



COINTER PDVAgro 2020

V CONGRESSO INTERNACIONAL DAS CIÊNCIAS AGRÁRIAS

Edição 100% virtual | 02 a 05 de dezembro

ISSN:2526-7701 | PREFIXO DOI:10.31692/2526-7701

RESPOSTA DA FIXAÇÃO BIOLÓGICA DE NITROGÊNIO (FBN) EM CULTIVARES DE FEIJÃO CAUPI, NO MUNICÍPIO DE CODÓ-MA

RESPUESTA A LA FIJACIÓN BIOLÓGICA DE NITRÓGENO (FBN) EN CULTIVARES DE FRIJOL CAUPI, EN LA CIUDAD DE CODÓ-MA

RESPONSE TO BIOLOGICAL FIXING OF NITROGEN (BFN) IN CULTIVARS OF COWPEA BEANS, IN CITY OF CODÓ-MA

Apresentação: Comunicação Oral

Gustavo Yves Rodrigues Ramos¹; Yago de Medeiros Silva²; João Soares de Almeida Junior³ Arison Sousa dos Santos⁴; Gutierrez Nelson Silva⁵

DOI: <https://doi.org/10.31692/2526-7701.VCOINTERPDVAgro.0155>

RESUMO

O feijão é uma das culturas de maior importância econômica no Brasil, principalmente nas regiões Norte e Nordeste. Com isso torna-se importante o desenvolvimento de novas técnicas para uma melhor produção, sendo a Fixação biológica de nitrogênio (FBN) uma alternativa viável. Objetivou-se com esse estudo avaliar a fixação biológica de nitrogênio em três cultivares de feijão-caupi (BRS Guariba, BRS Aracê e BR-17 Gurguéia) no município de Codó-MA. Os tratamentos foram Com e Sem a utilização do inoculante com rizóbio contendo a estirpe BR 3262. Foi utilizado 6 tratamentos com 4 repetições, no esquema de blocos inteiramente casualizados. As características analisadas foram Comprimento da parte aérea, comprimento da raiz, peso massa fresca da parte aérea, peso massa fresca raiz, peso massa seca parte aérea, peso da massa seca da raiz, número de vargem por planta, produtividade. Houve diferença significativa apenas no comprimento da parte aérea não afetando o fator produtividade. De forma geral a inoculação não diferiu estatisticamente do tratamento sem inoculação. Indicando a necessidade de novas pesquisas com a utilização de outras bactérias que se desenvolvam melhor ou o isolamento de xdbactérias fixadoras de nitrogênio nativas do solo da região.

Palavras-Chave: Inoculação, *Vigna unguiculata*, Nodulação, Rizóbio.

RESUMEN

El frijol es uno de los cultivos de mayor importancia económica en Brasil, principalmente en las regiones Norte y Nordeste. Por ello, es importante desarrollar nuevas técnicas para una mejor producción, siendo la fijación biológica de nitrógeno (FBN) una alternativa viable. El objetivo de este estudio fue evaluar la fijación biológica de nitrógeno en tres cultivares de caupí (BRS Guariba, BRS Aracê y BR-17

¹ Bacharelado em Agronomia, Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Maranhão, IFMA – Campus Codó, gustavo.18gy@gmail.com

² Bacharelado em Agronomia, Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Maranhão, IFMA – Campus Codó, yahgo.medeiros.silva@hotmail.com

³ Bacharelado em Agronomia, Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Maranhão, IFMA – Campus Codó, jjoaojunior20@gmail.com

⁴ Bacharelado em Agronomia, Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Maranhão, IFMA – Campus Codó, arisonsousa20@gmail.com

⁵ Doutorado em Fitotecnia, Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Mato Grosso do Sul, IFMS – Campus Nova, gutierrez.silva@ifms.edu.br

REPOSTA DA FIXAÇÃO BIOLÓGICA DE NITROGÊNIO (FBN)

Gurguéia) em Codó-MA. Los tratamientos fueron Con y Sin el uso del inoculante de rizobios que contiene la cepa BR 3262. Se utilizaron 6 tratamientos con 4 repeticiones, en el esquema de bloques completamente al azar. Las características analizadas fueron: Longitud de la parte aérea, longitud de la raíz, peso fresco de la parte aérea, peso seco de la parte aérea, peso de la masa seca de la raíz, número de vareas por planta, productividad. Hubo una diferencia significativa solo en la longitud de la parte aérea, sin afectar el factor de productividad. En general, la inoculación no difirió estadísticamente del tratamiento sin inoculación. Indicando la necesidad de más investigación con el uso de otras bacterias que se desarrollen mejor o el aislamiento de bacterias fijadoras de nitrógeno nativas del suelo de la región.

Palabras Clave: Inoculación, *Vigna unguiculata*, Nodulación, Rizobios.

ABSTRACT

Beans are one of the most economically important crops in Brazil, mainly in the North and Northeast regions. As a result, it is important to develop new techniques for better production, with biological nitrogen fixation (BNF) being a viable alternative. The objective of this study was to evaluate the biological nitrogen fixation in three cowpea cultivars (BRS Guariba, BRS Aracê and BR-17 Gurguéia) in Codó-MA. The treatments were With and Without the use of the rhizobia inoculant containing the strain BR 3262. 6 treatments with 4 repetitions were used, in the completely randomized block scheme. The characteristics analyzed were Length of the aerial part, length of the root, weight fresh weight of the aerial part, weight fresh mass of the aerial part, weight dry mass of the aerial part, weight of the dry mass of the root, number of vareas per plant, productivity. There was a significant difference only in the length of the aerial part, without affecting the productivity factor. In general, inoculation did not differ statistically from treatment without inoculation. Indicating the need for further research with the use of other bacteria that develop better or the isolation of nitrogen-fixing bacteria native to the region's soil.

Keywords: Inoculation, *Vigna unguiculata*, Nodulation, Rhizobia.

INTRODUÇÃO

O Brasil é um dos maiores produtores mundiais de feijão-caupi (FAO, 2004; DUROJAYE et al, 2019) com uma produção de feijão total estimada de 3.058,0 mil t (mil toneladas) sendo 610,8 mil t (mil toneladas) para feijão-caupi safra 2019/2020 (CONAB, 2020). Estima-se que a região Nordeste será responsável por 63,27% da produção brasileira de feijão-caupi total, com um expressivo destaque na semeadura de primeira safra nacional com 387,2 mil hectares cerca de 92% (CONAB, 2020). No Maranhão o plantio é feito praticamente em todo estado, a área total plantada é de 46,8 mil hectares, com produtividade média igual a 630 kg ha⁻¹ (CONAB, 2020). Contabiliza-se que 80% do feijão produzido no Brasil sejam do feijão comum (*Phaseolus vulgaris*) e 20% do feijão-caupi (*Vigna unguiculata* L.) (CONAB, 2020).

