



Universidade Federal de São Carlos
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
Curso de Engenharia Agrônoma



DIEGO NYSSSEN

**APLICAÇÃO DE INOCULANTE NO PLANTIO E DOSES DE
ADUBAÇÃO NITROGENADA EM COBERTURA NA CULTURA DO
FEIJOEIRO (*Phaseolus vulgaris*)**

ARARAS - 2016



Universidade Federal de São Carlos
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
Curso de Engenharia Agrônoma



DIEGO NYSSSEN

**APLICAÇÃO DE INOCULANTE NO PLANTIO E DOSES DE
ADUBAÇÃO NITROGENADA EM COBERTURA NA CULTURA DO
FEIJOEIRO (*Phaseolus vulgaris*)**

Monografia apresentada ao Curso de
Engenharia Agrônoma – CCA – UFSCar para
a obtenção do título de Engenheiro Agrônomo

Orientador: Prof.Dr. Marcio Roberto Soares

ARARAS–2016

AGRADECIMENTOS

Primeiramente agradeço a Deus, que me conduziu em todo o curso da graduação, me dando forças, e coragem para não desistir desta jornada, mesmo ao enfrentar diversas dificuldades e obstáculos.

A toda minha família que trabalha todos os dias com fé e determinação para que eu consiga realizar meu sonho de me tornar um Engenheiro Agrônomo, e que sempre acreditou em mim independente de qualquer situação. Meu pai (Guilherme), minha mãe (Franca), meus irmãos (Alowa, Samantha e Daniel), minha namorada (Júlia), meu sobrinho (Davi), meus cunhados (Leandro e Pitt), meus avós, meus tios e primos que dedico cada vitória e todas as minhas conquistas que atingi durante estes 5 anos.

A todos os professores da UFSCar, em especial ao Dr. Márcio Roberto Soares, Dr.(a) Bernadete da Silva Campos, Dr. Rodrigo Gassaf pelos conhecimentos compartilhados, a dedicação e a contribuição para este trabalho. Muito gratificante, ter sido aluno e orientado de professores tão competentes e dedicados.

Em especial ao Paulo Henrique Pizzi, Julia R. Simione, Cesar Augusto Santana e Rodrigo Singulani por acreditarem neste trabalho e contribuírem das atividades mais simples as mais complexas. Aos companheiros do Grupo de Pesquisa e Estudo em Fertilidade do Solo (GEFERT), Ana Lucia, Gustavo, Alisson, Jéssica L., Laíse, Julia, Jéssica, Rafaela, Rhaynan, Adriano, Kaue e Ludmila.

Aos funcionários e técnicos da seção agrícola, Fausto e Curtolo, que estavam disponíveis sempre quando solicitado para a realização de atividades neste projeto.

Aos funcionários e estagiários do Laboratório de Análise Química de Solos e Planta (DRNPA/CCA/UFSCar), Larissa e João Consoni com apoio nas análises envolvidas. A Camila Pessoto, sempre atenciosa e paciente.

A todos que direta e indiretamente contribuíram para a realização deste experimento e a todos aqueles que acreditaram em mim, meus sinceros agradecimentos!

Deus quando fez o mundo, não deu terra para ninguém, porque todos que aqui nascem são seus filhos. Mas só merece a terra aquele que a faz produzir, para si e para seus semelhantes. O melhor adubo da terra é o suor daqueles que trabalham nela.

Rei do Gado

RESUMO

A cultura do feijão possui como grande desafio aumentar a produtividade e diminuir a dependência da adubação nitrogenada a partir da fixação biológica do nitrogênio (N), visando um desenvolvimento sustentável da agricultura. O objetivo deste trabalho foi avaliar a produtividade, parâmetros biométricos e absorção de nitrogênio na cultura do feijão com a aplicação ou não de inoculante no plantio e com a oferta de diferentes doses de N em cobertura. O experimento foi conduzido na área experimental do Centro de Ciências Agrárias (UFSCar *campus* de Araras), em delineamento inteiramente casualizado com cinco repetições, composto por dois fatores: com e sem a adição do inoculante no plantio; cinco doses de adubação nitrogenada em cobertura, sendo 0, 50, 75, 100 e 150 % da dose recomendada pelo Instituto Agrônomo de Campinas. Com 25 dias da emergência das plantas foi realizada a adubação de cobertura e aos 48 dias após emergência foram feitas as amostragem das folhas para análise foliar. Os parâmetros avaliados no experimento foram: fitomassa, quantidade de vagens por planta, número de grãos por vagem, comprimento de vagens, massa de 100 sementes, produção e produtividade da parcela e teores de N foliar. Num primeiro momento, a ausência de resposta de vários parâmetros biométricos à inoculação e à oferta de doses de N em cobertura foi atribuída à fertilidade atual da área experimental (cenário de baixa resposta a N). Entretanto, a adição de inoculante no plantio, com adubação nitrogenada de cobertura equivalente a 150% da recomendada, resultou em acréscimo significativo na produtividade, produção, teor de N foliar e na quantidade de vagens por planta. A inoculação das sementes foi considerada prática indispensável, mas é possível que as doses de adubação nitrogenada de cobertura, recomendadas para as condições edafoclimáticas do Estado de São Paulo, estejam sendo insuficientes para a máxima expressão das variedades atualmente cultivadas.

Palavras-chave: fixação biológica, nitrogênio, feijão, inoculação, produtividade

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Estádios fenológicos do feijão.....	14
Figura 2. Quantidade de macronutrientes (kg) absorvido em 1 ha de plantas de feijão em função do seu desenvolvimento.....	15
Figura 3. Informações climáticas mensais da temperatura média (°C) registradas durante o período de execução do experimento.....	20
Figura 4. Informações climáticas mensais da precipitação pluvial registradas durante o período de execução do experimento.....	21
Figura 5. Distribuição dos tratamentos na área experimental: nas 25 parcelas inferiores (5 tratamentos, com 5 repetições) não houve aplicação do inoculante no plantio; nas 25 parcelas superiores (5 tratamentos, com 5 repetições), houve aplicação do inoculante no plantio	22
Figura 6. Semeadura do feijão no dia 15/07/2016.....	23
Figura 7. Utilização de inoculante nas sementes de feijão e irrigação logo após o plantio.....	24
Figura 8. Após germinação das plantas no dia 02/08/2016.....	24
Figura 9. . Pesagem da quantidade de Sulfato de Amônio necessário para 4 metros lineares (cada linha) da parcela.....	25
Figura 10. Realização da adubação de cobertura dos 5 tratamentos aplicado em linha ,em 25/08/2016..	25
Figura 11. Aplicação do inseticida no dia 12/09/2016.....	26
Figura 12. Inflorescência das plantas de feijoeiro e a retirada das folhas, para a análise foliar.....	26
Figura 13. Estágio de maturação do feijoeiro e a coleta dos dados biométricos	27
Figura 14. Interação da adição ou não de inoculante e diferentes doses de adubação de cobertura na cultura do feijoeiro. Sendo tratamento 0 (0% da adubação nitrogenada em cobertura – 0kg de N/ha); 1(50% da adubação nitrogenada em cobertura – 32kg de N/ha); 2(75% da adubação nitrogenada em cobertura – 52kg de N/ha); 3(100% da adubação nitrogenada em cobertura – 70kg de N/ha); 4(150% da adubação nitrogenada em cobertura – 105kg de N/ha).....	30
Figura 16. Quantidade de nitrogênio foliar em plantas de feijoeiro submetidas ou não à inoculação de plantio e à diferentes doses de nitrogênio em cobertura.. Sendo tratamento 0 (0% da adubação nitrogenada em cobertura – 0kg de N/ha); 1(50% da adubação nitrogenada em cobertura – 32kg de N/ha); 2(75% da adubação nitrogenada em cobertura – 52kg de N/ha); 3(100% da adubação nitrogenada em cobertura – 70kg de N/ha); 4(150% da adubação nitrogenada em cobertura – 105kg de N/ha).....	34

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Características químicas do solo no início do experimento;	21
Tabela 2. Efeito da inoculação de sementes e da adubação de cobertura sobre o número de vagens por planta do feijoeiro.....	28
Tabela 3. Análise de variância da produtividade, considerando aplicação de inoculante e diferentes doses de adubação de cobertura.....	30
Tabela 4. Avaliação da produtividade na interação da aplicação do inoculante e diferentes doses da adubação nitrogenada.....	30
Tabela 5. Faixas de teores considerados adequados de macro e micronutrientes nas folhas de feijoeiro.....	31
Tabela 6. Teores de macronutrientes primários e secundários nas folhas do feijoeiro.....	32

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	11
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	12
2.1. Feijão (<i>Phaseolusvulgaris</i>).....	12
2.1.1 Botânica e morfologia do feijão.....	12
2.2 Práticas agrícolas na cultura do feijão	13
2.3 Fenologia do feijão e marcha de absorção de nutrientes	14
2.4 Exigências nutricionais e adubação da cultura do feijão	16
2.4.1 Fixação Biológica de Nitrogênio	17
3. OBJETIVOS	19
4. MATERIAL E MÉTODOS	20
4.1. Caracterização da área experimental	20
4.2. Delineamento experimental.....	21
4.3 Instalação e condução do experimento	22
4.4 Avaliações biométricas e produtividade	27
5. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	29
5.1. Parâmetros biométricos	29
5.2. Produtividade	30
5.3 Análise Foliar	32
6. CONCLUSÃO	36
7.REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	37

1. INTRODUÇÃO

Durante muitos anos a agricultura foi conduzida de forma irresponsável, e a busca atual por um desenvolvimento sustentável representa um dos maiores desafios no setor. Por isto é necessário concentrar os esforços em orientar e qualificar o homem do campo, com meios e ferramentas, para assim utilizar técnicas modernas e menos agressivas ao ambiente (LOPES, 2016).

