento não peletizado. Essa resposta pode estar associada à presença de pálea e lema em sementes de trigo que aumentam a sua proteção; enquanto que, em sementes de feijão-caupi, devido à ausência de tais estruturas, ocorre o contato direto entre as sementes e a goma, impedindo, dessa forma, a realização de trocas gasosas com o meio externo.

Os efeitos de doses de inoculante sobre MSR e MSTP foram estudados de acordo com equação de regressão cúbica, baseada em cálculo de doses máxima e mínima (Figura 3.1 A e B).

O efeito das doses de inoculante sobre as massas secas mostra que o uso de inoculante resultou em valores de MSR e MSTP maiores que o tratamento sem inoculação. Os valores de MSR e MSTP foram mais elevados na dose estimada de 400 g (3,8 e 31,2 g, respectivamente), seguidos daqueles obtidos na dose de 1500 g (2,9 e 24,0 g, respectivamente) (Figura 3.1). A redução do acúmulo de massa seca entre as doses 400 e 1150 g de inoculante pode ter sido ocasionada pela desuniformidade das plantas.

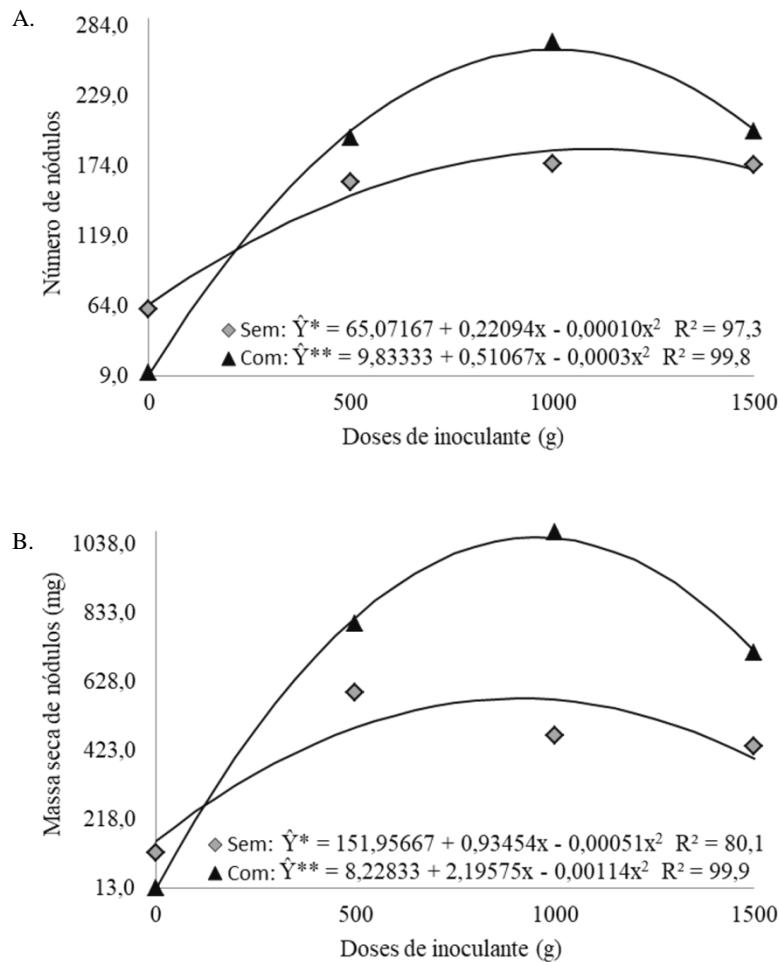


** Significativo ($p \leq 0,01$), pela análise de variância da regressão

Figura 3.1 - Massa seca de raiz (A) e massa seca total (B) de plantas de feijão-caupi, cv. BRS Novaera, em função de doses de inoculante (g). Vitória da Conquista, BA, 2018.