O feijão-caupi [*Vigna unguiculata* (L.) Walp.] constitui uma das principais fontes de proteína na dieta de populações do Norte e Nordeste brasileiro. É constituído de carboidratos, lipídios, sódio, potássio, proteínas e ferro sendo alimento básico na dieta alimentar de várias famílias (GUEDES et al, 2010).

A cultura possui características tolerantes, à seca e com boas condições de adaptação visando a expansão das áreas que são exploradas atualmente. Apesar de possuir um caráter de subsistência, sua importância sócio-econômica nas regiões do Nordeste e Norte, se constitui de um baixo custo para a alimentação humana, com grandes disponibilidades de cultivares rústicas

(BERTINE et al, 2009). Para a safra 2019/2020, estima-se que a região nordeste produzirá cerca de 63,62% do total de feijão-caupi (CONAB,2020).

O seu cultivo geralmente é praticado por pequenos e médios produtores que utilizam baixo nível tecnológico (GRANGEIRO et al, 2005; FREIRE FILHO et al, 2006). A venda e feita em pequenos volumes excedentes, tanto por grandes e médios produtores que visam o mercado interno e externo (CRAVO e SOUZA, 2007; FREIRE FILHO et al, 2007). Entretanto as produtividades de grãos são baixas, geralmente inferiores (476 kg ha^{-1}), comparado ao feijão comum (1468 kg ha^{-1}) (CONAB, 2020). Logo, torna-se evidente, a necessidade do desenvolvimento de tecnologias que permitem maior sustentabilidade dos sistemas agrícolas para fins de produção de feijão-caupi.

Uma alternativa viável seria o uso de fixação biológica de nitrogênio (FBN) uma vez que, permite o aumento da fertilidade e da matéria orgânica do solo, além da economia no uso de fertilizantes nitrogenados, com benefícios para o meio ambiente (GUALTER et al, 2007). Sendo possível substituir parcial ou totalmente a adubação nitrogenada (HUNGRIA et al, 1999). No semi-arido nordestino foram desenvolvidos alguns trabalhos, que mostraram a obtenção de rendimentos de grãos significativos utilizando inoculantes compostos por estirpes eficientes (MARTINS et al, 2003).

Desta forma a difusão de biotecnologias, que possuem baixo custo, para o feijão-caupi é imprescindível, levando em consideração que a fixação biológica do nitrogênio é um processo economicamente vantajoso e ecológico que pode substituir os fertilizantes químicos nitrogenados (CHAGAS JUNIOR et al, 2010). Diante do exposto, objetivou-se com esse estudo avaliar a resposta a fixação biológica de nitrogênio (FBN) em cultivares de feijão-caupi, no município de Codó-MA.

FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Feijão Caupi

O feijão-caupi é classificado como uma planta Dicotyledonea, da ordem Fabales, família Fabaceae, subfamília Faboideae, tribo Phaseoleae, subtribo Phaseolineae, gênero *Vigna*, subgênero *Vigna*, seção *Catyang*, espécie *Vigna unguiculata* (L.) Walp. e subespécie *unguiculata* (FREIRE FILHO et al, 2011). É uma cultura de origem africana, a qual foi introduzida no Brasil na segunda metade do século XVI pelos colonizadores portugueses, no Estado da Bahia (FREIRE FILHO et al, 2011).

O feijão-caupi pode ser cultivado em quase todos os tipos de solos, em destaque os Latossolos Amarelos, Latossolos Vermelho-Amarelos, Argissolos Vermelhos-Amarelos Eutrófico, Neossolos Vértico e Neossolo Quartzarênico (OLIVEIRA e CARVALHO, 1987;

REPOSTA DA FIXAÇÃO BIOLÓGICA DE NITROGÊNIO (FBN)

MELO e CARDOSO, 1999). O seu ciclo se divide em super precoce com a maturação em até 60 dias; precoce de 60-70 dias; médio de 71-90 dias; médio-precoce de 71-80 dias; médio-tardio de 80-90 dias e tardio acima de 90 dias. (RIBEIRO, 2002).

A sua produção ocorre em áreas das Américas Central e do Sul, no sudeste e sudoeste da América do Norte, e em áreas do oeste da África, Índia, sul e sudeste da Ásia, Austrália e sul da Europa (EHLERS e HALL, 1997). No Brasil, a produção de feijão-caupi está presente em todos os estados, na safra 2016/2017 sua estimativa de produção foi de 671,3 mil t (CONAB, 2017). Em Codó, a produção possui basicamente o papel de subsistência fazendo parte da composição da dieta alimentar desta população, mostrando a importância dessa planta tanto na alimentação como na renda das famílias que fazem a venda em feiras livres.

A adubação para a cultura do feijão-caupi pode ser feita através da adubação química considerando os resultados da análise química do solo e as exigências nutricionais da cultura (FREIRE FILHO e RIBEIRO, 2005). Alguns estudos demonstram a viabilidade do uso de fertilizantes orgânicos em sistemas de produção orgânica e aumento de produtividade em feijão caupi (CAVALCANTE et al, 2009; MELO et al, 2009; PEREIRA et al, 2013). Com isso vislumbra-se novas possibilidades para a exploração eficiente da fixação biológica de nitrogênio (FBN) com a adição de práticas de inoculação em sementes com estirpes de bactérias eficientes. Essa fixação, aumenta a possibilidade da redução de custos de produção para o pequeno produtor rural.

O nitrogênio na agricultura

A atmosfera é constituída de aproximadamente de 78% de nitrogênio, na forma molecular de N_2 , essencial para a sobrevivência e crescimento dos organismos vivos (NEWTON,2000). O nitrogênio é um macronutriente primário, essencial para as plantas, participa na formação de proteínas, aminoácidos e de outros compostos importantes, considerado um dos nutrientes mais limitantes para o crescimento vegetal (EPSTEIN e BLOOM, 2007).

Apesar do nitrogênio estar presente em maior quantidade na atmosfera existem formas orgânicas de nitrogênio no solo, porém, indisponíveis para a planta (NEWTON, 2000). Outros autores citam que o mesmo pode ser incorporado pelas plantas através da absorção de nitratos e os fertilizantes viabilizam a nutrição vegetal, disponibilizando o mesmo (RAHMEIER, 2009). Entre os nutrientes minerais o nitrogênio é o mais caro devido ao seu processo de fabricação e potencialmente o mais poluente, onde sua importância é um fator limitante de produção (FRANCO e BALIERO, 1999).