De acordo com a EMBRAPA (2014), o alto consumo de fertilizantes nitrogenados na agricultura é, hoje, uma grande preocupação, tanto por estar associado a significativas emissões de gases de efeito estufa, como pelo custo elevado, sempre atrelado ao custo de petróleo e com o agravante de que cerca de 70% do fertilizante nitrogenado usado no país é importado.

O feijoeiro-comum é uma cultura de grande importância no Brasil, com cultivo em grande parte do território nacional, nas mais variadas condições climáticas ou tecnológicas (PEREIRA et al., 2010). É uma cultura de ampla adaptação edafoclimática, permitindo seu cultivo ao longo do ano todo. Cada vez mais produtores estão se profissionalizando, buscando alternativas e técnicas modernas, para o aumento de sua produtividade.

As principais fontes de nitrogênio para o feijão são o solo, pela decomposição da matéria orgânica, aplicação de adubos nitrogenados e a fixação biológica de nitrogênio (GUEDES et al., 2010). Com o uso da tecnologia da fixação biológica de nitrogênio, é possível aumentar a produtividade, reduzir o custo de produção e o impacto ambiental nas lavouras.

Altas produtividades do feijoeiro são obtidas sob condições tecnológicas adequadas, destacando-se o uso de sistemas de manejo de solo e a adubação nitrogenada, porém, há pouco conhecimento sobre tais técnicas culturais interferindo nas características nutricionais e tecnológicas de grãos (FARIELLE e LEMOS, 2010).

O grande desafio que se apresenta na cultura do feijão é conseguir um manejo adequado da simbiose, visando aumentar a eficiência do sistema de fixação de nitrogênio. E a fixação biológica de nitrogênio (FBN) tem se mostrado indispensável para a sustentabilidade da agricultura brasileira, haja vista o fornecimento de nitrogênio às culturas com baixo custo econômico e impacto ambiental reduzido (HUNGRIA et al., 2007).

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1. Feijão (*Phaseolus vulgaris*)

O feijão-comum é um dos mais importantes alimentos na dieta da população brasileira, por se caracterizar como uma fonte protéica, além de possuir carboidratos e ser rico em ferro. Segundo a CONAB (2015) devido o pequeno consumo dos países de primeiro mundo limita a expansão do comércio internacional. Cerca de 60% da produção mundial de feijão originam-se de apenas seis países. Myanmar é o maior produtor mundial dessa leguminosa, seguido da Índia, surgem, ainda, como maiores produtores Brasil, China, Estados Unidos e México.

A safra de 2014/2015 o valor foi de 3,11 milhões de toneladas e área plantada de 3,05 milhões de hectares, com uma produtividade de 1020 kg ha⁻¹. E estima-se que entre o período de Janeiro de 2016 e Dezembro de 2016 a saca do feijão (60 kg) atinja o valor de R\$ 378,10 (DEPEC, 2016).

Esta leguminosa apresenta ampla adaptação edafoclimática, o que permite seu cultivo durante todo o ano, em quase todas as unidades da federação brasileira, nas diferentes épocas e safras (SEAB, 2014). O cultivo dessa leguminosa é realizado em três safras, sendo a primeira denominada “safra das águas”, a segunda “safra da seca” e a terceira “safra de outono/inverno”.

A cultura vem mudando de padrão e os produtores estão se profissionalizando cada vez mais, buscando constantemente alternativas modernas no uso de tecnologias. No entanto, o plantio de feijão no país é efetuado por meio de “sementes caseiras” ou grãos comerciais, utilizados por cerca de 80% dos produtores. Esta atitude talvez seja o motivo para o insucesso de tantas lavouras, pois são inúmeros os trabalhos científicos que provam a degeneração varietal, contaminação por patógenos e os danos mecânicos que as “sementes carregam” (CONAB, 2015).

2.1.1 Botânica e morfologia do feijão

O feijão (*Phaseolus vulgaris*) pertence à família Fabaceae, sub-família Faboideae do gênero *Phaseolus*. O intervalo de temperatura bom desenvolvimento da cultura é de 18 a 24 °C, sendo que em temperaturas extremas, abaixo de 18° e acima de 24°, provoca queda de

flores e reduz o vingamento das vagens. E segundo a literatura, durante o ciclo todo da cultura necessita de 300 a 500 mm de água, ocorrendo problemas tanto com a falta como o excesso (FERREIRA, 2008).

A planta do feijoeiro é formada por uma raiz principal pivotante, na qual se desenvolvem lateralmente raízes secundárias e terciárias e estas raízes apresentam nódulos colonizados por bactérias fixadoras de nitrogênio. Em condições favoráveis de solo o sistema radicular pode se desenvolver até um metro de profundidade. Entretanto a maior parte das raízes se concentra de 20-40 cm, o que confere à cultura alta sensibilidade a déficit hídrico (SILVA, H. 2007).

O caule é eixo principal da planta, possuindo os nós, que são os pontos de inserção das folhas e dos quais saem às ramificações. Do caule saem ramos primários, e desses originam-se os ramos secundários.

De acordo com Vilhordoet al. (1980) foi proposto uma classificação do caule, principalmente baseada no tipo de orientações de suas ramificações, sendo: Tipo I: determinado arbustivo, com ramificações ereta e fechada; Tipo II: indeterminado com ramificações ereta e fechada; Tipo III: indeterminado com ramificações aberta e Tipo IV: indeterminado, prostrado e trepador.

As folhas do feijoeiro são classificadas como simples (primárias já presente no embrião) e compostas (demais folhas). São trifolioladas e inseridas nos nós do caule e ramificações. As flores possuem um cálice de cor verde e a corola composta de cinco pétalas que podem ser brancas rosáceas ou violáceas. As flores não são isoladas, sendo agrupadas em uma haste que sustenta o botão floral, chamado de inflorescência floral (FERREIRA, 2008).

Os frutos são do tipo vagem formada por duas valvas (dorsal e ventral). As sementes se prendem a sutura ventral. A vagem pode ter vários formatos (reta, arqueada ou recurvada) e há uma ampla variedade de cores dos grãos, variando de preto, roxo, bege até o branco (SILVA, 2007)

2.2 Práticas agrícolas na cultura do feijão

Os sistemas agrícolas influenciam a estrutura do solo, principalmente em relação à agregação de partícula. A utilização correta do espaçamento e da densidade de plantio é uma prática cultural de baixo custo. Nos últimos anos, o uso de cultivares mais eretos e a irrigação tem estimulado o uso de espaçamentos mais reduzidos. No entanto, de modo geral, o espaçamento mais recomendado ainda é de 50 cm entre fileira e de 10 a 15 sementes por

metro linear (BORÉS et al., 2011). Em relação à profundidade de sementeira, em solos argilosos recomenda-se de 3 a 4 cm e em solos arenosos de 5 a 6 cm.

Basicamente pode se dizer que há feijão no campo o ano todo, sendo que a sementeira pode ocorrer em outubro-novembro ("feijão das águas"), fevereiro-março ("feijão das secas") e abril-junho ("feijão de inverno"). No plantio de inverno é necessário o uso da irrigação, porém a produção é praticamente garantida, e a colheita é facilitada por ser em um período seco.

Na cultura do feijoeiro é de suma importância a obtenção de informações técnicas, visando não somente o acréscimo do potencial produtivo, mas sua associação com as características nutricionais e tecnológicas do produto feijão (FARINELLI e LEMOS, 2010).

2.3 Fenologia do feijão e marcha de absorção de nutrientes

O crescimento e desenvolvimento, ou seja, a fenologia do feijoeiro (Figura 1), estão compreendidas em duas fases, a vegetativa e a reprodutiva, sendo que a passagem de um estágio para outro não é facilmente identificada no campo. O ciclo da cultura é completado em 70 a 110 dias, dependendo da cultivar e das condições climáticas.

