

UniRV - UNIVERSIDADE DE RIO VERDE
FACULDADE DE AGRONOMIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM PRODUÇÃO VEGETAL

**ESTÁDIOS DE APLICAÇÃO E FONTES DE NITROGÊNIO EM
COBERTURA NA CULTURA DO FEJJOEIRO SUPERPRECOCE
IRRIGADO**

JAIR LEÃO DA SILVA JÚNIOR
Magister Scientiae

RIO VERDE
GOIÁS - BRASIL
2018

JAIR LEÃO DA SILVA JÚNIOR

**ESTÁDIOS DE APLICAÇÃO E FONTES DE NITROGÊNIO EM
COBERTURA NA CULTURA DO FEIJOEIRO SUPERPRECOCE
IRRIGADO**

Dissertação apresentada à UniRV – Universidade de Rio Verde, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Produção Vegetal, para obtenção do título de *Magister Scientiae*

**RIO VERDE
GOIÁS - BRASIL
2018**

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação-- (CIP)

S58e Silva Júnior, Jair Leão da

Estádios de aplicação e fontes de nitrogênio em cobertura na cultura do feijoeiro superprecoce irrigado. / Jair Leão da Silva Júnior. — 2018.
31f. : tabs.

Orientador: Prof. Dr. Antonio Joaquim Braga Pereira Braz.

Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal) — Universidade de Rio Verde - UniRV, Programa de Pós-Graduação em Produção Vegetal, Faculdade de Agronomia, 2018.

1. Adubação nitrogenada. 2. *Phaseolus vulgaris* L. 3. BRS FC 104. 4. Índice relativo de clorofila. I. Braz, Antonio Joaquim Braga Pereira.

CDD: 635.652

Elaborada por Fernanda Castro - Bibliotecária CRB1/3191

JAIR LEÃO DA SILVA JÚNIOR

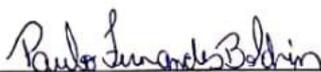
**ESTÁDIOS DE APLICAÇÃO E FONTES DE NITROGÊNIO EM COBERTURA NA
CULTURA DO FEIJOEIRO SUPERPRECOCE IRRIGADO**

Dissertação apresentada à UniRV – Universidade de Rio Verde, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Produção Vegetal, para obtenção do título de *Magister Scientiae*

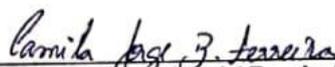
APROVAÇÃO: 30 de novembro de 2018



Prof. Dr. Antonio Joaquim Braga Pereira Braz
Presidente da Banca Examinadora



Prof. Dr. Paulo Fernandes Boldrin
Membro – FA/UniRV



Dr. Camila Jorge Bernabé Ferreira Braz
DOCFIX - CAPES/FAPEG



Prof. Dr. José Milton Alves
Membro - IFGoiano - Rio Verde

DEDICATÓRIA

A Deus, por me conceder a vida e ao Mestre Jesus, por me orientar com suas lições e provas de que com fé e amor podemos seguir caminhos, que nos conduzem a evolução necessária do nosso ser.

A Maria, mãe de Jesus, que nos momentos de provação aumentou minha fé, acalmando o meu coração e alma.

Aos meus anjos de luz, que em sua passagem na terra me ensinaram que com fé, humildade e honestidade podemos alcançar a plenitude. Em especial ao meu Tio Valeriano “*In memorian*”, avó Zizinha “*In memorian*” e a Tia Terezinha “*In memorian*”.

Aos meu pais Jair Leão e Marina Veloso, por serem meus exemplos de luta e perseverança e que tenho sempre muito orgulho de dedicar cada vitória.

A minha esposa Fabiana Vilela de Moraes Leão, pelo seu amor, apoio e dedicação. Ao seu lado me sinto fortalecido e tudo que busco alcançar faz mais sentido porque é por nós.

Ao meu filho Lucas Vilela Fonseca Leão, que fez o meu sentimento de amor expandir e deu sentido maior em minha existência nesse mundo.

A minha irmã Katyuscya Veloso Leão, por ser o meu exemplo de dedicação e convicção nos estudos.

AGRADECIMENTOS

A Deus, pela proteção e por me guiar nesta jornada, concedendo sempre mais do que mereço.

Ao meu Orientador Prof. Dr. Antônio Joaquim Braga Pereira Braz, por me orientar de forma sempre positiva, incentivando e buscando o melhor caminho, para a realização deste trabalho.

Ao meu coorientador Prof. Dr. Paulo Fernandes Boldrin, pela paciência e disposição em sempre auxiliar e orientar cada etapa do trabalho.

Ao Prof. Dr. Guilherme Braz, pela prontidão em sempre esclarecer dúvidas e auxílio nas análises estatísticas.

Ao Dr. Pedro Marques da EMBRAPA que disponibilizou os materiais para a realização deste trabalho.

A UniRV e a todos os professores, que diretamente ou indiretamente trabalham para que possamos expressar nosso melhor durante a etapa de realização da pós-graduação.

Ao estagiário João Vitor Almeida Zeni, pelo auxílio no manejo e avaliação, desde a implantação a colheita.

Ao amigo Thiago Borges Pereira, por apoiar e disponibilizar equipamentos e equipe para a instalação do trabalho.

A Ms Patrícia Pessoni, por não medir esforços para tirar dúvidas e auxiliar na fase de dissertação do trabalho.

Aos todos os colegas de mestrado, que fizeram parte desse momento e que estaremos de certa forma sempre ligados uns aos outros devido à esta realização.

A SIAP Agronegócios, diretores e colegas de trabalho, por me apoiarem na realização do curso e acreditarem sempre, em meu potencial, como engenheiro agrônomo.

A APSI Agricultura de precisão, sócios e colaboradores, por acreditarem, sempre que conhecimento é algo essencial, para a nossa carreira.

A agricultura Brasileira, por desafiar e motivar a cada momento a nossa capacidade de se transformar, em um profissional melhor.

Obrigado a todos que diretamente ou indiretamente colaboraram com esta realização.

Muito Obrigado!

Toda grande caminhada começa com um simples passo.

(Buda)

Deus é tão generoso que te dá a liberdade de plantar o que quiser. Mas ele é tão justo, que
você colhe exatamente o que plantou.

(Autor desconhecido).

BIOGRAFIA

Jair Leão da Silva Júnior, filho de Marina Veloso Leão e Jair Leão da Silva, nasceu no dia 09 de janeiro de 1985, em Rio Verde – Goiás. Em 2003, ingressou no curso de Engenharia Agrônômica da UFU – Universidade Federal de Uberlândia, graduando –se no ano de 2008. É sócio/diretor da empresa APSI Agricultura de precisão, atuando como consultor em fertilidade de solo, manejo no cultivo de soja, milho, feijão, cana-de-açúcar e algodão. Iniciou o curso de mestrado em Produção Vegetal pela Universidade de Rio Verde (UniRV) em Rio Verde, GO, em Fevereiro de 2016, defendendo a dissertação, no dia 30 de novembro de 2018.