O crescimento da demanda global de alimentos gera aceleração na produção agrícola,

acarretando o uso, em larga escala, dos fertilizantes nitrogenados (MOSIER e GALLOWAY, 2005). Para que não ocorra poluição ambiental os compostos nitrogenados devem ser disponíveis de formas rápidas, devido a lixiviação do nitrato que mesmo em pequenas quantidades é tóxico em pequenas concentrações (LOPES; BASTOS e DAHER, 2007).

Uso da FBN na agricultura

O nutriente utilizado pelas plantas da família das fabaceae vem da atmosfera, devido a associação feita com bactérias. Assim ocorre a relação simbiótica da planta com o micro-organismo, enquanto a bactéria se instala na raiz formando nódulos, realizando a conversão do nitrogênio presente na atmosfera para a forma de amônio (FIGUEIREDO et al, 2008; TAIZ e ZEIGER, 2004).

A FBN é o segundo processo biológico mais importante para as plantas, de importância fundamental para a vida, ficando atrás somente da fotossíntese (HUNGRIA e CAMPO, 2005; UNKOVICH et al, 2008). Esse sistema faz com que bactérias simbióticas que vivem no solo percebam sinais químicos sintetizados pela planta. Assim a planta hospedeira libera compostos que atraem as bactérias simbiontes em direção as raízes, por quimiotactismo (DROZDOWICZ, 1991).

Os solos tropicais são deficientes em nitrogênio, o processo de FBN pode representar uma alternativa ao uso de fertilizantes químicos nitrogenados, com vantagens de não causar poluição ambiental e ser economicamente viável (FIGUEIREDO et al, 2008). As estimativas da FBN no campo correspondem de 40 a 90% do total de N acumulado pela cultura. Essa variabilidade pode ser atribuída às diferenças do genótipo da planta e da estirpe de rizóbio usada na inoculação (RUMJANEK et al, 2005; XAVIER et al, 2006).

Segundo Alves, Boddey e Urquiaga (2003), mostram que o sucesso da soja brasileira foi alcançado com o trabalho direcionado entre as áreas de FBN e melhoramento. Estudos feitos com adubos verdes em pré-cultivo e consorciados com beringela, foi constatado maiores contribuições da FBN no consórcio com o feijão caupi, sendo a entrada de N no sistema de 68 kg ha⁻¹ quando o milho foi usado como pré-cultivo (CASTRO et al., 2004). A produtividade das culturas, é crucialmente alterada pela nutrição nitrogenadas, principalmente em solos tropicais (RESENDE et al, 2003). Isso mostra uma possibilidade de tornar o N atmosférico disponível para a cultura do feijão.

A fixação biológica de nitrogênio no feijão-caupi

O feijão-caupi [*Vigna unguiculata* (L.) Walp.] Apresenta grande adaptabilidade, a diferentes condições ambientais, além de exigir um suprimento grande de nitrogênio, isso porque o índice deste nutriente chega a 50% do total absorvido pela planta, posteriormente

REPOSTA DA FIXAÇÃO BIOLÓGICA DE NITROGÊNIO (FBN)

transportado para os grãos (SANTOS E SILVA, 2002).

A aplicação de fertilizantes nitrogenados apresenta baixa eficiência, segundo estudos que mostraram que o feijão-caupi absorveu mais N do solo proveniente da fixação simbiótica do que de fertilizantes como ureia e sulfato de amônio (ALFAIA, 1997; BRITO et al, 2009). Brito et al (2009), avaliaram a contribuição da FBN em feijão-caupi comparado com feijão comum (*Phaseolus vulgaris*) em experimentos com vasos, tendo observado que a partir dos 31 dias o feijão-caupi já tinha atingido um valor de FBN acima dos 70%.

A FBN é bastante conhecida e eficiente em feijão-caupi que, quando bem nodulado, dispensa outras fontes de N e pode atingir altos níveis de produtividade (RUMJANEK et al., 2005). Adjei-nsiah et al (2008), citam que mais de 50% do N necessário para o desenvolvimento do feijão-caupi vem da FBN.

A inoculação é um processo que aumenta a simbiose no feijão-caupi, trabalhos desenvolvidos no semiárido nordestino, resultaram aumentos no rendimento de grãos significativo com a utilização de inoculante com estirpes eficientes (MARTINS et al, 2003). Os estudos que ajudam a otimização da FBN no feijão-caupi está muito restrita a profissionais ligados à área da microbiologia no Brasil (MARTINS et al, 1998; XAVIER et al, 1998; MARTINS et al., 2003, XAVIER et al, 2006). E esta cultura possui alto potencial a ser explorado respondendo bem a inoculação de estirpes de rizóbio. (SILVA, 2006; ZILLI et al, 2011).

O feijão-caupi é capaz de estabelecer simbiose com diversas espécies de bactérias do grupo rizóbio, incluindo os gêneros *Azorhizobium*, *sinorhizobium*, *mesorhizobium*, *rhizobium*, *sinorhizobium*, entre outros (NEVES e RUMJANEK, 1997; WILLEMS, 2006; ZILLI et al, 2006b; ZHANG et al, 2007; MOREIRA, 2008).

Dentre todas as espécies de rizóbios, que se associam com o feijão-caupi, os estudos de FBN estão focados em duas espécies *B. japonicum* e *B. elkanii*, pelo fato de apresentarem maiores contribuições para a FBN (MOREIRA e SIQUEIRA, 2006).

Em virtude do alto custo dos fertilizantes nitrogenados e, também, das perdas de N no solo, contribuindo para a poluição ambiental, torna-se necessário à busca de técnicas que possam maximizar sua eficiência de utilização (HUNGRIA et al, 2006; BONILLA e BOLAÑOS, 2009).

O nitrogênio é o nutriente absorvido em maior quantidade pelo feijoeiro (HAAG et al, 1967). A utilização de fertilizantes nitrogenados nem sempre podem suprir o déficit de N da cultura devido a sua alta volatilidade, percolação e sua perda constante por lixiviação devido as chuvas.