Os resultados referentes à NND e MSND foram ajustados ao modelo de regressão quadrática crescente. Os maiores valores de NND foram obtidos nas doses máximas de 1100 e 1000 g de inoculante, sendo 187 e 266 nódulos nos

tratamentos sem e com peletização, respectivamente. Em relação à MSND, os maiores valores foram 577,4 e 1058,2 mg, nas doses 900 e 950 g de inoculante, referentes aos tratamentos sem e com inoculação, respectivamente (Figura 3.2 A e B).



**, * Significativo ($p \leq 0,01$ e $p \leq 0,05$, respectivamente) pela análise de variância da regressão

Figura 3.2 - Número de nódulos (A) e massa seca de nódulos (B) de plantas de feijão-caupi, cv. BRS Novaera, em função da peletização e doses de inoculante (g). Vitória da Conquista, BA, 2018.

Os maiores valores de NND e MSND obtidos com a peletização podem ser resultantes de maior proteção e infecção da estirpe nas fontes de inóculo, em comparação com o tratamento sem peletização. Além disso, o calcário veiculado junto à semente pode auxiliar no fornecimento de nutrientes e na neutralização da acidez do solo, favorecendo, assim, a atividade da estirpe inoculada. De acordo com Coelho (2001), a peletização tem como finalidade principal fornecer às sementes quantidade máxima de bactérias do inoculante, protegendo-as contra possíveis danos até a infecção.

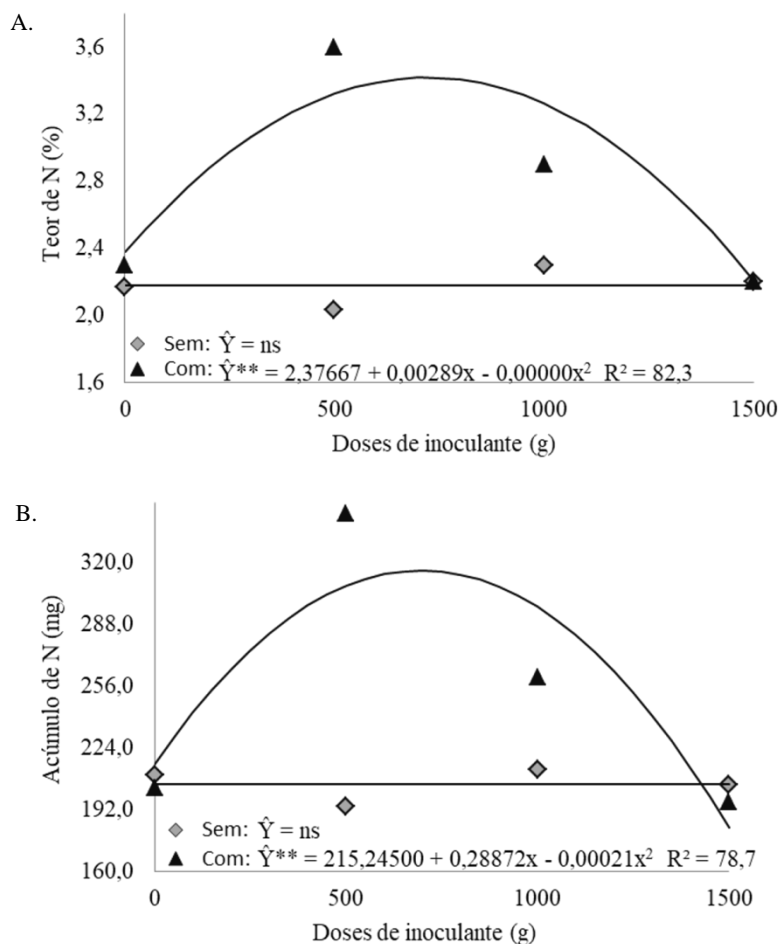
Em relação às doses de inoculante, as doses entre 900 e 1100 g, que estão acima do recomendado (500 g) para a cultura do feijão-caupi, favoreceram o desenvolvimento dos nódulos da planta. Como comparação, na cultura da soja, a aplicação de doses acima do recomendado é um processo frequentemente utilizado para superar as condições adversas ao rizóbio. Brandão Júnior e Hungria (2000), trabalhando com doses de inoculante turfoso na cultura da soja, verificaram que a aplicação de 500 g de inoculante/50 kg de sementes proporcionou maior nodulação do que na testemunha sem inoculação e com adubação nitrogenada. Ethur e outros (2017), ao avaliarem inoculantes na nodulação e produtividade de soja, verificaram que os tratamentos líquido (duas doses) e líquido (quatro doses) + turfoso (quatro doses) apresentaram número superior de nódulos, em até 700%, quando comparados com o tratamento testemunha.

