

INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA
GOIANO - CAMPUS CERES
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM IRRIGAÇÃO NO CERRADO
PRO-REITORIA DE PESQUISA, PÓS-GRADUAÇÃO E
INOVAÇÃO

PRODUÇÃO DO FEIJOEIRO COMUM EM FUNÇÃO DA
APLICAÇÃO DE NITROGÊNIO (DMPP) CULTIVADO EM
SISTEMA IRRIGADO

Autor: Renato Augusto Alves Oliveira

Orientador: Dr. Wilian Henrique Diniz Buso

Coorientador: Dr. Renato Souza Rodovalho

Coorientador: Dr. Henrique Fonseca Elias de Oliveira

CERES - GO
Março – 2017

INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA
GOIANO - CAMPUS CERES
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM IRRIGAÇÃO NO CERRADO
PRO-REITORIA DE PESQUISA, PÓS-GRADUAÇÃO E
INOVAÇÃO

PRODUÇÃO DO FEIJOEIRO COMUM EM FUNÇÃO DA
APLICAÇÃO DE NITROGÊNIO (DMPP) CULTIVADO EM
SISTEMA IRRIGADO

Autor: Renato Augusto Alves Oliveira
Orientador: Dr. Wilian Henrique Diniz Buso
Coorientador: Dr. Renato Souza Rodovalho
Coorientador: Dr. Henrique Fonseca Elias de Oliveira

Dissertação apresentada, como parte das exigências para obtenção do título de MESTRE EM IRRIGAÇÃO NO CERRADO, no Programa de Pós-Graduação em Irrigação no Cerrado do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano – Campus Ceres – Área de concentração Tecnologias de Irrigação.

Ceres - GO
Março – 2017

INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA
GOIANO – CAMPUS CERES
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM IRRIGAÇÃO NO CERRADO

PRODUÇÃO DO FEIJOEIRO COMUM EM FUNÇÃO DA
APLICAÇÃO DE NITROGÊNIO (DMPP) CULTIVADO EM
SISTEMA IRRIGADO

Autor: Renato Augusto Alves Oliveira
Orientador: Prof. Dr. Wilian Henrique Diniz Buso
Coorientador: Renato Souza Rodovalho
Coorientador: Henrique Fonseca Elias de Oliveira

TITULAÇÃO: Mestre em Irrigação no Cerrado – Área de Concentração
Tecnologias de Irrigação

APROVADA em 22 de março de 2017.

Prof. Dr. Rilner Alves Flores
Avaliador externo
Universidade Federal de Goiás

Prof. Dr. Antônio Evami Cavalcante Sousa
Avaliador interno
IF Goiano/Campus Ceres

Prof. Dr. Wilian Henrique Diniz Buso
(Orientador)
IF Goiano/Campus Ceres

A Deus, primeiramente, e à minha família, que sempre esteve ao meu lado.

A meus professores e amigos de jornada.

OFEREÇO

Meus pais Luiz e Zilma, meu irmão Leonardo e meus sobrinhos João
Guilherme e Lucas em especial à minha noiva Pollyana, que sempre esteve
a meu lado.

DEDICO

AGRADECIMENTOS

Agradeço pela ajuda na execução deste trabalho, primeiramente a Deus, pois, sem caminhar junto com ele, não estaria aqui, a meus amigos do curso de mestrado, a meu orientador e a todos os professores do curso.

Um agradecimento todo especial a toda minha família e minha noiva, pela paciência e compreensão durante essa jornada.

BIOGRAFIA DO AUTOR

Nascido em Ceres - GO, em 16 de setembro de 1985, filho de Zilma Alves Teixeira Oliveira e Luiz de Oliveira. Em dezembro de 2003, concluiu o Ensino Médio no Colégio Estadual João XXIII. No ano de 2005, ingressou no curso de Engenharia Agrônoma na Universidade Federal do Tocantins (UFT) e se diplomou no ano de 2011. Em 2012, especializou-se em Segurança do Trabalho no Instituto Tocantinense de Pós-graduação (ITOP), desempenhou trabalhos em regiões agrícolas no interior do Tocantins e Goiás. Em 2013, concluiu o curso de Perícias Ambientais Judiciais pela instituição Globo Verde Ambiental. Atualmente é aluno do curso de mestrado do Instituto Federal Goiano, campus Ceres-GO.

ÍNDICE

	Página
RESUMO -----	ix
ABSTRACT -----	xi
INTRODUÇÃO GERAL -----	1
OBJETIVOS -----	4
REVISÃO BIBLIOGRÁFICA -----	5
MATERIAL E MÉTODOS -----	17
RESULTADOS E DISCUSSÃO -----	22
CONCLUSÕES -----	47
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS -----	48

ÍNDICE DE TABELAS

Página

Tabela 1. Resumo da ANOVA com valores e significância de quadrado médio para altura de plantas (cm), número de vagens por planta (NVP), número de grãos por vagem (NGV), massa de mil grãos (g) e produtividade de grãos ($\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$) de feijoeiro comum (cv. Estilo), doses e formas de aplicação de nitrogênio para a safra de 2015.....	22
Tabela 2. Resumo da ANOVA com valores e significância de quadrado médio para altura de plantas (cm), número de vagens por planta (NVP), número de grãos por vagem (NGV), massa de mil grãos (g) e produtividade de grãos ($\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$) de feijoeiro comum (cv. Estilo) em razão de anos de cultivos, doses e formas de aplicação de nitrogênio no ano de 2016.....	23
Tabela 3. Altura de planta (cm), número de vagens por planta, número de grãos por vagem, massa de 1000 grãos e produtividade ($\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$) da cultura do feijão sob diferentes tipos de formas de aplicação e doses de N no ano de 2015.....	23
Tabela 4. Altura de planta (cm) da cultura do feijão sob diferentes tipos de formas de aplicação e doses de N no ano de 2016.	25
Tabela 5. Resumo da ANOVA com valores e significância de F para formas de aplicação, Dose, DAE para índice de área foliar para o ano de 2015.....	30
Tabela 6. Resumo da Análise de variância ANOVA com valores e significância de F para formas de aplicação, Dose e DAE no ano de 2016.....	32

ÍNDICE DE FIGURAS

	Página
Figura 1. Localização do experimento na área do pivô central.....	17
Figura 2. Imagem das folhas para determinar o índice de área foliar (IAF).....	21
Figura 3. Altura de plantas de feijoeiro comum (cv. Estilo), recebendo aplicação de nitrogênio em diferentes doses no ano de 2015.....	26
Figura 4. Altura de plantas de feijoeiro comum (cv. Estilo) em diferentes doses, recebendo aplicação de nitrogênio em três formas durante o cultivo de 2016.....	27
Figura 5. Produtividade de grãos de feijoeiro comum (cv. Estilo) em razão de doses de N aplicadas na safra de 2015.....	28
Figura 6. Produtividade de grãos de feijoeiro comum (cv. Estilo) em razão de doses de N aplicadas na safra de 2016.....	29
Figura 7. Produção de matéria seca total (kg.m ⁻²) durante o ciclo de produção, para as diferentes formas de aplicação da adubação nitrogenada na cultura do feijão, para o ano de 2015.....	31
Figura 8. Produção de matéria seca total (kg.m ⁻²) durante o ciclo de produção, para as diferentes doses da adubação nitrogenada na cultura do feijão, para o ano de 2015.....	33
Figura 9. Índice de área foliar (m ² de folha.m ⁻² de área de planta) durante o ciclo de produção, para as diferentes formas da adubação nitrogenada na cultura do feijão, no ano de 2015.....	34
Figura 10. Índice de área foliar (m ² de folha.m ⁻² de área de planta) durante o ciclo de produção, para as diferentes doses da adubação nitrogenada na cultura do feijão, no ano de 2015.....	35
Figura 11. Taxa de Crescimento Relativo do feijoeiro cv. Estilo em função de dias após emergência no ano de 2015.....	36

Figura 12. Taxa de Crescimento da Cultura do feijoeiro cv. Estilo em função de dias após emergência no ano de 2015.....	37
Figura 13. Produção de matéria seca total (kg.m^{-2}) no ciclo de produção para as diferentes formas de aplicação na cultura do feijão, no ano de 2016.....	38
Figura 14. Índice de área foliar (m^2 de folha. m^{-2} de área de planta) durante o ciclo de produção, para as diferentes formas de aplicação da adubação nitrogenada na cultura do feijão, no de 2016.....	39
Figura 15. Índice de área foliar (m^2 de folha. m^{-2} de área de planta) durante o ciclo de produção, para as diferentes doses da adubação nitrogenada na cultura do feijão, no ano de 2016.....	40
Figura 16. Taxa de Crescimento Relativo do feijoeiro cv. Estilo em função de dias após emergência no ano de 2016.....	41
Figura 17. Taxa de Crescimento da Cultura do feijoeiro cv. Estilo em função de dias após emergência, no ano de 2016.....	42

RESUMO

OLIVEIRA, RENATO AUGUSTO ALVES, INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA GOIANO- CAMPUS CERES - GO, MARÇO de 2017. **Produção do feijoeiro comum em função da aplicação de nitrogênio (DMPP) cultivado em sistema irrigado.** Orientador: Dr. Wilian Henrique Diniz Buso. Coorientadores: Dr. Renato Souza Rodovalho. Dr. Henrique Fonseca Elias de Oliveira.

O uso de práticas de manejo adequadas e o aumento das doses de nitrogênio têm colaborado para o aumento de produtividade de grãos de feijão comum (*Phaseolus vulgaris*); no entanto, em cultivos irrigados na região do cerrado, existem poucos estudos relatando a interferência do uso de doses de N em semeadura, em cobertura e parceladas em semeadura e cobertura. Objetiva-se, neste estudo, avaliar o efeito de diferentes doses de nitrogênio de liberação lenta (DMPP) em semeadura, em cobertura e parceladas em semeadura e cobertura, no desempenho agrônomico e no índice de área foliar (IAF) do feijoeiro irrigado, na região do cerrado. Utilizou-se o esquema de blocos casualizados em um esquema fatorial 4 x 3, quatro doses de N (0, 60, 120 e 180 kg ha⁻¹), três formas de aplicação (total na semeadura, total em cobertura e 50% na semeadura e 50% em cobertura), e manejo de irrigação (tanque classe A), com 4 repetições. O turno de rega foi de dois dias. O N aplicado nas diferentes fases da cultura não interferiu nos componentes de produção. A máxima produtividade de grãos foi alcançada com a dose de 180 kg.ha⁻¹, 1756,37 kg.ha⁻¹, na safra de 2015, e na safra de 2016, a dose de 123,98 kg.ha⁻¹ alcançou a produtividade de 1799,63 kg.ha⁻¹, nas condições de solo e clima da região Ceres - GO

PALAVRAS-CHAVE: *Phaseolus vulgaris*, formas de aplicação, índice de área foliar, irrigação, semeadura.

ABSTRACT

OLIVEIRA, RENATO AUGUSTO ALVES, INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA GOIANO (GOIANO FEDERAL INSTITUTE OF EDUCATION, SCIENCE, AND TECHNOLOGY) - CERES CAMPUS – GOIÁS STATE (GO), March 2017. . **Production of Common Bean Plant due to Nitrogen Application (DMPP) Cultivated in Irrigated System.** Advisor: Dr. Buso, Wilian Henrique Diniz. Co-advisors: Dr. Rodovalho, Renato Souza and Dr. Oliveira, Henrique Fonseca Elias de.

The use of adequate management practices and increased nitrogen doses have contributed to increase productivity of common bean grains (*Phaseolus vulgaris*); however, there are few studies about irrigated crops in the Cerrado region (Brazilian savannah), reporting the interference of the use of N doses at sowing, cover, and installments at sowing and cover. The objective of this study was to evaluate the effect of different doses of slow release nitrogen [Dimethylpyrazole (DMPP)] on sowing, on covering and on plotting on sowing and cover, on agronomic performance, and on leaf area index (LAI) of irrigated common bean plants in the Cerrado region. Randomized block design was used in a 4 x 3 factorial scheme [four N doses (0, 60, 120, and 180 kg ha⁻¹), three application forms (total in sowing, total in cover and 50% in sowing, and 50% in cover), and irrigation management (class A tank) with four replicates. The irrigation shift was two days. The N applied to bean plants at different stages of the culture did not interfere with the production components. The maximum grain yield reached 1,756.37 kg.ha⁻¹ with the dose of 180 kg.ha⁻¹ in the harvest of 2015; and 123.98 kg.ha⁻¹ with the dose of 123.98 kg.ha⁻¹ in the harvest of 2016, under the soil and climate conditions of the Ceres-GO region.

KEYWORDS: *Phaseolus vulgaris*. Application forms. Leaf area index. Irrigation. Sowing.

1. INTRODUÇÃO

No Brasil, o cultivo do feijoeiro é dividido em três safras. A primeira safra do feijoeiro, estimada em 1.591.735 toneladas, participa com 48,3% da produção total. Essa estimativa de produção de 2016 é 18,6% maior que a produção de 2015. A área plantada teve uma diminuição de 1,3% e o rendimento médio subiu 9,6%. Nesta avaliação, os estados com maior participação na produção foram Paraná (20,5%), Ceará (14,6%) e Minas Gerais (12,6%). No Paraná, houve diminuição de 6,4% na área plantada, impactando negativamente na estimativa de produção em 1,9%, apesar da previsão de aumento de 4,8% no rendimento médio do feijoeiro. O GCEA do Ceará, nesta primeira previsão, estimou um aumento de 14,7% na área plantada e de 220,9% no rendimento médio, elevando, assim, a expectativa de produção em 268,2%. Em Minas Gerais, o GCEA/MG estimou aumento de 23,6% na produção, acompanhando o aumento de 19,8% na expectativa de rendimento médio, apesar de prever redução de 4,6% na área plantada (IBGE, 2016).

No ano de 2016, quanto ao plantio de feijão 2ª safra, a estimativa de produção no Brasil em janeiro foi de 1.328.714 toneladas, indicando aumento de 1,8% em relação ao ano de 2015. Para o rendimento médio, está prevista uma redução de 5,2% e para a área plantada, um aumento de 1,3%. Esta produção representa 40,3% do total de feijão produzido no país. As maiores estimativas de produção do feijoeiro para esta safra foram para os estados do Paraná (30,2%), Mato Grosso (17,2%) e Minas Gerais (12,4%). O GCEA do Paraná estimou um aumento de 29,7% na área plantada, mas espera uma diminuição de 21,1% no rendimento médio, com a expectativa de produção aumentando 2,3% em relação ao ano anterior. O GCEA do Mato Grosso espera uma produção 7,2% menor que a de 2015, acompanhando a diminuição de 8,8% na estimativa de área plantada e de 1,8% no rendimento médio. Minas Gerais espera uma produção 4,5% maior que a de 2015, acompanhando a elevação de 0,7% na estimativa de área plantada e de 2,8% no rendimento médio (IBGE, 2016).

A produção região Centro-Sul do Brasil, considerando a safra 2015/2016, correspondeu a 77,6% da produção total, destacando-se Paraná, Minas Gerais, Goiás, Santa Catarina e São Paulo, mesmo ocupando 68% das áreas cultivadas com a cultura

(CONAB, 2013). A área de feijão de primeira safra no país está estimada em 1.013,2 mil hectares, o que configura um decréscimo de 3,8% em relação à safra passada (2014/2015). A maioria dos principais estados produtores do feijoeiro indica tendência de plantios em áreas menores do que as cultivadas na safra anterior. A comercialização instável e os riscos climáticos, aliados à cultura, somados à atratividade de outras culturas concorrentes, como soja e milho, derrubaram a intenção dos produtores em todo país, nesta temporada. (CONAB, 2016).

As características culturais, agrônômicas e técnicas tornam a cultura do feijoeiro propícia à exploração agrícola de pequenos agricultores (Posse et al., 2010). Por ter um teor proteico de, aproximadamente, 22%, o feijão é, juntamente com o arroz, consumido por milhões de brasileiros, sendo considerado a base alimentar para a humanidade (Salgado et al., 2007).

Na análise do consumo de feijão no Brasil, primeiramente deve-se ressaltar que, apesar de importante, o feijão tem merecido uma menor atenção por parte daqueles que estudam a oferta e a demanda de alimentos. Qualquer alimento tem seu consumo variando conforme a localização, condição financeira e local de moradia do consumidor, além disso, também varia de acordo com o tipo e a cor dos grãos (Wander e Ferreira, 2007).

O consumo *per capita* médio mensal de feijão nas capitais dos estados da região Centro-Oeste é cerca de 34% maior nas classes de renda menor quando comparado às classes de renda acima de 10 salários mínimos. Em termos absolutos, isso significa uma diminuição de 400 gramas por mês. Nesses locais, o depoimento de 85% dos consumidores foi de que manteriam o consumo de feijão mesmo se ocorresse aumento do preço do produto (Wander e Ferreira, 2007). Com isso, percebe-se a importância da cultura do feijoeiro como fonte de proteína para a população mais carente (Paula Júnior et al., 2008).

No Brasil, o feijoeiro apresenta baixa produtividade, cerca de 1.051 kg ha⁻¹, mas, nos diferentes agroecossistemas em que a cultura vem sendo explorada, é possível uma produtividade de até 3.483 kg ha⁻¹ (CONAB, 2013). Essa maior produtividade também pode ser relacionada aos cultivos irrigados e ao aumento no consumo de insumos agrícolas, existindo cultivares com potencial produtivo de até 4.000 kg ha⁻¹ (Farinelli & Lemos, 2010). Essa menor produtividade pode ser justificada

pelo uso do manejo incorreto principalmente da adubação, sendo que a deficiência de nitrogênio (N) influencia diretamente na produtividade. Considerando o alto custo dos fertilizantes nitrogenados, torna-se necessário o estudo de técnicas que possam aumentar seu uso de forma eficiente (Silva et al., 2006).

