

RESPOSTA DO FEIJOEIRO COMUM À INOCULAÇÃO BIOLÓGICA DE N₂ EM REGIÃO DE ÉCOTONO CERRADO/AMAZÔNIA, ARAGUATINS-TO

Nortton Balby Pereira Araújo¹, Fredson Leal de Castro Carvalho², Roberta de Freitas Souza Lobo³

¹Estudante do Curso Superior em Agronomia. IFTO – Campus Araguatins Bolsista do Programa de Iniciação Científica. E-mail: <nortton_b@hotmail.com>; ²Mestrando em Agroenergia. UFT – Campus Universitário de Palmas. E-mail: <fredson_tecnicoagro@hotmail.com>; ³Prof^a Dr^a em produção vegetal. IFTO – Campus Araguatins. E-mail: <robertafreitas@ifto.edu.br>.

Resumo: Apesar do potencial do feijoeiro em associa-se com microrganismo fixadores de nitrogênio atmosférico, ainda não há uma difusão ou uso eficiente desse tipo de tecnologia. Este trabalho tem por objetivo avaliar o desempenho agrônomico do feijoeiro comum submetido à inoculação com estirpes bacterianas nas condições edafoclimáticas do Extremo Norte do Tocantins. Para isto, foi realizado experimento à campo, utilizando delineamento em blocos casualizados, feijão comum com 4 repetições. Os Tratamentos são: T1 - tratamento sem inoculação e sem aplicação de N; T2 - aplicação de 80 kg ha⁻¹ de N; T3 - inoculação de semente com estipe de *Rhizobium tropici* BR322 SEMIA 4077 mais aplicação de 20 kg ha⁻¹ de N; T4 - inoculação de semente com estipe *R. tropici* BR520 SEMIA 4080 mais aplicação de 20 kg ha⁻¹ de N; T5 - inoculação de semente com estipe de *R. tropici* BR322 SEMIA 4077; T6 - inoculação de semente com estipe *R. tropici* BR520 SEMIA 4080. Analisou-se os parâmetros altura de planta, comprimento da raiz, número de nódulos por planta, matéria seca e fresca da parte aérea e raiz, diâmetro de caule. A estirpe de *R. tropici* BR322 SEMIA 4077 mostrou-se maiores valores que a estirpe de *R. tropici* BR520 SEMIA 4080 para os parâmetros AP; DC; NN e MFPA. Os tratamentos utilizados diferem quanto à nodulação, mas esta diferença não se manifestou significativamente no crescimento vegetativo.

Palavras-chave: Nitrogênio, *Phaseolus vulgaris* L., produção vegetal, *Rhizobium tropici*

1 INTRODUÇÃO

O nitrogênio (N) está dentre os elementos minerais mais exigidos em maiores quantidades pelas plantas, faz parte da composição de inúmeras macromoléculas e outras diversas estruturas e hormônios vegetais, podendo em sua falta ou deficiência resulta em uma má formação, desenvolvimento e crescimento da planta (FERNANDES, 2006).

Ao analisar como fator limitante da nutrição de plantas apenas o N, a elaboração de fertilizantes nitrogenados provenientes da indústria foi um dos responsáveis pelo acréscimo na produtividade e o desenvolvimento agrícola em múltiplos países, suprimindo a demanda crescente de alimentos (YAMADA, ABDALLA e VITTI, 2007).

Todavia, a dinâmica do nutriente ainda é preocupante, ocorrendo perdas por lixiviação e/ou na forma de gases, que retornam à atmosfera que podem chegar a 50% quando adicionados na forma de fertilizantes (YAMADA, ABDALLA e VITTI, 2007).

Dependendo do bioma de produção, a dinâmica do ciclo do N pode ser variável no sistema solo-atmosfera. A região do ecótono Cerrado/Amazônia tem características particulares de clima, como altas temperaturas e umidade. Segundo Sousa (2004), o fornecimento de N presente na forma de matéria orgânica ou mineralizado pode ser limitado devido às condições de umidade e temperatura que aceleram os processos de decomposição da matéria orgânica e de perdas desse nutriente no solo.