Trabalhos envolvendo inoculação com *Bradyrhizobium sp.* apresentaram número variável de nódulo em feijão-caupi, com médias variando de 37,6 a 47,6, inferiores às encontradas neste trabalho (ALCÂNTARA e outros, 2014; CAVALCANTE e outros, 2017). No entanto, tais médias são indicadas como suficientes para o desenvolvimento normal da planta (HUNGRIA e outros, 2007).

A MSND dos tratamentos sem e com peletização apresentou médias estimadas de 403,8 e 650,6 mg por planta, respectivamente. Esses valores são bastante superiores aos obtidos por Silva Júnior e outros (2014), em torno de 200 mg por planta, que avaliaram a nodulação do feijão-caupi em resposta à inoculação com diferentes densidades rizobianas na região sudeste do Brasil. HUNGRIA e outros (2007) afirmaram em trabalhos de FBN na cultura da soja que a MSND entre 100 e 200 mg é suficiente para garantir o fornecimento de N para o desenvolvimento da cultura.

Araújo e outros (2007) avaliaram a FBN em feijão-comum submetido a dosagens de inoculante e tratamento químico e observaram que não houve aumento de nodulação e produtividade com o aumento da dosagem de inoculante. Contudo, doses mais elevadas de inoculante contribuem para maior aderência desse produto na semeadeira, principalmente quando se utiliza a solução açucarada como adesivo. Por outro lado, doses inferiores podem limitar o processo de FBN nos locais onde a população naturalizada do solo é elevada (BRANDÃO JÚNIOR e HUNGRIA, 2000).

Os valores de TNPA e ANPA ajustaram-se ao modelo quadrático de regressão crescente, em função das doses de inoculante, no tratamento com peletização. Os valores obtidos no tratamento sem a peletização, entretanto, não se ajustaram a nenhum modelo de regressão (Figura 3.3).



** Significativo ($p \leq 0,01$), pela análise de variância da regressão

Figura 3.3 – Teor de N (A) e acúmulo de N (B) na parte aérea de plantas de feijão-caupi, cv. BRS Novaera, em função da peletização e DE doses de inoculante (g). Vitória da Conquista, BA, 2018.

Os maiores valores de TNPA e ANPA foram obtidos nas doses máximas estimadas de 550 e 700 g de inoculante, sendo 3,4% e 315,9 mg, respectivamente, no tratamento peletizado. Esses resultados corroboram aqueles obtidos por Brandão Júnior e Hungria (2000) com a cultura da soja, em que as

doses de 500 e 750 g de inoculante foram as que proporcionaram maior-acúmulo de N na parte aérea daquelas plantas.

A peletização de sementes pode favorecer a associação da bactéria com as raízes das plantas e, indiretamente, aumentar a atividade da redutase de nitrato, que é uma enzima chave no processo de redução de nitrato a amônio. Para que esses processos ocorram, o molibdênio é indispensável, devido à sua participação estrutural e catalítica, tanto em relação à redutase de nitrato como à nitrogenase, que é uma enzima diretamente envolvida com a fixação de N (COELHO, 2001). Segundo esse autor, em sementes de trigo peletizadas e inoculadas com *Azospirillum brasilense*, cultivar BR-26, o teor de nitrato tornou-se menor com a diminuição da dose de molibdênio.

O efeito do fatorial *versus* tratamento adicional foi significativo nas características MSPA, MSR, MSTP, NND, MSND, TNPA e ANPA e não significativo na APL (Tabela 3.4).