Conforme Soratto et al. (2005), a adubação nitrogenada pode maximizar a produtividade do feijoeiro e seu teor proteico.

Visando ao aumento da produtividade do feijoeiro irrigado, objetivou-se avaliar o desempenho do feijoeiro cultivado sob irrigação em dois ciclos, quatro doses de N e três formas de aplicação no cerrado.

2. OBJETIVOS

Objetivou com este trabalho avaliar a influência nas características agronômicas, produtividade, matéria seca total e índice de área foliar, de diferentes doses de adubação nitrogenada de liberação lenta, em várias formas de aplicação.

3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

3.1 CARACTERIZAÇÃO DA ESPÉCIE

O feijoeiro comum, *Phaseolus vulgaris* L., tem grande importância socioeconômica no Brasil, sendo considerado um dos principais alimentos básicos da dieta brasileira e um importante gerador de emprego, em decorrência da mão de obra empregada no seu cultivo (Aidar, 2003).

A maior vantagem desta cultura é sua ampla adaptação edafoclimática, o que permite seu cultivo durante o ano inteiro, em quase todos os estados do Brasil, em diferentes épocas (Salvador, 2011).

A cultivar BRS Estilo se originou do cruzamento EMP 250 /4/ A 769 /// A 429 / XAN 252 // V 8025 / PINTO VI 114, feito em 1991, no Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT), localizado em Cali, Colômbia. A Embrapa Arroz e Feijão recebeu do CIAT em 1994 a população na geração F4. Na geração F5, foi feita a seleção de plantas individuais, baseada em resistência à mancha-angular. Na geração F5:6, foi feita a seleção de famílias para resistência à ferrugem, antracnose e mancha-angular, e na geração F5:7, foi feita, novamente, uma seleção entre famílias, baseada na resistência à ferrugem e na arquitetura de planta ereta. Na geração F5:8, procedeu-se à seleção de plantas individuais, baseada na produtividade, adaptação, arquitetura de planta ereta, resistência ao crestamento-bacteriano-comum e padrão comercial de grãos do tipo carioca (EMBRAPA, 2010)

A cultivar BRS Estilo tem ciclo de 85 a 90 dias, da emergência à maturação fisiológica. Suas plantas são arbustivas, com tipo de crescimento indeterminado tipo II e suas flores são brancas. Na fase de maturação, as vagens são bicolores, amarelas, levemente estriadas de vermelho. Já na maturação de colheita, as vagens têm coloração amarelo areia uniforme. Os grãos são do tipo carioca, bege com rajadas marrons, de forma elíptica semicheia, sem brilho, semelhantes ao da cultivar Pérola. Com relação à arquitetura de planta, a BRS Estilo é ereta e tem boa tolerância ao acamamento, sendo adaptada à colheita mecânica, inclusive direta. A BRS Estilo foi registrada junto ao Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, em 15/05/2009, com o número 25.746, e protegida em 15/09/2009, recebendo o certificado de número 20100058. A produção de sementes básicas será de responsabilidade da Embrapa Transferência de Tecnologia (EMBRAPA, 2010).

A cultivar BRS Estilo é indicada para as épocas de semeadura nos seguintes estados do Brasil: das “águas” em Goiás, São Paulo, Espírito Santo, Paraná, Santa Catarina, Pernambuco, Sergipe e Rio Grande do Sul; de “inverno” em Goiás, Mato Grosso e Tocantins; e para a época de semeadura da “seca” em Goiás, Paraná, Santa Catarina, Espírito Santo, Rondônia, Mato Grosso e Mato Grosso do Sul (EMBRAPA, 2010).

Essa leguminosa tem capacidade de fixar o nitrogênio atmosférico, através de simbiose com bactérias do gênero *Rhizobium*, mas a inoculação não tem apresentado resultados satisfatórios para grandes níveis de produtividade (Buzetti et al., 1992). O feijoeiro comum é a espécie com maior produção dentro do gênero *Phaseolus* (FAO, 2010).

O feijoeiro é uma cultura que tem importância mundial, com enorme distribuição nas diferentes regiões do Brasil (Faria, 2012). A planta do feijoeiro apresenta caule volúvel, folhas trifolioladas, raízes superficiais, flores brancas ou róseas e vagens alongadas (Filgueira, 2008).

Uma das melhores vantagens da cultura do feijoeiro é sua facilidade de adaptação edafoclimática, permitindo seu cultivo durante todo o ano, em diferentes épocas, safras e regiões do Brasil (Salvador, 2011). O feijoeiro é uma cultura indiferente ao fotoperiodismo, ocorrendo seu desenvolvimento sob dias longos ou curtos (Filgueira, 2008).

O sistema radicular do feijoeiro tem maior volume nos primeiros 20 cm de profundidade, e 80 a 90% das raízes se concentram nos primeiros 40 cm. O cultivo pode ser feito em diferentes áreas, desde várzeas até em terras altas, menos em locais sujeitos a encharcamento. Entre os diferentes tipos de manejo, podem ser citados o cultivo da cultura em semeadura convencional, cultivo mínimo e semeadura direta (Manos et al., 2013). Para um bom desenvolvimento da cultura do feijoeiro, o solo deve apresentar pH de 5,5 a 6,5 (CTSBF, 2012).

Entre os diferentes tipos de crescimento, as cultivares de crescimento indeterminado têm maior produtividade quando comparadas às cultivares rasteiras (determinado). As cultivares de feijoeiro com hábito de crescimento indeterminado necessitam do tutoramento de suas hastes, que podem atingir até 2,5 m de comprimento. O tutoramento é feito para garantir uma maior produção (Filgueira, 2008). As cultivares do feijoeiro com hábito de crescimento determinado são nacionais e, embora produzam menos que as de hábito indeterminado, têm a vantagem de não necessitar de tutoramento, ocupando a área cultivada por menos tempo, em decorrência de seu menor ciclo produtivo. As características de hábito de crescimento possibilitam mecanizar os tratos culturais, incluindo a colheita (Pinto et al., 2001).

As flores do feijão se agrupam em ráculos, que se originam nas axilas das folhas, de gemas das flores, dificilmente, de gemas mistas. As flores do feijoeiro são papilionadas, pelo fato de cada flor apresentar uma bráctea e duas bractéolas na base do pedúnculo floral. O fruto é tipo legume, vagem, por apresentar um só carpelo, seco, deiscente, zigomorfo, geralmente alongado e comprido, com as sementes em uma fileira central, a deiscência ocorrendo na metade do carpelo (Vieira et al., 2006).

A semente do feijão é exalbuminada, ela não tem albume, suas reservas nutritivas ficam concentradas nos cotilédones. A semente é constituída, do lado externo, de um tegumento, hilo, micrópila e rafe; e do lado interno, de um embrião formado pela plúmula, duas folhas primárias, hipocótilo, dois cotilédones e radícula (Vieira et al., 2006).

A produtividade média do feijoeiro em cada época é bastante variável, sendo de 1.157 kg ha⁻¹ de grãos na primeira safra, 964 kg ha⁻¹ na segunda safra, podendo atingir 1.292 kg ha⁻¹ na terceira (CONAB, 2013). O fato de a cultura ser bastante suscetível a diferentes condições edafoclimáticas, ocorrem mudanças na participação

dos estados no que concerne a ser maior ou menor produtor, nas diferentes safras do ano.

Em consequência da preferência de produção, a cultivar carioca vem sendo prejudicada com referência à exportação do grão, em decorrência da aceitação limitada que a cultivar tem em outros países do mundo por conta de sua perecibilidade (CTSBF, 2012).

3.2 ADUBAÇÃO NITROGENADA

O feijoeiro é da família Fabaceae, apresentando espécies que se desenvolveram em associação com bactérias simbióticas, conhecidas como rizóbios, que adentram o sistema radicular da planta durante o desenvolvimento inicial do ciclo, propiciando a divisão das células em regiões do córtex, tornando-as fixadoras de nitrogênio e proliferando, o que resulta na formação dos nódulos (Moreira, 1994; Raven et al., 2007). Os compostos nitrogenados produzidos nos nódulos são transportados para o resto da planta, suprimindo ou complementando suas necessidades de nitrogênio.

O nitrogênio é um dos principais nutrientes necessários ao desenvolvimento das plantas, constituindo parte dos componentes da célula vegetal, e sua falta inibe rapidamente o crescimento vegetal (Paracer & Ahmadjian, 2000). Apesar de a atmosfera ser rica em nitrogênio, as plantas necessitam da disponibilidade de compostos nitrogenados assimiláveis no solo, como o amônio e o nitrato, compostos obtidos pela decomposição da matéria orgânica, fertilizantes químicos, fixação e nitrificação por bactérias de vida livre e por bactérias simbióticas em nódulos de raízes (Hungria et al., 1994; Paracer & Ahmadjian, 2000).

Considerando que o nitrogênio é o nutriente mais exigido pela cultura do feijão, o feijoeiro não é capaz de absorver quantidades necessárias por meio da fixação biológica para suprir todas as suas necessidades (Fageria & Baligar, 2005). Conseqüentemente, é fundamental a reposição desse nutriente por outros meios, já que é um fator determinante no rendimento de grãos do feijoeiro (Moreira et al., 2013).

Para alta produtividade, quantidade de N superior a 100 kg.ha⁻¹ é necessária. Mas, no geral, são recomendados entre 20 a 100 kg.ha⁻¹ de N na cultura do feijão. Essa quantidade, dependendo do nível de tecnologia empregada pelo produtor, deve ser aplicada parceladamente, ou seja, uma porção no sulco de plantio, juntamente com os

adubos fosfatados e potássio, e outra porção mais tarde, em cobertura (Vieira et al., 2006).

A maior importância do nitrogênio se deve fato de ser empregado em grande quantidade na agricultura, visto ser constituinte de vários compostos em plantas e extraído em grandes quantidades por elas (Cantarella, 2007). Do ponto de vista agrícola, o ciclo do N é o mais importante. O grande estoque de N no solo ocorre em forma orgânica (mais de 95% do N do solo), como parte da matéria orgânica do solo (MOS), cuja relevância para a fertilidade do solo é bem estabelecida. A mineralização da MOS libera N inorgânico, que constitui a principal fonte de N para as plantas. A porção ativa do N orgânico do solo compreende cerca de 10% a 15% do N total em solos agrícolas, incluindo a biomassa microbiana, e o restante corresponde à fração passiva, que tem ciclagem mais lenta (Cantarella, 2007).

Pensando no elevado nível de perda do nitrogênio, sua principal forma de perda ocorre pela sua lixiviação, na forma de nitrato, e escoamento superficial, pela ocorrência de chuvas ou irrigação. Além disso, podem ocorrer perdas nas formas gasosas através dos processos de desnitrificação e volatilização (Straliotto et al., 2002).

Na deficiência de N, as plantas do feijoeiro tornam-se atrofiadas, com caule e ramos delgados, folhas de coloração verde-pálida e amarelada, além de um crescimento reduzido com vagens, flores e sementes malformadas e em menor quantidade (Ferreira et al., 2004).

Assim, o manejo correto da adubação nitrogenada é uma das principais dificuldades na cultura do feijoeiro, já que a aplicação de doses excessivas de N, além de se constituir em altos custos, pode ocasionar grandes riscos ao ambiente, enquanto seu uso em quantidade insuficiente pode limitar o potencial produtivo da cultura, mesmo com outros fatores de produção otimizados (Santos et al., 2003). Como auxílio na incorporação do fertilizante nitrogenado, a água fornecida via irrigação pode facilitar tal processo (Moreira et al., 2013).

Embora o feijoeiro possa fixar esse nutriente da atmosfera por meio das bactérias fixadoras de nitrogênio, a quantidade não é suficiente para atender as necessidades da planta. Portanto, há necessidade de complementação, que deve ser feita aplicando uma parte na época da semeadura e o restante até antes da floração, pois esta é a fase em que o feijoeiro mais necessita de nitrogênio para a formação das vagens e

dos grãos. O parcelamento da adubação nitrogenada em cobertura pode ser feito em até três vezes, quando viável operacionalmente (Barbosa et al., 2012).

A adubação de cobertura é feita após o plantio fornecendo às plantas os nutrientes nitrogênio e potássio, dependendo da exigência da cultura. Essa adubação é fundamental para minimizar as perdas de nutrientes que ficaram fora do alcance da zona radicular das plantas. Esse tipo de adubação pode ser feito com adubo sólido ou líquido, ao redor das mudas ou em aplicação contínua ao longo da linha de plantio, sendo em ambos os casos aconselhável o uso do fertilizante com solo úmido para diminuir as perdas de nitrogênio por volatilização e o carregamento do fertilizante por erosão laminar (Cantarella, 2007).

Em outros estudos, foi detectado efeito de doses de nitrogênio acima de 100 kg. ha⁻¹ nos parâmetros de teor foliar de N, desempenho produtivo e, também, quanto ao manejo do solo (Furtini et al., 2006; Santos & Fageria, 2007; Gomes Júnior et al., 2008).

De acordo com Meira (2002), não houve efeito significativo das épocas de aplicação de N sobre a produção, assim como das doses. Para produtividade de grãos, houve efeito de doses de nitrogênio, obtendo uma produtividade de 3.024 kg.ha⁻¹ com uma dose de 0 kg.ha⁻¹ e uma produtividade 3.516 kg.ha⁻¹ com uma dose de 240 kg.ha⁻¹.

Entre as deficiências nutricionais que ocorrem na cultura do feijão, a de N é a mais frequente, devendo-se precisar a dose e a época corretas, de modo a propiciar boa nutrição da planta no momento em que ainda é possível aumentar o número de vagens por planta, ou seja, até o início do florescimento (Carvalho et al., 2001).

Considera-se que as perdas de adubos nitrogenados aplicados estão em torno de 50%, sendo ocasionadas principalmente por lixiviação, na forma de nitrato e escoamento superficial, provocado pela água das chuvas e/ou de irrigação (Straliotto et al., 2002).

A eficiência do uso do nitrogênio (N) em cereais no mundo é de apenas 33%. Considerando que 67% de N não é aproveitado, tem-se uma perda anual de 15,9 bilhões de dólares em fertilização nitrogenada (Rauns & Johnson, 1999), havendo, em adição, prováveis impactos negativos ao ambiente (Schoder et al., 2000).

O uso indiscriminado de fertilizantes nitrogenados em cultivos pode ocasionar perdas do N aplicado, o que contribui para poluição ambiental e na baixa eficiência do sistema. Visando à maximização no uso desses adubos, uma boa estratégia é o uso de fertilizantes nitrogenados de liberação lenta ou controlada (Cantarella, 2007).

3.3 FERTILIZANTES DE LIBERAÇÃO LENTA

Segundo Cantarella (2007), perdas de N para o ambiente estão associadas à concentração de formas solúveis de N ou de formas mais suscetíveis às perdas. Um modo de aumentar a eficiência dos fertilizantes nitrogenados é o uso de fertilizantes de liberação lenta ou controlada.

O manejo e a recomendação da adubação nitrogenada são de suma importância para o sucesso na sua produção, pela grande ocorrência de reações químicas e biológicas, sua dependência das condições edafoclimáticas, sua vulnerabilidade e possíveis perdas que pode sofrer (Meira, 2006).

No intuito de minimizar as perdas de N, estão sendo desenvolvidas diferentes estratégias para uso dos fertilizantes nitrogenados. Entre elas, tem-se o uso de inibidores de urease (NBPT) e de nitrificação, a incorporação de ureia ao solo e o uso de ureia revestida com polímeros ou gel, mais conhecidos por fertilizantes de liberação lenta ou controlada (Cantarella, 2007). Os fertilizantes de liberação lenta têm propriedades que propiciam uma liberação mais lenta no solo, isso ocorrendo por mudanças na estrutura dos compostos nitrogenados ou pelo seu recobrimento com materiais menos permeáveis (Vitti & Reirinchs, 2007).

Os adubos revestidos, também conhecidos como fertilizantes de liberação controlada, são aqueles que atrasam a disponibilidade inicial dos nutrientes por meio de diferentes mecanismos, com a finalidade de disponibilizá-los para as culturas por maior período de tempo e de otimizar sua absorção pelas plantas, reduzindo perdas (Zavaschi, 2010). Além da variação na composição dos polímeros de cobertura de grânulos, diversos fatores interferem na expressão do máximo potencial desses fertilizantes de liberação lenta (Figueiredo et al., 2012).

Os fertilizantes de liberação lenta podem ser classificados de acordo com seu modo de ação em: inibidores ou de estabilização, reduzem a perda de N ao retardar a

conversão da forma original dos fertilizantes em formas que podem ser facilmente perdidas; compostos orgânicos sintéticos não revestidos, mas de disponibilidade lenta, protegem o N ao adiar sua disponibilidade pela decomposição química dos compostos; e fertilizantes solúveis revestidos, aqueles que têm o nitrogênio na forma tradicional, porém revestidos com enxofre ou polímeros, propiciando uma barreira física contra a exposição do nutriente (Blaylock, 2007).

Os fertilizantes polimerizados podem ser de liberação lenta, fornecendo os nutrientes gradualmente às plantas. Assim, requerem menor frequência de aplicação, diminuindo os gastos com mão de obra para o parcelamento, evitam injúrias às sementes e raízes, decorrentes de aplicações excessivas, e são pouco suscetíveis a perdas, minimizando os riscos de poluição ambiental (Machado, 2012).

Os adubos de liberação lenta podem ser encapsulados por resinas especiais e são liberados mais lentamente para as plantas. Ao absorver os nutrientes, as raízes causam uma depleção na concentração dos nutrientes nas proximidades da zona radicular, induzindo um sistema de liberação de nutrientes por osmose (Tomaszewska et al., 2002). Outra forma de encapsulamento dos fertilizantes é feita por hidrogéis como veículos carreadores para liberação controlada. Estes hidrogéis liberam água e nutrientes paulatinamente, retardando sua presença no solo. Essas características podem ser válidas em solos com propriedades físicas adversas, como baixa capacidade de retenção de água e excessiva permeabilidade (Aouda et al., 2008).