Uma tecnologia capaz de substituir, pelo menos parcialmente a adubação nitrogenada, resultando em benefícios ao produtor, consiste no uso de um grupo bactérias, capaz de fixar nitrogênio atmosférico e fornecê-lo à planta.

Estima-se que a contribuição na adição de N no solo por processos biológicos seja em torno de 65% em comparação com físico-químicos e industriais com 10% e 25% respectivamente (YAMADA, ABDALLA e VITTI, 2007).

A fixação biológica de nitrogênio (FBN) em leguminosas é bastante variável, na qual depende da espécie (ALCANTARA et al., 2014). Dentre as leguminosas de interesse econômico, a soja (*Glycine max* (L) Merrill) tem destaque prático de utilização de fixação de N₂, sendo hoje cultivada em milhões de hectares no cerrado, sem o uso de adubos nitrogenados (SOUSA e LOBATO, 2004).

Tal como a soja, a cultura do feijão caupi (TAGLIAFERRE et al., 2013) e feijoeiro comum são fabáceas nodulíferas com capacidade de estabelecimento de simbiose mutualista com determinadas espécies de bactérias da família Rhizobiaceae. Entretanto, a FBN não é capaz de suprir a necessidade de N da cultura (MATOSO e KUSDRA, 2014). Araújo et al. (1996) ressaltam que com o decorrer de vários anos de pesquisas, é possível que a cultura do feijoeiro, em nível de campo, se beneficie dessa fixação.

A FBN tem ainda um importante papel ecológico e econômico, pois a partir deste tipo de tecnologia pode-se minimizar a necessidade de combustíveis fósseis que seriam destinadas a fabricação e utilização de adubos nitrogenados. Já do ponto de vista ambiental, é possível diminuir problemas de contaminação em rios e lagos proveniente da lixiviação, devido ao uso elevado de nitrato na agricultura.

O objetivo do trabalho foi avaliar a resposta do feijoeiro comum à inoculação biológica de N₂ em região ecótono Cerrado/Amazônia, Araguatins - TO.