Historicamente, a baixa produtividade é uma realidade devido à cultivos sem a adoção de tecnologias avançadas (FREIRE FILHO e RIBEIRO, 2005). O uso da inoculação vem trazendo um avanço significativo para um futuro próximo. Segundo Franco et al (2002), essa técnica é uma forma de aumentar a produtividade e substituir os adubos nitrogenados minerais. BLISS (1993) considerou que, embora uma taxa de fixação biológica de nitrogênio de 50 kg de N ha⁻¹ seja modesta, na ausência da simbiose seria necessário fornecer às plantas 100 kg ha⁻¹ de N-fertilizante, considerando-se que a eficiência de utilização do N raramente excede 50%.

Entretanto, se comparada com a cultura da soja, o processo de FBN em feijão-caupi é muito pouco explorado, pelo fato da cultura ser conduzida com baixo avanço tecnológico, além da falta de respostas positivas dos inoculantes que estão disponíveis no mercado a pouco tempo atrás (ZILLI et al, 2006a; LACERDA et al, 2004).

O aumento da eficiência do processo de nodulação e conseqüentemente da FBN é uma das formas de aumentar a produtividade da cultura (FRANCO et al, 2002). Outros autores também citam que a elevação da produtividade poderia ser obtida através do uso de inoculantes de rizóbios eficientes, suprindo as deficiências nutricionais de nitrogênio da planta (SILVA, SILVA E FIGUEIREDO, 2006; ZILLI et al, 2009), baixando os custos de produção e elevando a renda do produtor, além de ser uma forma de melhorar a qualidade do solo.

Considerando que o estado do Maranhão não dispõe de tecnologias sobre a fixação de N para todos os produtores de feijão-caupi, a inoculação é uma técnica que busca substituir parcialmente ou totalmente a adubação nitrogenada frequentemente feita de forma inadequada ocasionando poluição ambiental, reduzindo a fertilidade do solo e além de perder boa parte por percolação e lixiviação. Problema comumente encontrados na zona rural, essa realidade não é diferente para os agricultores familiares da região de Codó-MA, soma-se a isto, o fato de que, os pequenos agricultores dessa região, geralmente não possuem poder aquisitivo para fazer a correção do solo e a adubação química, o que submete a utilização da área apenas uma vez, ocorrendo a deslocamento para áreas virgens. Com essa pesquisa será possível ampliar os conhecimentos acerca dos problemas locais, no tocante sobre produtividade de feijão-caupi, e definição de estratégias simples e de fácil aquisição que possam solucionar tais problemas.

Essa tecnologia seria economicamente viável, socialmente justa e ambientalmente correta para pequenos produtores do município de Codó, já que o feijão-caupi é uma cultura muito cultivada por pequenos agricultores dessa região. Acrescido ao caráter social da proposta, o projeto de pesquisa tem por meta oferecer a oportunidade de treinamento de recursos humanos especializados envolvendo estudantes de graduação (estagiários e bolsistas de iniciação científica). Os conhecimentos a serem adquiridos serão repassados a produtores rurais e

no município de Codó (BRS Guariba, BRS Aracê e BR-17 Gurguéia). Essas sementes foram adquiridas através do site da Embrapa juntamente com o inoculante contendo a estirpe BR3262.

Inoculação das sementes

As sementes das cultivares de feijão-caupi foram inoculadas de acordo com as recomendações da EMBRAPA, que veio junto ao inoculante turfoso de 50g (Figura 02). Sementes grandes: 10 kg (soja, feijão, feijão-caupi, amendoim, guandu, fava, eritrina, mucuna). Para soja e feijão recomenda-se usar até o dobro da dosagem. Fazendo os seguintes passos:

1. Preparar uma solução açucarada 10% (aproximadamente 1 colher (sopa) de açúcar em 100 mL de água potável).
2. Umedecer de forma homogênea as sementes com a solução açucarada (5 mL por kg de sementes grandes). Sugere-se o uso de uma seringa limpa adequadamente.
3. Aplicar o inoculante na proporção indicada acima
4. Misturar bem o inoculante com as sementes úmidas, de forma que toda a semente fique coberta com o inoculante.
5. Espalhar as sementes e deixar secar em lugar sombreado, fresco e arejado, e lembrar que todo esse procedimento deve ser feito à sombra.
6. Sementes assim inoculadas podem ser plantadas até o dia seguinte ao da inoculação. Caso contrário, a inoculação deve ser feita novamente.

Obs. Em cultivos de pequena quantidade de sementes (até 10kg), é possível realizar a inoculação com o auxílio de um saco plástico que tenha capacidade próxima ao dobro da quantidade de sementes. Para volumes maiores, pode ser usado tanto uma betoneira quanto um equipamento específico para a inoculação.

Figura 02 – (A) Tarja Identificação Inoculante; (B) Solução Açucarada; (C) Inoculação das Sementes;



REPOSTA DA FIXAÇÃO BIOLÓGICA DE NITROGÊNIO (FBN)

(D) Sementes BR 17 Gurguéia Inoculada; (E) Sementes BRS Guariba Inoculadas; (F) Sementes BRS Aracê Inoculadas;

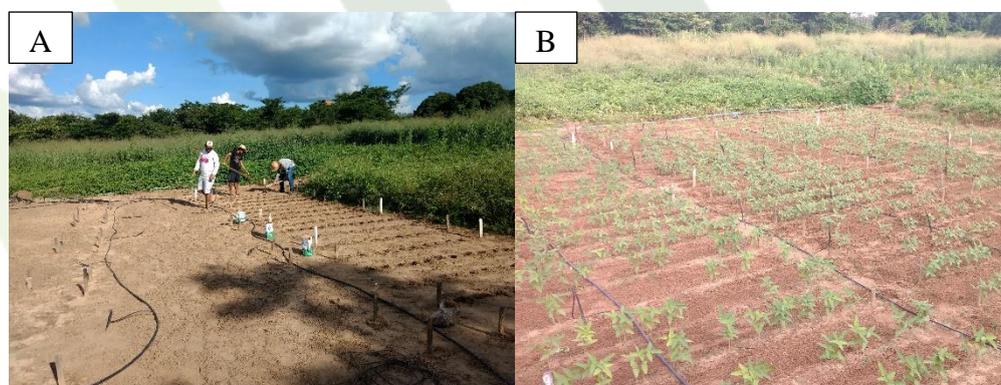
Fonte: Própria (2018)

Plantio adubação e Tratos culturais

A semeadura foi realizada no dia 04 de março de 2018, em cova de plantio com profundidade de aproximadamente 5 cm, onde eram colocados a adubação feita através de Cloreto de potássio e Superfosfato simples de acordo com a recomendação para a cultura do feijão-caupi em 10 cm de profundidade, foi utilizado 3 a 5 sementes por cova, deixando 2 plantas por cova (Figura 03).