SUMÁRIO

LISTA DE TABELAS.....	vi
RESUMO GERAL.....	vii
ABSTRACT GERAL.....	viii
1 INTRODUÇÃO.....	1
2 REVISÃO DE LITERATURA.....	2
2.1 A cultura do feijão.....	2
2.2 Feijão super precoce.....	3
2.3 Fontes de nitrogênio e sua importância.....	4
2.4 Épocas de aplicação de Nitrogênio.....	4
3 MATERIAL E MÉTODOS.....	5
3.1 Local.....	5
3.2 Solo.....	6
3.3 Delineamento experimental e tratamentos.....	7
3.4 Implantação e condução do experimento.....	8
3.5 Variáveis avaliadas.....	8
3.6 Análises estatísticas.....	9
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	9
4.1 Índice relativo de clorofila.....	10
4.2 Altura de plantas.....	11
4.3 Altura de inserção da primeira vagem.....	12
4.4 Número de vagens por planta.....	13
4.5 Massa de 100 grãos.....	14
4.6 Produtividade de grãos.....	15
5 CONCLUSÕES.....	16
REFERÊNCIAS.....	17

LISTA DE TABELAS

TABELA 1	Caraterísticas químicas e físicas do solo em que foi conduzido o experimento na profundidade de 0–0,2 m. Rio Verde (GO), 2016.....	7
TABELA 2	Resumo da análise de variância (valores de F calculado) de características agronômicas, componentes de produtividade e produtividade de grãos de feijoeiro comum sob diferentes fontes de nitrogênio e épocas de aplicação. Rio Verde (GO), 2017.....	10
TABELA 3	Índice relativo de clorofila (IRC) aos 32 DAE em função da fonte de nitrogênio e estágio de aplicação. Rio Verde (GO), 2017.....	11
TABELA 4	Altura de plantas de feijão, em função da fonte de nitrogênio e estágio de aplicação. Rio Verde (GO), 2017.....	12
TABELA 5	Altura de inserção de primeira vagem de feijão, em função da fonte de nitrogênio e estágio de aplicação. Rio Verde (GO), 2017.....	12
TABELA 6	Número de vagens por planta de feijão, em função da fonte de nitrogênio e estágio de aplicação. Rio Verde (GO), 2017.....	13
TABELA 7	Massa de 100 grãos de feijão, em função da fonte de nitrogênio e estágio de aplicação.....	14
TABELA 8	Produtividade de grãos de feijão, em função da fonte de nitrogênio e estágio de aplicação. Rio Verde (GO), 2017.....	15

RESUMO GERAL

SILVA JÚNIOR, Jair Leão, M.S. UniRV – Universidade de Rio Verde, novembro de 2018. **Estádios de aplicação e fontes de nitrogênio em cobertura na cultura do feijoeiro superprecoce irrigado.** Orientador: Prof. Dr. Antônio Joaquim Braga Pereira Braz. Coorientador: Prof. Dr. Paulo Fernandes Boldrin

Produzir alimentos de forma sustentável, explorando o potencial genético das culturas e otimizando o tempo de cultivo para assegurar o aumento da produção são os maiores desafios para agricultura. O cultivo de linhagens de feijão comum superprecoce com alta capacidade produtiva pode proporcionar menor consumo de água, nos cultivos sob irrigação e desocupação da área, em menor tempo. Objetivou-se, neste trabalho, avaliar os componentes de produtividade e índice SPAD, em linhagem de feijoeiro-comum de ciclo superprecoce, sob o sistema irrigado utilizando diferentes fontes de nitrogênio e estádios de aplicação. O experimento foi conduzido utilizando o delineamento experimental de blocos ao acaso, em esquema fatorial $(4 \times 3) + 1$, sendo composto pela aplicação de nitrogênio, em cobertura com quatro diferentes fontes e três estádios de aplicação e mais um tratamento controle. A aplicação do nitrogênio independente da fonte e época não influenciou a produtividade de grãos do feijoeiro-comum de ciclo superprecoce, havendo resultado significativo apenas, quando comparado a testemunha. O número de vagens foi afetado quando a aplicação foi realizada, no estádio R5, com redução significativa desse componente de produtividade. O índice relativo de clorofila foi menor, quando a cobertura de nitrogênio foi realizada no estádio R5.

Palavras-chave: Adubação nitrogenada, *Phaseolus vulgaris* L., BRS FC 104, índice relativo de clorofila.

ABSTRACT

SILVA JÚNIOR, Jair Leão, M.S. UniRV – University of Rio Verde, November 2018.
Application stages and sources of nitrogen under cover of common bean crop superprecoce irrigated .Advisor: Prof. Dr. Antônio Joaquim Braga Pereira Braz. Co-Advisor: Prof. Dr. Paulo Fernandes Boldrin

Producing food in a sustainable way, exploring the genetic potential of crops and optimizing cultivation time to ensure increased production are the biggest challenges for agriculture. The cultivation of superearly common beans with high yield capacity can provide lower water consumption when cultivated under irrigation and liberation the area in a shorter time. The objective of this work was to evaluate the yield components and chlorophyll relative index in common bean superearly cycle, under irrigated system cultivated in the third season as a function of nitrogen sources and different stages of application. The experiment was carried out in the field using a randomized complete block design in a factorial scheme (4x3) + 1, being composed of four different sources of nitrogen and cover application occurring in three stages of the crop cycle and one control treatment. The application of nitrogen independent of the source and season did not influence the grain yield of the common bean of superearly cycle, with a significant result only when compared to the control. The number of pods was affected when the application was performed at the R5 stage, with a significant reduction of this yield component. There was a significant effect of the value of the relative index of chlorophyll for the application stages of N.

Keywords: nitrogen fertilization, *Phaseolus vulgaris* L., BRS FC 104, relative chlorophyll index.

1 INTRODUÇÃO

O Brasil é o maior produtor e consumidor de feijão-comum (*Phaseolus vulgaris L.*) do mundo, sendo cultivado praticamente, em todo o território nacional fazendo parte da dieta proteica básica da cultura brasileira.

O feijoeiro comum é semeado em três épocas: A primeira entre outubro e dezembro e a segunda época, de janeiro a março. A semeadura na terceira época é realizada a partir do mês de março, com o fim do período chuvoso, principalmente na região dos Cerrados e consiste na utilização da irrigação para a produção desta leguminosa. Os fatores umidade do solo controlada via irrigação e temperaturas amenas resultam em altas produtividades, que muitas vezes podem ultrapassar os 3000 kg ha⁻¹ (PORTES, 2012).

O feijoeiro, por ser uma leguminosa, realiza fixação simbiótica de nitrogênio com bactérias do solo, porém não o suficiente, para satisfazer a demanda pela planta. O manejo do nitrogênio é considerado difícil, visto que o nutriente, apesar de ser o requerido em maior quantidade pelo feijoeiro, possui uma dinâmica complexa no solo, podendo perder-se facilmente, por lixiviação ou volatilização, comprometendo o meio ambiente e reduzindo a eficácia do manejo (CUNHA et al., 2011).

O cultivo para altas produtividades do feijão-comum exige conhecimento e habilidade técnica, por se tratar de uma cultura, que possui elevada exigência nutricional, sensibilidade a adversidades climáticas, alta susceptibilidade ao ataque de pragas e ciclo fisiológico geralmente muito rápido.

Os cultivares de feijão-comum superprecoce com ciclo de 65–70 dias desenvolvidos pelo programa de melhoramento genético na Embrapa Arroz e Feijão acentuam o desafio de manejar essa cultura, tornando-se essencial o entendimento da tecnologia de produção para a condução dessas lavouras.

A utilização de cultivares de feijão comum de ciclo superprecoce permite menor consumo de água, nos cultivos sob irrigação, planejamento da colheita para épocas menos chuvosas e a desocupação da área, em menor tempo para a sucessão de cultivos (RIBEIRO et al., 2014). No entanto, estudos sobre o manejo de nitrogênio em cobertura na cultura e estádio de aplicação ainda são escassos, principalmente, na região dos Cerrados. Neste sentido, o objetivo deste trabalho foi avaliar as fontes de nitrogênio aplicadas, em cobertura e estádios de aplicação, para a cultivar de feijoeiro comum, de ciclo superprecoce.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 A cultura do feijão

O feijão pertence ao gênero *Phaseolus* e possui cerca de 55 espécies no mundo. Sua variabilidade genética é consequência do processo seletivo que ocorreu desde o período pré-colombiano, antes do aparecimento dos europeus no continente americano, dando origem a diversas denominações, como *frijol*, *poroto*, *alubia*, *judia*, *frixol*, *nuña*, *habichuela*, *vainita*, *caraota* e feijão, como é popularmente conhecido no Brasil (DEBOUCK; HIDALGO, 1986).