Tabela 3.4 - Resumo da análise de variância e do coeficiente de variação (CV) para a altura de planta (APL), massa seca de parte aérea (MSPA), massa seca de raiz (MSR), massa seca total da planta (MSTP), número de nódulos (NND), massa seca de nódulos (MSND), teor de nitrogênio (TNPA) e acúmulo de nitrogênio (ANPA) na parte aérea, em plantas de feijão-caupi, cv. BRS Novaera, submetidas ao fatorial (Inoculação x Peletização) *versus* o tratamento adicional (Testemunha nitrogenada). Vitória da Conquista, BA, 2018.

FV	GL	Quadrados médios							
		APL	MSPA	MSR	MSTP	NND	MSND	TNPA	ANPA
Fatorial vs Adicional	8	17,9	215,8*	3,3*	270,8*	19220,7*	347358,5*	0,8*	7163,3*
Resíduo	18	4,8	33,1	0,6	41,0	1237,2	37665,4	0,0	194,1
CV (%)		9,7	24,1	22,8	23,6	23,5	39,1	6,5	6,2

*Significativo ($p \leq 0,05$) pelo teste F. CV - Coeficiente de variação.

Nas características MSPA e MSR, a testemunha nitrogenada foi superior aos tratamentos com sementes peletizadas e inoculadas nas doses 0 e 1000 g de inoculante; enquanto que a MSTP foi inferior à testemunha nitrogenada apenas no tratamento peletizado, na dose 0. De modo geral, a peletização foi prejudicial ao desempenho das três características analisadas (Tabela 3.5).

Tabela 3.5 - Altura de plantas (APL; cm), massa seca da parte aérea (MSPA; g), de raiz (MSR; g) e total da planta (MSTP; g), número (NND) e massa seca de nódulos (MSND; mg), teor (TNPA; %) e acúmulo de N (ANPA; mg), em função dos tratamentos, em feijão-caupi, cv. BRS Novaera, em Vitória da Conquista, BA, 2018.

Tratamentos	APL	MSPA	MSR	MSTP	NND	MSND	TNPA	ANPA
Sem Pelet, Dose 0	25,4 a*	28,0 a	3,8 a	31,8 a	61,6 b	116,7 b	2,2 b	209,9 b
Sem Pelet, Dose 500	24,9 a	35,6 a	4,4 a	40,0 a	161,0 b	596,7 b	2,1 b	193,5 b
Sem Pelet, Dose 1000	24,3 a	29,7 a	3,9 a	33,6 a	175,8 b	467,5 b	2,3 b	212,7 b
Sem Pelet, Dose 1500	23,6 a	28,6 a	3,8 a	32,4 a	175,3 b	434,3 b	2,2 b	204,8 b
Com Pelet, Dose 0	17,5 a	8,5 b	1,0 b	9,5 b	11,7 b	14,0 b	2,3 b	202,9 b
Com Pelet, Dose 500	21,9 a	19,3 a	3,2 a	22,5 a	196,0 a	801,7 a	3,7 a	345,0 a
Com Pelet, Dose 1000	20,8 a	14,4 b	2,3 b	16,7 a	271,3 a	1073,4 a	2,9 a	260,4 a
Com Pelet, Dose 1500	21,5 a	22,8 a	3,2 a	25,9 a	201,0 a	713,1 a	2,2 b	195,9 b
Testemunha nitrogenada	22,5 a	27,8 a	4,0 a	31,8 a	91,3 b	248,3 b	2,2 b	206,4 b
DMS	5,2	12,1	1,6	15,1	97,0	428,6	0,3	31,6

*Significativo pelo teste de Dunnett ($p \leq 0,05$), na comparação com a testemunha (com 80 kg de N ha⁻¹).

Os tratamentos com peletização, nas doses 500, 1000 e 1500 g de inoculante, resultaram em maiores valores de NND e MSND do que os da testemunha nitrogenada. Isso indica que as plantas com maior número de nódulos apresentavam essas estruturas em tamanho maior, evidenciado no momento da sua contagem. A redução da nodulação em feijão-caupi, como resposta à adubação nitrogenada, tem sido relatada em estudos de Melo e outros (2015) e Parente e outros (2015).