Essa nova tecnologia de revestimento de fertilizantes busca a formação de uma camada protetora, que vai atuar contra os agentes causadores da perda de nutrientes, não devendo tal revestimento interferir na disponibilidade do nutriente à planta. Além disso, busca-se um comportamento diferente das fontes solúveis convencionais, já que o revestimento possibilita uma disponibilização gradativa (Silva et al., 2012).

Revestimentos de adubos podem ser tanto membranas semipermeáveis ou impermeáveis com minúsculos poros. Os principais problemas na produção de polímero revestindo fertilizantes são as escolhas do material de revestimento e o processo utilizado para aplicar esse revestimento ao grânulo do fertilizante. A liberação de nutrientes através de uma membrana de polímero não é significativamente afetada por propriedades do solo tais como pH, salinidade, textura, atividade microbiana, redox potencial, força iônica da solução do solo, mas pela temperatura e umidade e

permeabilidade do revestimento de polímero. Assim, é possível prever a liberação de nutrientes pelo revestimento de polímero dos fertilizantes para um determinado período de tempo (Trenkel, 2010).

Essa maior eficiência é proporcionada pela estrutura dos grânulos dos fertilizantes revestidos por polímeros, que, ao absorverem água do solo, solubilizam os nutrientes no interior das cápsulas, sendo gradativamente liberados por meio da estrutura porosa na zona da raiz, de acordo com a necessidade das plantas. Porém a eficiência da adubação não depende apenas das doses ou quantidades a serem aplicadas, outros fatores devem ser do conhecimento do técnico e/ou do agricultor para levar a um melhor uso dos adubos (Guareschi et al., 2011).

Os fertilizantes de liberação lenta não diferem daqueles convencionais quanto à época de aplicação, a diferença principal entre eles está na maior eficiência dos primeiros, que conferem menores perdas de nutrientes por lixiviação, volatilização e fixação, assim possibilitando redução da dose aplicada (Zahrani, 2000).

Segundo Reis (2013), a resposta do feijoeiro à adubação nitrogenada com ureia convencional e ureia revestida com polímero não apresentou diferença significativa de produtividade no feijoeiro e não influenciou no número de vagens por planta (NVP): a adubação com ureia convencional (UC 60 kg.ha⁻¹) proporcionou uma média de 07,41 vagens por planta e a adubação com ureia revestida com polímero (UR 60 kg.ha⁻¹) proporcionou uma média de 06,99 vagens por planta. Já os valores médios de população de plantas na colheita por metro (PPC) também não mostraram diferença significativa de produtividade: a adubação com ureia convencional (UC 60 kg.ha⁻¹) proporcionou uma média de 15,25 plantas por metro e a adubação ureia revestida com polímero (UR 60 kg.ha⁻¹) proporcionou uma média de 15,75 plantas por metro.

Bernardes et al., (2015) avaliou o efeito de diferentes fontes de nitrogênio, incluindo fontes tradicionais, fonte com inibidor de urease e de liberação lenta, na produtividade de grãos do feijoeiro irrigado, em sistema plantio direto, nas condições de Cerrado, no município de Santo Antônio de Goiás, tendo constatado que não houve influência significativa no número de vagens por planta, no número de grãos por vagem, na massa de 100 grãos e no estande final do feijoeiro, em razão das fontes nitrogenadas, já a produtividade de grãos do feijoeiro foi influenciada significativamente pelas fontes nitrogenadas. A utilização de ureia recoberta com polímero proporcionou maior

produtividade de grãos, $2.528 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$, tendo o resultado desta fonte diferido significativamente do tratamento testemunha (sem N), em que a produtividade de grãos do feijoeiro no tratamento sem aplicação de N, testemunha, foi de $1.835 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$.

3.4 MANEJO DE IRRIGAÇÃO – MÉTODO DO TANQUE CLASSE A (TCA)

Existem diversos métodos para determinar a quantidade necessária de água para a cultura do feijoeiro, sendo o tanque Classe A (TCA) um dos mais acessíveis. Na maioria das vezes, é um método que apresenta resultados superestimados da evapotranspiração, com acréscimos significativos na produtividade da cultura (Lopes et al., 2011).

O TCA é um método desenvolvido pelo Serviço Meteorológico Norte-Americano (U.S.W.B.), que disponibiliza uma estimativa dos efeitos combinados da radiação solar, do vento, da temperatura e da umidade relativa do ar. Se bem manejado, oferece resultados confiáveis para determinar a evapotranspiração de referência (Oliveira et al., 2008). Além da facilidade no manejo, é um método que apresenta baixo custo de implantação, possibilitando sua instalação próximo da cultura a ser irrigada. (Braga et al., 2008).

A ETo estimada por esse método necessita da evaporação da água (ECA) e do coeficiente do tanque (Kt), valores que variam conforme as condições climáticas e locais. As equações que determinarão o valor o Kt geralmente são embasadas na umidade relativa média do ar (URm), na velocidade do vento (U2), no comprimento da bordadura e no tipo de superfície em que o tanque foi colocado (grama ou solo nu) (Faria, 2012).

3.5 ÍNDICE DE ÁREA FOLIAR (IAF)

O índice de área foliar (IAF) pode ser correlacionado diretamente ao metabolismo da planta, produção de matéria seca e produtividade (Severino et al., 2004).

A análise de crescimento é fundamental para avaliar os efeitos de sistemas de manejo sobre as plantas, pois descreve as mudanças na produtividade vegetal, em função do tempo, o que não é possível com o simples registro do rendimento (Urchei et al., 2000).

Os métodos para determinar esse índice podem ser destrutivos ou não destrutivos. Os métodos destrutivos são mais simples e precisos (Malagi et al., 2011), enquanto os não destrutivos podem ser divididos em diretos e indiretos. Os diretos são representados rapidamente através de equipamentos portáteis, cujo uso é dificultado pelo seu alto custo. Os indiretos demandam maior tempo e mão de obra e são de difícil aplicação para diversas culturas (Oliveira et al., 2002).

Indiretamente, a área foliar pode ser obtida através de modelos de estimação da área foliar em função das dimensões lineares das folhas, conforme já desenvolvido em soja (Adami et al., 2008), em *Sida cordifolia* e *Sida rhombifolia* (Bianco et al., 2008), em *Curcuma alismatifolia* e *Curcuma zedoaria* (Pinto et al., 2008) e em crambe (Toebe et al., 2010).

Admitindo que a forma da folha seja uma característica morfológica específica, dependente da relação entre comprimento e largura e da quantidade de recortes na borda do limbo foliar, existe a necessidade de criar modelos para cada espécie (Pinto et al., 2008).

Quanto maior o valor de IAF, maior a área foliar para interceptação da radiação solar, podendo ainda estar correlacionado a um maior crescimento e produção da planta (Jadoski et al., 2012).

Bastos et al. (2002) encontraram valores máximos de IAF variando de 2,8 a 4,3 para a cultura do feijão caupi.

3.6 FERRAMENTA PARA ANALISE FOLIAR (AFSoft)

Segundo Embrapa (2009), o AFSoft é uma ferramenta para análise foliar. Com ele é possível analisar imagens digitais de folhas capturadas com a utilização de câmeras fotográficas digitais, scanners ou câmeras de vídeo. Formatos padrões de imagem podem ser utilizados incluindo bitmap e jpeg. As imagens coletadas são

analisadas individualmente, utilizando as ferramentas disponíveis. A identificação de regiões nas folhas com base e técnicas de processamento de imagens permite medir as áreas infestadas por pragas ou lesionadas por doenças, área de buracos, entre outras. Uma das principais características do AFSOft é a realização de análises em lotes de imagens, que utilizam técnicas baseadas em inteligência artificial para classificar os padrões encontrados nas folhas. O software também permite avaliações da evolução da cultura, e suas saídas simples facilitam a visualização dos resultados das análises. Os relatórios podem ser exportados para planilhas do tipo Microsoft Excel, permitindo a manipulação estatística dos dados obtidos.

Para cada cultura específica como soja, milho, cana-de-açúcar e florestas, são gerados padrões que permitem fazer automaticamente a análise da cultura. Esses bancos de dados permitem a identificação e a quantificação dos principais problemas que afetam tais culturas, tornando possível um diagnóstico preciso da situação para fundamentar a adoção de medidas corretivas. As imagens de folhas analisadas pelo sistema, quando georreferenciadas, podem gerar mapas que permitem a visualização da distribuição de doenças, áreas de maior incidência de ataques por insetos, entre outras. O AFSOft tem licença gratuita de utilização, podendo ser baixado na página da Embrapa Instrumentação Agropecuária (EMBRAPA, 2009).

4. MATERIAL E MÉTODOS

4.1 Localização e características do local

O experimento foi conduzido na Fazenda Experimental do Instituto Federal Goiano, Campus Ceres (GO), localizada na latitude S 15° 21' 00", longitude W 49° 35' 57" e altitude de 564 m, sob pivô central (Figura 1). O clima regional, segundo a classificação de Köppen, é do tipo Aw, ou seja, quente e semiúmido, com estações bem definidas. O solo da área experimental foi classificado como Nitossolo (EMBRAPA, 2013). Para fins de avaliação da fertilidade, foram coletadas amostras de solo na profundidade de 0 – 20 cm, com os seguintes resultados: areia (482 g.kg⁻¹); silte (40 g.kg⁻¹); argila (478 g.kg⁻¹); pH (5,62 em H₂O); M.O. (22 g.dm³); Ca (3,85 cmol.dm⁻³); Mg (1,94 cmol.dm⁻³); Al (0,00 cmol.dm⁻³); H + Al (3,80 cmol.dm⁻³); K (0,56 cmol.dm⁻³); T (10,15 cmol.dm⁻³), K (220,00 mg.dm⁻³); P (50,00 mg.dm⁻³); e V (62,57%), m (0,00%).



Figura 1: Localização do experimento na área do pivô central

4.2 Delineamento experimental e tratamentos utilizados

O delineamento experimental utilizado foi o de blocos casualizados, em um esquema fatorial 3x4, três formas de aplicação (total na semeadura, total em cobertura e 50% na semeadura e 50% em cobertura), quatro doses de N (0, 60, 120 e 180 kg ha⁻¹) com 4 repetições. A adubação de cobertura foi feita no estágio fenológico V4 (terceiro trifólio totalmente desenvolvido). A fonte utilizada de adubação nitrogenada foi o produto Novatec Solub 45, fertilizante granulado que tem tecnologia para estabilização do nitrogênio, tratado com inibidor da nitrificação chamado dimetilpirazolfosfato (DMPP). O DMPP deixa o N estabilizado na forma de NH₄⁺ por um período de oito semanas no solo, tecnologia que se baseia na inibição da conversão de amônio em nitrato para que haja diminuição de perdas. Isso faz com que o nitrogênio não passe para forma de nitrato e permaneça na forma de amônio, o que diminui as perdas de nitrogênio por lixiviação e aumenta a eficiência de absorção desse nutriente pelas plantas.

As coletas para a análise de crescimento ou índice de área foliar foram feitas quinzenalmente em seis estágios de crescimento, de 21 até 87 dias após a emergência (DAE). Nos anos 2015 e 2016, as coletas ocorreram aos 21, 29, 43, 57, 71 e 87 dias após a emergência. O delineamento experimental utilizado foi o de blocos casualizados, em um esquema fatorial 3x4x6, quatro doses de N (0, 60, 120 e 180 kg ha⁻¹), três formas de aplicação (total na semeadura, total em cobertura e 50% na semeadura e 50% em cobertura) e seis épocas de coleta (21, 29, 43, 57, 71 e 87), com 4 repetições.

As parcelas foram constituídas de seis linhas de cinco metros. As avaliações foram feitas nas quatro linhas centrais, sendo duas linhas para determinação dos componentes de produção e produtividade e duas linhas para as coletas de plantas para análise de crescimento, desprezando 0,50 m de bordadura nas extremidades.

4.3 Condução do experimento

A semeadura da cultivar BRS Estilo foi feita em 21/07/2015 e 02/06/2016, com espaçamento de 0,50 m entrelinhas, 15 sementes por metro, para obtenção de 240 mil plantas.ha⁻¹. As sementes foram tratadas com cruiser (TIAMETOXAM), (200 mL por 100 kg de sementes) e maxim (FLUDIOXONIL + METALAXYL-M) (200 mL por 100 kg de sementes). A emergência das plantas ocorreu em 28/07/2015 e 06/06/2016,

respectivamente.

A adubação química básica nos sulcos de semeadura foi calculada de acordo com as características químicas do solo e levando em consideração as recomendações de Buso et al. (2014). Foram aplicados 16 kg de N, 120 kg de P_2O_5 e 64 kg de K_2O ha^{-1} na semeadura do adubo formulado 4-30-16.

A adubação nitrogenada, dependendo do tratamento, foi feita na semeadura ou em cobertura, ou ainda parcelada na semeadura e em cobertura. A aplicação em cobertura foi feita 20 dias após a emergência das plantas.

O controle das plantas daninhas que surgiram na área foi feito por aplicações dos herbicidas flex (FOMESAFEM, 1 $L.ha^{-1}$) mais fusilade (FLUAZIFOP-P-BUTIL, 1,5 $L.ha^{-1}$), em 19/08/2015 e 23/06/2016. O controle de insetos e doenças foi feito segundo recomendações técnicas para a cultura.

O fornecimento de água foi feito por sistema de pivô central. A evaporação de água (ECA) foi obtida diariamente do TCA instalado na Estação Meteorológica do IF Goiano - Campus Ceres – GO, distante aproximadamente 600 m da área experimental. O coeficiente do tanque classe A (K_p) é função da área circundante, velocidade do vento e umidade relativa do ar. As lâminas de irrigação foram calculadas com base em diferentes coeficientes de cultura (K_c), distribuídos em diferentes estádios de desenvolvimento da planta e na evapotranspiração a 100% do TCA, variando o K_c da cultura de 0,4 nos primeiros estádios de desenvolvimento a 1,15 na maior fase de desenvolvimento de enchimento de grãos. O turno de rega foi de dois dias, e as lâminas de irrigação utilizadas variaram conforme a leitura da evaporação de água do TCA durante os dois dias do turno de rega. No ciclo total, foram gastos 394,56 mm no ano de cultivo de 2015 e 427,18 mm no ano de cultivo de 2016, no ano de 2016 houve duas chuvas, uma com 35 mm e outra com 26 mm.

4.4 Avaliações realizadas

Componentes de produção

Por ocasião da colheita, foram coletadas seis plantas aleatoriamente nas duas linhas e levadas para laboratório para determinação do número de vagens por planta, do número de grãos por vagem, massa de 1000 grãos e da altura de plantas (medida do nível do solo ao ápice da planta).

Produtividade

As plantas da área útil de cada parcela foram arrancadas manualmente e deixadas para secar a pleno sol. Após a secagem, elas foram submetidas à trilhagem mecânica, os grãos foram pesados e os dados, transformados em $\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$.

Massa Seca

Por ocasião das coletas para análise de índice de área foliar, em local predeterminado, na área útil das parcelas, duas plantas foram coletadas, levadas ao laboratório, separadas as folhas para a análise de índice área foliar, restando os folíolos + ramos + caules + legumes. Elas foram acondicionadas em sacos de papel devidamente identificados e colocados para secar em estufa de ventilação forçada, à temperatura média de 60 – 70 °C, até atingir massa constante, posteriormente foram pesadas.

Índice de Área Foliar

As coletas para análise de crescimento ou índice de área foliar foram feitas quinzenalmente em seis estágios de crescimento, de 21 até 87 dias após a emergência (DAE).

Para determinação do IAF, foram retiradas as folhas das duas plantas coletadas em local predeterminado dentro da área útil da parcela, posteriormente, estas folhas foram dispostas sobre papel milimetrado com uma parte horizontal de vidro transparente, de modo que a parte horizontal ficasse acima das folhas das plantas, sendo, assim, fotografadas para serem processadas pelo programa AFSOft (Figura 2).

A superfície ocupada pelas folhas das plantas foi delineada sobre a mesa com caneta utilizada em dispositivos, e a área foi determinada pela contagem do número de quadrículas abrangida pela superfície demarcada na mesa. A relação entre a área demarcada na mesa e a área da mesa fornecia a estimativa da superfície coberta pelas plantas.



Figura 2: Imagem das folhas para determinar o índice de área foliar (IAF)

4.5 Procedimentos estatísticos

Os dados dos componentes de produção e características agronômicas foram submetidos à análise de variância e as médias, comparadas pelo teste de Tukey a 5%. Também foram ajustadas equações de regressão em função das doses de N aplicadas.

Os dados da matéria seca total (MST) e do índice de área foliar (IAF) obtidos foram analisados pelo teste de Tukey a 5% entre as formas de aplicação de nitrogênio e pela regressão não linear entre os DAE.

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A Tabela 1 apresenta o resumo da análise de variância (ANOVA), com valores e significância do quadrado médio, para as características agronômicas e produtividade do feijoeiro para safra de 2015. Analisando a forma de aplicação e as doses de nitrogênio, nota-se que não ocorreu interação significativa entre todas as características agronômicas avaliadas. Para as regressões em função das doses, foi significativa para a variável altura de plantas, cujo melhor ajuste foi o quadrático. A variável produtividade se ajustou ao modelo linear. Para as demais variáveis avaliadas, não ocorreram ajustes aos modelos linear e quadrático.