A diversidade genética e a domesticação do feijão são fatores fundamentais para viabilizar o desenvolvimento e o acesso de novas variedades. Assim, destaca-se a importância da pesquisa e dos trabalhos de melhoramento genético, como essenciais para a agregação de características físicas, nutricionais e atrativas para o seu consumo (CONAB, 2018).

No Brasil, o feijão-comum (*Phaseolus vulgaris* L.) é semeado durante todo o ano de acordo com as características ambientais de cada local. Em seu cultivo predominam sistemas de produção com baixo índice de adoção de tecnologia e insumos. Existe, porém, uma parcela de produtores especializados, com produção em maior escala e que, em muitos casos, utilizam insumos em excesso, podendo causar desequilíbrios ambientais (BARBOSA et al. 2009).

A safra nacional 2016/17 chegou ao patamar de 3.339,5 toneladas, com produtividade média de 1.069 kg ha⁻¹, considerando a 1^a, 2^a e 3^a safra (CONAB, 2017), o estado de Goiás situa-se em 8^o colocado nacional, em relação à área plantada com feijão. Entretanto, é importante destacar que em relação a produtividade, Goiás passa ao patamar de 1^o colocado, com produtividade média 8,5 vezes superior, ao estado do Ceará, que detém uma área quase três vezes superior à goiana.

A importância cultural e alimentar do feijão (*Phaseolus vulgaris* L.) faz desta cultura uma das mais tradicionais do país. Das variedades de feijão existentes, o feijão cores ou carioquinha é o que detém a preferência do consumidor juntamente, com o arroz, como principal fonte vegetal de proteínas, carboidratos, vitaminas e ferro.

A utilização de irrigação e de alta tecnologia aplicada, principalmente, no feijão 3^a safra, compõem os principais motivos da superioridade goiana, em relação aos demais estados, correspondendo o total de suas safras a 11% da produção nacional de feijão, colocando Goiás, como o 4^o maior produtor do Brasil (CONAB, 2018).

2.2 Feijão super precoce

A utilização de cultivares precoces é uma demanda que tem crescido, pois permite aos agricultores maior flexibilidade, na programação de sucessão de culturas, escape dos estresses bióticos e abióticos, redução do uso de insumos e economia de água e energia. No entanto, para o grupo comercial carioca, as opções de cultivares com ciclo menor são limitadas (EMBRAPA, 2017).

De acordo com a EMBRAPA (2017), cultivares com ciclo menor que 65 dias proporcionam maior impacto, nos sistemas de produção, por reduzir de forma significativa os custos e o tempo de retorno de capital investido, possibilitando a colheita, em períodos, com pequena oferta de feijão no mercado.

Para atender parte dessa demanda, a Embrapa Arroz e Feijão e parceiros desenvolveram a cultivar de feijão carioca BRS FC104, cujo tipo de grão é o preferido pelo consumidor brasileiro, correspondendo a 70% do mercado (BARBOSA; GONZAGA, 2012). Essa linhagem é chamada de “superprecoce” por possuir o menor ciclo produtivo, dentre as principais cultivares de feijão carioca, que estão atualmente no mercado, possuindo ciclo produtivo de aproximadamente 60 dias. A característica de superprecocidade não é encontrada em nenhuma outra cultivar de feijão-carioca da Embrapa (EMBRAPA, 2017).

A cultivar BRS FC104 tem o potencial de mudar os sistemas de produção em que o feijão-comum está inserido. Com ela será possível produzir mais de uma safra em locais onde o período chuvoso é curto ou em locais onde o inverno é rigoroso, no final da 2ª safra; será possível reduzir o uso de água e energia elétrica, nos cultivos irrigados de 3ª safra, assim como, os problemas causados por pragas e doenças, visto que a cultura ficará menos tempo exposta no campo, o que diminuirá, também, os custos de produção.

Assim, a cultivar destaca-se, em relação às cultivares precoces disponíveis no mercado, pelo seu ciclo mais curto, maior produtividade de grãos e menor suscetibilidade à antracnose, com adequada qualidade comercial de grãos, espera-se assim, que seja adotada como solução tecnológica pelos produtores em todo o país, contribuindo de forma eficiente, para a sustentabilidade da cultura do feijão comum e eficiência da utilização do uso de solo, no agronegócio brasileiro.

2.3 Fontes de nitrogênio e sua importância

O feijoeiro é uma planta com elevada exigência nutricional e, por ser de ciclo curto, necessita que os nutrientes estejam prontamente disponíveis, nos estádios de maior demanda, para que não haja limitação à produtividade (SILVA; SILVEIRA, 2000). O nitrogênio é o nutriente que mais limita o desenvolvimento, produtividade e a biomassa da maioria das culturas (LOPES et al., 2004), sendo, ainda, o nutriente absorvido, em quantidades mais elevadas, pela maioria delas.

A adubação nitrogenada de cobertura constitui-se em um dos mais frequentes questionamentos, especialmente, em relação a fontes e métodos de aplicação. As fontes de N mais utilizadas na agricultura brasileira são a ureia e o sulfato de amônio. A ureia, por suas características e reação no solo, apresenta grande potencial de perda de NH_3 por volatilização (LARA; TRIVELIN, 1990) e o sulfato de amônio apresenta alta capacidade de acidificação do solo (BARBOSA FILHO; SILVA, 2001).

Vários estudos mostram os benefícios da prática da adubação nitrogenada. Furtini et al. (2006) mostraram haver diferença significativa para o efeito do nitrogênio em relação ao tratamento que não recebeu N quando a média de produtividade de linhagens foi 12% maior do que quando se aplicou 24 kg ha⁻¹ de N na semeadura e 40 kg ha⁻¹ de N em cobertura.

A eficiência na absorção e na utilização de nitrogênio são governadas por diferentes mecanismos fisiológicos. Os fatores fisiológicos associados à eficiência de uso do N incluem a proliferação das raízes; a eficiência de absorção; a eficiência da enzima de redução do N; e a tolerância ao NH_4^+ . Ou seja, a absorção e assimilação do N são governadas, em grande parte, pela genética das plantas (FAGERIA; BALIGAR, 2005).

2.4 Épocas de aplicação de Nitrogênio

Estudar a melhor época de aplicação do fertilizante e a dose ideal para se obter ganhos em rendimento se constituem como tecnologias fundamentais para ganhos de produtividade. A utilização correta dos insumos na agricultura pode diminuir as perdas e potencializar o seu aproveitamento, revertendo o investimento em produtividade e reduzir os custos de produção (NASCENTE et al., 2015).

Com a utilização de genótipos superprecoces, todo o manejo de nitrogênio passa a ser questionado, visto que uma planta com um ciclo 40% inferior ao das cultivares

tradicionais pode não possuir estrutura vegetal e tempo hábil para absorver todos os nutrientes colocados comumente para os cultivares de ciclo mais tardios, sendo fundamental o estabelecimento de recomendações de fontes, quantidade e momento de aplicação de nitrogênio para o uso eficiente desse nutriente (NASCENTE, 2015).

Um adequado e balanceado suprimento de nutrientes proporciona o pleno desenvolvimento da cultura com impacto positivo na produtividade (MALAVOLTA, 1980; NASCENTE et al., 2012; PAGANI; MALLARINO, 2012).