Os valores de TNPA e ANPA foram maiores nos tratamentos com peletização, nas doses 500 e 1000 g de inoculante, em relação à testemunha nitrogenada, o que sugere que a peletização e o aumento de doses de inoculante

proporcionaram à estirpe inoculada maior eficiência na conversão de nitrogênio atmosférico em nitrogênio prontamente assimilável pela planta. Mello e Zilli (2009), trabalhando com cinco cultivares de feijão-caupi em Roraima, também verificaram diferença estatística na quantidade de nitrogênio na massa seca da parte aérea em relação ao tratamento adubado e à estirpe BR3262 em todas as cultivares; enquanto que Araújo e outros (2007), ao avaliarem a FBN no feijoeiro submetido a dosagens de inoculante e tratamento químico na semente comparado à adubação nitrogenada, verificaram que o aumento de doses de inoculante foi estatisticamente semelhante ao da testemunha nitrogenada.

A eficiência relativa (EFR) do tratamento sem e a do tratamento com peletização, nas diferentes doses de inoculantes, foram semelhantes entre si. Entretanto, verificou-se que os tratamentos sem peletização e o tratamento com adubação nitrogenada apresentaram, em termos percentuais, maior eficiência em acumular o N fixado. Dessa forma, pode-se inferir que o uso da inoculação possibilita a mesma capacidade de incorporação de N da planta quando comparado à adição de N na forma mineral (Tabela 3.6).

Tabela 3.6 - Eficiência relativa (EFR) dos tratamentos em função da testemunha nutrotenhada (80 kg de N ha⁻¹), em feijão-caupi, cv. BRS Novaera, em Vitória da Conquista, BA, 2018.

Tratamentos	EFR 80 (%)
Sem pelet, Dose 500 g do inoculante	133,0 a
Sem pelet, Dose 1000 g do inoculante	113,5 a
Sem pelet, Dose 1500 g do inoculante	104,7 a
Com pelet, Dose 500 g do inoculante	67,1 a
Com pelet, Dose 1000 g do inoculante	54,8 a
Com pelet, Dose 1500 g do inoculante	81,7 a
Testemunha nitrogenada	100,0 a
Testemunha, sem N	103,8 a
CV (%)	31,6

Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$). CV = coeficiente de variação.

A semelhança da EFR no tratamento sem inoculação e sem peletização (testemunha) em relação aos demais tratamentos pode ter sido causada pela população de rizóbios nativos, capazes de nodular o feijão-caupi. Esses resultados corroboram os obtidos por Ferreira e outros (2013) e por Farias e outros (2016), em estudos realizados com a mesma cultura; enquanto que, nos demais tratamentos, a menor EFR pode ter sido resultante do uso da peletização, que prejudicou o crescimento das plantas e, conseqüentemente, o acúmulo de massa seca da parte aérea.

4. CONCLUSÃO

A peletização inibiu o crescimento das plantas.

A dose 400 g de inoculante promoveu maior massa seca de raiz e de toda a planta.

O número de nódulos e a sua massa seca aumentaram com o uso da peletização e as doses crescentes de inoculante, entre 900 e 1100 g.

A peletização das sementes nas doses entre 500 e 1000 g de inoculante pode aumentar a sobrevivência das bactérias na rizosfera e dispensar o uso da adubação nitrogenada.

5. REFERÊNCIAS

ALCANTARA, R. M. C. M. DE; XAVIER, G. R.; RUMJANEK, N. G.; ROCHA, M. M.; CARVALHO, J. dos S. Eficiência simbiótica de progenitores de cultivares brasileiras de feijão-caupi. **Revista de Ciência Agronômica**, Fortaleza, v. 45, n. 1, p. 1-9, 2014.

ARAÚJO, F. F. de; CARMONA, F. G.; TIRITAN, C. S.; CRESTE, J. E. Fixação biológica de N₂ no feijoeiro submetido a dosagens de inoculante e tratamento químico na semente comparado à adubação nitrogenada. **Acta Scientiarum. Agronomy**. Maringá, v. 29, n. 4, p. 535-540, 2007.