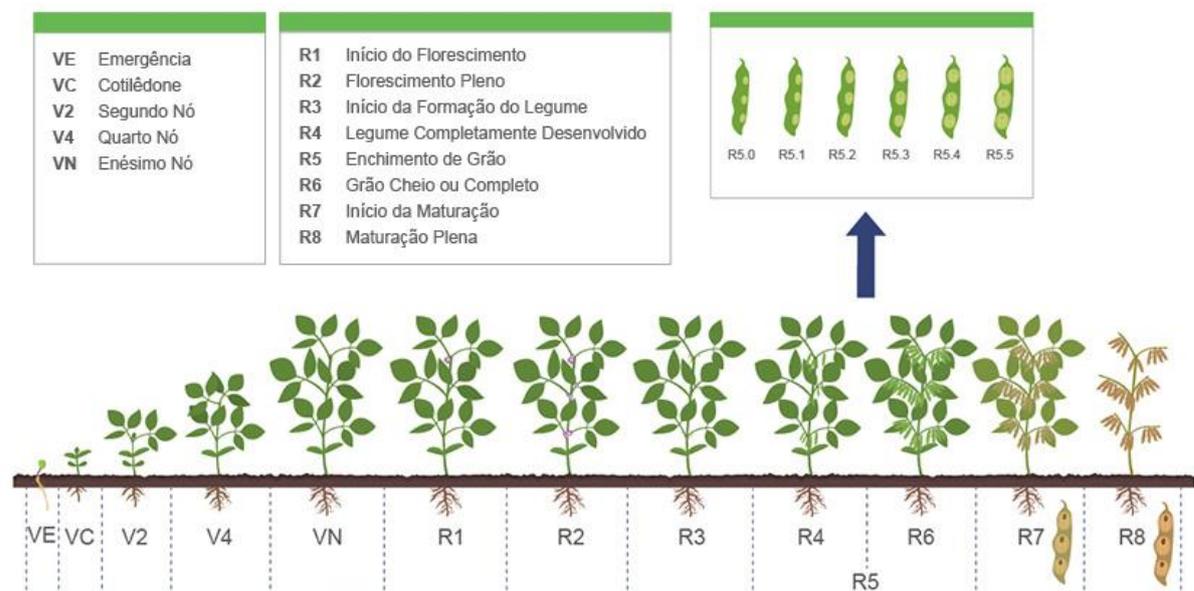


Figura 1. Estádios fenológicos do feijão.

Fonte: Bayer (2015)

Apesar de o feijoeiro ser uma espécie bastante estudada, há poucas informações sobre suas fases de desenvolvimento. Segundo Pereira et. al (2014), inúmeros fatores influenciam

no desenvolvimento do feijoeiro. Dentre eles, a temperatura e precipitação são os que mais afetam os diferentes estágios fisiológicos principalmente florescimento e frutificação, repercutindo diretamente na absorção de nutrientes pela planta.

A determinação na capacidade de absorção de nutrientes durante o ciclo constitui um mecanismo de avaliação que permitem o manejo racional de insumos, água e nutriente, visando o potencial de produção (AUGUSTINHO, et al., 2008). A partir da marcha de absorção de nutrientes ao longo dos estágios fenológicos de uma cultura (Figura 2) é possível fazer uma avaliação e definir estratégias de manejo da adubação (HAAG, et al., 1967)

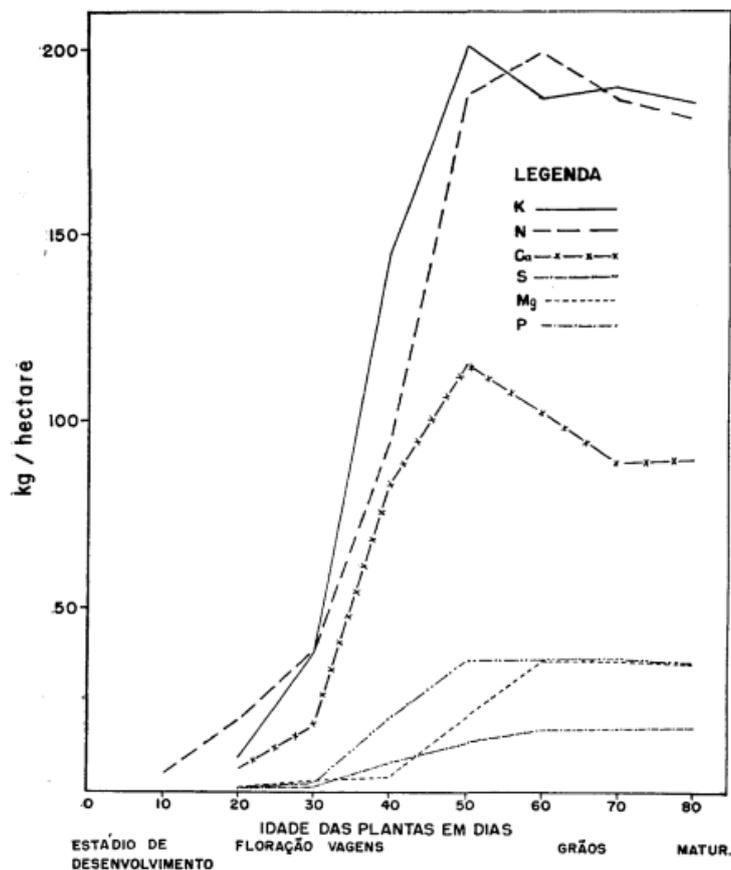


Figura 2. Quantidade de macronutrientes (kg) absorvido em 1 ha de plantas de feijão em função do seu desenvolvimento.

Fonte: Haaget al. (1967)

Pegoraro et al. (2014), ao analisarem a biomassa e absorção de nutrientes pelo feijoeiro comum, concluíram que a absorção e acúmulo de macronutrientes da parte área segue a ordem decrescente $K > N > Ca > P > S > Mg$. A taxa de máximo acúmulo de nutrientes nas folhas e hastes do feijão situa-se entre 26 e 36 DAE, e nas vagens e grãos entre 46 e 66 DAE.

Segundo os autores, para utilização eficaz dos fertilizantes, é recomendado que a adubação de cobertura com N e K seja realizada entre 12 e 30 DAE, pois antecedem as fases de maior demanda da cultura. A época de maior velocidade de absorção de fósforo vai desde aproximadamente 30 dias até os 55 dias da emergência, embora a demanda seja alta durante todo este período, ela acentua-se no final do florescimento e no início de formação das vagens, época em que o feijoeiro absorve de 0,20 a 0,30 kg P/ha.dia (ROSOLEM e MARUBAYASHI, 1994).

A absorção de nitrogênio ocorre praticamente durante todo o ciclo da cultura, mas a época de maior exigência, quando a velocidade de absorção é máxima, ocorre dos 35 aos 50 dias da emergência da planta, coincidindo com a época do florescimento. Neste período, a planta absorve de 2,0 a 2,5 kg N/ha.dia (ROSOLEM e MARUBAYASHI, 1994).

2.4 Exigências nutricionais e adubação da cultura do feijão

O feijoeiro é considerado uma planta exigente em nutrientes, em função do pequeno e pouco profundo sistema radicular e do ciclo curto. Por isso, é fundamental que o nutriente seja colocado à disposição da planta em tempo e local adequados (ROSOLEM e MARUBAYASHI, 1994). Normalmente, há grande exportação de nutrientes pelo produto da colheita, havendo baixo efeito residual dos restos culturais da cultura.

Recomenda-se o parcelamento da adubação nitrogenada em duas vezes, sendo parte no sulco plantio, junto com fósforo e potássio, e parte em cobertura. A recomendação de adubação para a cultura depende da produtividade esperada e da classe de resposta a N em cobertura. As doses são baseadas em tabelas de recomendação, semelhante as encontradas no Boletim Técnico n.100, cujas orientações devem ser adotadas para cultivos no Estado de São Paulo (RAIJ et al., 1996).

Segundo trabalho realizado por Calvacheet al. (1997) que estudou o efeito da deficiência hídrica e da adubação nitrogenada na produtividade e na eficiência do uso da água na cultura do feijão, concluiu-se que a adubação nitrogenada contribuiu significativamente para a produtividade, número de vagens por planta, número de grãos por vagem e índice de colheita.

De acordo com o estudo realizado por Moura et al. (2009) pode concluir que a aplicação de adubação nitrogenada no sulco de semeadura junto a inoculação com *Rhizobium tropici* reduziu a produtividade do feijoeiro, enquanto que a aplicação de adubação nitrogenada em cobertura junto a inoculação não prejudicou a simbiose, gerando

produtividade de feijão semelhante a aplicação com fertilizante nitrogenado aplicado no sulco e em cobertura.

Segundo Borém al. (2011) o teor de P contido no feijoeiro é baixo quando comparado a N e K, porém a quantidade requerida nas adubações de P_2O_5 não é baixa, e isto ocorre devido a pobreza de P em solos brasileiros e a fixação do elemento, fazendo com que alta proporção dele não seja utilizado pelas plantas. O K é o nutriente mais encontrado na planta, depois de N e K. Porém, a quantidade P_2O_5 requerida nas adubações não é baixa, e isto ocorre devido a pobreza de P em solos brasileiros e a fixação do elemento, fazendo com que alta proporção dele não seja utilizado pelas plantas. O K é o nutriente mais encontrado na planta, depois de N, e é recomendado aplicá-lo no sulco de plantio. Caso a recomendação ultrapasse 50 kg ha^{-1} a adubação potássica deve ser parcelada em cobertura, juntamente com o N. Em relação a Ca e Mg estes nutrientes são atribuídos a cultura na calagem, com a utilização de calcário dolomítico ou magnesiano. Esta pratica traz outros benefícios, como a correção da acidez do solo melhorando a disponibilidade da maioria dos nutrientes.

Farinelli e Lemos (2010), ao estudarem a interferência da adubação nitrogenada em cobertura do cultivar Pérola, cultivado em sistema convencional e plantio direto, concluíram que a produtividade do feijoeiro é influenciada positivamente pela adubação nitrogenada em cobertura, com maior necessidade de fertilizantes em plantio direto.

Os efeitos plenos de uma adubação somente se manifestam quando associadas a outras práticas, com relevância a irrigação. Se há boas condições hídricas no solo há uma maior eficiência do fertilizante aplicado, tornando a adubação mais econômica e afetando positivamente na produtividade (BORÉS et al., 2011).