Tabela 1. Resumo da ANOVA com valores e significância de quadrado médio para altura de plantas (cm), número de vagens por planta (NVP), número de grãos por vagem (NGV), massa de mil grãos (g) e produtividade de grãos (kg ha⁻¹) de feijoeiro comum (cultivar Estilo), doses e formas de aplicação de nitrogênio para a safra de 2015

Variáveis	Quadrado médio do erro ¹			Regressão	
	Formas de Aplicação de N	Doses de N	Interação	Linear	Quadrática
AP	110.8158 ^{ns}	401.7522*	92.5447 ^{ns}	Ns	*
NVP	66.9608*	4.0389 ^{ns}	11.4564 ^{ns}	Ns	Ns
NGV	1.5676*	0.8864 ^{ns}	1.7104 ^{ns}	Ns	Ns
M1000	48.4375 ^{ns}	186.1111 ^{ns}	613.7153 ^{ns}	Ns	Ns
PROD	123361.58 ^{ns}	2586636.97*	117475.81 ^{ns}	*	Ns

*Significativo pelo teste Tukey (p=0,05); ns = não significativo.

O resumo da análise de variância apresentado na Tabela 2 é referente à safra de 2016, segundo ano de cultivo, com valores e significância do quadrado médio. Para a forma de aplicação de nitrogênio, ocorreu interação significativa somente para a variável altura de plantas. Com relação às doses de nitrogênios, ocorreu diferença significativa para as variáveis altura de plantas e produtividade. Para as regressões, ocorreu ajuste linear quando as doses de N foram parceladas; para as demais formas de aplicação de N, o ajuste foi quadrático para altura de plantas; e para a variável produtividade, os dados se ajustaram ao modelo quadrático.

Tabela 2. Resumo da ANOVA com valores e significância de quadrado médio para altura de plantas (cm), número de vagens por planta (NVP), número de grãos por vagem (NGV), massa de mil grãos (g) e produtividade de grãos (kg ha⁻¹) de feijoeiro comum (cultivar Estilo) em razão de anos de cultivos, doses e formas de aplicação de nitrogênio na safra de 2016

Variáveis	Quadrado médio do erro ¹			Regressão	
	Formas de Aplicação de N	Doses de N	Interação	Linear	Quadrática
AP	2347.7115*	1107.7288*	234.6401*	*	*
NVP	27.0833 ^{ns}	10.4119 ^{ns}	27.7711 ^{ns}	Ns	Ns
NGV	2.1640*	0.4165 ^{ns}	0.8269 ^{ns}	Ns	Ns
M1000	770.0563 ^{ns}	437.6091 ^{ns}	1288.1672 ^{ns}	Ns	Ns
PROD	379534.36 ^{ns}	1441040.92*	44686.24 ^{ns}	Ns	*

¹* Significativo pelo teste F (p=0,05); ns = não significativo.

Os resultados das características agrônômicas do feijoeiro analisadas na safra de 2015 são apresentados na Tabela 3. Para altura de plantas, não ocorreu diferença quando se aplicou N na semeadura, em cobertura ou de forma parcelada. Ramos et al. (2014), trabalhando com três cultivares do grupo carioca (IPR Juriti, IAC Alvorada e BRS Requite) e aplicação de N 100% na semeadura e 100 do N aos 25 DAE (dose de 100 kg.ha⁻¹ de N), não encontraram diferença na altura de plantas quando variou a época de aplicação de N, tendo a altura de plantas variado de 66,71 a 70,85 cm, respectivamente. Na presente pesquisa, a altura de planta encontrada, Tabela 3, propicia colheita mecanizada, porém plantas altas apresentam maior índice de acamamento causado pela ação de vento, em relação a plantas de menor porte.

Com relação ao número de vagens por planta (NVP), safra de 2015, Tabela 3, houve diferença significativa entre as formas de aplicação utilizadas, tendo a aplicação de N 100% na semeadura apresentado maior número de vagens (17,69), evidenciando que a disponibilização de N na semeadura contribui para o aumento na quantidade de vagens. Buzzetti et al. (1992) mencionam que o feijoeiro requer um suprimento adequado de nitrogênio tanto para o atendimento do seu crescimento como para a formação de vagens e grãos. Ramos et al. (2014) não encontraram diferença quando aplicaram 100% do N na semeadura e 100% aos 25 DAE, cujas médias foram 14,51 e 13,13 vagens por planta, respectivamente, com uso de 100 kg.ha⁻¹ de N.

Tabela 3. Altura de planta (cm), número de vagens por planta, número de grãos por vagem, massa de 1000 grãos e produtividade (kg.ha⁻¹) da cultura do feijão sob diferentes tipos de formas de aplicação e doses de N na safra de 2015

Forma de Aplicação N	Altura planta (cm)	Número vagens (planta ⁻¹)	Número grãos (vagem ⁻¹)	Massa 1000 grãos (g)	Produtividade (kg ha ⁻¹)
100% Base	110,97 A	17,69 A	4,66 A	221,87 A	1623,00 A
100% Cobertura	113,04 A	13,60 B	4,43 A	225,31 A	1590,75 A
50% Base + 50% Cobertura	107,81 A	15,49 AB	5,05 A	224,06 A	1756,37 A
Dose de N (kg ha⁻¹)					
0	102,07	14,91	4,69	220,83	1183,71
60	114,55	15,45	4,54	220,83	1413,00
120	113,73	16,31	5,10	229,17	1785,33
180	112,08	15,68	4,51	224,17	2245,33
CV(%)	7,81	20,13	16,50	9,20	18,89

CV (%): Coeficiente de Variação. Médias seguidas de letras maiúsculas diferentes na mesma coluna diferem entre si pelo teste Tukey a 5% de probabilidade.

Em 2015, o NVP não foi influenciado pelas doses de nitrogênio aplicadas (Tabela 3). De acordo com Portes (1996), esta característica sofre influência da adubação nitrogenada, visto que, quando o feijoeiro apresenta deficiência de N, ele produz menos flores e, conseqüentemente, menos vagens. Ramos et al. (2014) observaram diferença entre o tratamento sem aplicação de N e o tratamento com 100 kg.ha⁻¹ de N (12,20 e 14,51 vagens por planta, respectivamente) e relataram ainda que a adubação nitrogenada contribuiu positivamente para o aumento do número de vagens por planta.

No número de grãos por vagem, não houve ajuste das equações de regressão em função das doses de nitrogênio aplicadas (Tabela 3). A forma de aplicação de N parcelada, 50% semeadura e 50% cobertura, apresentou média de 5,05, a adubação toda na semeadura apresentou média de 4,66 e a adubação toda em cobertura apresentou média de 4,43 (Tabela 3). Ramos et al. (2014) observaram que o N influenciou esta variável, cujos valores foram de 3,64 e 3,60 grãos por vagem, para dose 0 e 100 kg.ha⁻¹ de N, respectivamente; para aplicação de N com 100% na semeadura e 100% em cobertura aos 25 DAE, os autores não encontraram diferença para esta variável.

Segundo Andrade et al. (1998), o número de grãos por vagem é pouco influenciado pelo ambiente por ser um caráter de alta herdabilidade genética.

Na massa de 1000 grãos, para as doses de nitrogênio aplicadas, não ocorreu ajuste aos modelos linear e quadrático. Crusciol et al. (2001) não observaram efeito significativo das doses (0, 40, 80, 120, 160, 200 e 240 kg.ha⁻¹) como das épocas de aplicação, aos 22 DAE, o que mostra que essa característica apresenta menor variação porcentual decorrente das alterações no meio de cultivo. Crusciol et al. (2001) encontraram para massa de 100 grãos as médias 19,4g, 18,9g e 20,1g para nitrogênio em sementeira, e para nitrogênio em cobertura, as médias 19,1g, 19,7g e 19,6g. Não ocorreu diferença quando se variou a época de aplicação de N, Tabela 2, cujas médias para nitrogênio todo na sementeira foram de 221,87g e de 225,31g para nitrogênio todo em cobertura. Ramos et al. (2014) também não observaram diferença para esta variável, quando foram aplicados 100 kg.ha⁻¹ de N todo na sementeira ou todo em cobertura aos 25 DAE.

A Tabela 4 apresenta os resultados de altura de plantas na safra do feijoeiro, ano de 2016, sob diferentes formas de aplicação e doses de adubação nitrogenada, não tendo ocorrido interação significativa entre doses de N e formas de aplicação. A aplicação de N 100% na sementeira proporcionou maior altura de plantas, independentemente das doses de N aplicadas, pois ocorreu maior disponibilidade de N no início de seu desenvolvimento, mas plantas de maior altura não influenciaram na produtividade.

Tabela 4. Altura de planta (cm) da cultura do feijão sob diferentes tipos de formas de aplicação e doses de N na safra de 2016

Dose de N (kg ha ⁻¹)	Forma de aplicação de N		
	100 % sementeira	100% cobertura	50% sementeira + 50% cobertura
0	92,49 Aa	72,14 Ab	86,96 Aa
60	122,37 Aa	99,00 Ab	86,37 Ac
120	114,71 Aa	101,77Ab	90,00 Ac
180	118,20 Aa	101,68 Ab	92,83 Ab
CV (%)	5,24		

CV (%): Coeficiente de Variação. Letras maiúsculas comparam médias dentro de cada coluna e minúsculas comparam médias em cada linha ao nível de 5% de probabilidade de erro pelo teste Tukey.

A altura de plantas na safra de 2015 foi influenciada pelas doses de nitrogênio, Figura 3, Tabela 3, tendo sido obtidas as médias 102,07; 114,55; 113,73 e 112,08 cm para as doses 0, 60, 120 e 180 kg.ha⁻¹, respectivamente. Soratto et al. (2001) constataram que a aplicação de N em cobertura em épocas distintas (15, 25 e 35 DAE) proporcionou efeito significativo na altura de plantas, obtendo as seguintes médias com as seguintes doses 0, 80, 120 e 160 kg.ha⁻¹, respectivamente, 82,83 cm, 81,50 cm, 86,63 cm e 81,28 cm. Soratto et al. (2006), trabalhando com diferentes épocas de semeadura, obtiveram maiores produtividades relacionadas a plantas mais robustas. Este resultado é justificado pelo fato de plantas maiores e com maior quantidade de ramificações serem capazes de produzir maior número de estruturas reprodutivas (Portes, 1996).

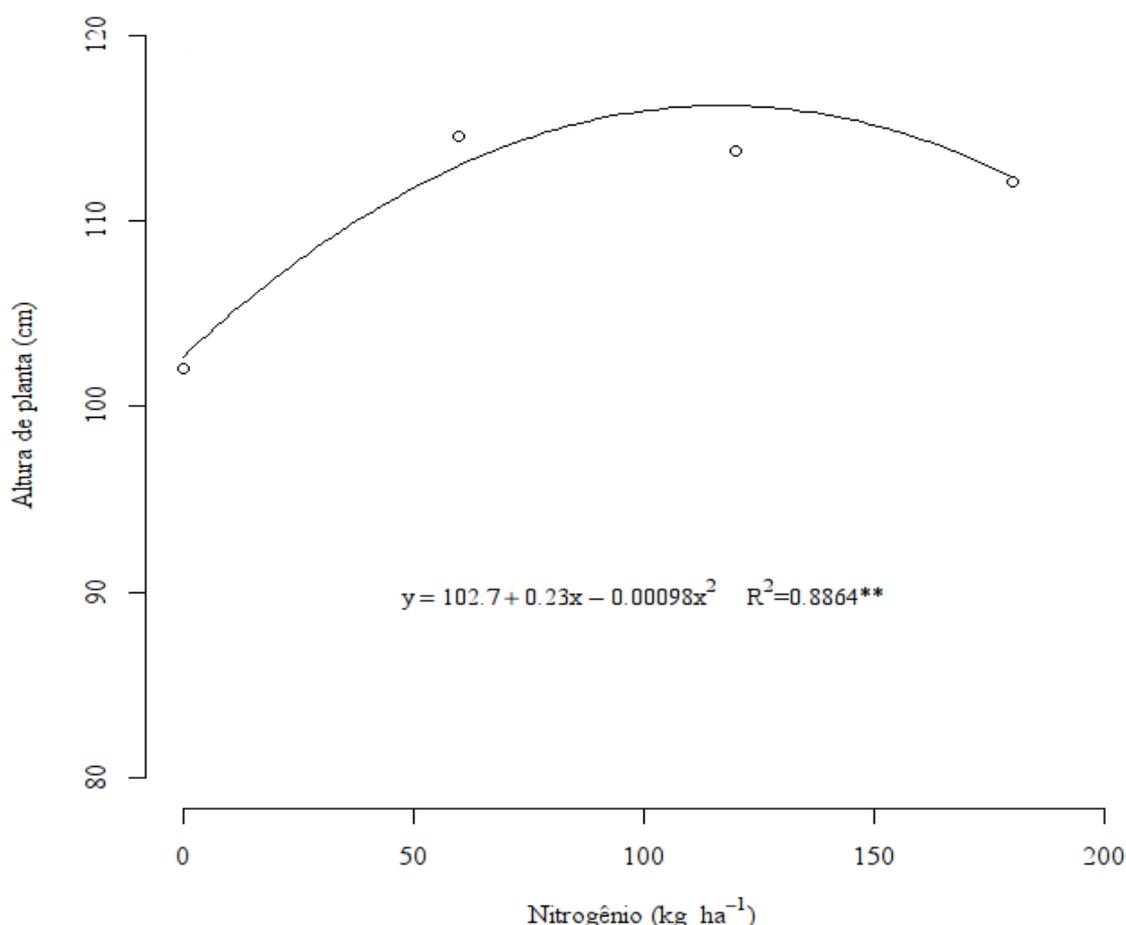


Figura 3. Altura de plantas de feijoeiro comum (cv. BRS Estilo) com aplicação de nitrogênio em diferentes doses na safra de 2015

Com relação às doses de nitrogênio, os dados se ajustaram a uma função quadrática, atingindo um máximo com a dose de 117,97 kg.ha⁻¹, Figura 3, com aumento

inicial na altura de plantas, atingindo um máximo para depois ocorrer um decréscimo em doses mais altas.

Na safra de 2016, quando foi parcelada a adubação de N, os dados se ajustaram ao modelo linear, mostrando que, conforme foi aumentada a dose de nitrogênio, a altura de planta foi aumentada (Figura 4). Já quando o nitrogênio todo foi aplicado na semeadura ou todo em cobertura, os dados se ajustaram ao modelo quadrático. Para a aplicação de 100% de N na semeadura, a dose que proporcionou maior altura foi de 122,22 kg.ha⁻¹ de N, e para 100% em cobertura, foi de 187,5 (Figura 11).

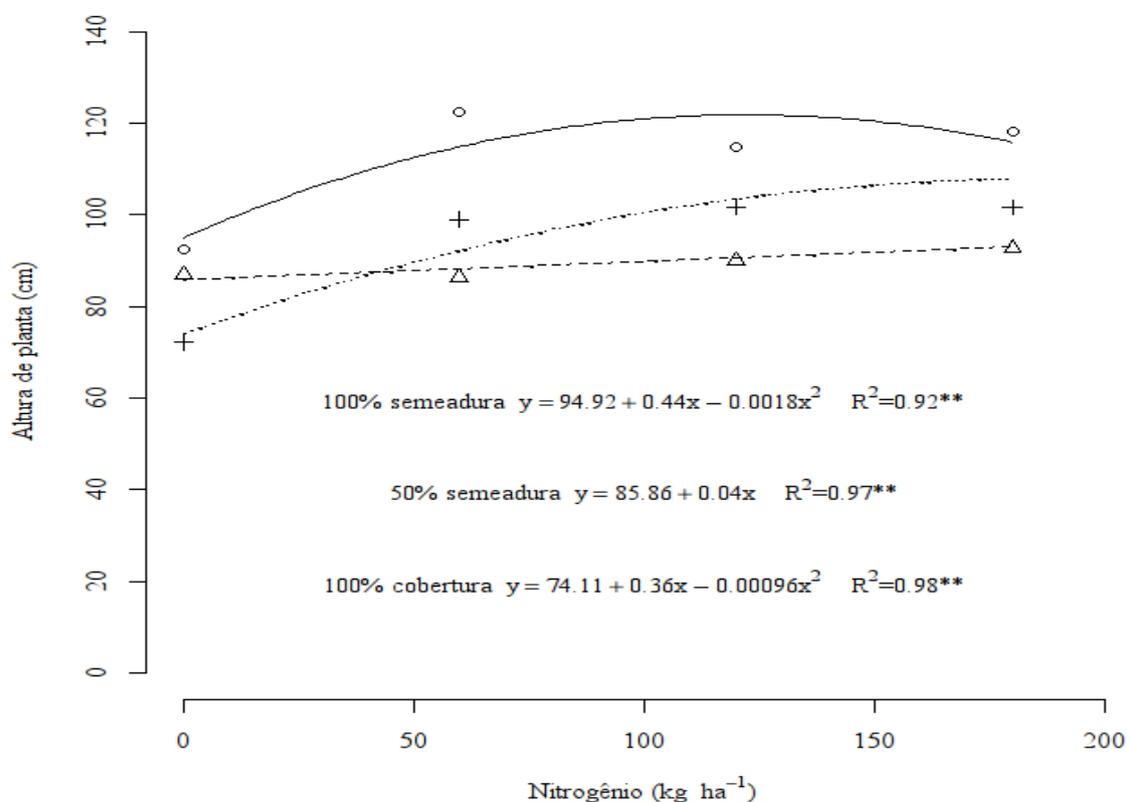


Figura 4. Altura de plantas de feijoeiro comum (cv. Estilo) em diferentes doses recebendo aplicação de nitrogênio em três formas durante safra de 2016

Desta forma, com a presente pesquisa, vale ressaltar que a aplicação de todo o N na semeadura pode ser uma prática adotada pelos produtores sem acarretar perdas de produtividade e ainda contribuir para a redução de custos operacionais. Para produtividade, não houve diferença significativa entre as formas de aplicação de nitrogênio (Tabela 3).

Verificou-se na safra de 2015 que a produtividade se ajustou de forma linear (Figura 5). Por essa equação, tem-se aumento na produtividade de grãos conforme se

aumenta a dose de nitrogênio. Segundo Ramos et al. (2014), é importante ressaltar que a não diferenciação da testemunha (dose zero de N) em relação a alguns tratamentos pode ter sido devida ao nitrogênio proveniente da fixação biológica ou da mineralização da matéria orgânica, que poderia ter fornecido quantidades suficientes de N para atender às necessidades da planta. Os mesmos autores também não observaram diferença entre a aplicação de 100 kg.ha⁻¹ de N todo na semeadura ou em cobertura.