Após o plantio foi necessário proceder com alguns tratos culturais. O desbaste foi realizado 15 dias após o plantio, baseando-se na comparação das plantas emergidas escolhendo a mais vigorosa. Foram feitas também, duas capinas de manutenção para reduzir a competição de plantas daninhas com a cultura de interesse (Figura 03). Nos períodos iniciais foi utilizado irrigação de molhamento localizada por micro-aspersão. Durante todo o experimento, foi realizado amostragem de pragas e doenças, com o intuito de observar se estão causando danos econômicos na cultura, porém não foram necessárias medidas de controle, uma vez que, não foi ultrapassado o nível de dano econômico.

Figura 03: (A) Semeadura; (B) Capina;



Fonte: Própria (2018)

Componentes a serem analisados

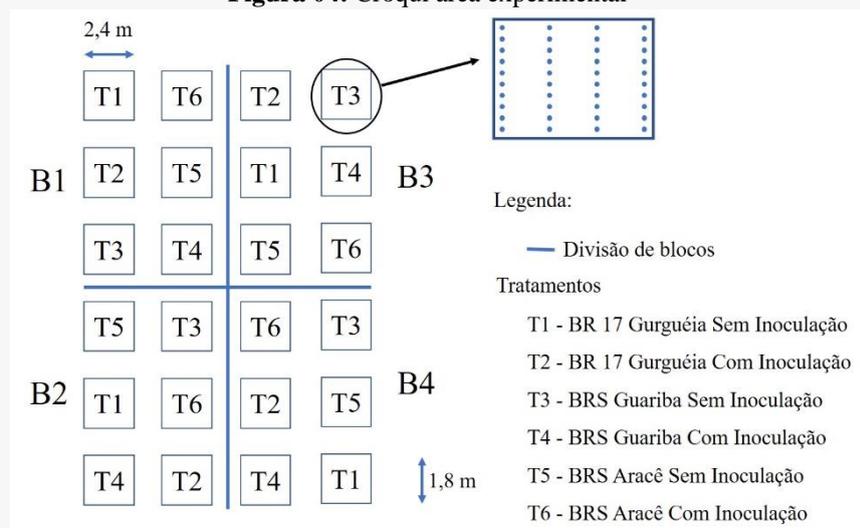
Avaliadas as seguintes características agrônômicas foram avaliadas no feijão-caupi: Comprimento da Parte Aérea (CPA); Comprimento da Raiz (CR); Peso da Massa Fresca Parte Aérea (PMFPA); Peso da Massa Fresca da Raiz (PMFR); Peso da Massa Seca da Parte Aérea (PMSPA); Peso da Massa Seca da Raiz (PMSR); Número de Vagem por Planta (NVP); Produtividade (PROD) ;

Delineamento experimental e análise estatística

O experimento instalado foi em esquema de fatorial 3 x 2: tipos de cultivares (BRS Guariba, BRS Aracê e BR-17 Gurguéia) e aplicação de estirpes (com aplicação e sem aplicação), no delineamento em blocos casualizados (DBC), com quatro repetições, totalizando

24 parcelas. Os espaçamentos adotados por parcelas: 0,6 m entre fileiras e 0,2 m entre plantas. Cada parcela experimental constituída de quatro fileiras de 1,8 m de comprimento contendo cerca de 72 plantas em cada parcela, levando em consideração 2 plantas por cova, cada foi separada equidistante 0,60 m uma das outras totalizando uma área total de 157,32 m² (Figura 04). Os dados foram analisados por meio de análise de variância. As médias comparadas, utilizando o teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Figura 04: Croqui área experimental



Fonte: Própria (2018)

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Não houve diferenças significativas ($p < 0,05$) nas análises Comprimento da raiz, número de vargens por planta, peso massa fresca da parte aérea, peso massa fresca raiz, peso massa seca da parte aérea, peso massa seca raiz e produtividade (Tabela 1).

Tabela 1: Quadrado médio dos parâmetros da planta: Peso massa fresca da parte aérea (PMFPA); Peso massa fresca raiz (PMFR); Peso massa seca da parte aérea (PMSPA); Peso massa seca raiz (PMSR).

FV	GL	QM			
		PMFPA	PMFR	PMSPA	PMSR
Cultivar	2	185.02282ns	2.49363ns	11.06866ns	0.24380ns
Inoculação	1	1.06682ns	0.24000ns	16.91760ns	0.13954ns
Cultivar x Inoculação	2	743.11882ns	0.04396ns	6.43775ns	0.05739ns
Tratamento	5	371.47002ns	1.06304ns	10.38609ns	0.14838ns
Bloco	3	465.78048ns	1.90989ns	31.73429*	0.27140ns
Resíduo	15	265.55945	1.58218	6.76486	0.12990
CV(%)		23.54	25.31	22.57	31.30

* Significativo ao nível de 5% de probabilidade pelo teste F, e ns não significativo pelo teste F; CV: coeficiente de variação. Fonte: Própria (2018).

O tratamento controle, possui interações não significativas com os tratamentos inoculados, sendo um indicativo da presença de estirpes nativas do solo onde possuem grande capacidade de competição suprindo as plantas com N₂ obtido através da simbiose rizóbio-

REPOSTA DA FIXAÇÃO BIOLÓGICA DE NITROGÊNIO (FBN)

leguminosa (ALCANTARA et al, 2014). Essa argumentação é bastante encontrada por diversos pesquisadores onde mostra a dificuldade de identificação de estirpes eficientes capazes de suprir as necessidades de N e de alta taxa de competição com as estirpes encontradas nos solos, principalmente em áreas reincidentes no plantio de feijão-caupi (ZILLI et al, 2006c; SILVA et al, 2008; MELO e ZILLI, 2009).

A eficiência da simbiose leguminosa-rizóbio, pode ser influenciada de diversas formas sendo elas características genótípicas que refletem de diferentes respostas (XAVIER et al 2006), como também condições bióticas e abióticas do solo na capacidade de sobrevivência e competitiva das estirpes de rizóbio introduzidas na inoculação (RUMJANEK et al, 2005).