2.4.1 Fixação Biológica de Nitrogênio

A eficiência de absorção de água e nutriente é dependente da renovação do sistema radicular, suscitando a necessidade do emprego de estratégias que assegurem o estímulo contínuo da produção de raízes novas até a fase reprodutiva. Uma destas estratégias é a inoculação da semente de feijão, porque o processo de fixação biológica de N poderá favorecer a produção de determinadas substâncias estimulantes e protetoras do sistema radicular, além de promover acidificação da rizosfera, favorecendo absorção de micronutrientes (YAMADA et al., 2007).

O feijoeiro é uma planta leguminosa com frutos ricos em proteínas e, portanto exigente em nitrogênio, tanto em fases vegetativas quanto reprodutivas, porém pode também fazer a fixação de N no ar através da simbiose com *Rhizobium phaseoli*.

A fixação biológica do nitrogênio é essencialmente a transformação biológica do nitrogênio atmosférico (N_2) em amônia (NH_3), sendo realizada principalmente por bactérias que, na associação com leguminosas é denominada rizóbio, responsável pela formação do nódulo radicular. A fixação biológica de nitrogênio consiste em dois processos a nodulação que ocorre logo após a germinação e a fixação biológica propriamente dita. (VIERA, et al., 2011). Os fatores que interferem negativamente neste processo são, temperatura, acidez do solo, deficiência nutricional, principalmente de P e Mo, e fisiologia da planta com simbiose com estirpes nativas.

Segundo Moraes (1988) o feijoeiro, sendo uma leguminosa, apresenta condições de se beneficiar da associação simbiótica com *Rhizobium*, o que contribui especificamente para economia de nitrogênio. Bassanet al. (2001) avaliaram os efeitos da inoculação de sementes e obtiveram como resultado que a inoculação promoveu acréscimo no peso da matéria seca das plantas, porém o número de vagens por planta, sementes por vagem e peso de 100 sementes foi maiores na ausência da inoculação.

Contudo, o grau de adoção da tecnologia ainda é muito baixo se comparado com outras culturas, como é o caso da soja, na qual os fertilizantes nitrogenados na forma de ureia já foram praticamente substituídos em sua totalidade pela fixação biológica de nitrogênio. A FBN foi escolhida como um dos cinco pilares do programa Agricultura de Baixo Carbono (ABC), lançado em 2009 pelo Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, instituído para incentivar o uso de técnicas sustentáveis na agricultura visando à redução da emissão dos gases de efeito estufa (GEE). (EMBRAPA, 2014).

O termo inoculante refere-se a um produto ou uma formulação que contém determinado tipos de microrganismos viáveis, utilizados com o objetivo de introduzir ou aumentar a população microbiana (VIEIRA et al., 2006). Segundo um experimento conduzido por Araújo et al. (2007), o cultivar do feijão carioca apresentou uma boa resposta a inoculação, demonstrando bons índices de nodulação e produtividade. Entretanto, o aumentada dosagem de inoculante não resultou em acréscimos na produção.

A inoculação de sementes de feijão deve ser empregada com uso de inoculantes de qualidade, mesmo que esta prática não consiga atender plenamente a demanda de N imposta pela planta. Isto está relacionado à necessidade tardia de N requerida para enchimento e terminação de grãos. Portanto, mesmo que a disponibilidade de N no solo seja satisfatória, a planta não consegue absorvê-lo e conduzi-lo, porém se os nódulos tiverem ativos na etapa de desenvolvimento (R8) o nitrogênio pode ser direcionado às vagens sem muitas dificuldades (YAMADA et al., 2007).

De acordo com o estudo de Guedes et. al (2010) foi inferido que as estirpes nativas não foram capazes de promover uma maior nodulação, havendo maiores benefícios com a aplicação de inoculante, sendo capazes de fornecer o nitrogênio necessário para o desenvolvimento do feijão-caupi.

3. OBJETIVOS

O objetivo geral deste trabalho foi avaliar a produtividade, parâmetros biométricos e a absorção de nitrogênio na cultura do feijão com a aplicação ou não de inoculante, e diferentes doses de nitrogênio em cobertura. Os objetivos específicos foram:

- Analisar a melhor dose de nitrogênio em cobertura para a obtenção da máxima produtividade;
- Avaliar o efeito da adição de inoculante para feijão nas sementes, quando semeados em plantio convencional;
- Analisar o efeito da adubação de cobertura na produtividade da cultura do feijão;
- Verificar a existência de interação entre a inoculação das sementes e a adubação nitrogenada de cobertura.

4. MATERIAL E MÉTODOS

4.1. Caracterização da área experimental

O estudo foi conduzido em área experimental do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal de São Carlos-UFSCar, localizado no Município de Araras - SP, nas coordenadas geográficas de 22°18'S e 47°23'O, altitude de 690 metros, no período compreendido entre Junho de 2016 a Novembro de 2016.

Foram coletadas e registradas as informações climáticas durante o período de condução do experimento(Figura 3 e 4), através da Estação Meteorológica Automática-EMA do Centro de Ciências Agrárias (CCA) da UFSCar do Departamento de Recursos Naturais e Proteção Ambiental (DRNPA).

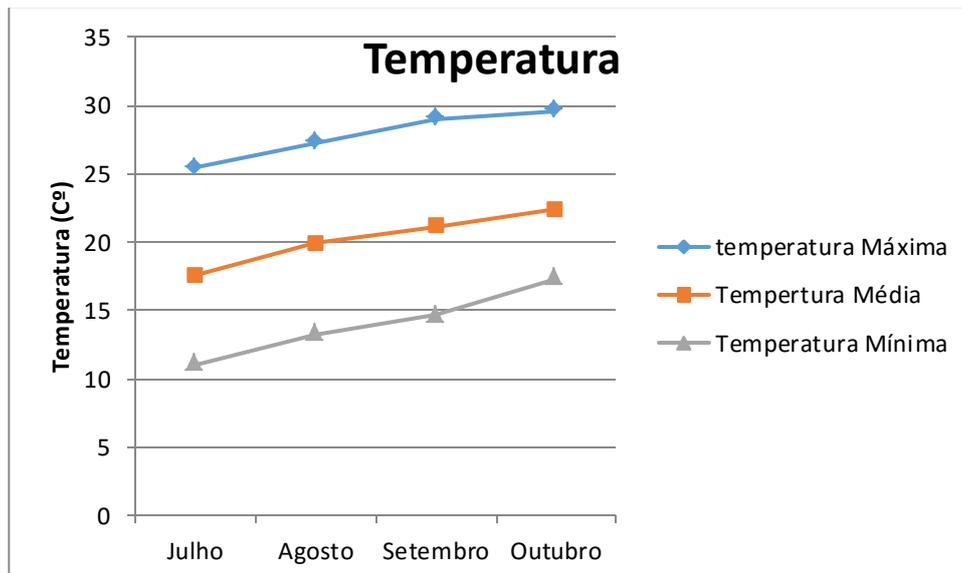


Figura 3. Informações climáticas mensais da temperatura média (°C) registradas durante o período de execução do experimento, julho a outubro no Centro de Ciências Agrárias, UFSCar, Araras - SP.

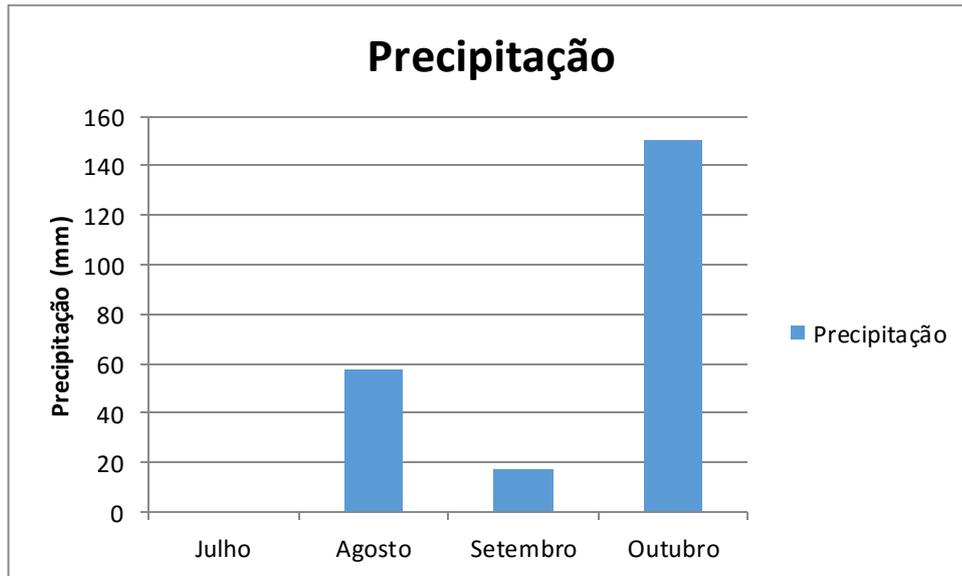


Figura 4. Informações climáticas mensais da precipitação pluvial registradas durante o período de execução do experimento no Centro de Ciências Agrárias, UFSCar, Araras - SP, entre o período de julho a outubro de 2016.

O solo da área onde foi conduzido o experimento é classificado como Latossolo Vermelho Distrófico (EMBRAPA, 2013). Para conhecimento das características químicas da camada arável da área experimental, foram coletadas amostras da camada 0 - 20 cm. As análises químicas foram realizadas no Laboratório de química do solo da Universidade Federal de São Carlos, e os resultados são apresentados na Tabela 1 e 2.