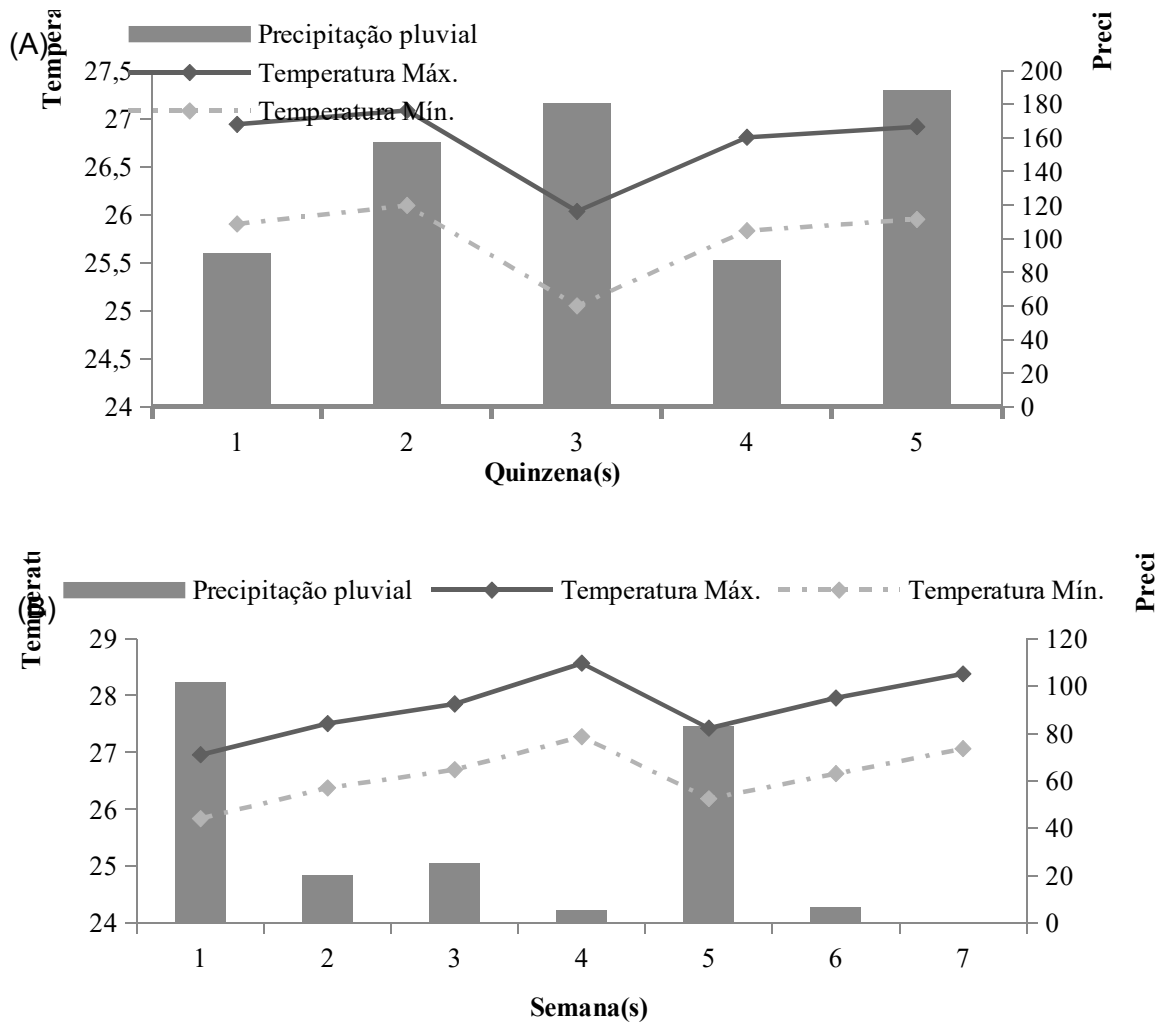
2 METODOLOGIA

2.1 Caracterização da área

O experimento foi conduzido entre janeiro a junho de 2019, em Araguatins, TO, localizado na latitude 5°39'55.8"S, longitude 48°07'01.0"W e altitude de 101 m (Google Earth Pro, 2019). Segundo a classificação de Koppen (1948), o clima característico da região é do tipo Aw, caracterizado como clima quente com inverno seco e verão chuvoso (INMET, 2016).

As condições climáticas da área experimental obtida através do site do INMET para a região de Araguatins, TO estão apresentadas na Figura 1 (INMET, 2019). Anteriormente, a área destinada ao experimento foi utilizada com cultivo de abacaxi solteiro (*Ananas comosus*).

Figura 1. Precipitações pluviárias e temperaturas máximas e mínimas referentes aos períodos de 20/01/2019 a 09/04/2019 (A) e 10/04/2019 a 30/05/2019 (B). Estação meteorológica de Araguatins, TO (Fonte: INMET, 2019).



A avaliação dos atributos químicos e físicos do solo foi realizada segundo Embrapa (1997) (Tabela 1). A determinação da população de rizóbio no solo foi realizada pelo método do número mais provável (NMP) conforme Andrade & Hamakawa (1994), com infecção em plântulas de feijão comum cv. BRS estilo.

Para determinação da população de rizóbios, as coletas das plantas foram realizadas aos 20 dias após a emergência, quando se avaliou a nodulação das raízes, atribuindo-se caráter positivo às amostras cujas plantas apresentaram ao menos um nódulo e, negativo, para aquelas que não apresentaram nódulos. E para estimar o número de células bacterianas nodulantes utilizou-se a tabela de número mais provável (Andrade e Hamakawa, 1994) para a obtenção do fator NMP.