Tabela 2: Quadrado médio dos parâmetros da planta: Comprimento da parte aérea (CPA); Comprimento raiz (CR); Número vagens por planta (NVP); Produtividade (PROD);

QM					
FV	GL	CPA	CR	NVP	PROD
Cultivar	2	119.97406ns	21.69947ns	7.65042ns	18997.45099ns
Inoculação	1	154.58450ns	3.15375ns	1.12667ns	434.43550ns
Cultivar x Inoculação	2	2195.62288**	14.62235ns	2.14542ns	80989.20010ns
Tratamento	5	957.15568**	15.15948ns	4.14367ns	39685.54754ns
Bloco	3	410.73079*	1.10338ns	2.28056ns	2880.10613*
Resíduo	15	78.02948	10.10644	3.01989	103875.40004
CV(%)		12.07	10.34	23.04	21.59

* Significativo ao nível de 5% de probabilidade pelo teste F, ** significativo ao nível de 1% de probabilidade pelo teste F e ns não significativo pelo teste F; CV: Coeficiente de variação. **Fonte:** Própria (2018).

Na Tabela 02 pode-se observar que houver diferença significativa a 5% de probabilidade no comprimento da aérea.

A cultivar BRS Aracê teve um menor desenvolvimento quando comparada as outras cultivares sem inoculação, porém isso muda quando comparada com inoculação mostrando que não houve diferença entre a BRS Guariba, porém um maior desenvolvimento quando comparada a cultivar BR-17 Gurguéia (Tabela 03).

Tabela 03: Valores médios do Comprimento da Parte aérea.

Cultivar	Inoculação	
	Sem Inoculação	Com Inoculação
BR-17 Gurguéia	82.2100 aA	63.4450 bB
BRS Guariba	73.9800 aA	65.0625 bA
BRS Aracê	55.7850 bB	98.6950 aA

As médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si, foi aplicado o teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade. Colunas são representadas pelas letras minúsculas e maiúsculas representam as linhas. **Fonte:** Própria (2018).

CONCLUSÕES

Não houve diferença significativa nos parâmetros analisados quanto ao uso da Estirpe BR 3262 para inoculação em diferentes cultivares de feijão-caupi no município de Codó. Porém houve diferença significativa entre os tratamentos no comprimento da parte aérea, não sendo suficiente para aferir positivamente ao uso do inoculante para o aumento de produtividade,

indicando que novas pesquisas devem ser realizadas para sanar dúvidas sobre a inoculação de feijão-caupi utilizando novas espécies de estirpes capazes de se adaptar a região ou o isolamento de bactérias fixadoras de nitrogênio nativas do solo da região.

REFERÊNCIAS

ADJEI-NSIAH, S. et al. Farmers' agronomic and social evaluation of productivity, yield and N₂-fixation in different cowpea varieties and their subsequent residual N effects on a succeeding maize crop, **Nutrient Cycling in Agroecosystems**, v. 80, p. 199-209, 2008.

ALCANTARA, R.M.C.M. de et al. Eficiência simbiótica de progenitores de cultivares brasileiras de feijão-caupi. **Rev. Ciênc. Agron.**, Fortaleza, v. 45, n. 1, p. 1-9, Mar. 2014. Available from <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1806-66902014000100001&lng=en&nrm=iso>. access on 27 July 2020. <https://doi.org/10.1590/S1806-66902014000100001>.

ALFAIA, S. S. Destino de fertilizantes nitrogenados (¹⁵N) em um Latossolo Amarelo cultivado com feijão-caupi (*Vigna unguiculata* L.). **Acta Amazônica**, 27: 65-72, 1997.

ALVES, B. J. R.; BODDEY, R. M.; URQUIAGA, S. The success of BNF in soybean in Brazil. **Plant sol**, 252:1-9, 2003.

BERTINI, C. H. C. M.; TEÓFILO, E. M.; DIAS, F. T. C. Divergência genética entre acessos de feijão caupi do banco de germoplasma da UFC. **Revista Ciência Agronômica**, v. 40, n. 01, p. 99-105, 2009.

BLISS, F.A. Utilizing the potential for increased nitrogen fixation in common bean. **Plant Soil**, Dordrecht, v. 152, p. 157-160, 1993.

BONILLA, I.; BOLAÑOS, L. Mineral nutrition for legume-rhizobia symbiosis: B, Ca, N, P, S, K, Fe, Mo, Co, and Ni: a review. **Organic Farming, Pest Control and Remediation of Soil Pollutants**, Lighthouse, v. 1, p. 253-274, 2009.

BRITO, M. M. P.; MURAOKA, T.; SILVA, E. C. Marcha de absorção do nitrogênio do solo, do fertilizante e da fixação simbiótica em feijão-caupi (*Vigna unguiculata* L. walp.) e feijão-comum (*Phaseolus vulgaris* L.) determinada com uso de ¹⁵N, **R. Bras. Ci. Solo**, 33: 895-905, 2009.

CASTRO JUNIOR, WADY L. et al. Viabilidade econômica de tecnologias de manejo da irrigação na produção do feijão-caupi, na região dos cocais-MA. **Eng. Agríc.**, Jaboticabal, v. 35, n. 3, p. 406-418, June 2015. Available from <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-69162015000300406&lng=en&nrm=iso>. access on 23 July 2020. <https://doi.org/10.1590/1809-4430-Eng.Agric.v35n3p406-418/2015>.

CASTRO, C. M. et al. Adubação verde como fonte de nitrogênio para a cultura da berinjela em sistema orgânico. **Pesq. Agropec. Bras.**, Brasília, v.39, n.8, p.779-785, 2004.

CAVALCANTE, S. N. et al. Comportamento da produção do feijoeiro macassar (*Vigna unguiculata* L. Walp) em função de diferentes dosagens e concentrações de biofertilizante.

Revista de Biologia e Ciências da Terra, Campina Grande, supl. esp. n. 1, p. 10-14, 2009.

CONAB. COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. **Acompanhamento da safra brasileira**. Disponível em: <https://www.conab.gov.br/info-agro/safra/safra-de-graos/item/download/30875_6cae6f3d69af284bd9580d96776723cf>. Acesso em: 25 jul. 2020;

CONAB. COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. **Acompanhamento da safra brasileira**. Disponível em: <http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/17_02_16_11_51_51_boletim_graos_fevereiro_2017.pdf>. Acesso em: 03 mar. 2017;

CRAVO, M. S.; SOUZA, B.D.L. 2007. Sistemas de cultivo do feijão-caupi na Amazônia. In: Workshop sobre a Cultura do Feijão-Caupi em Roraima. Embrapa Roraima, 2007. **Anais**. Boa Vista: Embrapa Roraima, 2007. P. 15-21 (Embrapa Roraima. Documentos, 4).

DROZDOWICZ, A. G. Microbiologia ambiental. In: ROITMAN, I.; TRAVASSOS, L. R.; AZEVEDO, J. L. (Ed.) **Tratado de microbiologia**. Rio de Janeiro: Manole, v. 2, p.1-102, 1991.