Tabela 1. Características químicas do solo no início do experimento.

P resina	MO	pH	K	Ca	Mg	H+Al	Al	SB	CTC	V	S	B	Cu	Fe	Mn	Zn
mg/dm ³	g/dm ³	CaCl ₂					mmol _c /dm ³			%			mg/dm ³			
44	25	5,7	3,5	31	12	26	0,4	46,6	72,6	64	28	0,14	5,7	26	38	1,2

4.2. Delineamento experimental

O experimento foi conduzido Delineamento Inteiramente Casualizado, com 25 parcelas subdivididas (Figura 5). Os dois tratamentos constituíram em duas condições de inoculação (com e sem inoculante na semeadura) e cinco doses diferentes de adubação nitrogenada aplicadas em cobertura (0, 35, 52, 70 e 105 kg de N/ha). Estas doses corresponderam a 0, 50, 75, 100 e 150% da adubação de cobertura recomendada pelo Boletim Técnico 100 na formulação de sulfato de amônio. O ensaio foi instalado em esquema fatorial de 5 x 2, com cinco repetições, sendo as parcelas constituídas das aplicação ou não do inoculante e as subparcelas as cinco adubações diferentes de cobertura. Nas parcelas cuja as

bordas apresentam coloração preta, não foram aplicadas inoculante no plantio e as com coloração azul tiveram a aplicação do produto. Nas 25 parcelas inferiores (5 tratamentos, com 5 repetições) não houve aplicação do inoculante no plantio e nas 25 parcelas superiores (5 tratamentos, com 5 repetições), houve aplicação do inoculante no plantio.



Figura 5. Distribuição dos tratamentos na área experimental. nas 25 parcelas inferiores (5 tratamentos, com 5 repetições) não houve aplicação do inoculante no plantio; nas 25 parcelas superiores (5 tratamentos, com 5 repetições), houve aplicação do inoculante no plantio.

4.3 Instalação e condução do experimento

A semeadura mecanizada aconteceu no dia 15/07/2016 (Figura 6), com uma plantadeira de 7 linhas espaçadas em 45 cm. O material genético utilizado foi a cultivar de feijão IPR Campos Gerais, do grupo carioca, registrado para cultivo no PR, RS, SC, SP e MS. Apresenta hábito de crescimento indeterminado tipo II e porte ereto, favorecendo a colheita mecânica direta. O ciclo médio da emergência a colheita é de 88 dias e o potencial de rendimento é em torno de 3.987kg/ha (IAPAR, 2011).



Figura 6. Semeadura do feijão no dia 15/07/2016, no Centro de Ciências Agrárias, UFSCar, Araras - SP.

Antes da sementeira as sementes foram tratadas com inseticida CropStar (100 ml de produto + 400 ml de água) e com inoculante Biomax Premium Turfa, Bradyrhizobium da estirpe SEMIA 4088 (6g do produto +12 ml de água para cada 3kg de semente). A semente foi depositada a uma profundidade de cinco centímetros com a adubação no plantio, 60 kg de N, 20kg de P_2O_5 e 20kg de K_2O por hectare (RAIJ, 1996). A densidade de plantio foi de 11,4 sementes por metro linear. Logo após o plantio foi irrigado através de um caminhão pipa (Figura 7).



Figura 7. Utilização de inoculante nas sementes de feijão e irrigação logo após o plantio, no Centro de Ciências Agrárias, UFSCar, Araras - SP.

No dia 30/07/2016 as sementes começaram a germinar (Figura 8), com adequada taxa de germinação. Nos dias 08 e 09/08/2016 foi feita a retirada de plantas infestantes através de uma capina manual.



Figura 8. Após germinação das plantas dia 02/08/2016, no Centro de Ciências Agrárias, UFSCar, Araras - SP.

Após 25 dias da germinação, foi realizada a adubação de cobertura do experimento. Primeiramente, foi realizada a pesagem da quantidade de adubo que seria aplicado na linha de cada parcela (Figura 9), variando as doses de acordo com as parcelas e tratamentos (0, 35, 52, 70 e 105kg de N/ha), seguindo croqui experimental (Figura 6).

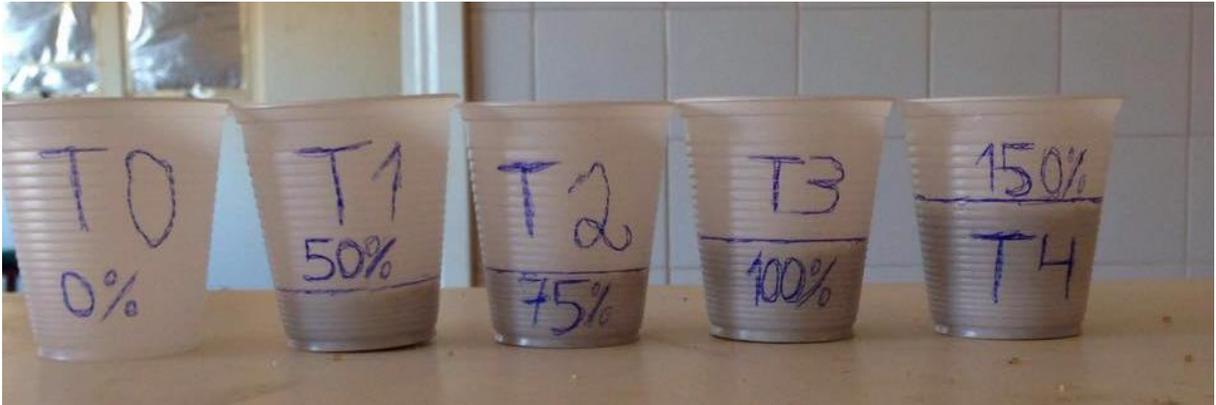


Figura 9. .Pesagem da quantidade de Sulfato de Amônio necessário para 4 metros lineares (cada linha) da parcela.



Figura 10. Realização da adubação de coberturas dos 5 tratamentos aplicado em linha ,em 25/08/2016, no Centro de Ciências Agrárias, UFSCar, Araras - SP.

Após 42 dias da emergência das plantas de feijão, foi observada a incidência de mosca branca (*Bemisia argentifolii*) a qual apresenta picos populacionais nas épocas secas e pode ocasionar perdas severas (70%). Lagarta Rosca (*Agrotis ipsilon*) também foi registrada na área experimental, com sintomas (orifício) no colo da planta (Figura 11) e posteriormente tombamento. Para o controle de mosca branca, vaquinhas e cigarrinha foi feita uma pulverização com inseticida Certero na concentração de 100 ml ha⁻¹, a partir de uma bomba

costal no dia 12/09/2016, e posteriormente foi feito um controle químico a partir também de uma bomba costal com os produtos Actara 750 + Ampligopara a Lagarta Rosca (Figura 11).



Figura 11. Aplicação do inseticida dia 12/09/2016, no Centro de Ciências Agrárias, UFSCar, Araras - SP.

Na data 16/09/2016, foi realizada a amostragem das folhas para análise química de tecido vegetal, já que a maioria das plantas já estava no estágio de inflorescência (Figura 12). A amostragem foi feita retirando todas as folhas de das plantas por parcela (RAIJ et al., 1996).



Figura 12. Inflorescência das plantas de feijoeiro e a retirada das folhas, para a análise foliar, no Centro de Ciências Agrárias, UFSCar, Araras - SP.

Após 78 dias da emergência das plantas, foram identificados indicativos do estágio de maturação, com as folhas velhas ficando amareladas, com posterior senescência. No dia 24/10/2016, foi realizada a dessecação. A colheita foi feita no dia 28/10/2016, aos 87 DAE, com coleta de informações biométricas (Figura 13).



Figura 13. Estágio de maturação do feijoeiro e a coleta dos dados biométricos, no Centro de Ciências Agrárias, UFSCar, Araras - SP.

4.4 Avaliações biométricas e produtividade

Para as avaliações biométricas, foram colhidas 10 plantas aleatórias da área útil da parcela, as quais passaram pelas seguintes avaliações:

1. Produção de fitomassa: mensurada pela massa da parte aérea de cada 10 plantas por parcela, com folhas, vagens e grãos, sendo valores expressos em ton. ha^{-1} .
2. Número de grãos por vagens: foi determinado pela média do número de grãos contidos em 10 vagens de cada parcela.
3. Comprimento da vagem: uma amostra aleatória de dez vagens por parcelas, isentas de danos.
4. Número de vagens por planta: Foram coletadas e contadas vagens de 10 plantas por parcela.
5. Produtividade de cada tratamento: Com a colheita da área útil de cada parcela.

6. Produção de grãos por 10 plantas: foram coletadas e pesadas a quantidade de grãos de 10 plantas por parcela.

7. Massa de 100 sementes: Foram tomadas 10 amostras de 10 sementes de cada parcela que foram pesadas individualmente e em seguida extraiu-se as médias de cada repetição.

8. Teores de nutrientes da parte aérea (Análise Foliar).

Estas avaliações biométricas são consideradas componentes de rendimento para a cultura do feijoeiro e juntamente com a produtividade foram variáveis estudadas no trabalho de Bassanet al. (2001) ao analisarem a inoculação e a aplicação de nitrogênio e molibdênio para feijão de inverno. E no estudo de Araujo et al. (2007) foi avaliado as mesmas características mais a quantidade de nódulos por planta.