BALIEIRO, F. de C.; BERBARA, R.; FARIA, S. M. de; DE-POLLI, H.; FRANCO, A. A. **Insumos biológicos**. In: FREIRE, L. R.; BALIEIRO, F. de C.; ZONTA, E.; ANJOS, L. H. C. dos; PEREIRA, M. G.; LIMA, E.; GUERRA, J. G. M.; FERREIRA, M. B. C.; LEAL, M. A. de A.; CAMPOS, D. V. B. de; POLIDORO, J. C. Manual de calagem e adubação do estado do Rio de Janeiro. Brasília, DF: EMBRAPA, Seropédica, RJ: Editora Universidade Rural, p. 167-189. 2013.

BARBOSA, J. C.; MALDONADO JUNIOR, W. **AgroEstat - sistema para análises estatísticas de ensaios agrônômicos**. Jaboticabal: FCAV/UNESP. 2015. 396 p.

BERGENSEN, F. J.; BROCKWELL, J.; GIBSON, A. H.; SCHWINGHAMER, E. A. Studies of natural populations and mutants of *Rhizobium* in the improvement of legume inoculants. **Plant and Soil**, Canberra, v. 46, p. 3-16, 1971.

BRANDÃO JUNIOR, O.; HUNGRIA, M. Efeito de doses de inoculante turfoso na fixação biológica do nitrogênio pela cultura da soja. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 24, p. 527-535, 2000.

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 dos 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. Seção 1, p.3-7, 2011.

CASAROLI, D.; VAN LIER, Q. de J. Critérios para determinação da capacidade de vaso. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 32, n. 1, p. 59-66, 2008.

CAVALCANTE, A. C. P.; CAVALCANTE, A. G.; DINIZ NETO, M. A.; MATOS, B. F.; DINIZ, B. L. M. T.; BERTINO, A. M. P. Inoculação das

cultivares locais de feijão-caupi com estirpes de rizóbio. **Revista de Ciências Agrárias**, Viçosa, v. 60, n. 1, p. 38-44, 2017.

CHUEIRI, W. A.; PAJARA, F.; BOZZA, D. Importância da inoculação e nodulação na cultura da soja. *Manah: Divulgação técnica*, no 169. 2005. Disponível em: <http://www.manah.com.br/downloadpdf.aspx?pdf=/media/4691/dt_manah_169.pdf>. Acesso em: 14 dez. 2018.

COELHO, M. A. de O. **Atividade da nitrato redutase, composição mineral e caracteres da planta de trigo associados à aplicação de molibdênio, à peletização e à inoculação das sementes com *Azospirillum brasilense***. Tese (Doutorado) – Universidade Federal de Viçosa, Minas Gerais. 2001. 149 p.

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

ETHUR, L. Z.; BRESOLIN, A. P. S.; FRESINGHELLI, J. C. F. de; CADORE, L. da S.; BANDEIRA, C. T. Inoculantes na nodulação e produtividade de soja cultivada na fronteira oeste do rio grande do sul. **Enciclopédia Biosfera**, Centro Científico Conhecer - Goiânia, v. 14, n. 25, p. 832-840, 2017.

FARIAS, T. P.; TROCHMANN, A.; SOARES, B. L.; MOREIRA, F. M. S. Rhizobia inoculation and liming increase cowpea productivity in Maranhão State. **Acta Scientiarum Agronomy**, Maringá, v. 38, n. 3, p. 387-395, 2016.

FERREIRA, D. F. Sisvar: a guide for its bootstrap procedures in multiple comparisons. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 38, n. 2, p. 109-112, 2014.

FERREIRA, L. V. M.; NOBREGA, R. S. A.; NOBREGA, J. C. A.; AGUIAR, F. L.; MOREIRA, F. M. S.; PACHECO, L. P. Biological nitrogen fixation in production of *Vigna unguiculata* (L.) Walp, Family Farming in Piauí, Brazil. **Journal of Agricultural Science**, v. 5, n. 4, p. 153-160, 2013.