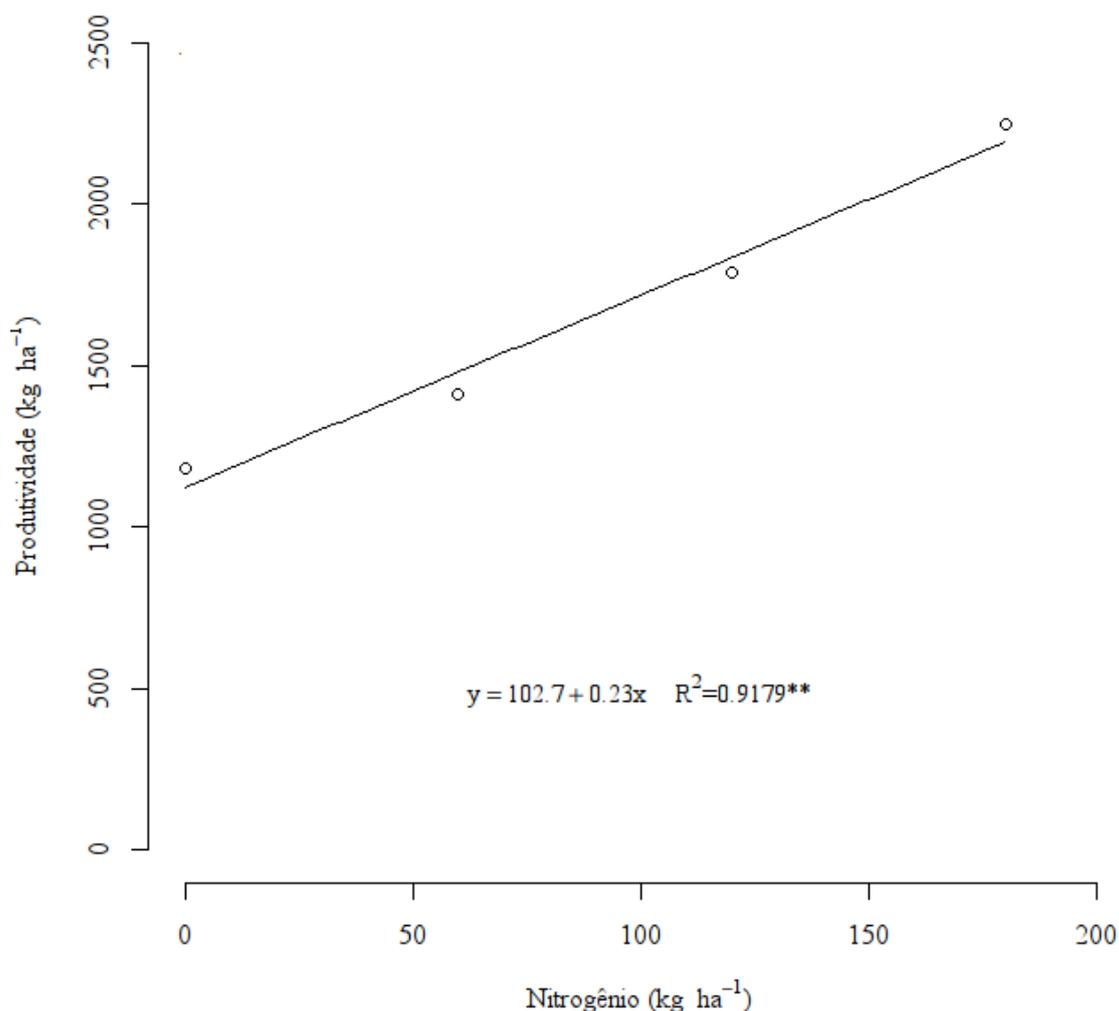


Figura 5. Produtividade de grãos de feijoeiro comum (cv. Estilo) em função de doses de N aplicado na safra de 2015

Fiorentin et al. (2011), trabalhando com doses de N (0, 40, 80, 120 e 160 kg.ha⁻¹ de N na forma de ureia) aplicadas no estágio V4 (50% das plantas com quatro trifólios completamente abertos) na cultivar pérola, constataram que a produtividade variou de 1.892 a 2.151 kg.ha⁻¹ de grãos e não apresentou diferença estatística. Os autores justificam que a não influência da adubação nitrogenada pode ter sido causada

pela presença de resíduos de N resultante da cultura anterior ao feijoeiro, que foi o milho.

Quanto à produtividade de grãos, verificou-se que, na safra de 2016, as doses de nitrogênio utilizadas se ajustaram melhor ao modelo quadrático $Y = -0,049x^2 + 12,15x + 1799,63$, Figura 6, e a dose que proporcionou máxima produtividade foi de 123,98 kg.ha⁻¹ de N. Estes resultados evidenciam que doses acima das estimadas pela equação não representam ganhos de produtividade para as condições em que a pesquisa foi conduzida. Os resultados do presente trabalho estão em consonância com os obtidos por Arf et al. (1992), Diniz et al. (1996) e Andrade et al. (1998), os quais verificaram que a aplicação de adubo nitrogenado no feijoeiro apresentou efeito positivo sobre a produtividade de grãos. Moreira et al. (2013) verificaram aumento linear da produtividade de grãos independentemente da forma de aplicação de N.

Farinelli & Lemos (2010), trabalhando com a cultivar pérola e doses de N (0, 40, 80, 120 e 160 98 kg.ha⁻¹ de N na forma de ureia), também verificaram ajuste quadrático para a produtividade, e a dose que proporcionou máxima produtividade foi de 185,98 kg.ha⁻¹ de N. Barbosa et al. (2011), trabalhando com a cultivar pérola e doses de N (0, 30, 60, 90, 120 e 150 kg.ha⁻¹ de N na forma de ureia) aplicadas aos 20 DAE, encontraram ajuste quadrático, e a dose que proporcionou máxima produtividade de grãos foi de 144 kg.ha⁻¹ de N.

Conforme relatado por Moreira et al. (2013), em sistemas irrigados de inverno, o fornecimento de doses de N em semeadura pode suprir a carência nitrogenada do feijoeiro, implicando redução ou substituição da necessidade de adubação nitrogenada de cobertura. Essa afirmação pode ser justificada pela redução dos processos de perda do N no solo por volatilização e lixiviação no período de inverno em sistemas irrigados. De acordo com os mesmos autores, a água fornecida via irrigação pode facilitar a incorporação do fertilizante nitrogenado ao solo.

A adubação convencional e a inexistência de precipitação pluviométrica excessiva no período de inverno implicam menor perda de N no perfil do solo por lixiviação. Os resultados são concordantes também com os de Sá et al. (1982), que ressaltam a importância do nitrogênio na nutrição da cultura do feijão, sugerindo sua adição na semeadura e em cobertura.

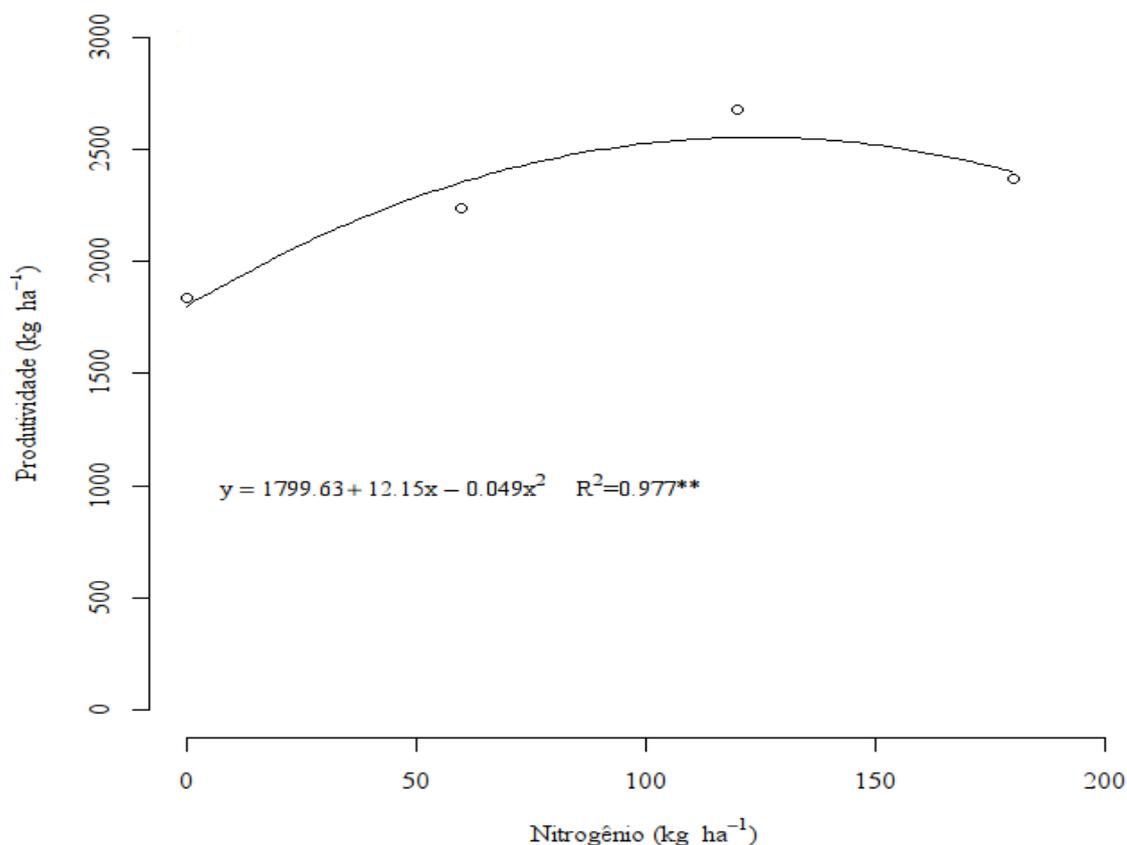


Figura 6. Produtividade de grãos de feijoeiro comum (cv. Estilo) em razão de doses de N aplicada na safra de 2016

A Tabela 5 mostra que não houve diferença significativa para as variáveis analisadas para índice de área foliar.

Tabela 5. Resumo da ANOVA com valores e significância de F para formas de aplicação, Dose, DAE para índice de área foliar para o ano de 2015

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
Aplicação	2	42,0514	21,0257	0,414	0,661
Dose	3	134,0480	44,6826	0,880	0,425
DAE	5	290678,16	58135,63	1144,7	0,000
Bloco	3	84,8646	28,2882	0,557	0,643
Aplicação x Dose	6	90,2222	15,0371	0,296	0,938
Dose x DAE	10	610,600	58,0380	1,202	0,319
Apli x Dose x DAE	30	1232,8579	50,7840	0,809	0,750
Erro	213	10816,992			

¹* Significativo pelo teste F (p=0,05); ns = não significativo.

A Figura 7 apresenta a produção de matéria seca total (MST) em kg.m^{-2} , analisando as formas de aplicação da adubação nitrogenada por dias de cultivo do ciclo do feijoeiro, cultivar BRS Estilo.

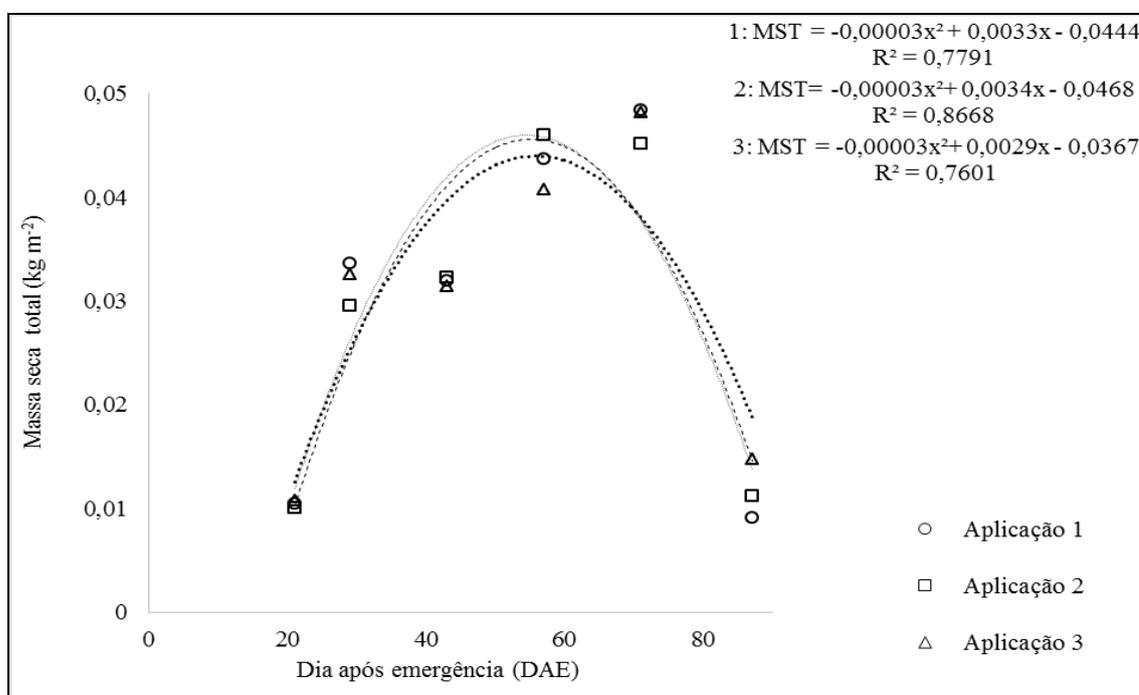


Figura 7. Produção de matéria seca total (kg.m^{-2}) durante o ciclo de produção, para as diferentes formas de aplicação da adubação nitrogenada na cultura do feijão, para a safra de 2015

*Aplicação 1 – Adubação nitrogenada com 100% do adubo na semeadura

*Aplicação 2 – Adubação nitrogenada com 100% do adubo em cobertura

*Aplicação 3 – Adubação nitrogenada parcelada 50% semeadura e 50% cobertura

Em relação à matéria seca total (MST) na safra de 2015, nos diferentes tratamentos, não houve diferenças de MST quanto às formas de aplicação da adubação nitrogenada.

A Figura 7 mostra que o N todo aplicado em cobertura proporcionou maior teor de matéria seca total, havendo declínio de produção de matéria seca.

Observa-se que, na primeira fase, o crescimento inicial de MST foi lento. Nessa fase, que vai até os 21 DAE, a taxa de absorção de água e nutrientes é pequena para ativar os processos fisiológicos do crescimento, que exigem atividades metabólicas aceleradas (Sant'ana, 2008). Este fato pode ser explicado por Vieira & Teixeira (2004), os quais citam que tanto os adubos revestidos com polímeros quanto os sem revestimento não provocam diferença no MST quanto à época de aplicação.

A partir de 38 dias após emergência do feijoeiro, iniciam-se as diferenças na produção de massa da matéria seca. No início da floração, quando a planta alcança a idade de 43 a 57 DAE, o crescimento na variável MST foi mais rápido, e é quando as necessidades hídricas e nutricionais da planta aumentam. Nessa fase, estão formados o caule principal, os ramos e as folhas trifolioladas, bem como as tríades de gemas na axila de cada folha (Sant'ana, 2008).

Na terceira fase, que vai de 43 a 57 DAE, Figura 7, observa-se crescimento mais intenso, atingindo o máximo de matéria seca total aos 71 DAE. Posteriormente, a planta inicia o processo de senescência, que se reflete, inicialmente, na paralisação da produção de matéria orgânica. A partir daí, começam a prevalecer os fenômenos de translocação em substituição ao crescimento (Lopes et al. 1982). Nota-se que, no final do ciclo do feijoeiro, aos 87 DAE, houve decréscimo de produção de matéria seca, chegando a baixos níveis de MST (Figura 7). Fato também observado por Garcia et al. (2008), que explica o decréscimo da massa seca devido ao desenvolvimento fenológico da cultura, que decorre do surgimento de estruturas não assimilatórias, como vagens e sementes, além do autossombreamento e da queda das folhas.

A Tabela 6 apresenta o índice de área foliar e matéria seca total em 2016.

Tabela 6. Resumo da Análise de variância ANOVA com valores e significância de F para formas de aplicação, Dose, DAE na safra de 2016

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
Aplicação	2	0,00049	0,000246	0,732	0,4820
Dose	3	0,0020	0,000691	2,054	0,1073
DAE	5	0,1274	0,025486	75,818	0,0000
Aplicação x Dose	6	0,001276	0,000213	0,633	0,7040
Aplicação x DAE	10	0,005075	0,000507	1,510	0,1373
Dose x DAE	15	0,006780	0,000452	1,345	0,1776
Apli x Dose x DAE	30	0,011556	0,000385	1,146	0,2841
Erro	216	0,072609	0,000336		
CV (%)	45,38				

¹* Significativo pelo teste F (p=0,05); ns = não significativo.

A Figura 8 apresenta a produção de matéria seca total (MST) em kg.m^{-2} , analisando as diferentes doses da adubação nitrogenada por dias de cultivo do ciclo do feijoeiro, cultivar BRS Estilo.

Não houve diferença entre as doses de nitrogênio aplicadas durante o todo período reprodutivo da cultura (Figura 8). Reis (2013) também fez diversas análises com feijoeiro utilizando ureia convencional e revestida com polímero e observou que para os diferentes tipos de adubos nitrogenados usados, não ocorreu diferença significativa.