Os resultados foram submetidos à análise de variância, sendo as médias dos tratamentos comparadas pelo teste de *Scott-Knott* a 5 %, por meio do programa de estatística ASSISTAT (Silva & Azevedo, 2002).

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1. Parâmetros biométricos

Os parâmetros biométricos, tais como comprimento de vagens, número de grãos por vagem, fitomassa e massa de 100 grãos não apresentaram diferença significativa pela análise de variância (ANOVA), considerando 5% de nível de significância. Havia expectativa de que estes parâmetros fossem sensíveis aos tratamentos. Albuquerque et al. (2012) estudaram a influência do Mo na produção do feijoeiro e constataram diferenças significativas das variáveis de produção com a adubação molibídica via foliar. Foi concluído que é imprescindível a aplicação desta adubação para o aumento de produtividade das cultivares de feijoeiro, o que não necessariamente ocorreu com a aplicação do inoculante, por ter tido estirpes nativas no solo superiores em relação às inoculadas. O trabalho é indicativo de prováveis efeitos do nitrogênio na cultura, uma vez que o Mo garante o pleno funcionamento da fixação biológica de N atmosférico.

A variável número de vagens por planta apresentou diferença significativa na interação entre o Tratamento A (inoculante) e o Tratamento B (adubação de cobertura) (Tabela 2).

Tabela 2. Efeito da inoculação de sementes e da adubação de cobertura sobre o número de vagens por planta de feijoeiro.

	Adubação de cobertura				
	0	1	2	3	4
Sem Inoculante	23,06 aA	23,88 aA	23,88 aA	22,62 aA	21,22 bA
Com Inoculante	22,56 aB	23,12 aB	21,68 aB	26,24 aA	27,38 aA

Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha não diferem pelo teste de *Scott-Knott* a nível de 5% de significância.

Sendo tratamento 0 (0% da adubação nitrogenada em cobertura – 0kg de N/ha); 1(50% da adubação nitrogenada em cobertura – 32kg de N/ha); 2(75% da adubação nitrogenada em cobertura – 52kg de N/ha); 3(100% da adubação nitrogenada em cobertura – 70kg de N/ha); 4(150% da adubação nitrogenada em cobertura – 105kg de N/ha);

No tratamento T(4), após adição de 150% da adubação de cobertura recomendada, observou-se que, com a adição de inoculante, a quantidade de vagens foi superior. Nos outros tratamentos não houve diferença significativa.

No tratamento sem inoculante não houve diferença significativa das diferentes doses na adubação de cobertura. Entretanto no tratamento com inoculante, as doses de 100 e 150% apresentaram as maiores médias de número de vagens por planta (Figura 14).

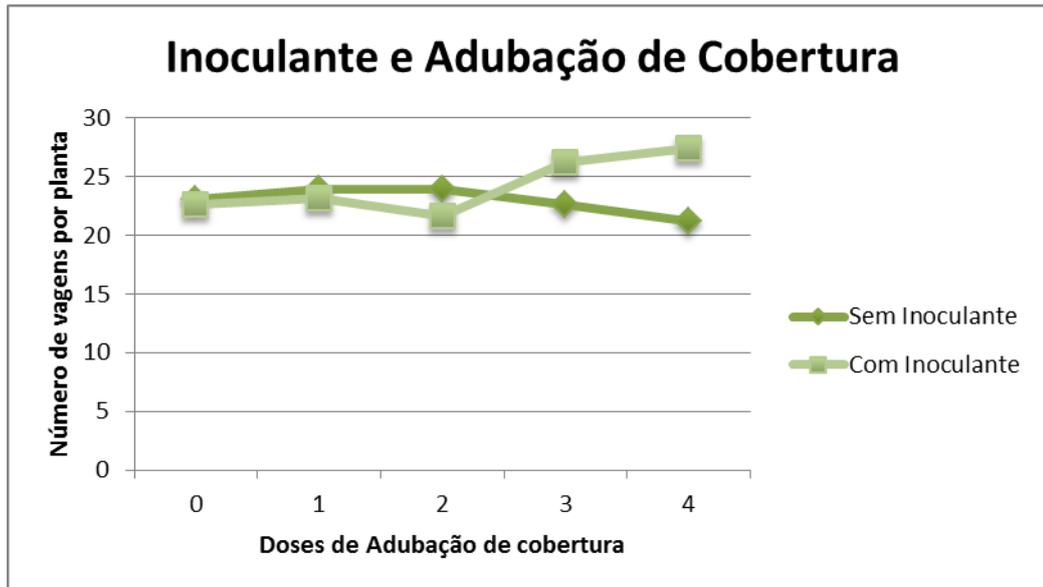


Figura 14. Interação da adição ou não de inoculante e diferentes doses de adubação de cobertura na cultura do feijoeiro. Sendo tratamento 0 (0% da adubação nitrogenada em cobertura – 0kg de N/ha); 1(50% da adubação nitrogenada em cobertura – 32kg de N/ha); 2(75% da adubação nitrogenada em cobertura – 52kg de N/ha); 3(100% da adubação nitrogenada em cobertura – 70kg de N/ha); 4(150% da adubação nitrogenada em cobertura – 105kg de N/ha).

Na cultura do feijão a produtividade de grãos apresenta uma alta correlação com alguns componentes da produção, como por exemplo, número de vagens por planta, número de grãos por planta e massa de grãos (COSTA e ZIMMERMANN, 1988; COIMBRA et al., 1999). Por isto é desejável um aumento do número de vagens por planta, já que está correlacionado com a produtividade da cultura do feijão, e foi obtido a partir da adição do inoculante no plantio e a adubação de 70 e 105 kg de N/ha.

5.2. Produtividade

Para o parâmetro produção, foi mensurada a massa dos grãos de 10 plantas de cada parcela e posteriormente foi estipulada a produção de toda parcela, contabilizando 320 plantas. A análise dos resultados foi feita após a obtenção da umidade dos grãos no dia da colheita, obtendo um valor elevado 25,92% após a secagem em estufa. Portanto, a massa ocupada por água nos grãos foi descontada da massa obtida, acrescentado um valor de 16% de umidade, pois segundo Filho e Scheler (2003), o ponto de colheita ideal do feijão é de 15 a 18% de umidade.

Para o parâmetro produtividade foi feita a estimativa da produção da parcela e dividida pela área de cada parcela, para a obtenção em kg/ha. Na ANOVA, houve diferença significativa na interação entre os tratamentos (Tabela 3), com desdobramento para o teste de média por Skott-Knott a 5% (Tabela 4).

Tabela 3. Análise de variância da produtividade, considerando aplicação de inoculante e diferentes doses de adubação de cobertura na cultura do feijoeiro.

FV	GL	SQ	QM	F
				0.1223
Trat (a)-Ta	1	5.329.682.416	5.329.682.416	ns
Resíduo-a	8	348.519.952.641	43.564.994.008	
Parcelas	9			
				0.1318
Trat(b)-Tb	4	4.965.792.682	124.144.817	ns
Int. TaxTb	4	117.018.951.105	2925473.77	3.1047*
Resíduo -b	32	301.523.312.989	942.260.353	

Tabela 4. Avaliação da produtividade do feijoeiro com a aplicação do inoculante e diferentes doses da adubação nitrogenada.

	Adubação de cobertura				
	0	1	2	3	4
Sem Inoculante	239,35 aA	261,14 aA	257,02 aA	240,06 aA	198,92 bA
Com Inoculante	229,77 Aa	211,25 bA	217,37 aA	239,93 aA	257,53 aA

Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha não diferem pelo teste de *Scott-Knott* ao nível de 5% de significância

Os tratamentos com e sem inoculante não resultaram em diferença significativa entre as diferentes doses de adubação de cobertura. Isto pode ser atribuído à alta quantidade de matéria orgânica (25 g/dm³) e, conseqüentemente, baixa resposta ao nitrogênio adicionado e inibição da fixação biológica pela provável ausência de estresse causado pelo baixo suprimento de N pelo solo. Hungria et al. (1997) relatou que não se deve realizar a adubação nitrogenada pois inibe a nodulação e a fixação biológica de nitrogênio, portanto com alto teor de nitrogênio no solo diminui a eficiência da FBN. A aplicação de 0% de nitrogênio em cobertura não diferenciou dos tratamentos em que foram aplicados 150% da dose recomendada.

No tratamento T1, com 50% da dose recomendada e sem a aplicação do inoculante, houve uma maior média na produção quando comparado ao tratamento com inoculante. Em T4, 150% da dose nitrogenada, com aplicação do inoculante, a produção da parcela foi superior. Isso pode indicar que as recomendações feitas a partir do Boletim 100 (RAIJ et al., 1996) podem ser insuficientes para atender ao potencial de produtividade das variedades mais atuais.

Entre os tratamentos sem e com a adição inoculante, não houve diferença significativa para o fator doses de N aplicadas na adubação de cobertura. A produtividade média foi de 5.894 kg/há, sendo um valor alto já que a produtividade média anual do Brasil de feijão é 1.020 kg/ha segundo a CONAB (2015) envolvendo as 3 safras e diferentes níveis tecnológicos dos produtores, e da cultivar escolhido apresenta um rendimento de 3.987kg/ha, sendo portanto, a obtida no experimento superior a esperada, isto pode ser atribuído a irrigação, devido a cultura não ter passado por déficit hídrico e a alta disponibilidade de nutrientes.