Desse modo, verifica-se que a época de aplicação de N reflete na eficiência das adubações. Em estudo comparando a aplicação do N na fase vegetativa com a aplicação no início da formação das vagens, refletiu em aumento na produtividade de grãos, mas de forma menos expressivo que quando a aplicação foi feita na fase vegetativa, de acordo com Soratto et al. (2005). Já para SANTI et al. (2006), a melhor época de aplicação do nitrogênio é aos 21 dias após a emergência das plantas.

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Local

O experimento foi conduzido no município de Rio Verde, Estado de Goiás, na fazenda Fontes do Saber na Universidade de Rio Verde, UniRV. Assim, foi implantado sob o sistema de irrigação de pivô central, nas coordenadas geográficas de Latitude Sul 17°48' e Longitude Oeste de 50°55', em uma altitude média de 770 metros, apresentando relevo plano (declividade média menor que 3%). O período de condução do experimento foi de 24/05/2017 a 11/08/2017.

No local de instalação do experimento foi cultivado soja na safra de verão de 2015/2016, seguida de milho safrinha. Na safra seguinte (2016/2017) foi cultivado soja na safra verão, em seguida semeado o feijão, para ser conduzido sob sistema de irrigação por pivô central.

Segundo a classificação de Köppen, o clima da localidade é do tipo Aw, característico dos climas tropicais, com estação seca no inverno e úmida no verão, com chuvas concentradas no verão e período seco bem definido, durante a estação de inverno. A média anual da

precipitação é de 1.500 mm e a média anual da temperatura é de 23°C. As temperaturas máximas e mínimas e a precipitação na área durante o período de condução do experimento estão apresentados na Figura 1. Os dados meteorológicos foram disponibilizados pelo Instituto Nacional de Meteorologia (INMET) da Estação Meteorológica Automática de Rio Verde, localizada na Universidade de Rio Verde.

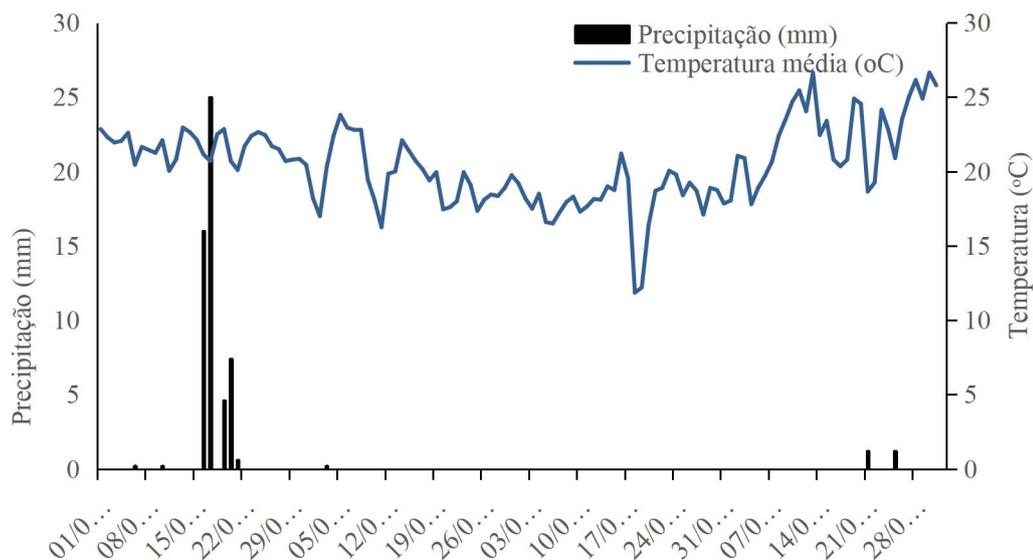


Figura 1 - Precipitação pluviométrica e temperatura média diária ocorrida durante a condução do experimento. Dados da estação meteorológica da UniRV-Universidade de Rio Verde, 2017.

3.2 Solo

O experimento foi realizado em um Latossolo Vermelho Distrófico (EMBRAPA, 2018). Antes da instalação do experimento foi realizada a análise do solo para a caracterização química e física (Tabela 1). A composição química, na profundidade de 0- 0,2 m, mostrou que a composição química do solo estava em uma faixa considerada adequada, para o cultivo do feijão (EMBRAPA, 2011).

Tabela 1 - Características químicas e físicas do solo em que foi conduzido o experimento na profundidade de 0–0,2 m. Rio Verde (GO), 2016

pH	Ca ²⁺	Mg ²⁺	K ⁺	Al ³⁺	Al ³⁺ + H ⁺	P (Mehlich)	M.O.	Argila	Silte	Areia
-- CaCl ₂ --	----- cmol _c dm ⁻³ -----				- mg dm ⁻³ -	-----g kg ⁻¹ -----				
4,98	2,05	0,84	0,22	0,14	5,04	24,25	23,33	49,5	7,5	43,0

pH em CaCl₂ - medida potencial de hidrogênio iônico por cloreto de cálcio; Ca, Mg – extraídos em solução de KCl 1 mol. l⁻¹ e determinados por espectroscopia de absorção atômica; Al – extraído em solução de KCl 1 mol l⁻¹ e determinado por titulometria; Al³⁺ + H⁺ extraídos em acetato de cálcio 0,5 mol. l⁻¹ e determinado por titulometria; P, K, Cu, Zn, Fe, Mn – extraídos em solução Mehlich 1 e determinados por espectroscopia de absorção atômica; M.O. – oxidação por solução sulfocrômica, seguida de determinação por espectrofotometria (EMBRAPA, 2011).

3.3 Delineamento experimental e tratamentos

O experimento foi instalado em delineamento de blocos casualizados utilizando esquema fatorial (4x3) + 1, com 5 repetições. Sendo o fator A composto por quatro fontes de nitrogênio: Ureia tradicional (45% N); Ureia + Sulfato de Amônio + Enxofre elementar (40,3 % N); Ureia + Sulfato de Amônio (38,8 % N) e Ureia + Enxofre elementar (42,9% N). O fator B consistiu de três épocas de aplicação de N em cobertura: no estágio vegetativo V3 (quando 50% das plantas apresentaram a primeira folha trifoliolada totalmente expandida), estágio vegetativo V4 (quando 50% das plantas apresentaram a terceira folha trifoliolada totalmente expandida) e estágio reprodutivo R5 (pré-floração) (DIDONET; CARVALHO, 2014). Além disso, foi utilizado um tratamento adicional sem aplicação de nitrogênio.

A cultivar utilizada foi a de feijão-comum superprecoce BRS FC 104 do grupo comercial carioca, com maturação e colheita ocorrendo entre 60 e 70 dias após a emergência (DAE). As parcelas foram constituídas de quatro linhas de 5,0 metros de comprimento, espaçadas 0,5 m entre si, totalizando 10 m². Para área útil considerou-se as duas fileiras centrais, desprezando-se meio metro, em ambas as extremidades de cada linha, totalizando 4 m².

Para proceder a adubação nitrogenada foi utilizado 80 kg ha⁻¹ N de cada fonte de nitrogênio nos respectivos estádios de desenvolvimento. Os adubos foram aplicados manualmente a lanço sem incorporação posicionados na entrelinha das plantas de cada parcela. Posteriormente a adubação, realizou-se a irrigação das parcelas, como forma de incorporação dos adubos.

3.4 Implantação e condução do experimento

Anteriormente a semeadura, a área foi dessecada por meio de uma aplicação de herbicidas, no dia 20/05/2017, utilizando o herbicida dicloreto de paraquat (2,0 L p.c. ha⁻¹).