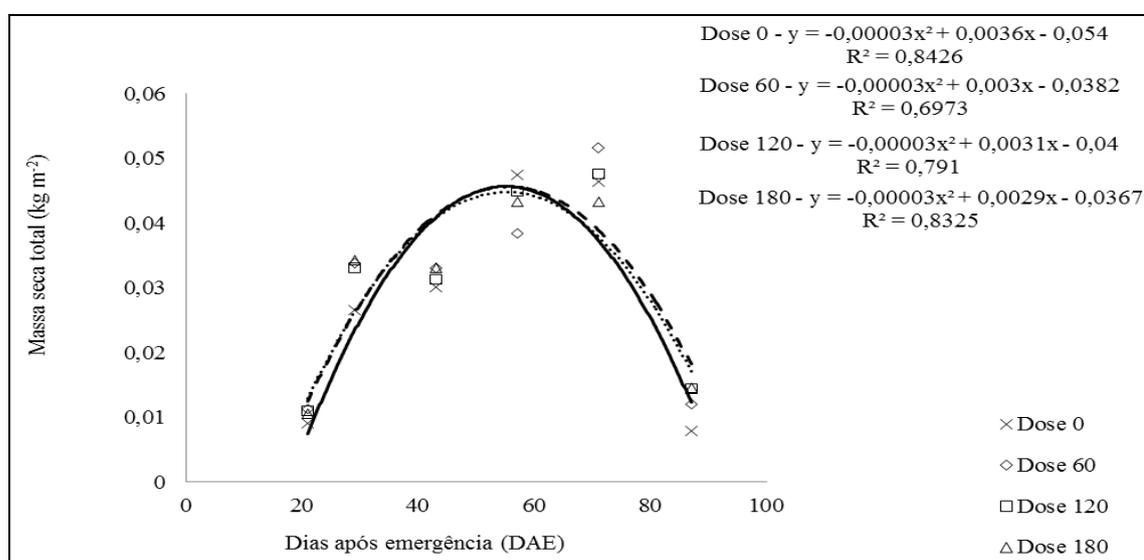


Figura 8. Produção de matéria seca total (kg.m^{-2}) durante o ciclo de produção, para as diferentes doses de nitrogênio, na cultura do feijão no ano de 2015

Cantarela (2007) explica que quando se trata de culturas que têm grande demanda de N em curto período de tempo, essas diferenças significativas podem não ser evidenciadas.

O valor de IAF máximo ocorreu aos 43 DAE, para a dose de 180 kg.ha^{-1} de N com $87,36 \text{ (m}^2 \text{ de folha.m}^{-2} \text{ de área da planta)}$. A dose de 0 kg.ha^{-1} foi a que apresentou, entre 21 e 29 DAE, os menores IAF em relação aos demais tratamentos. Nota-se, então, que os valores de IAF máximos, nesta cultivar de feijoeiro, situaram-se entre 43 e 57 DAE, coincidindo com o período de enchimento de grãos (Figura 8). O IAF aumentou de $7,6183 \text{ (m}^2 \text{ de folha.m}^{-2} \text{ de área da planta)}$ para $87,3607 \text{ (m}^2 \text{ de folha.m}^{-2} \text{ de área da planta)}$, média máxima alcançada aos 43 DAE. Jauer et al. (2003) verificaram que altas médias alcançadas se devem ao aumento do número de folhas e à expansão do limbo foliar. Por outro lado, o decréscimo desta média é devido à redução da emissão de

folhas e também à intensificação da senescência.

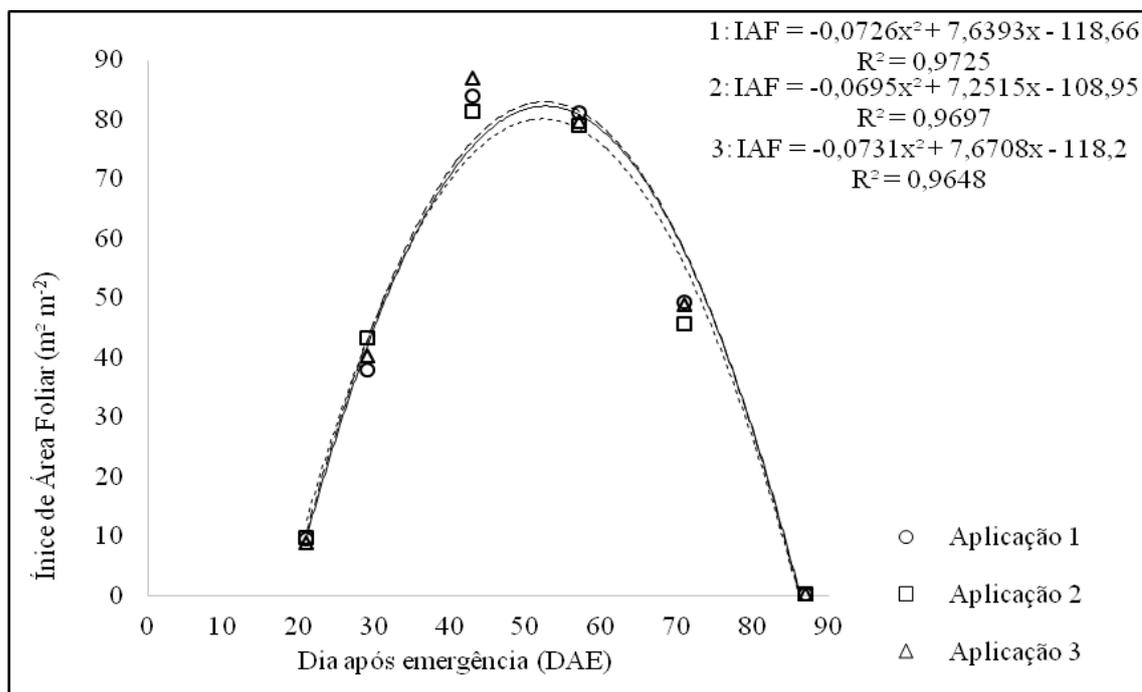


Figura 9. Índice de área foliar (m^2 de folha. m^2 de área da planta) durante o ciclo de produção, para as diferentes formas da adubação nitrogenada, na cultura do feijão no ano de 2015

*Aplicação 1 – Adubação nitrogenada com 100% do adubo na sementeira

*Aplicação 2 – Adubação nitrogenada com 100% do adubo em cobertura

*Aplicação 3 – Adubação nitrogenada parcelada 50% sementeira e 50% cobertura

A Figura 9 apresenta o gráfico do índice de área foliar, IAF (m^2 de folha. m^{-2} de área da planta), analisando as diferentes formas de aplicação da adubação nitrogenada por dias de cultivo do ciclo do feijoeiro na safra de 2015.

A forma de aplicação da adubação nitrogenada não influenciou, significativamente, também o índice da área foliar (IAF), aos 21, 29, 43, 57, 71 e 87 DAE, mostrando que nenhuma das três formas de aplicação influenciou o índice de área foliar, IAF (m^2 de folha. m^{-2} de área da planta), em nenhuma das datas de coleta. O mesmo também pôde ser constatado por Santi et al. (2013), que avaliaram o crescimento do feijoeiro em função da época de aplicação do adubo nitrogenado. Seus dados mostram que, assim como neste projeto, não houve diferença significativa para nenhum dos tratamentos, independentemente da época de aplicação do nitrogênio.

Os dados se ajustaram a funções quadráticas para as três diferentes formas de aplicação, sendo que, quando se aplicou o nitrogênio parcelado, 50% sementeira e 50%

cobertura, se obteve maior índice de área foliar, 83,04 (m^2 de folha. m^{-2} de área da planta), aos aproximadamente aos 52 DAE; para aplicação total em cobertura, o índice de área foliar foi de 82,30 (m^2 de folha. m^{-2} de área da planta), aproximadamente aos 52 DAE; e, posteriormente, para aplicação do nitrogênio todo em cobertura, este índice foi 80,20 (m^2 de folha. m^{-2} de área da planta), aos 52 DAE.

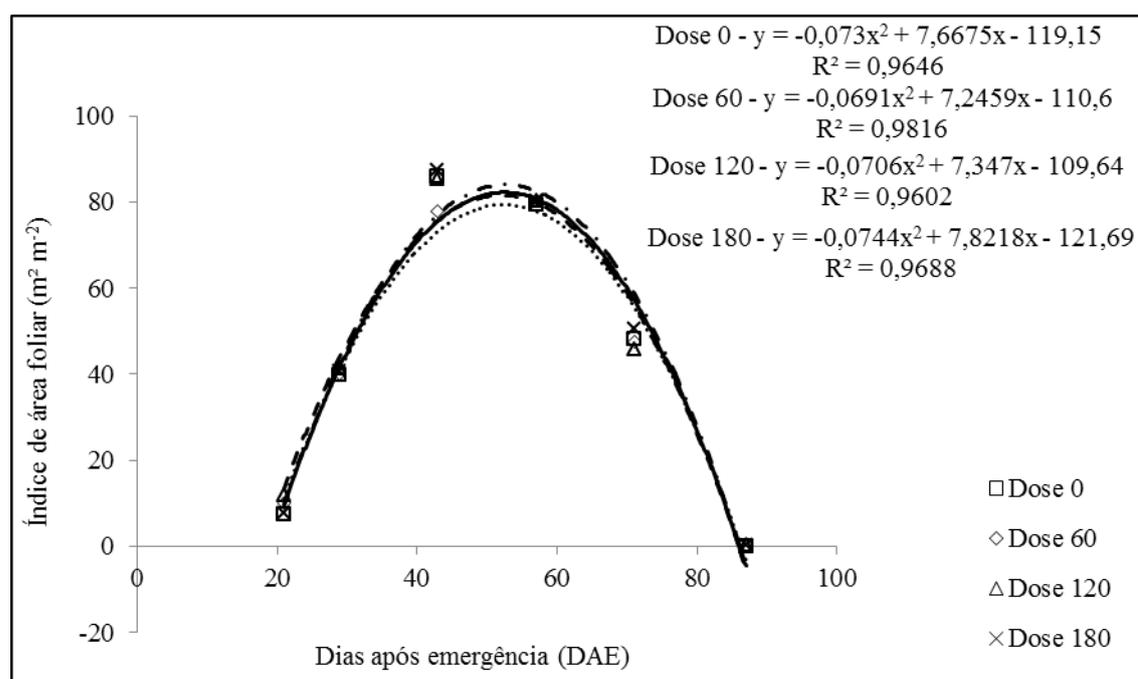


Figura 10. Índice de área foliar (m^2 de folha. m^2 de área de solo) durante o ciclo de produção, para as diferentes doses da adubação nitrogenada, na cultura do feijão no ano de 2015

As doses da adubação nitrogenada não influenciaram significativamente também o índice da área foliar (IAF), aos 21, 29, 43, 57, 71 e 87 DAE, mostrando que nenhuma das quatro doses (0, 60, 120 e 180 $\text{kg} \cdot \text{ha}^{-1}$) influenciou o índice de área foliar, IAF (m^2 de folha. m^{-2} de área da planta), em nenhuma das datas de coleta.

Os dados se ajustaram a funções quadráticas para as quatro diferentes doses. A dose de 120 $\text{kg} \cdot \text{ha}^{-1}$ obteve maior índice de área foliar, 83,89 (m^2 de folha. m^{-2} de área da planta), seguida da dose de 0 $\text{kg} \cdot \text{ha}^{-1}$, com 82,19 (m^2 de folha. m^{-2} de área da planta). A dose de 180 $\text{kg} \cdot \text{ha}^{-1}$ obteve 81,50 (m^2 de folha. m^{-2} de área da planta) e, posteriormente, com a dose de 60 $\text{kg} \cdot \text{ha}^{-1}$, o IAF foi de 79,36 (m^2 de folha. m^{-2} de área da planta), aproximadamente aos 52 DAE. Estes resultados foram semelhantes aos obtidos por Bastos et al. (2002), que encontraram valores máximos do IAF variando de 3 a 4,3 para a cultivar de feijão caupi BR 14 Mulato, e de 3,0 para a cultivar BR17 Gurgueia, aos 47 dias após a semeadura.

A Taxa de Crescimento Relativo (TCR), que representa a eficiência da matéria vegetal em produzir matéria seca, apresentou um comportamento linear decrescente com o decorrer do ciclo para as diferentes formas de aplicação da adubação nitrogenada (Figura 11). Avaliando o efeito do plantio direto e convencional, através da análise de crescimento, Urchei et al. (2000) mencionam que a TCR apresenta um declínio com o desenvolvimento do ciclo fenológico, sendo esse comportamento explicado pela crescente atividade respiratória e pelo autossombreamento, apresentando valores negativos pela morte de folhas e gemas. A Taxa de Crescimento Relativo (TCR) se reduz com o desenvolvimento do ciclo fenológico da cultura.

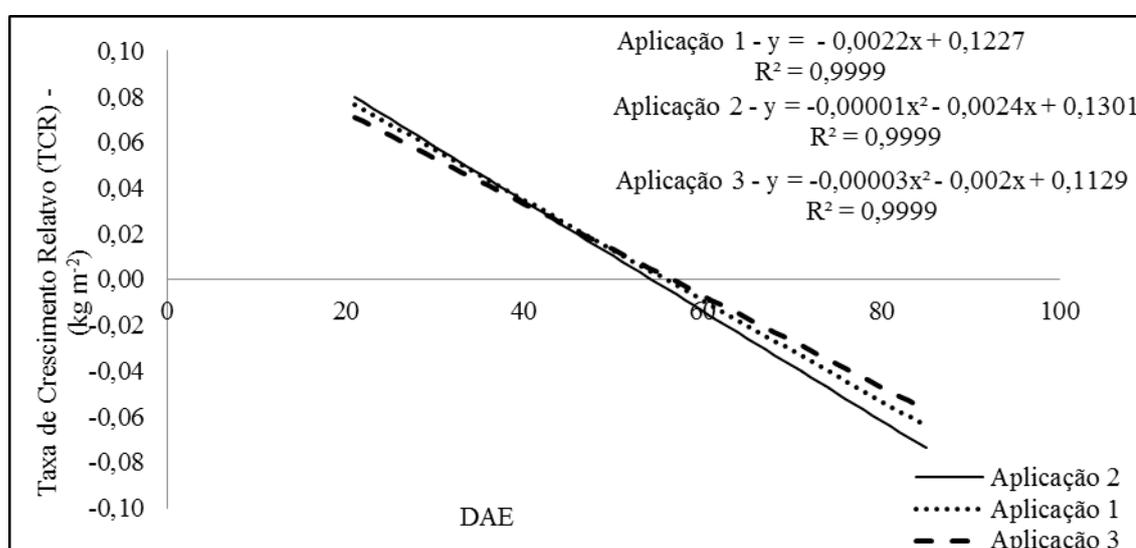


Figura 11. Taxa de Crescimento Relativo do feijoeiro cultivar BRS Estilo em função de dias após emergência safra de 2015

*Aplicação 1 – Adubação nitrogenada com 100% do adubo na semeadura

*Aplicação 2 _ Adubação nitrogenada com 100% do adubo em cobertura

*Aplicação 3 _ Adubação nitrogenada parcelada 50% semeadura e 50% cobertura

A Figura 12 apresenta a taxa de crescimento da cultura do feijoeiro em função do ciclo de produção para as três diferentes formas de aplicação da adubação nitrogenada.

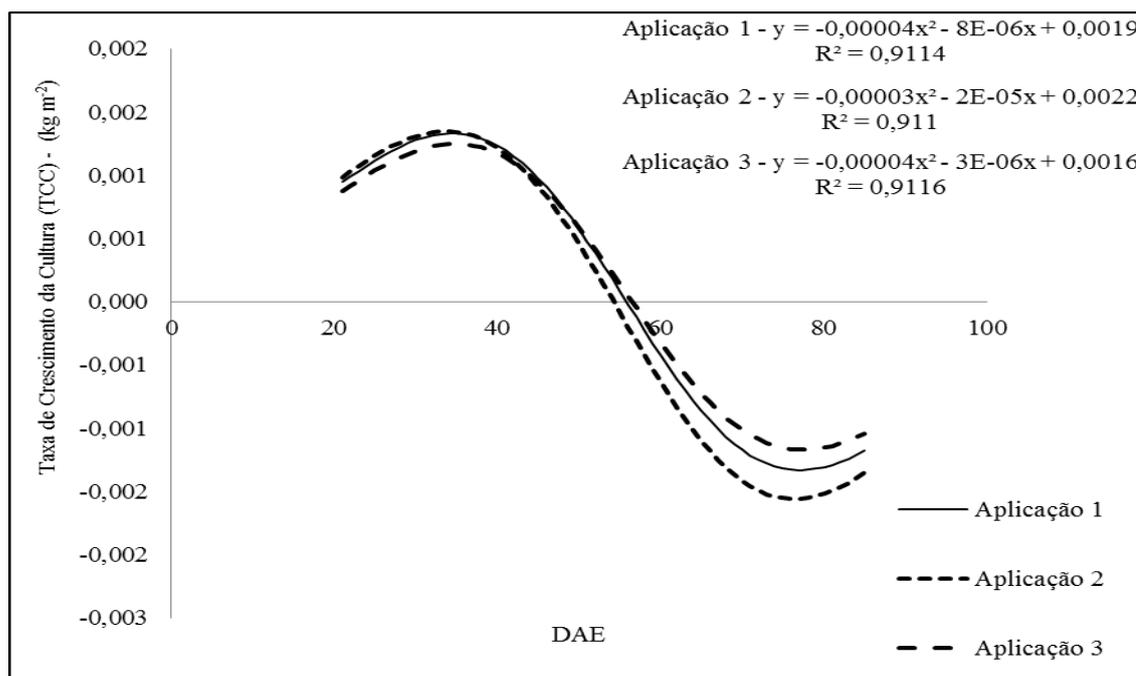


Figura 12. Taxa de Crescimento da Cultura no cultivar BRS Estilo em função de dias após emergência em diferentes formas de aplicação de nitrogênio na safra de 2015

*Aplicação 1 – Adubação nitrogenada com 100% do adubo na semeadura

*Aplicação 2 _ Adubação nitrogenada com 100% do adubo em cobertura

*Aplicação 3 _ Adubação nitrogenada parcelada 50% semeadura e 50% cobertura

A Taxa de Crescimento da Cultura (TCC), que descreve os incrementos de matéria seca total por unidade de área no tempo e que poderia explicar os dados de acúmulo de matéria seca, não apresentou diferença significativa.