DUROJAYE, A.H. et al. **Evaluation of cowpea (*Vigna unguiculata* (L.) Walp.) landraces to bacterial blight caused by *Xanthomonas axonopodis* pv.** Vignicola. Elsevier, Volume 116, February 2019, Pages 77-81, 2018

EHLERS, J. D., HALL, A.E. Cowpea (*Vigna unguiculata* (L.) Walp). **Field Crops Research**, Amsterdam, v.53,n.1-3, p.187-204,1997.

EPSTEIN, E.; BLOOM, A. J. **Mineral Nutrition of Plants: Principles and Perspective**. 2 ed. Sunderland, Sinauer Associates. 2005. 400 p. In: **Fertilidade do solo**. Sociedade Brasileira de Ciência do Solo. Viçosa, MG, 2007. 22 ed, p 375-737.

FAO. Agriculture Organization of the United Nations. Disponível em: <https://www.fao.org/3/a-au994e.pdf>. Acesso em: 24 jul. 2020;

FIGUEIREDO, M.V.B. et al. **Microrganismos e agrobiodiversidade: o novo desafio para a agricultura**. Guaíba: Agrolivros, 2008. 568 p.

FRANCO, AA.; BALIEIRO, F.C. Fixação biológica do nitrogênio: Alternativa aos fertilizantes nitrogenados. In: Siqueira, J.O.; Moreira, F.M.S.; Lopes, A.S.; Guilherme, L.R.G.; Faquin, V.; Furtini Neto, A.E.; Carvalho, J.G. (eds.). Inter-Relação Fertilidade, Biologia do Solo e Nutrição de Plantas. **Viçosa:SBCS**, Lavras: UFLA/DCS. p. 577-595, 1999.

FRANCO, M. C. et al. Nodulação em cultivares de feijão dos conjuntos gênicos andino e meso-americano. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 37, n.8, p. 1145-1150, 2002.

FREIRE FILHO, F. R.; RIBEIRO, V. Q. Prefácio. In: FREIRE FILHO, F. R.; LIMA, J. A. de A.; RIBEIRO, V. Q. (Ed.). **Feijão-caupi: avanços tecnológicos**. Brasília: Embrapa Informação Tecnologia, 2005. p.17-18.

FREIRE FILHO, F. R. et al. BRS Marataoã: novacultivar de feijão-caupi com grão tipo sempre-verde. *Revista Ceres*, v.52, p.771-777, 2006.

FREIRE FILHO, F. R. et al. Produção, melhoramento genético e potencialidades do feijão-caupi no Brasil. **IV Reunião de Biofortificação no Brasil**, 2011.

FREIRE FILHO, F.R. et al. 2007. **Panorama da cultura do feijão no Brasil**. In: Workshop sobre a Cultura do Feijão-Caupi em Roraima, 2007. P. 11-14 (Embrapa Roraima. Documentos, 4).

GRANGEIRO, T.B. et al. Composição bioquímica da semente. In: FREIRE FILHO, F.R. et al. (Ed.). Feijão caupi: avanços tecnológicos. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica, 2005. p.338-365.

GUALTER, RÉGIA MARIA RMRG et al. Avaliação dos efeitos da inoculação de feijão-caupi (*Vigna unguiculata* [L.] Walp) com *Bradyrhizobium elkanii*. **Revista Brasileira de Agroecologia**, v. 2, n. 2, 2007.

GUEDES, G. N. et al. Eficiência agrônômica de inoculantes em feijão-caupi no município de Pombal–PB. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, v. 5, n. 4, p. 82-89, 2010.

HAAG, H.P. et al. Cultura do feijoeiro. **Bragantia**, Campinas, v. 26, n. 30, p. 380-391, 1967.
HUNGRIA, M.; CAMPO, R. J. Fixação biológica do nitrogênio em sistemas agrícolas. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, 30., 2005, Recife. **Anais...** Recife: SBCS; Embrapa – CNPCS/ UFRPE, 2005. CD ROM.

HUNGRIA, M. et al. Nitrogen nutrition of soybean in Brazil: contributions of biological N₂ fixation and N fertilizer to grain yield. **Canadian Journal of Plant Science**, Ottawa, v. 86, p. 927-939, 2006.

HUNGRIA, M. et al. Fixação biológica do nitrogênio em leguminosas de grãos. In: SIQUEIRA, J. O.; MOREIRA, F. M. S.; LOPES, A. S.; GUILHERME, L. R. G.; FAQUIN, V.; FURTINI NETO, A. E.; CARVALHO, J. G. (Ed.) **Inter-relação fertilidade, biologia do solo e nutrição de plantas**. Lavras: SBCS, 1999. p. 597-620.

HUNGRIA, M.; CAMPO, R. J. Fixação biológica do nitrogênio em sistemas agrícolas. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, 30., 2005, Recife. **Anais...** Recife: SBCS; Embrapa – CNPCS/ UFRPE, 2005. CD ROM.

CHAGAS JUNIOR, A.F.C. et al. Eficiência agrônômica de estirpes de rizóbio inoculadas em feijão-caupi no Cerrado, Gurupi-TO. **Revista Ciência Agronômica**, v. 41, n. 4, p. 709-714, 2010.

LACERDA, A.M. et al. Yield and nodulation of cowpea inoculated with selected strains. **Revista Ceres**, 51(1): 67-82, 2004.

LOPES, A. S.; BASTOS, A. R. R.; DAHER, E. Uso eficiente de fertilizantes nitrogenados e sulfatados na agricultura brasileira: uma visão do futuro. In: YAMADA, T.; STIPP, S. R.; VITTI, G. C. (Eds.). **Nitrogênio e enxofre na agricultura brasileira**. Piracicaba: INPI Brasil, 2007. P. 161-187.

REPOSTA DA FIXAÇÃO BIOLÓGICA DE NITROGÊNIO (FBN)

MARTINS, L. M. et al. Contribution of biological nitrogen fixation to cowpea: a strategy for improving grain yield in the semi-arid region of Brazil. **Biology and Fertility of Soil**, v. 38, p. 333-339, 2003.

MARTINS, L. M. V. et al. Avaliação do estabelecimento e sobrevivência de estirpes de rizóbio introduzidas em área irrigada do semi-árido brasileiro. In: FERTBIO, 1., 1998, Caxambu. **Anais...** Caxambu: SBCS/UFLA, 1998. P. 775-775.