Tabela 1. Características químicas, físicas e microbiológicas do solo.

pH em H ₂ O	P	K	Ca	Mg	Al	H+Al	S	T	V%	M.O.
5,5	mg/dm ³		1,2	0,4	0,8	cmol _c /dm ³		3,55	48,92	%
	6,16	54				1,82	1,74			0,72
Camada	Classe textural	Granulometria								
		Areia	Argila	Silte						
0-20 cm	Franco argiloso		33,74	33,77	32,49					

Fonte: Laboratório de solos e laboratório de biologia do Campus Araguatins (2019).

2.2 Tratamentos e delineamento experimental

O experimento foi implantado a campo, utilizando delineamento em blocos casualizados (DBC), com a cultura do feijão comum (*Phaseolus vulgaris* L. cv BRS estilo) com 4 repetições e 6 tratamentos, sendo eles: T1 - tratamento sem inoculação e sem aplicação de N (testemunha absoluta); T2 - aplicação de 50 kg ha⁻¹ de N, sendo parcelado em 20 kg ha⁻¹ na semeadura, 30 kg ha⁻¹ aos 23 DAE (testemunha nitrogenada); T3 - inoculação de semente com estipe de *Rhizobium tropici* BR322 SEMIA 4077 com aplicação de 20 kg ha⁻¹ de N na semeadura; T4 - inoculação de semente com estipe *Rhizobium tropici* BR520 SEMIA 4080 com aplicação de 20 kg ha⁻¹ de N na semeadura; T5 - inoculação de semente com estipe de *Rhizobium tropici* BR322 SEMIA 4077; T6 - inoculação de semente com estipe de *Rhizobium tropici* BR520 SEMIA 4080.

2.3 Plantio da cultura e condução do experimento

Utilizou-se 2 ton/ha⁻¹ de calcário dolomítico para correção do pH com 80% de PRNT sendo incorporado com moto cultivador manual à Gasolina 7,0 CV modelo ZT900G4T ZMAX no dia 20/01/2019 (83 dias antes do plantio). Para limpeza inicial da área foi realizado uma aplicação de ROUNDUP ORIGINAL DI Sal de di-amônio de N - (phosphonomethyl)glycine (Glifosato), no dia 20/03/2019 na dose de 200 ml para 20 L (10%), e para controle de pragas com uma aplicação de Evidence 700 WG (1-(6-chloro-3-pyridylmethyl)-N-nitroimidazolidin-2-ylideneamine), (250 g.ha⁻¹, 300 L.ha⁻¹).

O dimensionamento das parcelas foram 2,0 m x 2,5 m e 1,0 m de distância entre as parcelas e entre os blocos. A semeadura foi realizada de forma manual, utilizando espaçamento de 0,5 m entre linhas e 15 sementes por metro e posteriormente feito o desbaste para 8 plantas por metro linear, totalizando cinco linhas de plantio e um stand 160.000 plantas/ha.

Para todas as parcelas foi feita uma adubação fosfatada (120 kg ha⁻¹ de P₂O₅) no sulco de plantio e adubação potássica (100 kg ha⁻¹ de K₂O) em cobertura, utilizando como fontes superfosfato simples e cloreto de potássio respectivamente, conforme recomendação para a cultura. Para os

tratamentos com nitrogênio foi aplicado na forma de ureia (SOUSA e LOBATO, 2004).

Durante a condução do ensaio foram realizadas capinam manual e mecânica com a utilização de enxadas, mantendo-se a cultura livre de plantas invasoras.

2.4 Cultivar e inoculação das sementes

Foi utilizada a cultivar BRS estilo, lançada pela Embrapa arroz e feijão em 2009 e indicada para a região e caracteriza-se como sendo uma cultivar de feijoeiro comum do grupo comercial carioca e apresenta arquitetura de planta ereta, adaptada à colheita mecânica direta. É moderadamente resistente a antracnose e ferrugem (MELO et al., 2011).

As sementes de feijão comum foram previamente desinfestadas, sendo imerso em etanol 70% por 30 segundos, posteriormente em hipoclorito de sódio 5% por 2 minutos e retirado o excesso em dez lavagens sucessivas com água destilada e deionizada. e inoculadas.