A semeadura foi realizada no dia 24/05/2018 com a utilização de semeadora/adubadora, em sistema de semeadura direta. Foram distribuídas 13 sementes de feijão por metro linear. O tratamento de sementes foi realizado com tiametoxan e fludioxonil + Metalaxil-M, respectivamente nas doses recomendadas pelo fabricante. A adubação no sulco de semeadura foi realizada com formulado 07-34-06 na dose de 300 kg ha⁻¹.

Para o manejo de plantas daninhas foi realizado capina à medida que foram surgindo as plantas invasoras. Durante o desenvolvimento da cultura foram realizadas quatro pulverizações para manejo de insetos e doenças, sendo a primeira aplicação ocorrendo aos 11 DAE e a segunda aplicação aos 20 DAE ambas utilizando Clorantraniliprole + Lambda-cialotrina e Acefato (100 + 50 + 750 g L⁻¹, respectivamente) nas doses de 0,2 L ha⁻¹ e 1,0 kg ha⁻¹; a terceira e a quarta aplicação ocorreram aos 31 e 44 DAE, respectivamente, no qual foi utilizado Azoxistrobina 200 g L⁻¹ + Difenconazol 125 g L⁻¹ + Tiametoxam - 141 g L⁻¹ + Lambda-cialotrina-106 g L⁻¹ + Abamectina 18 g L⁻¹, nas doses de 0,4 L ha⁻¹ + 0,3 L ha⁻¹ e 1,0 L ha⁻¹.

A colheita foi realizada de forma manual na área útil de cada parcela quando as plantas atingiram a sua maturação fisiológica.

3.5 Variáveis avaliadas

No desenvolvimento da cultura foi avaliado o índice relativo de clorofila (IRC), utilizando o equipamento modelo Minolta SPAD-502, o qual contém diodos que emitem luz na faixa de 650 a 940 nm através da folha. O comprimento de onda de 650 nm situa-se próximo ao dos dois comprimentos primários de onda associadas com a atividade da clorofila (645 e 663 nm). O comprimento de onda de 940 nm serve como referência interna para compensar diferenças na espessura da folha e no teor de água (SILVEIRA, 2003; YADAVA, 1986), sendo as avaliações realizadas ao 32 DAE aleatoriamente em cada unidade experimental, selecionando 1º trifólio completamente expandido, evitando-se a nervura central e as margens das folhas, realizando - se três leituras por trifólio, em dez plantas de cada parcela, totalizando trinta leituras por parcela.

Foram avaliadas dez plantas da área útil de cada parcela para avaliação das seguintes características agrônômicas: altura de plantas (AP), medindo-se a distância do colo da planta até o ápice; altura da inserção da primeira vagem (AIPV), medindo-se a distância do colo da planta até o ponto de inserção da primeira vagem e o número de vagens por planta (NVP): relação entre número total de vagens e o número total de plantas.

Além disso, na ocasião da colheita do feijão, foi realizada a avaliação de massa de 100 grãos, procedendo a contagem da massa de 100 grãos (M100), os quais foram posteriormente pesados em balança de precisão e tiveram sua umidade corrigida para 13%. Para determinação da produtividade de grãos (PROD), no dia 11/08/2017 foi realizada a colheita manual de todas as plantas presentes na área útil de cada unidade experimental, sendo estas posteriormente trilhadas, embaladas, identificadas, pesadas e a umidade dos grãos corrigida para 13%.

3.6 Análises estatísticas

Na análise estatística dos dados provenientes do experimento, utilizou-se o software ASSISTAT. Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância, pelo teste F e teste comparativo de médias empregando-se teste de Tukey a 5% de probabilidade, o tratamento controle foi comparado, com os demais tratamentos, pelo teste de Dunnett a 5% de probabilidade.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A Tabela 2 apresenta o resumo da análise de variância para as características avaliadas, em função das fontes de nitrogênio utilizadas, diferentes épocas de aplicação e testemunha sem a utilização de nitrogênio em cobertura para o cultivar de feijão comum superprecoce BRS FC 104 para as características que apresentaram efeito significativo. As variáveis altura de plantas, altura de inserção da primeira vagem e massa de 100 grãos, não apresentaram diferença significativa.

Para as variáveis analisadas IRC, NVP e PROD apresentaram efeito significativo entre a testemunha sem aplicação e o fatorial. Contudo, na interação entre fonte e estágio de desenvolvimento não foi verificado resultado significativo para nenhuma das variáveis.

Com relação aos estádios de aplicação, verificou-se diferença entre os tratamentos para IRC e NVP. Entretanto, quando avaliado as fontes de adubação nitrogenada isoladamente não foi observado efeito significativo para as características avaliadas. Este fato pode estar relacionado a adequada fertilidade do solo presente na área no momento da instalação do experimento (Tabela 1). Além disso, a cultura antecessora ao feijão foi a soja que por se tratar de uma leguminosa contribui para maior disponibilidade de N de seus resíduos remanescentes na superfície conforme atestado por Barbosa Filho et al. (2005). Contrariamente, Binotti et al. (2009) observaram superioridade do tratamento com a aplicação de sulfato de amônio quando comparado a aplicação de ureia, justificando essa diferença pela maior perda por volatilização da ureia. O que ocorre é que, no presente estudo, a utilização de irrigação logo após a adubação a lanço com ureia, pode ter contribuído para rápida incorporação do adubo no solo, que faz com que se minimize as perdas de N por volatilização e consequentemente fez com que não fossem observadas diferenças entre essas fontes.

Tabela 2 - Resumo da análise de variância (valores de F calculado) de características agrônômicas, componentes de produtividade e produtividade de grãos de feijoeiro comum sob diferentes fontes de nitrogênio e épocas de aplicação. Rio Verde (GO), 2017

Fonte de variação	Graus de liberdade	F calculado		
		IRC	NVP	PROD
Fonte (F)	3	0,09 ^{ns}	0,71 ^{ns}	2,48 ^{ns}
Estádio (E)	2	68,14 ^{**}	3,22 [*]	0,30 ^{ns}
F vs E	4	0,74 ^{ns}	0,67 ^{ns}	1,38 ^{ns}
Fatorial vs testemunha	1	43,54 ^{**}	9,95 ^{**}	8,30 ^{**}
Resíduo	48	-	-	-
Média		44,48	20,63	2925,87
CV (%)		2,38	15,4	7,81

IRC – índice relativo e clorofila, NVP – número de vagens por planta, PROD – produtividade.

** : significativo ao nível de 1% de probabilidade ($p < 0,01$); * : significativo ao nível de 5% de probabilidade ($0,01 \leq p < 0,05$); ns: não significativo ($p \geq 0,05$).

4.1 Índice relativo de clorofila

O IRC é utilizado para estimar o índice de clorofila presente nas plantas e o mesmo está altamente correlacionado ao nível de nitrogênio nas folhas (TAIZ; ZEIGER, 2017). A testemunha apresentou diferença significativa comparada as fontes de nitrogênio e os estádios

de aplicação de cobertura nitrogenada (Tabela 3). Segundo Barbosa Filho et al. (2008), antes dos 28 DAE em feijoeiro, valores de IRC abaixo do nível crítico de 43, indicam alta probabilidade de resposta a aplicação de N em cobertura, ou de forma direta, expressa a deficiência de nitrogênio e necessidade de aplicação em cobertura imediata.

Observou-se que os valores de IRC diminuíram de acordo com o avanço dos estádios de desenvolvimento, chegando a valores próximos do nível considerado crítico no estágio R5, para todas as fontes utilizadas. Ou seja, quanto mais tardia foi a aplicação de N, menor é o valor de IRC, o que pode refletir diretamente na eficiência do uso do N aplicado. Sendo assim, para a cultivar BRS FC 104, existe a necessidade de se realizar a cobertura nitrogenada antes do início do florescimento, buscando obter o índice relativo de clorofila com níveis satisfatórios para obter boas produtividades. Resultado semelhante foi encontrado por Braz et al. (2018) utilizando a mesma cultivar de feijão superprecoce, o qual observou que o melhor estágio de aplicação da adubação nitrogenada foi o V4.