MELO, F. de B.; CARDOSO, M. J. Efeitos de diferentes sistemas de manejo do solo sobre as propriedades físicas em um Aluvial eutrófico. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, 27., 1999, Brasília, DF. **Anais...** Brasília: SBCS: Embrapa Cerrados: UnB, 1999. 1 CD-ROM

MELO, R. F. et al. Avaliação do uso de adubo orgânico nas culturas de milho e feijão caupi em barragem subterrânea. **Revista Brasileira de Agroecologia**, Porto Alegre, v. 4, n. 2, p. 1264-1267, 2009.

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

MOREIRA, F. M. S.; SIQUEIRA, J. O. **Microbiologia e bioquímica do solo**. 2. Ed. Lavras: UFLA, 2006. 729p.

MOREIRA, F.M.S. Bactérias fixadoras de nitrogênio que nodulam Leguminosae. In: MOREIRA, F.M.S.; SIQUEIRA, J.O.; BRUSSAARD, L. (Ed.). **Biodiversidade do solo em ecossistemas brasileiros**. Lavras: UFLA, 2008. P.621-680.

MOSIER, A. GALLOWAY, J. Setting the scene. The international nitrogen initiative. In: INTERNATIONAL WORKSHOP ON ENHANCED-EFFICIENCY FERTILIZERS. Frankfurt, 2005. Proceedings. Paris, **International Fertilizer Industry Association**, 2005. 10p.

NEVES, M. C. P. & RUMJANEK, N. G. Diversity and adaptability of Soybean cowpea *hizobia* in tropical soils. **Soil Biology and Biochemistry**. Oxford, v. 29, n. 5/6, p. 889-895, 1997.

NEWTON, W. E. Nitrogen fixation in perspective. In: PEDROSA, F. O.; HUNGRIA, M.; YATES, M. G.; NEWTON, W. E. (ed.) **Nitrogen Fixation: From Molecules To Crop Productivity**. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, 2000.

OLIVEIRA, L. P.; CARVALHO, A. M. A cultura do caupi nas condições dos trópicos úmidos e semi-árido no Brasil. Goiânia: Embrapa-CNPAP, 1987. 18 p.

PEREIRA, R. F. et al. Produção de feijão *vigna* sob adubação orgânica em ambiente semiárido. **Agropecuária Científica no Semiárido**, Campina Grande, v. 9, n. 2, p. 27-32, 2013.

RAHMEIER, W. **Caracterização de isolados e eficiência de estirpes de rizóbios em feijão-caupi no cerrado, Gurupi-TO**. Dissertação apresentada ao Curso de Mestrado em Produção Vegetal da Fundação Universidade Federal do Tocantins em 30 de Julho de 2009, como parte das exigências para a obtenção do título de Mestre em Produção Vegetal – Área de

Concentração em Microbiologia do Solo. 2009.

RESENDE, A. S. de. et al. **Técnicas utilizadas na quantificação da fixação biológica de nitrogênio**. Seropédica: Embrapa – CNPAB, 2003. 26 p. (Embrapa – CNPAB. Documentos, 165).

RIBEIRO, V. Q. Cultivo do feijão-caupi (*Vigna unguiculata* (L.) Walp.). **Teresina: Embrapa Meio-Norte**, 2002.

RUMJANEK, N. G. et al. Fixação biológica de nitrogênio. In: FREIRE FILHO, F.R.; LIMA, J.A.A. & RIBEIRO, V.Q., eds. -Feijão-caupi; avanços tecnológicos. Brasília, **Embrapa/ Informação Tecnológica**, 2005. P.281-335.

SANTOS, A. B.; SILVA, O. F. Manejo do nitrogênio. In: AIDAR, H.; KLUTHCOUSKI, J.; STONE, L. F. (Ed.). **Produção do feijoeiro comum em várzeas tropicais**. Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 2002. P. 207-216.

SILVA, R. P. et al. Efetividade de estirpes selecionadas para feijão caupi em solo da região semi-árida do sertão da Paraíba. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v. 03, n. 02, p. 105-110, 2008.

SILVA, R. P. **Inoculação com rizóbio em caupi no sertão da Paraíba**. Dissertação apresentada à Universidade Federal Rural de Pernambuco, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Ciência do Solo, para obtenção do título de Mestre, 2006.

SILVA, V. N.; SILVA, L. E. S. F.; FIGUEIREDO, V. B. Atuação de rizóbio com rizobactéria promotora de crescimento em plantas na cultura do caupi (*Vigna unguiculata* [L.] Walp.). **Acta Scientiarum Agronomy**, v. 28, n. 03, p. 407-412, 2006.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**, 3.ed. Porto Alegre: Artmed, p.719, 2004.

UNKOVICH, M. et al. **Measuring plant-associated nitrogen fixation in agricultural systems**. Canberra: ACIAR, 2008. 258 p.

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

XAVIER, G. R. et al. Edaphic factors as determination for the distribution of intrinsic antibiotic resistance in a cowpea rhizobia population. **Biology and Fertility of Soils**, v.27, p. 386-392, 1998.

XAVIER, G. R. et al. Especificidade simbiótica entre rizóbios e acessos de feijão-caupi de diferentes nacionalidades. **Revista Caatinga** (Mossoró, Brasil), v.19, n.1, p.25-33, janeiro/março 2006.

ZHANG, W.T.; et al. Genetic diversity and phylogeny of indigenous rhizobia from cowpea [*Vigna unguiculata* (L.) Walp.] **Biology and Fertility of Soils**, v.44, p.201-210, 2007.

ZILLI, J. E. et al. Contribuição de estirpes de rizóbio para o desenvolvimento e produtividade de grãos de feijão-caupi em Roraima. **Acta Amazonica**, v. 39, n. 04, p. 749-758, 2009.

REPOSTA DA FIXAÇÃO BIOLÓGICA DE NITROGÊNIO (FBN)

ZILLI, J. É. et al. Eficiência simbiótica de estirpes de *Bradyrhizobium* isoladas de solo do Cerrado em caupi. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.41, n. 5, p. 811-818, 2006c.

ZILLI, J. E. et al. Avaliação de Estirpes de Rizóbio para a Cultura do Feijão-caupi em Roraima. (**Embrapa Roraima. Circular Técnica 01**). 09p. 2006b.

ZILLI, J. É. et al. Resposta do feijão-caupi á inoculação com estirpes de *Bradyrhizobium* recomendadas para a soja. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, 2011.

ZILLI, J.E. et al. Caracterização e avaliação da eficiência simbiótica de estirpes de *Bradyrhizobium* em caupi nos solos de cerrado. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, 41(5): 811-818, 2006a.