Para melhor aderência do inoculante turfoso recomenda-se umedecer a semente com água açucarada a 10%. Cada 30g de açúcar em 300 ml de água, representa quantidade suficiente para inocular 50 kg de sementes. O inoculante deve ser uniformemente distribuído na superfície da semente para se obter benefício máximo da fixação biológica em todas as plantas.

3 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Para a avaliação da população rizobiana pelo método NMP mostrou-se negativo, uma vez não foi visualizado a presença de nódulos nas plantas após três semanas após a inoculação, Sendo assim caracterizado como negativo ou insucesso.

Tabela 1: Valores médios de variável altura de planta (AP); diâmetro de colmo (DC); Número de nódulos por planta (NN); Matéria fresca da parte aérea (MFPA) e Matéria fresca das raízes (MFR).

Tratamento	AP (cm)	DC (mm)	NN	MFPA (g)	MFR (g)
T1	28,250 ^{ns}	5,500 ^{ns}	3,437 ^a	43,815 ^{ns}	11,625 ^{ns}
T2	33,875 ^{ns}	6,343 ^{ns}	0,625 ^a	65,710 ^{ns}	12,225 ^{ns}
T3	28,687 ^{ns}	6,037 ^{ns}	54,625 ^b	44,362 ^{ns}	11,255 ^{ns}
T4	25,125 ^{ns}	5,493 ^{ns}	0,875 ^a	39,355 ^{ns}	11,050 ^{ns}
T5	29,687 ^{ns}	5,662 ^{ns}	78,875 ^b	52,717 ^{ns}	10,662 ^{ns}
T6	29,062 ^{ns}	5,393 ^{ns}	8,437 ^a	45,102 ^{ns}	12,755 ^{ns}
CV (%)	17,58	10,92	65,01	32,29	24,97
Média geral	29,114	5,738	24,479	48,510	11,595

Médias seguidas de mesma letra na coluna diferem entre si pelo teste de Scott-Knott, ($p \leq 0,05$) de probabilidade. ns – não significativo. T1 - tratamento sem inoculação e sem aplicação de N (testemunha absoluta); T2 - aplicação de 50 kg ha⁻¹ de N, sendo parcelado em 20 kg ha⁻¹ na semente, 30 kg ha⁻¹ aos 23 DAE (testemunha nitrogenada); T3 - inoculação de semente com estipe de *Rhizobium tropici* BR322 SEMIA 4077 mais aplicação de 20 kg ha⁻¹ de N na semente; T4 -inoculação de semente com estipe *Rhizobium tropici* BR520 SEMIA 4080 mais aplicação de 20 kg ha⁻¹ de N na semente; T5 - inoculação de semente com estipe

de *Rhizobium tropici* BR322 SEMIA 4077; T6 - inoculação de semente com estipe de *Rhizobium tropici* BR520 SEMIA 4080.

Não houve diferença estatística para todas as variáveis, exceto para o número de nódulos (NN).

Comparando-se as estirpes utilizadas nesse trabalho, foi possível notar maior nodulação nos tratamentos, utilizando a *R. tropici* BR322 SEMIA 4077. Demonstrando maior especificidade entre a planta e o rizóbio. Com média de 78,875 nódulos por planta quando utilizado apenas na inoculação de sementes, e 54,625 nódulos por planta quando combinado com N mineral no plantio.

Fonseca (2011), utilizando a mesma estirpe, em diversas cultivares de feijoeiro comum, obteve em média de 216 nódulos para 10 plantas. Relatando ainda que houve comportamento diferencial de cultivares quanto à nodulação da mesma.

Considerando o tratamento controle absoluto, verifica-se a presença em média de 3,437 nódulos por planta. Pode atribuir esta presença do mesmo, a dinâmica da população de bactérias estabelecida no solo.