FREIRE, L. R.; BALIEIRO, F. de C.; ZONTA, E.; ANJOS, L. H. C. dos; PEREIRA, M. G.; LIMA, E.; GUERRA, J. G. M.; FERREIRA, M. B. C.; LEAL, M. A. de A.; CAMPOS, D. V. B. de; POLIDORO, J. C. **Manual de calagem e adubação do estado do Rio de Janeiro**. Brasília, DF: EMBRAPA, Seropédica, RJ: Editora Universidade Rural. 2013. 430 p.

HUNGRIA, M.; CAMPO, R. J.; MENDES, I. C. **A importância do processo de fixação biológica do nitrogênio para a cultura da soja**: componente essencial para a competitividade do produto brasileiro. Londrina: Embrapa Soja, 2007. 80p. (Embrapa Soja. Documentos, 283).

HUNGRIA, M.; CAMPO, R. J.; MENDES, I. C. **Fixação biológica do nitrogênio na cultura da soja**. Londrina: Embrapa Soja, 2001, 48p. (Circular Técnica / Embrapa Soja).

INMET. **Instituto Nacional de Meteorologia**. Estação meteorológica (ESMET). Vitória da Conquista, BA, 2018.

LUPWAYI, N. Z.; RICE, W. A.; CLAYTON, G. W.; Rhizobial inoculants for legume crops. **Journal of Crop Improvement**, v. 15, n. 2, p. 289-321, 2005.

MELO, N. C.; ALMEIDA, R. F.; SILVA, V. F. A.; FERREIRA, R. L. C.; VALENTE, G. F. Análise multivariada no crescimento e nodulação de feijão-caupi com doses de nitrogênio. **Enciclopédia Biosfera**, Centro Científico Conhecer, Goiânia, v. 11, n. 21, p. 142, 2015.

MELO, S. R. de; ZILLI, J. E. **Fixação biológica de nitrogênio em cultivares de feijão-caupi recomendadas para o Estado de Roraima**. Pesquisa Agropecuária Brasileira, Brasília, v. 44, n. 9, p.1177-1183, 2009.

PARENTE, T. DE L.; LAZARINI, E.; CAIONI, S.; PIVETTA, R. S.; SOUZA, L. G. M DE; BOSSOLANI, J. W. Adubação nitrogenada em genótipos de soja associada à inoculação em semeadura direta no Cerrado. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, Recife, v. 10, n. 2, p. 249-255, 2015.

SANTOS, S. R. G. dos. Peletização de sementes florestais no Brasil: uma atualização. **Floresta e Ambiente**, v. 23, n. 2, p. 286-294, 2016.

SEI. SUPERINTENDÊNCIA DE ESTUDOS ECONÔMICOS E SOCIAIS DA BAHIA. **Tipologia climática de Köppen**. Estado da Bahia. 1998. Disponível em: <http://www.sei.ba.gov.br/site/geoambientais/mapas/pdf/tipologia_climatica_segundo_koppen_2014.pdf>. Acesso em: 29 fev. 2018.

SILVA, A. F. DA; CARVALHO, M. A. C. DE; SCHONINGER, E. L.; MONTEIRO, S.; CAIONE, G.; SANTOS, P. A. Doses de inoculante e nitrogênio na semeadura da soja em área de primeiro cultivo. **Bioscience Journal**, v. 27, n. 3, p. 404-412, 2011.

SILVA, J. B. C. E NASCIMENTO, W. M. Peletização de sementes de hortaliças. In: Nascimento, W. M., editor. **Tecnologia de sementes de hortaliças**. Brasília: Embrapa Hortaliças; 2009. p. 309-341.

SILVA JÚNIOR, E. B. da; SILVA, K. da; OLIVEIRA, S. S.; OLIVEIRA, P. J. de; BODDEY, R. M.; ZILLI, J. E.; XAVIER, G. R. Nodulação e produção de feijão-caupi em resposta à inoculação com diferentes densidades rizobianas. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 49, n. 10, p. 804-812, 2014.

SMITH, R. S. **Inoculant formulations and applications to meet changing needs**. In: TIKHONOVICH, I. A.; PROVOROV, N. A.; ROMANOV, V. I.; NEWTON, W. E., eds. Nitrogen fixation: fundamentals and applications. Dordrecht, Kluwer Academic Publishers, p. 653-657, 1995.