Trabalhando com épocas de semeadura, adubação nitrogenada e populações de plantas em feijoeiro comum, Silva (1975) menciona que cultivares indeterminadas, com o aumento da população de plantas, apresentam maior Índice de Área Foliar (IAF). A Taxa de Crescimento da Cultura (TCC) apresenta comportamento similar ao IAF e matéria seca total.

Gomes et al. (2000) encontraram valores máximos de taxa de crescimento da cultura de quatro cultivares aos 49 (15 g.m⁻².dia⁻¹) e 56 (5 g.m⁻².dia⁻¹) dias após semeadura, em plantas irrigadas e não irrigadas, respectivamente.

No ano de cultivo de 2016, a produção de matéria seca (MST) não obteve diferença em nenhuma das três formas de aplicação de N para a cultura do feijoeiro. Observa-se que as médias do MST não foram diferentes entre as três formas de aplicação do nitrogênio.

As formas de aplicação não influenciaram significativamente no teor de matéria seca total (kg.m^{-2}) na safra de 2016 (Figura 13).

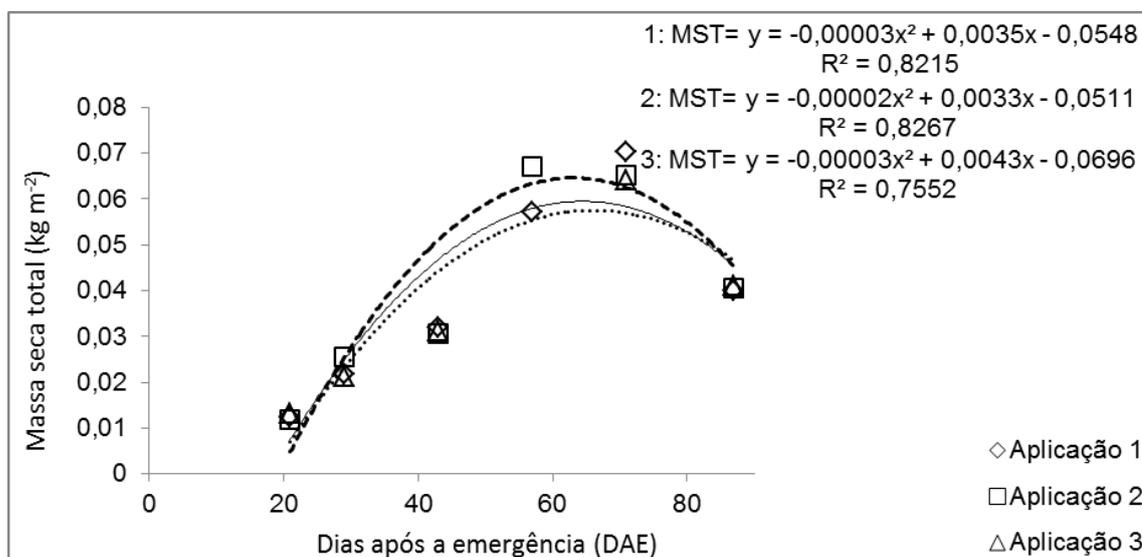


Figura 13. Produção de matéria seca total (kg.m^{-2}) no ciclo de produção, para os diferentes formas de aplicação, na cultura do feijão na safra de 2016

*Aplicação 1 – Adubação nitrogenada com 100% do adubo na semeadura

*Aplicação 2 _ Adubação nitrogenada com 100% do adubo em cobertura

*Aplicação 3 _ Adubação nitrogenada parcelada 50% semeadura e 50% cobertura

Nenhuma das três formas de aplicação influenciou o índice de área foliar, IAF (m^2 de folha. m^{-2} de área da planta), em nenhuma época do ciclo da cultura do feijoeiro (Figura 14).

O mesmo também pôde ser constatado por Santi et al. (2013), que avaliaram o crescimento do feijoeiro em função da época de aplicação do adubo nitrogenado. Seus dados mostram que, assim como neste projeto, não houve diferença significativa para nenhum dos tratamentos, independentemente da época de aplicação do nitrogênio.

A adubação nitrogenada em cobertura não influenciou significativamente, também o índice da área foliar (IAF), aos 21, 29, 43, 57, 71 e 87 DAE (Figura 14).

Os dados se ajustaram a funções quadráticas para as três diferentes formas de aplicação (Figura 14). Quando se aplicou o nitrogênio todo na semeadura, obteve-se maior índice de área foliar, 82,88 (m^2 de folha. m^{-2} de área da planta), seguida da forma de aplicação parcelada, 50% semeadura e 50% cobertura, 81,52 (m^2 de folha. m^{-2} de área da planta) ambos aproximadamente aos 57 DAE. Posteriormente, quando se aplicou o nitrogênio todo em cobertura, obteve-se IAF de 81,29 (m^2 de folha. m^{-2} de área da planta), aos 58 DAE.

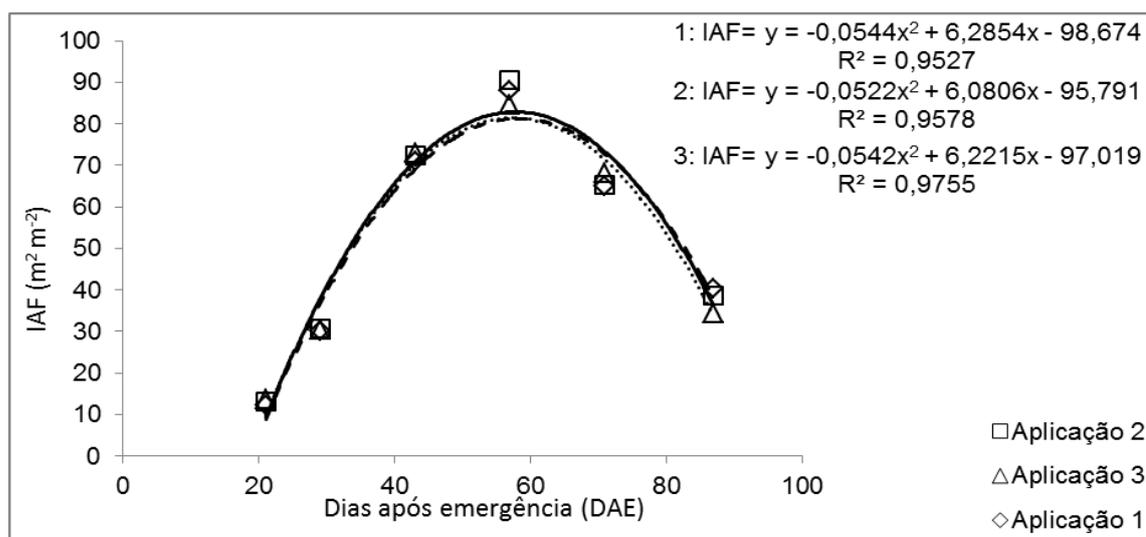


Figura 14. Índice de área foliar (m^2 de folha. m^{-2} de área da planta) durante o ciclo de produção, para as diferentes formas de aplicação da adubação nitrogenada, na cultura do feijão na safra de 2016

*Aplicação 1 – Adubação nitrogenada com 100% do adubo na semeadura

*Aplicação 2 _ Adubação nitrogenada com 100% do adubo em cobertura

*Aplicação 3 _ Adubação nitrogenada parcelada 50% semeadura e 50% cobertura

Reis (2013) também fez diversas análises com feijoeiro, utilizando ureia convencional e revestida com polímero, e observou que, para os diferentes tipos de adubos nitrogenados usados, não ocorreu diferença significativa. A Figura 15 apresenta o índice de área foliar em m^2 de folha. m^{-2} de área da planta, analisando as diferentes doses utilizadas, durante a safra do feijoeiro de 2016.

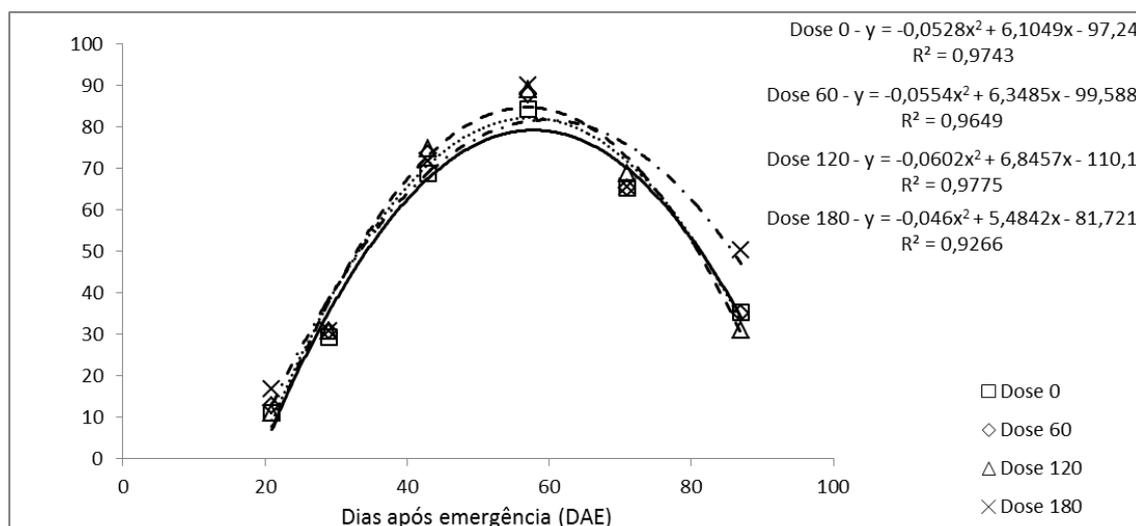


Figura 15. Índice de área foliar (m^2 de folha. m^{-2} de área da planta) durante o ciclo de produção, para as diferentes doses de aplicação da adubação nitrogenada, na cultura do

feijão na safra de 2016

Os valores de índice de área foliar (IAF) em função do ciclo, Figura 15, apresentaram comportamento quadrático, atingindo um valor de IAF máximo de 84,51 (m² de folha.m⁻² de área da planta), com a dose de 120 kg.ha⁻¹, aproximadamente aos 56 DAE, seguido da dose de 60 kg.ha⁻¹, com 82,28 (m² de folha.m⁻² de área da planta). A dose de 180 kg.ha⁻¹ proporcionou 81,74 (m² de folha.m⁻² de área da planta). Posteriormente, com a dose de 0 kg.ha⁻¹, obteve-se IAF de 79,23 (m² de folha.m⁻² de área da planta), aproximadamente aos 59 DAE. A dose de 0 kg.ha⁻¹ foi a que apresentou entre 21 e 57 DAE, os menores IAF, em relação aos demais tratamentos. Nota-se, então, que os valores de IAF máximos, nesta cultivar de feijoeiro, situaram-se entre 43 e 57 DAE, coincidindo com o período de enchimento de grãos. Jauer et al. (2003) verificaram que as altas médias alcançadas se devem ao aumento do número de folhas e à expansão do limbo foliar. Por outro lado, o decréscimo desta média se deve à redução da emissão de folhas e também à intensificação da senescência.

A Taxa de Crescimento Relativo (TCR) apresentou comportamento linear decrescente com o decorrer do ciclo para as diferentes formas de aplicação da adubação nitrogenada (Figura 16). Avaliando o efeito do plantio direto e convencional, através da análise de crescimento, observou-se que a Taxa de Crescimento Relativo (TCR) se reduz com o desenvolvimento do ciclo fenológico da cultura.

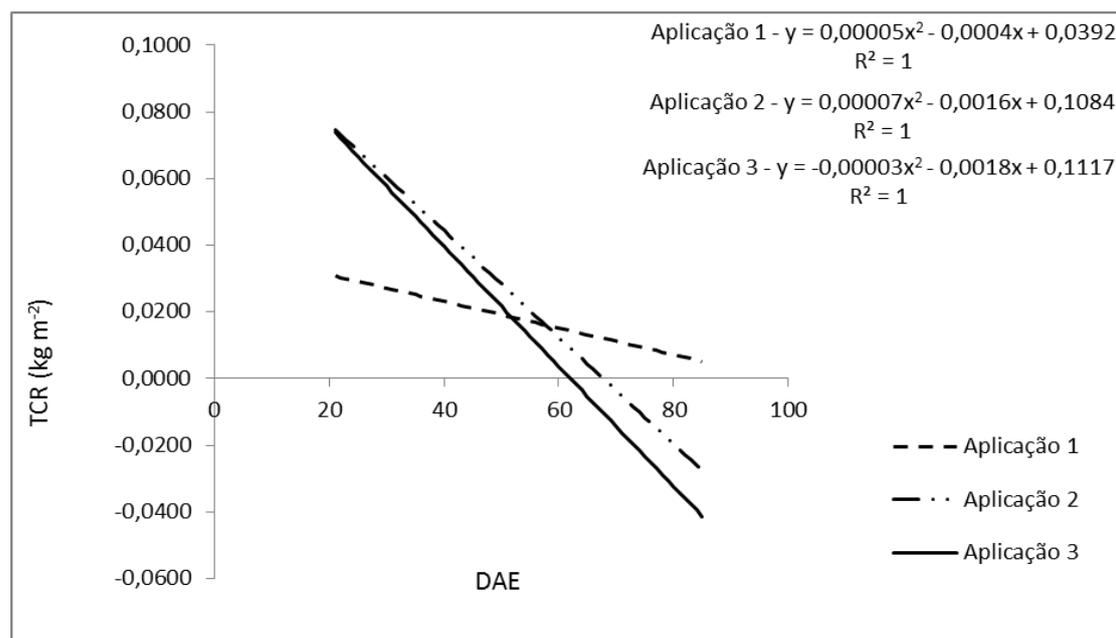


Figura 16. Taxa de Crescimento Relativo no cultivar BRS Estilo em função de dias após emergência em diferentes formas de aplicação de nitrogênio na safra de 2016

- *Aplicação 1 – Adubação nitrogenada com 100% do adubo na sementeira
- *Aplicação 2 _ Adubação nitrogenada com 100% do adubo em cobertura.
- *Aplicação 3 _ Adubação nitrogenada parcelada 50% sementeira e 50% cobertura

A Figura 17 apresenta a taxa de crescimento da cultura do feijoeiro em função do ciclo de produção para as três diferentes formas de aplicação da adubação nitrogenada.

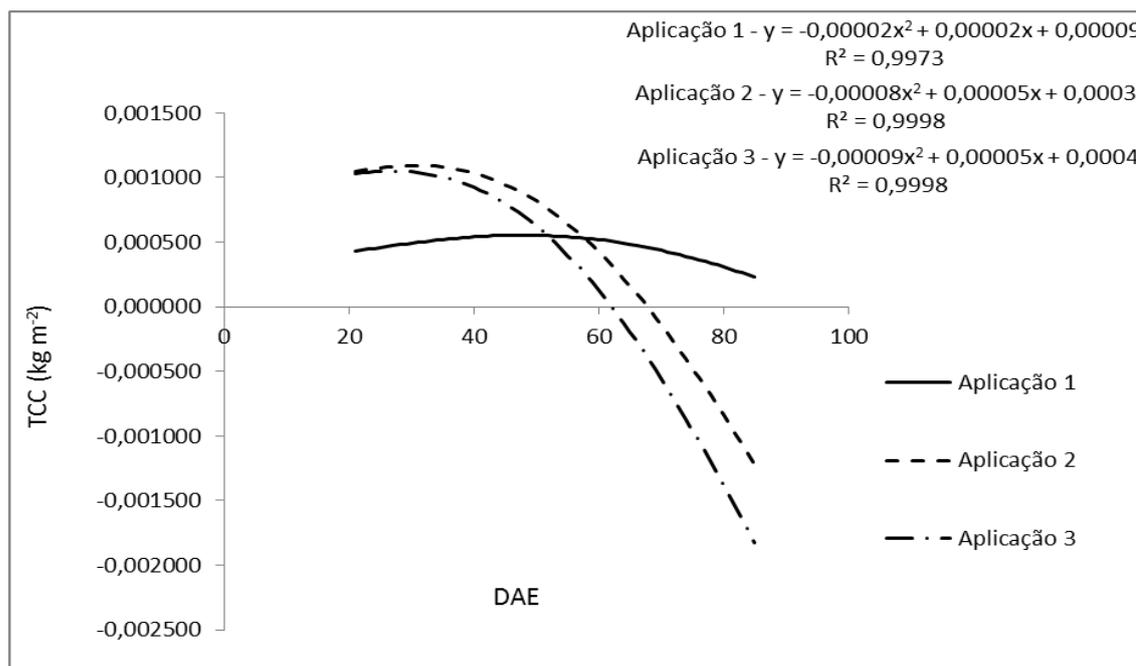


Figura 17. Taxa de Crescimento da Cultura no cultivar BRS Estilo em função de dias após emergência em diferentes formas de aplicação de nitrogênio

- *Aplicação 1 – Adubação nitrogenada com 100% do adubo na sementeira
- *Aplicação 2 _ Adubação nitrogenada com 100% do adubo em cobertura
- *Aplicação 3 _ Adubação nitrogenada parcelada 50% sementeira e 50% cobertura

A Taxa de Crescimento da Cultura (TCC), que descreve os incrementos de matéria seca total por unidade de área no tempo e que poderia explicar os dados de acúmulo de matéria seca, não apresentou diferença significativa.

Trabalhando com épocas de sementeira, adubação nitrogenada e populações de plantas em feijoeiro comum, Silva (1975) menciona que cultivares indeterminadas, com o aumento da população de plantas, apresentam maior Índice de Área Foliar (IAF). A Taxa de Crescimento da Cultura (TCC) apresenta comportamento similar ao IAF e à matéria seca total.