Assim como é relatado por Kaneko et al. (2010) onde o tratamento não inoculado apresentou nódulos. O mesmo confirma a existência de grande população de rizóbio nativos no solo. Para Brito et al. (2015) a presença de tais populações, é favorável o seu estabelecimento, por serem mais eficientes e competitivas que as utilizadas em inoculate.

Para a variável altura de planta (AP), o controle nitrogenado sobressaiu-se aos demais, obteve-se 33.875 cm, tenho uma diferença de 4.188 cm para o tratamento com a com apenas o estipe de *R. tropici* BR322 SEMIA 4077.

Por se tratar de um componente da clorofila e, portanto, influencia o processo fotossintético, propiciado o crescimento vegetativo do feijoeiro, o N acaba tendo grande importância na produção de biomassa da parte área (SILVEIRA e DAMASCENO, 1993)

O controle nitrogenado apresentou 6,343 mm de diâmetro de caule (DC), seguindo pela combinação da inoculação com *R. tropici* BR322 SEMIA 4077 com aplicação de 20 kg ha⁻¹ de N com 6,037 mm.

O tratamento com o estipe BR520 SEMIA 4080 com adubação de N no plantio (T4) foi inferior ao tratamento controle absoluto (T1), em todos os parâmetros. Tal resultado pode estar caracterizado pela maior quantidade de bactérias presente nos nódulos, que irão converter o nitrogênio gasoso em formas assimiláveis (amônio) pela planta. Como descrito acima por Silveira e Damasceno (1993).

O tratamento com a combinação do estirpe BR520 SEMIA 4080 mais 20 kg ha⁻¹ de N foi inferior em todos os parâmetros analisados, apresentando comportamento diferenciado, quando comparado apenas à utilização do estirpe isolada.

De maneira geral, as combinações no uso do inoculante mais a adição de adubação de arranque mostram-se resultados menos expressivos para ambas as estirpes utilizadas como descrito por Novo, Tanaka e Mascarenhas (1999) onde os mesmos dizem que deve-se evitar a adubação nitrogenada, pois a mesma inibe a formação dos nódulos, afetando negativamente a FBN, e que apenas a nodulação consegue atender as necessidades das plantas.

Em desacordo com Brito et al. (2015) que trata como uma estratégia para maximizar os resultados obtidos com a inoculação com rizóbio no feijoeiro comum consiste na combinação com a aplicação de N mineral.

Os valores de MFR mostram que o tratamento T6 foi superior (12,755 g) seguindo pelo tratamento controle nitrogenado (12,225 g).

Para os valores de MFPA o controle nitrogenado apresentou 65,710 g, uma diferença de 12,993 g para o tratamento com *R. tropici* BR322 SEMIA 4077, com que obteve o maior número de nódulos e conseqüentemente a maior captação de N e sua incorporação.

Brito et al. (2015) em seu trabalho, comparando a adubação com N mineral e a utilização de inoculação com estirpes comerciais de rizóbio, sendo esse uma mistura de três estirpes (BR 322 + BR 520 + BR 534), obteve respostas mais consistentes à inoculação com rizóbio, onde houve aumento da biomassa da parte aérea nas cultivares Carioca e Ouro Negro.

Segundo Brito et al. (2015) a pesquisa, a tecnologia e o desenvolvimento de inoculantes para em feijoeiro se torna um desafio devido a divergências agroecológica regional brasileira, uma alternativa seria a produção a partir das estirpes presentes em cada região.

Todavia, o autor relata que devido aos processos de seleção, o trabalho se tornou um trabalho demorado, e que uma alternativa adotada, é o uso de inoculantes mistos com estirpes de diversos locais de produção (BRITO et al., 2015).

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A estirpe de *R. tropici* BR322 SEMIA 4077 mostrou-se maiores valores que a estirpe de *R. tropici* BR520 SEMIA 4080 para os parâmetros AP; DC; NN e MFPA;

Os tratamentos utilizados diferem quanto à nodulação, mas esta diferença não se manifestou significativamente no crescimento vegetativo.