Tabela 3 - Índice relativo de clorofila (IRC) aos 32 DAE em função da fonte de nitrogênio e estágio de aplicação. Rio Verde (GO), 2017

Fonte	Estádio			Média
	V3	V4	R5	
IRC 32 DAE				
Ureia	47,09 *a	44,71 *a	42,42b	44,78 ^{ns}
Ureia + SA + S	46,42 *a	45,08 *a	42,70 ^a	44,73 ^{ns}
Ureia +SA	46,03 *a	45,39 *a	43,01 ^a	44,81 ^{ns}
Ureia + S	46,50 *a	45,03 *a	42,31b	44,61 ^{ns}
Média	46,51 A	45,05 B	42,63 C	
Testemunha	41,47			

* Diferem da testemunha pelo teste Dunnett ($p \leq 0,05$); ^{ns}: não significativo ($p \geq 0,05$). Médias seguidas pela mesma letra, maiúscula na linha e minúscula na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$). SA: sulfato de amônio; S: enxofre elementar.

4.2 Altura de plantas

Avaliar o crescimento e o comportamento das plantas de feijão comum superprecoce, observando a altura de plantas é importante, para o entendimento do comportamento das plantas quando submetidas a diferentes fontes nitrogenadas e cobertura em diferentes estádios, pois colabora antecipando de que forma o manejo de insetos e doenças poderão ser adotados e intensificados de acordo com seu potencial de crescimento. Entretanto, verificou-se que não houve diferença significativa para altura de plantas, em função das fontes e estádios de aplicação.

Tabela 4 - Altura de plantas de feijão, em função da fonte de nitrogênio e estágio de aplicação. Rio Verde (GO), 2017

Fonte	Estádio			Média
	V3	V4	R5	
	Altura de plantas (cm)			
Ureia	35,12a	36,60a	31,44c	34,38 ^{ns}
Ureia + SA + S	34,96a	35,76a	34,15a	34,95 ^{ns}
Ureia +SA	34,64a	36,80a	33,00b	34,81 ^{ns}
Ureia + S	32,56b	33,00b	34,80a	33,45 ^{ns}
Média	34,32 ^{ns}	35,54 ^{ns}	33,34 ^{ns}	
Testemunha	33,00			

* Diferem da testemunha pelo teste Dunnett ($p \leq 0,05$); Médias seguidas pela mesma letra na linha e minúscula na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$). SA: sulfato de amônio; S: enxofre elementar.

4.3 Altura de inserção da primeira vagem

Observou-se que não houve diferença significativa para altura de inserção de primeira vagem de feijão, independente da fonte ou época utilizada, além de não apresentar valor significativo quando comparado a testemunha que não recebeu nitrogênio em cobertura (Tabela 5).

Tabela 5 - Altura de inserção de primeira vagem de feijão, em função da fonte de nitrogênio e estágio de aplicação. Rio Verde (GO), 2017

Fonte	Estádio			Média
	V3	V4	R5	
	Altura de inserção de primeira vagem			
Ureia	6,6 a	7,2 a	6,9 a	6,9 ^{ns}
Ureia + SA + S	6,5 a	6,2 a	6,3 a	6,3 ^{ns}
Ureia +SA	6,6 a	6,9 a	6,6 a	6,7 ^{ns}
Ureia + S	5,9 b	5,8 b	6,5 a	6,0 ^{ns}
Média	6,4 ^{ns} A	6,5 ^{ns} A	6,5 ^{ns} A	
Testemunha	6,6			

* Diferem da testemunha pelo teste Dunnett ($p \leq 0,05$); Médias seguidas pela mesma letra maiúscula na linha não diferem entre si pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$). SA: sulfato de amônio; S: enxofre elementar.

A prática da colheita mecanizada só é viável quando as vagens da base da planta se encontram a uma altura mínima de 15 cm acima da superfície do solo (SILVEIRA, 1991). Além do benefício da colheita mecanizada, a altura ideal evita o contato direto das vagens com o solo, impedindo o apodrecimento destas pelo excesso de umidade, promovendo, assim, melhor estado fitossanitário das sementes (SALGADO et al., 2012).

Apesar disso, a modernização da colheita mecanizada de feijão evolui de forma avançada, permitindo que mesmo com inserção de vagens com valores abaixo de 15 cm,

possam ser colhidas de forma eficiente e sem perdas significativas de produtividade. É válido destacar que a cultivar BRS FC 104, mesmo com valores baixos de inserção de vagens possui excelente potencial de produção, com um ciclo muito curto, sendo assim, utilizadas colhedoras modernas pode-se colher e obter resultados excelentes de produtividade.

4.4 Número de vagens por planta

O número de vagens por planta (NVP) é considerado importante componente de produção, pois representa a expressão direta da planta de feijoeiro quanto a resposta do manejo adotado para condução de seu desenvolvimento e consequentemente expressão do seu potencial produtivo (FAGERIA et al., 2014). Observou-se efeito significativo para a variável NVP, quando avaliado os estádios de aplicação e para o contraste entre os fatores e a testemunha (Tabela 6). A testemunha diferiu e foi inferior aos tratamentos com a utilização de ureia associada ao sulfato de amônio, no estádio de aplicação V3 e para a ureia associada ao sulfato de amônio mais a adição de enxofre elementar, quando a aplicação foi realizada no estádio vegetativo V4.

Tabela 6 - Número de vagens por planta de feijão, em função da fonte de nitrogênio e estádio de aplicação. Rio Verde (GO), 2017

Fonte	Estádio			Média
	V3	V4	R5	
	Número de vagens por planta			
Ureia	22,04a	20,88 a	17,32 b	20,08 ^{ns}
Ureia + SA + S	20,88a	22,14 *a	19,16 a	20,81 ^{ns}
Ureia +SA	22,64 *a	21,28 a	20,92 a	21,61 ^{ns}
Ureia + S	21,00a	22,68 *a	20,64 a	21,44 ^{ns}
Média	21,64 ^{ns} A	21,81 ^{ns} A	19,51 ^{ns} A	
Testemunha	16,32			

* Diferem da testemunha pelo teste Dunnett ($p \leq 0,05$); Médias seguidas pela mesma letra maiúscula na linha, não diferem entre si pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$). SA: sulfato de amônio; S: enxofre elementar.

A produtividade da cultura do feijoeiro-comum é função dos componentes de produção: número de vagens por planta e massa de 100 grãos (ARAUJO et al., 1996). Dessa forma, a redução do número de vagens por planta explica a diminuição da produtividade nos tratamentos com ausência de aplicação de nitrogênio. Mesmo não havendo diferença significativa, observou-se tal comportamento, quando comparada os resultados da testemunha, sem aplicação de nitrogênio e as demais variáveis em que se utilizou diferentes fontes de nitrogênio, em diferentes estádios.

Arf et al. (2011) observaram que o número médio de vagens por planta e grãos por planta, não apresentou diferença entre as fontes de N, nos dois anos de cultivo. Porém, para as épocas de aplicação, verifica-se que a testemunha apresentou os menores valores para os dois componentes produtivos, no primeiro ano de cultivo, colaborando assim, com resultado obtido no trabalho apresentado.

4.5 Massa de 100 grãos

A variável massa de 100 grãos é um importante componente de variação na produtividade de feijoeiro comum, podendo influenciar diretamente na produtividade. Para esse componente de produtividade não foi observado efeito significativo, entre a testemunha e os demais tratamentos (Tabela 7). Crusciol et al. (2007) explica que, por se tratar de uma característica de cada cultivar, a massa de 100 grãos, em geral é uma variável pouco influenciada pelo manejo.