Isto pode ser explicado devido a fertilidade inicial do solo sendo, que o excesso o N mineral pode causar uma diminuição da eficiência simbiótica. Porém, quando em pequenas quantidades aplicadas na cultura do feijão, permite um aumento no crescimento dos nódulos e maior fixação de nitrogênio, sendo que teores muito baixos de nitrato no solo podem ser limitantes à atividade simbiótica (Franco & Döbereiner, 1968; Ruschel & Saito, 1977).

Entretanto, no tratamento T1, sem a adição de inoculante, houve a maior média de produtividade, enquanto no T4, a maior média foi obtida com a adição de inoculante. Portanto, para os parâmetros de produção e produtividade, com a adição de menor adubação de cobertura, 50% da dose recomendada, não há vantagem em adicionar inoculante para solos característicos da área experimental. Com adubações superiores da recomendada (150%), é melhor adicionar o inoculante no plantio.

5.3 Análise Foliar

Após a análise laboratorial do tecido foliar, foi feita a análise de variância dos teores de macronutrientes primários e secundários. E pode ser comparado e interpretados com os valores descritos por Malavolta et al. (1997), Wilcox & Fageria (1976) e Oliveira & Thung (1988) (Tabela 5).

Tabela 5. Faixas de teores considerados adequados de macro e micronutrientes nas folhas de feijoeiro.

N ⁽¹⁾	P ⁽¹⁾	K ⁽¹⁾	Ca ⁽¹⁾	Mg ⁽¹⁾	S ⁽¹⁾	Cu ⁽²⁾	Fe ⁽²⁾	Mn ⁽²⁾	Zn ⁽²⁾	B ⁽²⁾	Mo ⁽³⁾
-----g kg ⁻¹ -----						-----mg kg ⁻¹ -----					
30-50	2-3	20-25	15-20	4-7	5-10	10-20	100-450	30-300	20-100	30-60	0,4-1,4

⁽¹⁾ Baseado nos níveis adequados descritos por Malavolta et al. (1997); ⁽²⁾ Baseado em Wilcox & Fageria (1976); ⁽³⁾ Baseado em Oliveira & Thung (1988)

Foi constatado que não houve diferença significativa para maioria dos nutrientes, com exceção do nitrogênio. Os índices médios de cada macronutriente obtido no experimento estão apresentados na tabela 6. Apenas os teores de potássio e enxofre estavam inferiores aos teores considerados adequados, isto pode ser explicado pelo fato de não ter sido realizada o parcelamento da adubação potássica, portanto não foi aplicado em cobertura e em relação ao enxofre, ocorreu esta falta por não utilizar fontes que contenham porcentagem de enxofre em sua composição e devido o experimento ser realizado em um Latossolo.

Tabela 6. Teores de macronutrientes primários e secundários nas folhas do feijoeiro.

Quantidade de macronutrientes nas folhas (g/kg)		
	Sem inoculante	Com inoculante
Nitrogênio	38,97	42,22
Fósforo	2,02	1,96
Potássio	17,43	22,06
Cálcio	15,91	16,03
Magnésio	5,7	4,14
Enxofre	1,89	1,24

Já era esperado a não diferença significativa dos nutrientes analisados na análise foliar com exceção do nitrogênio, já que em nenhum tratamento ocorreu uma aplicação diferenciada dos outros nutrientes. Isto pode ser explicado por estar fortemente relacionado com a fertilidade do solo, já que na área experimental de acordo com análise de solo inicial, os índices de V%, CTC, os teores dos nutrientes e o pH estão adequados. Na área o pH obtido foi de 5,7, valor o qual se encaixa na faixa para a maior disponibilidade de nutriente, tanto macronutrientes quanto micronutrientes. Por isto não houve grande variação nos valores de nitrogênio encontrado nas folhas.

Em solos deficientes, a adição de nutrientes promovem incrementos consideráveis de produção, que atingem o ponto máximo com uma quantidade suficiente e decrescem com um fornecimento excessivo. No entanto, em solos de média a alta fertilidade, pode ocorrer

ausência de resposta à adubação ou ainda efeitos depressivos sobre a produtividade (RAIJ, 2011).

O nitrogênio das folhas poderia ser uma variável que alterasse de acordo com os tratamentos, devido a adição de inoculante e as diferentes doses de N em cobertura. De acordo com o teste de Scott-Knott a 5% de significância, o tratamento com a dose de 100% na adubação de cobertura T(3), com a adição do inoculante no plantio, apresentou a maior média da quantidade de nitrogênio foliar (Figura 16). Fato que já era esperado, pois o maior teor de nitrogênio nas folhas foi encontrado na dose que já é recomendada na literatura.

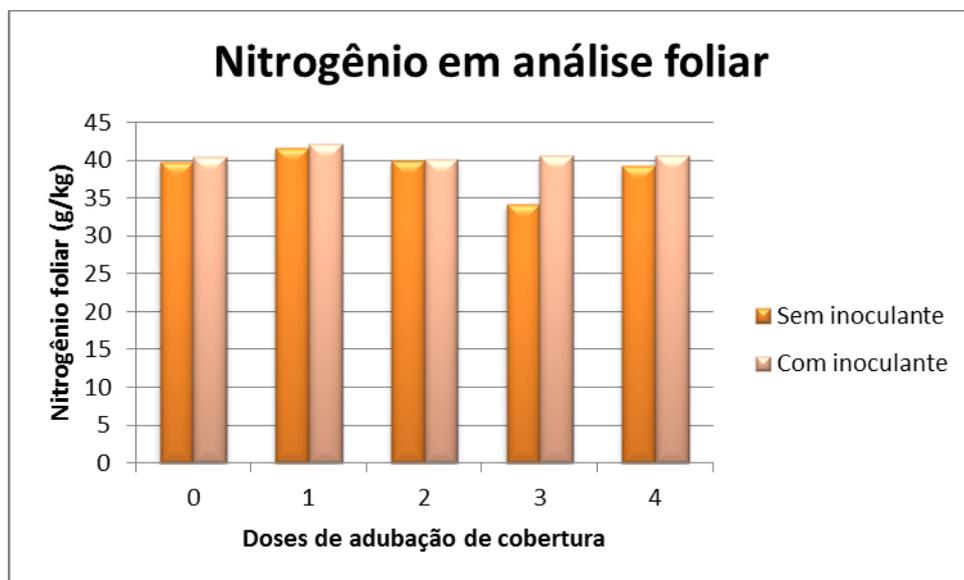


Figura 15. Quantidade de nitrogênio foliar em plantas de feijoeiro submetidas ou não à inoculação de plantio e à diferentes doses de nitrogênio em cobertura.. Sendo tratamento 0 (0% da adubação nitrogenada em cobertura – 0kg de N/ha); 1(50% da adubação nitrogenada em cobertura – 32kg de N/ha); 2(75% da adubação nitrogenada em cobertura – 52kg de N/ha); 3(100% da adubação nitrogenada em cobertura – 70kg de N/ha); 4(150% da adubação nitrogenada em cobertura – 105kg de N/ha).

Pelegrinet al. (2009), ao estudarem a resposta do feijoeiro a adubação nitrogenada no plantio e a inoculação com rizóbio, concluíram que não houve diferença significativa para o teor de N entre os tratamentos. Neste estudo, a adubação recomendada e a adição do inoculante resultaram acréscimo da quantidade de nitrogênio foliar. Entretanto, deve-se salientar que para todos os tratamentos, os teores ficaram acima do nível crítico de N para a cultura, de 30 g kg^{-1} (AMBROSANO et al., 1997).

Foi possível observar que, mesmo nas parcelas do tratamento em que não foi adicionado o inoculante no plantio, foi visto a presença de nódulos nas plantas, o que evidencia a presença de estipes nativas no solo onde o experimento foi realizado.

6. CONCLUSÃO

- Os parâmetros biométricos comprimento de vagens, número de grãos por vagem, fitomassa e massa de 100 grãos não foram sensíveis aos tratamentos.
- Ausência de resposta atribuída a fertilidade atual da área, que configura um cenário de baixa resposta de N.
- O teor de N foliar, número de vagens por planta e produtividade foram significativamente maiores com inoculação e 150% da dose recomendada.
- As doses recomendadas para o Estado de São Paulo talvez sejam insuficientes para a máxima expressão das variedades cultivadas atualmente.

7.REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- 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)
- AUGOSTINHO, L. M. D. et al. Acúmulo de massa seca e marcha de absorção de nutrientes em mudas de goiabeira 'Pedro Sato'. **Bragantia**, Campinas, v. 67, n. 3, p. 577-585, 2008.
- ARAÚJO, F. F.; CARMONA, F. G.; TIRITAN, S. C.; CRESTE, J. E. Fixação biológica de N₂ no feijoeiro submetido a dosagens de inoculante e tratamento químico na semente comparado à adubação nitrogenada. **Acta Sci. Agron.** Maringá, v. 29, n. 4, p. 535-540, 2007.
- BASSAN, D. A. Z.; ARF, O.; BUZZETI, S.; CARVALHO, M. A. C.; SANTOS, N. C. B.; SÁ, M. E. Inoculação de sementes e aplicação de nitrogênio e molibdênio da cultura do feijão de inverno: produção e qualidade fisiológica das sementes. **Revista Brasileira de Sementes**. Vol. 23, nº 1, p.76-83, 2001.
- BAYER. **Manejo Integrado de Doenças (MID)** (2015). Disponível em: <<http://deprimeirasemduvida.com.br/mid>> Acesso em: Setembro de 2016
- BORÉM, A.; VIERA, C.; JÚNIOR, T. J. P. Feijão. **Editora UFV**. 2 Edição atualizada, p. 88-125, 2011.
- CALVACHE, A., REICHARDT, K., MALAVOLTA, E., & BACCHI, O. (1997). Efeito da deficiência hídrica e da adubação nitrogenada na produtividade e na eficiência do uso de água em uma cultura do feijão. **ScientiaAgricola**, 54(3), 232-240.