REFERÊNCIAS

- ALCANTARA, R. M. C. M.; XAVIER, G. R.; RUMJANEK, N. G.; MOURA ROCHA, M.; CARVALHO, J. S. Eficiência simbiótica de progenitores de cultivares brasileiras de feijão-caupi. **Revista Ciência Agrônômica**, Fortaleza, v. 45, n. 1, p. 1-9, mar. 2014.
- ANDRADE, D. S.; HAMAKAWA, P. J. Estimativa do número de células viáveis de rizóbio no solo e em inoculantes por infecção em plantas, p.63-94. In: HUNGRIA, M.; ARAÚJO, R. S. (Eds). **Manual de métodos empregados em estudos de microbiologia agrícola**. Embrapa-SPI, Brasília, Distrito Federal. 1994.
- BRITO, L. F. Resposta do feijoeiro comum à inoculação com rizóbio e suplementação com nitrogênio mineral em dois biomas brasileiros. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 39, n. 4, p. 981-992, ago. 2015.
- FERNANDES, M. S. **Nutrição mineral de plantas**. Viçosa, MG: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2006. 432p.
- FERREIRA, D. F. Sisvar: a computer statistical analysis system. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 35, n.6, p.1039-1042, 2011.
- FONSECA, G. G. **Resposta de cultivares de feijoeiro-comum à inoculação das sementes com duas estirpes de rizóbio em minas gerais**. 2011. Dissertação Mestrado em agronomia/fitotecnia) - Universidade federal de lavras, lavras - MG, 2011.
- INMET- Instituto Nacional de Meteorologia. **Estações automáticas**. 2016. Disponível em: <www.inmet.gov.br/portal/index.php?r=estacoes/estacoesAutomaticas>. Acesso em: 15 de jun. 2018.
- KANEKO, F. H.; ARF, O.; GITTI, D. D. C.; ARF, M.; FERREIRA, J. P.; BUZETTI, S. Mecanismo de abertura de sulcos, inoculação e adubação nitrogenada em feijoeiro em sistema plantio direto. **Bragantia**, Campinas, v. 69, n. 1, p.125-133, 2010.
- MATOSO, S. C. G; KUSDRA, J. F. Nodulação e crescimento do feijoeiro em resposta à aplicação de molibdênio e inoculante rizobiano. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 18, n. 6, 2014.
- MELO, L.; DEL PELOSO, M. J.; PEREIRA, H.; FARIA, L. C.; COSTA, J. G. C.; DIAZ, J. C. L.; VIEIRA JUNIOR, J. R. BRS Estilo-cultivar de feijão carioca com grãos claros, arquitetura ereta e alto potencial produtivo. In: Embrapa Arroz e Feijão-Artigo em anais de congresso (ALICE). In: CONGRESSO NACIONAL DE PESQUISA DE FEIJÃO, 10., 2011, Goiânia. **Anais...** Goiânia: Embrapa Arroz e Feijão, 2011., 2011.
- SILVEIRA, P. M.; DAMASCENO, M. A. Doses e parcelamento de K e de N na cultura do feijoeiro irrigado. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 28, n. 11, p. 1269-1276, nov. 1993.
- SOUSA, D. M. G.; LOBATO, E.; **Cerrado: correção do solo e adubação**. 2. Ed. Brasília, DF. 2004. 416p.
- TAGLIAFERRE, C.; SANTOS, T. J.; SANTOS, L. C.; SANTOS NETO, I. J; ROCHA, F. A.; PAULA, A. Características agrônômicas do feijão caupi inoculado em função de lâminas de irrigação e de níveis de nitrogênio. **Revista Ceres**, Viçosa, v. 60, n. 2, p. 242-248, abr. 2013.
- YAMADA, T.; ABDALLA, S. R. S.; VITTI, G. C. (Editores). **Anais do Simpósio sobre nitrogênio e enxofre na agricultura brasileira**. Simpósio sobre nitrogênio e enxofre na agricultura brasileira, 2006: Piracicaba, SP, IPNI Brasil, 2007. 722p.