Tabela 7 - Massa de 100 grãos de feijão, em função da fonte de nitrogênio e estágio de aplicação

Fonte	Estádio			Média
	V3	V4	R5	
	Massa de 100 grãos (g)			
Ureia	21,81a	21,71 ^a	21,50a	21,67 ^{ns}
Ureia + SA + S	21,00a	21,79 ^a	21,11a	21,30 ^{ns}
Ureia +SA	22,04a	21,41 ^a	21,22a	21,56 ^{ns}
Ureia + S	21,67a	21,20 ^a	21,34a	21,40 ^{ns}
Média	21,63 ^{ns} A	21,53 ^{ns} A	21,29 ^{ns} A	
Testemunha	21,06			

* Diferem da testemunha pelo teste Dunnett ($p \leq 0,05$); Médias seguidas pela mesma letra maiúscula na linha não diferem entre si pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$). SA: sulfato de amônio; S: enxofre elementar.

Os resultados observados para massa de 100 grãos no presente estudo concordam com Soratto et al. (2001) e Binotti et al. (2014) que também não observaram efeitos significativos na característica massa de 100 grãos com a aplicação de nitrogênio em diferentes épocas de aplicação. De acordo com Gonzaga (2017) a cultivar BRS FC104 não apresentou qualquer variação significativa para massa de 100 grãos quando submetida aos tratamentos com inoculante, épocas de aplicação de N e doses de N em cobertura.

4.6 Produtividade de grãos

Para a produtividade de grãos, houve diferença significativa, entre a testemunha sem cobertura de nitrogênio e o tratamento com ureia associada, com a aplicação do enxofre elementar, utilizado em cobertura nos estádios V3 e R5, porém, não foi obtido efeito significativo entre as variáveis avaliadas e a testemunha (Tabela 8).

A semeadura do feijão comum superprecoce BRS FC 104 ocorreu após o cultivo de soja, onde pode-se observar que a produtividade da testemunha de 2.643,04 kg ha⁻¹, mesmo sem receber adubação nitrogenada em cobertura, considerado bom desempenho quanto a produtividade. Esse resultado pode ser explicado pelas condições de manejo e implantação da cultura do feijão comum após soja. O efeito residual do nitrogênio nos restos culturais da cultura antecessora pode apresentar uma condição que permita a substituição parcial ou total da adubação nitrogenada, na cultura seguinte, garantindo a otimização da produtividade e a redução parcial dos custos de produção (MASCARENHAS, 2011).

Tabela 8 - Produtividade de grãos de feijão, em função da fonte de nitrogênio e estágio de aplicação. Rio Verde (GO), 2017

Fonte	Estádio			Média
	V3	V4	R5	
	Produtividade de grãos (kg ha ⁻¹)			
Ureia	2976,93	2939,71	3047,11	2897,92 ^{ns}
Ureia + SA + S	2968,90	2764,06	2867,44	2886,80 ^{ns}
Ureia +SA	2704,49	3038,32	2897,85	2880,22 ^{ns}
Ureia + S	3091,54 *	2982,17	3114,69 *	3062,80 ^{ns}
Média	2935,46 ^{ns} A	2931,07 ^{ns} A	2981,77 ^{ns} A	
Testemunha	2643,03			

* Diferem da testemunha pelo teste Dunnett ($p \leq 0,05$); Médias seguidas pela mesma letra maiúscula na linha não diferem entre si pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$). SA: sulfato de amônio; S: enxofre elementar.

Os resultados obtidos nesse estudo para a variável produtividade concordam com os observados com Gonzaga (2017) que trabalhou com a cultivar BRS FC104 observou ausência de resposta à inoculação das sementes e doses de nitrogênio aplicados em cobertura. Nascente et al. (2017), também não observaram resposta em produtividade de grãos quando se aplicou a dose de 90 kg ha⁻¹ de N na semeadura e 90 kg ha⁻¹ de N em cobertura e atribuíram esse resultado à disponibilidade de N e a matéria orgânica presentes no solo.

Quanto aos estádios de aplicação, não foi observado diferenças na produtividade. A ausência de diferença entre as épocas de aplicação de N na produtividade de grãos do feijoeiro-comum de ciclo superprecoce, está relacionada ao ciclo mais curto dos genótipos

utilizado (NASCENTES et al., 2015), diferentemente do que ocorre com as cultivares tradicionais.

Apesar da ausência de diferenças entre as fontes de nitrogênio, em todas as variáveis avaliadas, observa-se que a utilização de ureia associada ao enxofre elementar no estágio vegetativo V3 e no reprodutivo R5 apresentaram produtividade superior, ao tratamento testemunha, com potencial de utilização na cultura do feijão.

5 CONCLUSÕES

As variáveis altura de plantas, altura de inserção da primeira vagem e massa de 100 grãos não foram influenciadas pelos diferentes estádios de aplicação e fontes de adubação nitrogenada, em cobertura para a cultivar BRS FC104 de ciclo superprecoce.

O índice relativo de clorofila obteve resultado significativo, entre a testemunha e as épocas de aplicação, com melhores valores encontrados nos estádios de aplicação V3 e V4.

A utilização de ureia associada ao enxofre elementar no estágio vegetativo V3 e no reprodutivo R5 apresentou produtividade superior a testemunha sem aplicação de nitrogênio e é considerada no manejo da adubação do feijoeiro comum superprecoce.

REFERÊNCIAS

- ARAUJO, R. S.; RAVA, C. A.; STONE, L.F.; ZIMMERMANN, M. J. de O. (Coords) **Cultura do feijoeiro comum no Brasil**. Piracicaba: Associação Brasileira para Pesquisa de Potassa e do Fosfato, 1996. 786p.
- ARF, M. V. et al. Fontes e épocas de aplicação de nitrogênio em feijoeiro de inverno sob sistema plantio direto. **Pesq. Agropec. Trop.**, v. 41, n. 3, p. 430-438, 2011.
- BARBOSA FILHO, M. P.; COBUCCI, T.; FAGERIA, N. K.; MENDES, P. N. Determinação da necessidade de adubação nitrogenada de cobertura no feijoeiro irrigado com auxílio do clorofilômetro portátil. **Ciência Rural**, v. 38, n. 7, 9. 1843-1848, 2008.
- BARBOSA FILHO, M. P.; SILVA, O. F. Adubação de cobertura do feijoeiro irrigado com ureia fertilizante em plantio direto: um ótimo negócio. **Informações Agronômicas**, v. 93, n. 1, p. 1-5, 2001.
- BARBOSA FILHO, M.P.; FAGERIA, N.K., SILVA, O.F. Fontes, doses e parcelamento da adubação nitrogenada em cobertura para feijoeiro comum irrigado. **Ciência e Agrotecnologia**, v.29, n.1, p.69-76, 2005.
- BARBOSA, A. S.; LOPES, A. S.; FILHO, S. N. S. GOES, R. J. Produtividade do feijoeiro submetido ao manejo de irrigação e adubação nitrogenada - terceiro ano de plantio direto. In: ENCONTRO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA, 1, 2009. **Anais...** [s.n.], 2009.
- BARBOSA, F. R.; GONZAGA, A. C. O. **Informações técnicas para o cultivo do feijoeiro-comum na Região Central-Brasileira: 2012-2014**. Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 2012. 247p. (Documentos 272, Embrapa Arroz e Feijão)
- BINOTTI, F. F. S.; ARF, O.; CARDOSO, E. D.; SÁ, M. E.; BUZETTI, S. Manejo do nitrogênio em cobertura do feijoeiro de inverno no sistema plantio direto. **Revista de Agricultura Neotropical**, v. 1, n. 1, p. 58-64, 2014.
- BINOTTI, F. F. S.; ARF, O.; SÁ, M. E.; BUZETTI, S.; ALVAREZ, A. C.; KAMIMURA, K. M. Fontes, doses e modo de aplicação de N em feijoeiro no sistema plantio direto. **Bragantia**, v. 68, n. 2, p. 473-481, 2009.
- BRAZ, A. J. B. P.; FERREIRA, C. J. B.; SILVEIRA, P. M.; SIMON, G. A.; ASSIS, R. L.; BRAZ, G. B. P.; MEDEIROS, R V. Nitrogen fertilization in super-early cycle common bean using new sources of urea. **Científica**, v. 46, n. 2, p. 180–186, 2018.
- COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. **A cultura do feijão**. Organizadores Aroldo Antonio de Oliveira Neto e Candice Mello Romero Santos, Brasília: Conab, 2018. 244p.

COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. **Perspectivas para a agropecuária**. V. 5, Brasília: CONAB, 2017. 111p.

CRUSCIOL, C. A. C.; SORATTO, R. P.; SILVA, L. M. da; LEMOS, L. B. Fontes e doses de nitrogênio para o feijoeiro em sucessão a gramíneas no sistema plantio direto. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 31, n. 6, p. 1545-1552, 2007.

CUNHA, P. C. R.; SILVEIRA, P. M.; XIMENES, P. A.; SOUZA, R. F.; ALVES JÚNIOR, J.; NASCIMENTO, J. L. Fontes, formas de aplicação e doses de nitrogênio em feijoeiro irrigado sob plantio direto. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v. 41, n. 1, p. 80-86, 2011.

DEBOUCK, D.; HIDALGO, R. **Morfology of the common bean plant**. Cali: CIAT, 1986. 56p.

DIDONET, A. CARVALHO, M. A. de F. Fisiologia. In: GONZAGA, A. C. de O. **Feijão: O produtor pergunta, a Embrapa responde**. 2 ed. Brasília: Embrapa, 2014. P. 31-40.

EMBRAPA. **Feijão - BRS FC104**. 2017. Disponível em: <https://www.embrapa.br/arroz-e-feijao/busca-de-solucoes-tecnologicas/-/produto-servico/4538/fejao---brs-fc104>. Acesso: 10 de outubro de 2018.

EMBRAPA. **Manual de métodos de análise de solo**. 2 ed. Rio de Janeiro, Embrapa Solos, 2011. 230p. (Centro Nacional de Pesquisa de Solos, Documento 132)

EMBRAPA. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 4 ed. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2018. 353p.

FAGERIA, N. K.; BALIGAR, V; C; Enhancing nitrogen use efficiency in crop plants. **Advances in Agronomy**, v. 88, p. 97-152, 2005.

FAGERIA, N. K.; FERREIRA, E. P. P.; MELO, L. C.; KNUPP, A. M. Genotypic differences in dry bean yield and yield components as influenced by nitrogen fertilization. **Communications in Soil Science and Plant Analysis**, v. 45, n. 12, p. 1583-1604, 2014.

FURTINI, I. V.; RAMALHO, M. A. P.; ABREU, A. de F. B.; FURTINI NETO, A. E. F. Resposta diferencial de linhagens de feijoeiro ao nitrogênio. **Ciência Rural**, v. 36, p. 1696-1700, 2006.

GONZAGA, A. C. de O. **Densidade de plantas e fornecimento de nitrogênio para a cultivar de feijão-comum superprecoce BRS FC104**. 2017. 106f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Universidade Federal de Uberlândia, 2017.

LARA, W. A. R.; TRIVELIN, P. C. O. Eficiência de um coletor semiaberto estático na quantificação de N-NH₃ volatilizado da ureia aplicada ao solo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 14, n. 3, p. 345-352, 1990.

LOPES, A. S.; WIETHOLTER, S.; GUILHERME, L. R. G.; SILVA, C. A. **Sistema plantio direto**: base para o manejo de fertilidade do solo. São Paulo: Associação Nacional para Difusão de Adubos, 2004. 110p.

MALAVOLTA, E. **Elementos de nutrição mineral de plantas**. São Paulo: Agronômica Ceres, 1980. 251p.

MASCARENHAS, H. A. A.; ESTEVES, J. A. de F.; WUTKE, E. B.; LEÃO, P. C. da L. Nitrogênio Residual da soja na produtividade de gramíneas e do algodão. **Nucleus**, v. 8, n. 2, 2011.

NASCENTE, A. S. et al. Adubação de cultivares de feijoeiro comum em várzeas tropicais. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v. 42, p. 407-415, 2012.

NASCENTE, A. S. et al. Efeito da época de aplicação de nitrogênio na produtividade do feijoeiro-comum de ciclo superprecoce. IN: Congresso Brasileiro de Ciência do Solo, 35, 2015, Natal. **Anais...** Natal: SBCS, 2015. 4p.

PAGANI, A.; MALLARINO, A. P. Soil pH and crop grain yield as affected by the source and rate of lime. **Soil Science Society of America Journal**, v. 76, p. 1877-1886, 2012.

PORTES, T. A. **Como surgiu o feijão de terceira safra ou feijão de inverno? Um pouco de História**. Cultivar, 2012. Disponível em: https://www.grupocultivar.com.br/ativemanager/uploads/arquivos/artigos/02-10-12_feijao.pdf. Acesso: 20 de outubro de 2018.

RIBEIRO, N. D.; DOMINGUES, L. S.; GRUHN, E. M.; ZEMOLIM, A. E. M.; RODRIGUES, J. A. Desempenho agrônomico e qualidade de cozimento de linhagens de feijão de grãos especiais. **Revista Ciência Agrônômica**, v. 45, n. 1, p. 92-100, 2014.

SALGADO, F. H.M. et al. Efeito do nitrogênio em feijão cultivado em terras altas no sul do estado de Tocantins. **Ambiência**, v. 8, n. 1, p. 125-136, 2012.

SANTI, A. L. et. al. Adubação nitrogenada na cultura do feijoeiro em plantio convencional. **Ciência Rural**, v. 36, n. 4, p. 1079-1085, 2006.

SILVA, C. C.; SILVEIRA, H. P. Influência de sistemas agrícolas na resposta do feijoeiro (*Phaseolus vulgaris*) irrigado à adubação nitrogenada em cobertura. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v. 30, n. 1, p. 86-96, 2000.

SILVEIRA, G. M. **As máquinas para colheita e transporte**. São Paulo: Globo, 1991. 184p.

SILVEIRA, P. M.; BRAZ, A. J. B. P.; DIDONET, A. D. Uso do clorofilômetro como indicador da necessidade de adubação nitrogenada em cobertura no feijoeiro. **Pesq. Agropec. Bras.**, v. 38, n. 9, p. 1083-1087, 2003.

SORATTO, R. P.; CRISCIOL, C. A. C.; SILVA, L. M.; LEMOS, L. B. Aplicação tardia de nitrogênio no feijoeiro em plantio direto. **Bragantia**, v. 64, n. 2, p. 211-218, 2005.

SORATTO, R. P.; SILVA, T. R. B.; ARF, O.; CARVALHO, M. A. C. Níveis e épocas de aplicação de nitrogênio em cobertura no feijoeiro irrigado em plantio direto. **Cultura Agrônômica**, v. 10, n. 1, p. 89-99, 2001.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia Vegetal**. 6 ed. Porto Alegre: Artemed, 2017. 888p.

YADAVA, U. L. A rapid and nondestructive method to determine chlorophyll in intact leaves. **HortScience**, v. 21, n. 6, p. 1449-1450, 1986.