- COIMBRA, J.L.M.; GUIDOLIN, A.F.; CARVALHO, F.I.F.; COIMBRA, S.M.M.; MARCHIORO, V.S. Análise de trilha I: Análise do rendimento de grãos e seus componentes. *Ciência Rural*, Santa Maria, v.29, n.2, p.213-218, 1999.
- CONAB – Companhia Nacional de Abastecimento. **Perspectivas para a agropecuária**. Brasília, v. 3, p. 43 – 49, 2015.
- COSTA, J.C.G.; ZIMMERMANN, M.J.O. Melhoramento genético. In: ZIMMERMANN, M.J.O.; ROCHA, M.; YAMADA, T. (Ed.). *A cultura do feijoeiro: fatores que afetam a produtividade*. Piracicaba: Potafós . 1988. p. 229 245.
- DEPEC – Departamento de Pesquisas e Estudos Econômicos. **Feijão**. Bradesco, junho de 2016.
- EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. *Sistema Brasileiro de Classificação de Solos*. 3ª ed. Rio de Janeiro, 2013. 412 p.
- EMBRAPA. **Fixação Biológica de Nitrogênio**(2014). Disponível em: <<https://www.embrapa.br/busca-de-noticias/-/noticia/2235924/fixacao-biologica-de-nitrogenio-e-alternativa-para-a-cultura-do-feijao>> Acesso em: Outubro de 2016.
- FARINELLI, R.; LEMOS, L. B. Produtividade, eficiência agrônoma, características nutricionais e tecnológicas do feijão adubado com nitrogênio em plantio direto e convencional. **Bragantia**. Instituto Agrônomo de Campinas, v. 69, n. 1, p. 165-172, 2010.
- FERREIRA, A.; G. Caracterização morfológica citogen[eti]ca e palinológica de genótipo de feijão-vagem (*Phaseolus vulgaris*). Dissertação apresentada à Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias – UNESP, Câmpus de Jaboticabal. Julho de 2008.
- FILHO, E. G. S.; SCHERER, J. N. Pronta para o feijão. **Revista Cultivar Máquinas**, n. 18, 2003.

- FRANCO, A.A.; DÖBEREINER, J. Interferência do cálcio e nitrogênio na fixação simbiótica do nitrogênio por duas variedades de *Phaseolus vulgaris* L. Pesquisa Agropecuária Brasileira, v.3, p.223-227, 1968.
- GUEDES, G. N.; SOUZA, A. S.; LIMA, A. S.; ALVES, L. S. Eficiência agronômica de inoculantes de feijão-caupi no município de Pombal - BA. **Revista Verde** v.5, n.4, p. 82 - 89 , 2010.
- HAAG, H. P. 1967. Absorção de nutrientes pela cultura do feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L., var. Chumbinho opaco) (em impressão).
- HUNGRIA, M. et al. Fixação biológica do nitrogênio em feijoeiro In: VARGAS, M.A.T.; HUNGRIA, M. (Ed.) **Biologia dos solos dos cerrados**. Brasília: Embrapa Cerrado, 1997. cap. 5, p. 187-258.
- 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).
- IAPAR – Instituto Agrônomo do Paraná. **Principais características das cultivares de feijão com sementes disponíveis no mercado**, 2011 Disponível em: <<http://www.iapar.br/modules/conteudo/conteudo.php?conteudo=1363>> Acesso em: Setembro de 2016
- LOPES, M. A. A agricultura e o desafio da sustentabilidade. **Rede de Agricultura Sustentável**. Disponível em: < <http://www.agrisustentavel.com/artigos/desafio.html>> Acesso em: Outubro de 2016.
- MORAES, J.F.V. Calagem e adubação. In: ZIMMERMANN, M.J.O.; ROCHA, M. & YAMADA, T. (eds.). Cultura do feijoeiro: fatores que afetam a produtividade. Piracicaba: Potafós, 1988. p.261-302.

- MALAVOLTA, E.; VITTI, G. C.; OLIVEIRA, S. A. Avaliação do estado nutricional das plantas: princípios e aplicações. 2. ed. Piracicaba: POTAFOS, 1997. 319 p
- MOURA, J. B., GUARESCHI, R. F., CORREIA, A. R., GAZOLLA, P. R., & CABRAL, J. S. R. Produtividade do feijoeiro submetido à adubação nitrogenada e inoculação com *Rhizobiumtropicali*. **Global Science and Technology**, 2(3), 2009.
- OLIVEIRA, I. P.; THUNG, M. D. T. Nutrição mineral. In: ZIMMERMANN, M. J. O.; ROCHA, J. A.; YAMADA, T. Cultura do feijoeiro, fatores que afetam a produtividade. Piracicaba, POTAFOS, 1988. p 175-212.
- PEGORADO, R. F.; OLIVEIRA, D.; MOREIRA, C. G.; KONDO, M. K.; PORTUGUAL, A. F. Partição de biomassa e absorção de nutrientes pelo feijoeiro comum. **Revista Caatinga**. v. 27, n. 3, p. 41 – 52, jul. – set., 2014.
- PELEGRIN, R. D., MERCANTE, F. M., OTSUBO, I. M. N., & OTSUBO, A. A. Response of common bean crop to nitrogen fertilization and rhizobium inoculation. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, 33(1), 219-226, 2009.
- PEREIRA, H. S.; MELO, L. C.; FARIA, L. C.; PELOSO, M. J. D.; DIAZ, J. L. C.; WENDLAND, A. Indicação de cultivares de feijoeiro-comum baseada na avaliação conjunta de diferentes épocas de semeadura. **Pesq. agropec. bras.**, v.45, n.6, p.571-578, jun. 2010
- PEREIRA, V. G. C.; GRIS, D. J.; MARANGONI, T.; FRIGO, J. P.; AZEVEDO, K. D.; GRZESIUCK, A. E. Exigências agroclimáticas na cultura do feijão (*Phaseolus vulgaris* L.). **Revista Brasileira de Energia Renováveis**. V. 3, p. 32-42, 2014.
- RAIJ, B. van et al. (Ed.). *Recomendações de adubação e calagem para o Estado de São Paulo*. 2.ed. Campinas: Instituto Agrônomo, 1996. (IAC. Boletim Técnico, 100)

- RAIJ, B. VAN. Fertilidade do solo e manejo de nutrientes. Piracicaba: **International Plant Nutrition Institute**, 2011.420 p.
- ROSOLEM, C. A.; MARUBAYASCHI, O. M. Seja o doutor do seu feijão. **Encarte do informações agronômicas**. Nº 68, 1994.
- RUSCHEL, A.P.; SAITO, S.M.T. Efeito da inoculação de Rhizobium, nitrogênio e matéria orgânica na fixação simbiótica de nitrogênio em feijão (Phaseolus vulgaris L.). *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v.1, p.21-24, 1977.
- SEAB - Secretária de Estado da Agricultura e do Abastecimento. **Feijão - Análise da Conjuntura Agropecuária**. Dezembro de 2014.
- SILVA, M.B. da; KLIEMANN, H.J.; SILVEIRA, P.M. da; LANNA, A.C. Atributos biológicos do solo sob influência da cobertura vegetal e do sistema de manejo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.42, p.1755-1761, 2007.
- SILVA, F.A.S. & AZEVEDO, C.A.V. Versão do programa computacional Assistat para o sistema operacional Windows. **R. Bras. Prod. Agroind.**, 4:71-78, 2002.
- SILVA, H. T. Morfologia. Disponível em: <https://www.agencia.cnptia.embrapa.br/Repositorio/AG01_9_1311200215101.html> Acesso em: Novembro de 2016. **EMBRAPA**, 2007.
- SILVEIRA, M. A.; TEIXEIRA, S. M.; WANDER, A. E.; CAMPOS, W. P. Produção do feijão nos sistemas de plantio direto e convencional no município de Águas Frias de Goiás (GO). **Conjuntura Econômica Goiana**. N. 32, 2015
- VIEIRA, C.; PAULA JÚNIOR, T. J.; BORÉM, A. Feijão. 2. ed. **Viçosa: UFV**, 2006.
- VILHORDO, B. W. et al. Hábito de crescimento em feijão (Phaseolus vulgaris L.). **Agronomia Sulriogradense**, Porto Alegre, v. 16, n. 1, p.79-98, 1980.

WILCOX, G. E.; FAGERIA, N. K. Deficiências nutricionais do feijão, sua identificação e correção. Goiânia: Embrapa/CNPAP, 1976. 22 p. (Embrapa/CNPAP. Boletim, 5).

YAMADA, T.; ABDALLA, S. R. S.; VITTI, G. C. Nitrogênio e Enxofre na agricultura brasileira. **InternationalPlantNutritionInstitute**, p.468-475. 2007.