6. CONCLUSÕES

O nitrogênio aplicado nos diferentes estádios de desenvolvimento da cultura interfere nos componentes de produção.

O nitrogênio aplicado na dose de 123,98 kg.ha⁻¹ aumenta a produtividade de grãos no tipo de solo Nitossolo.

A aplicação do nitrogênio todo na semeadura não interfere nos componentes de produção do feijoeiro, em decorrência do tipo de fonte de N utilizada, de liberação lenta, podendo as operações mecanizadas ser reduzidas.

As doses de nitrogênio aplicadas e suas formas de aplicação não influenciam na matéria seca total (MST) e no índice de área foliar (IAF).

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ADAMI, M.; HASTENREITER, F.A.; FLUMIGNAN, D.L.; FARIA, R.T. Estimativa de área de folíolos de soja usando imagens digitais e dimensões foliares. **Bragantia**, v.67, p.1053-1058, 2008.

AIDAR, H. In: Aidar H. Cultivo do feijoeiro comum. **Sistemas de Produção**. Embrapa Arroz e Feijão (documento eletrônico) v. 2, p. 64-65. 2003.

AOUADA, F. A.; MOURA, M. R.; MENEZES, E. A. M.; NOGUEIRA, A. R.A.; MATTOSO, L. H. C. Síntese de hidrogéis e cinética de liberação de amônio e potássio. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**. Viçosa, v 32, n.4, p.1643-1649. 2008.

ARF, O.; BUZETTI, S.; SÁ, M. E.; TOLEDO, A. R. M.; OLIVEIRA, C. A. G.; FUJIWARA, R. H.; OMEIRO, P. J. M.; GUERREIRO NETO, G. Efeito de diferentes espaçamentos e densidades sobre os componentes produtivos do feijoeiro (*Phaseolus vulgaris L.*) adubado em função da área e do espaçamento entre linhas. *Cultura Agrônômica, Ilha Solteira*, v.1, n.1, p.1-10,1992.

ANDRADE, M. J. B.; DINIZ, A. R.; CARVALHO, J. G.; LIMA. Resposta da cultura do feijoeiro à aplicação foliar de molibdênio e às adubações nitrogenadas de plantio e cobertura. **Ciência Agrotecnologia**, Lavras, v.22, p.490-498, 1998.

BARBOSA, F.R.; GONZAGA, A.C.O. Informações técnicas para o cultivo do feijoeiro-comum na região central brasileira. **Embrapa Arroz e Feijão**, Santo Antônio de Goiás, p.15-20. 2011/2013.

BARBOSA, R. M.; COSTA, D. S.; HOMEM, B. F. M.; SÁ, M. E. Nitrogênio na produção e qualidade de sementes de feijão. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia, v.41, n.3, p.470-474, 2011.

BASTOS, E. A.; RODRIGUES, B. H. N.; ANDRADE JÚNIOR, A. S.; CARDOSO, M. J. Parâmetros de crescimento do feijão caupi sob diferentes regimes hídricos. **Engenharia Agrícola**, v. 22, n. 1, p. 43-50, 2002.

BERNARDES, T. G.; SILVEIRA, P. M.; CARVALHO, M. T. M.; MADARI, B. E. Produtividade do feijoeiro irrigado em razão de fontes de adubo nitrogenado estabilizado e de liberação controlada. **Revista Ceres**, Viçosa, vol.62, no.6, Nov./Dec. 2015.

BLAYLOCK, A. Novos Fertilizantes nitrogenados: O futuro dos fertilizantes nitrogenados de liberação controlada. **Informações Agronômicas**, Piracicaba, n. 120, p. 8-10, 2007.

BRAGA, M. B.; CALGARO, M.; MOURA, B. S. M.; SILVA, F. G. T. Coeficientes do tanque classe “A” para estimativa da evapotranspiração de referência na região do Vale do Submédio São Francisco, estado da Bahia. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**. vol. 16, n. 1, p. 49-57., 2008.

BUSO, W. H. D.; SILVA, L. B.; RIOS, A.D.F. Componentes produtivos de feijão em duas épocas de plantio na região central de Goiás. **Revista Agrarian**, Dourados, v.7, n.24, p.205-210, 2014.

BUZETTI, S.; ROMEIRO, P. J. M.; ARF, O.; SÁ, M. E.; GUERREIRO NETO, G. Efeito da adubação nitrogenada em componentes da produção do feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.) cultivado em diferentes densidades. **Cultura Agronômica**, Vitória, v. 1, n. 1, p. 11-19, 1992.

CANTARELLA, H. NITROGÊNIO. IN: NOVAIS, R. F.; ALVAREZ, V. H.; BARROS, N. F.; FONTES, R. L. F.; CANTARUTTI, R. B.; NEVES, J. C. L. (Eds.). **Fertilidade do solo**. Viçosa: SBCS, p. 375-470, 2007.

CANTARELLA, H. Nitrogênio. In: NOVAIS, R. F.; ALVAREZ V., V. H.; BARROS, N. F.; FONTES, R. L. F.; CANTARUTTI, R. B.; NEVES, J. C. L. (Ed.) **Fertilidade do solo**. **Sociedade Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 2. p. 375-470. 2000.

CARVALHO, M.A.C.; ARF, O.; SÁ, M. E.; BUZETTI, S.; SANTOS, N.C.B.; BASSAN, D.A. Produtividade e qualidade de sementes de feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.) sob influência de parcelamentos e fontes de nitrogênio. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Botucatu, v.25, p.617-624, 2001.

CONAB - COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. Acompanhamento de safra brasileira: grãos, quarto levantamento: **CONAB**, (Disponível em: www.conab.gov.br). Brasília, p. 29, 2013.

CONAB - COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. Acompanhamento de safra brasileira: grãos, sétimo levantamento: **CONAB**, (Disponível em: www.conab.gov.br). Brasília, v.3, p. 36-40, 2016.

CTSBF – Comissão Técnica Sul-Brasileira de Feijão. **Informações técnicas para o cultivo de feijão na região sul brasileira**. 2 ed. Florianópolis: Epagri, 2012.

CRUSCIOL, C. A. C.; LIMA, E. V.; ANDREOTTI, M.; LEMOS, L. B.; NAKAGAWA, J.; FURLANI JUNIOR, E. Adubação nitrogenada de semeadura e de cobertura sobre a produtividade do feijoeiro. **Cultura Agronômica**, Botucatu, v.10,

p.119-133, 2001.

DINIZ, A. R.; ANDRADE, M. J. B.; BUENO, L. C. S. & CARVALHO, J. G. Resposta da cultura do feijão à aplicação de nitrogênio (semeadura e cobertura) e de molibdênio foliar. In: **Congresso Brasileiro de Ciência do Solo**, Viçosa, v.3, p.1225-1227, 1995.

EMBRAPA - Empresa Brasileira de Pesquisa, Agência de informação – **AFSOFT**. Disponível em <http://labimagem.cnpdia.embrapa.br/Ferramentas.aspx?ferramenta=2>. Acesso em: 01 de janeiro de 2017. 2009.

EMBRAPA - Empresa Brasileira de Pesquisa, Agência de informação – **Feijão**. Disponível em: <<http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/agencia4/AG01/Abertura.html>>. Acesso em: 03 de janeiro de 2017. 2010.

EMBRAPA - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária; **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 3ª ed., EMBRAPA. Brasília, p. 353; 2013.

FAGERIA, N.K.; BALIGAR, V.C. Enhancing nitrogen use efficiency in crop plants. **Advances in Agronomy**, v.88, p.97-185, 2005.

FAO. **Faostat**. Disponível em: <<http://faostat.fao.org/>>. Acesso em: 15 de dezembro de 2016. 2010.

FARIA, M. T. Produtividade da cultura do feijão (*Phaseolus vulgaris* L.) irrigada por aspersão convencional com diferentes métodos de estimativa de lâmina de irrigação, **Universidade Estadual Paulista “Julio de Mesquita Filho”**, Jaboticabal, 2012.

FARINELLI, R.; LEMOS, L. B. Produtividade, eficiência agrônômica, características nutricionais e tecnológicas do feijão adubado com nitrogênio em plantio direto e convencional. **Bragantia**, Campinas, v.69, n.1, p.165-172, 2010.

FERREIRA, A. C. B.; ARAUJO, G. A. A.; MIRANDA, G. V.; BERGER, P, G. Feijão de alta produtividade. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v.25, n.223, p.61-72, 2004.

FIGUEIREDO C. C.; BARBOSA, D. V.; OLIVEIRA, S. A.; FAGIOLI, M.; SATO, J. H. Adubo fosfatado revestido com polímero e calagem na produção e parâmetros morfológicos de milho. **Revista Ciência Agrônômica**, Fortaleza, v.43, n.3, p.446-452, 2012.

FILGUEIRA, F. A. R. Novo Manual de Olericultura: agrotecnologia moderna na produção e comercialização de hortaliças. **Viçosa: UFV**, Viçosa, ed. 2, p. 421. 2008.

FIORENTIN, C. F.; LEMOS, L. B.; JARDIM, C. A.; FORNASI ERI FILHO, D. Formação e manutenção de palhada de gramíneas concomitante à influência da adubação nitrogenada em cobertura no feijoeiro irrigado em sistema de semeadura direta. **Bragantia**, Campinas, v.70, n.4, p.917-924, 2011.

FURTINI, I. V.; RAMALHO, M. A. P.; NETO, A. E. F.; ABREU, Â. F. B. Resposta diferencial de linhagens de feijoeiro ao nitrogênio. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.36,

n.6, p.1696-1700, nov-dez, 2006.

GARCIA, A.; ANDRÉ, R. G. B.; GALBIATTI, J. A.; TANNOUS, S. Análise de crescimento de uma cultura de milho submetida a diferentes regimes hídricos. **Revista Científica da Fundação Educacional de Ituverava**, Ituverava, v. 5, n. 1, p.239-251, mar. 2008.

GUARESCHI, R. F.; GAZOLLA, P. R.; PERIN, A.; SANTINI, J. M. K. Adubação antecipada na cultura da soja com superfosfato triplo e cloreto de potássio revestidos por polímeros. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 35, n. 4, p. 643-648, 2011.

GOMES, A. A.; ARAÚJO, A. P.; ROSSIELLO, R. O. P.; PIMENTEL, C. Acumulação de biomassa, características fisiológicas e rendimento de grãos em cultivares de feijoeiro irrigado e sob sequeiro. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.35, p.1927-1937, 2000.

GOMES JÚNIOR, F. G.; SÁ, M. E.; VALÉRIO FILHO, W. V. Nitrogênio no feijoeiro em sistema de plantio direto sobre gramíneas. **Acta Scientiarum Agronomy**, Ilha Solteira, v.30, p.387-395, 2008.

HUNGRIA M.; VARGAS MAT.; SUHET AR.; PERES JRR. Fixação biológica do nitrogênio em soja. In: Araujo RS, Hungria, M. (Eds.) **Microrganismos de importância agrícola**, EMBRAPA-SPI, Brasília, p 9-90. 1994.

IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Estatística da Produção Agrícola, **IBGE**, (Disponível em: www.ibge.gov.br), Brasília, v.2, p.08, 2016.

JAUER, A.; DUTRA, L. M. C.; ZABOT, L.; LUCCA FILHO.; A. O.; LOSEKANN, ME.; UHRY, D.; STEFANELO, D.; FARIAS JR & LUDWIG MP. Análise de crescimento da cultivar de feijão Pérola em quatro densidades de semeadura. **Revista da Faculdade de Zootecnia, Veterinária e Agronomia de Uruguaiiana**, Santa Maria, v.10, p.101-113. 2003.

JADOSKI, S. O.; LOPES, É. C.; MAGGI, M. F.; SUCHORONCZEK, A.; SAITO, L. R.; DENEGA, S. Método de determinação da área foliar da cultivar de batata Ágata a partir de dimensões lineares. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v.33, n.6, supl.1, p.2545-2554, 2012.

LOPES, A. S.; OLIVEIRA, G. Q.; FILHO, S. N. S.; GOES, R, J; CAMACHO, M, A. Manejo de irrigação e nitrogênio no feijoeiro comum cultivado em sistema plantio direto. **Revista Ciência Agrônômica**, Fortaleza, v. 42, n. 1, p. 51-56, jan-mar, 2011.

MACHADO, V. J. Resposta da cultura do milho aos fertilizantes fosfatados e nitrogenados revestidos com polímeros. 2012. **Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Universidade Federal de Uberlândia**. Uberlândia. 2012.

MALAGI, G.; CITADIN, I.; SCARIOT, S.; REIS, L. Método não destrutivo para determinação da área foliar da videira, cultivar BRS-Violeta. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v.32, n.4, p.1250-1254, 2010.

MANOS,; LIMA, M. G.; OLIVEIRA,; CASTRO, M. G.; MARTINS, C. R. Informações técnicas para o cultivo de feijoeiro comum na Região Nordeste brasileira 2012 – 2014. **Aracaju: Embrapa Tabuleiros Costeiros, TÍTULO. V. EMBRAPA** 2013.

MEIRE, F. A. Fontes e modos de aplicação do nitrogênio na cultura do milho. Tese (Doutorado): **Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira – UNESP, Selvíria, 2006.**

MOREIRA, G. B. L. Desempenho agrônômico do feijoeiro com doses de nitrogênio em semeadura e cobertura, **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, Campina Grande – PB, vol. 17, n. 8, 2013.**

OLIVEIRA, L. M. M.; MONTENEGRO, S. M. G.; AEZVEDO, J. R. G.; SANTOS, F, X. Evapotranspiração de referência na bacia experimental do riacho Gameleira, PE, utilizando-se lisímetro e métodos indiretos. **Revista Brasileira de Ciências Agrária, Recife, Vol. 3, n. 1, p. 58-67, 2008.**

OLIVEIRA, G, L.; LOPES, P, S, N.; MERCADANTE, M, O.; GUSMÃO, E. Medição da área foliar do pequizeiro utilizando a soma da nervura principal dos folíolos, **Unimontes Científica, Montes Claros, Vol. 3, n. 1, 2002.**

PARACER, S.; AHMADJIAN, An Introduction to Biological Associations. 2 ed. Oxford, **Oxford University Press. 2000.**

PAULA JÚNIOR, T. J. de; VIEIRA, R. F.; TEIXEIRA, H.; COELHO, R. R.; CARNEIRO, J. E. de S.; ANDRADE, M. J. B. de; REZENDE, A. M. Informações técnicas para o cultivo do feijoeiro-comum na região central brasileira: 2007-2009.: **(EPAMIG. Documentos, 42).**Viçosa, MG, p. 180, 2008.

PINTO, A.C.R.; GRAZIANO, T.T.; BARBOSA, J.C.; LASMAR, F.B. Modelos para estimativa da área foliar de *Curcuma alismatifolia* e *Curcuma zedoaria*. **Bragantia, Jaboticabal, v.67, p.549-552, 2008.**

PINTO, C. M. F.; VIEIRA, C.; CALDAS, M. T. Idade de colheita do feijão-vagem anão, cultivar Novirex. **Horticultura Brasileira, Viçosa, v. 19, n. 01, p. 163-167, 2001.**

POSSE, S. C. P.; RIVA-SOUSA, E. M.; SILVA, G. M.; FASOLO, L. M.; SILVA, M. B.; ROCHA, M. A. M. Informações técnicas para o cultivo do feijoeiro-comum na região central-brasileira, **Incaper, Vitória – ES, 2010.**

PORTES, T. A. ECOFISIOLOGIA. IN: ARAÚJO, R. S.; RAVA, C. A.; STONE, L.F.; ZIMMERMANN, M. J. O. (Eds.) **Cultura do feijoeiro comum no Brasil.** Piracicaba: Potafós, p.101-137, 1996.

RAMOS, D. P.; SOUSA, S. A.; OLIVEIRA, T. C.; GONÇALVES, G. M. O.; PASSOS, N. G.; FIDELIS, R. R. Adubação nitrogenada no feijoeiro comum irrigado em diferentes épocas, com e sem parcelamento das doses. **Biotemas, Florianópolis-SC, v.27, n.1, p.9-21, 2014.**

RAVEN, P. H.; EVERT, R. F.; EICHHORN, S. E. **Biologia Vegetal.** 7 ed. Rio de

Janeiro, Guanabara Koogan, 2007.

REIS, A. P. Resposta do feijoeiro à adubação nitrogenada com ureia convencional e revestida com polímero. **Dissertação**, UNB, 2013.

SÁ, M. E.; BUZETTI, S.; CONSTANT, E. A.; FRIZZONE, J. A.; SANTOS, P. C. Efeito da adubação nitrogenada na cultura do feijoeiro cultivar Carioca, cultivada em um solo sob vegetação de cerrado. In: **Reunião Nacional de Pesquisa de Feijão, 1, 1982, Goiânia. Anais...** Goiânia: EMBRAPA/CNPAF, p.161, 1982.

SALGADO, SALLES, T. P. M. S.; MARTINS, J. V. F.; ALVES, P. Interferência das plantas daninhas no feijoeiro carioca. **Planta Daninha**, Jaboticabal, v. 25, n. 3, p. 443-448, 2007.

SALVADOR, C. A. Feijão – análise da conjuntura agropecuária – safra 2011/12. **Secretaria da Agricultura e do Abastecimento**, 2011.

SANT'ANA, E. V. P.; Crescimento do feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.) influenciado por doses de nitrogênio em cobertura. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia, v. 38, n.2, p. 134-140, jun. 2008.

SANTI, A. L.; BASSO, C. J.; LAMEGO, F. C.; FLORA, L. P. D.; AMADO, T. J. C.; CHERUBIN, M. R. Épocas e parcelamentos da adubação nitrogenada aplicada em cobertura na cultura do feijoeiro, grupo comercial preto e carioca, em semeadura direta. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.43, n.5, p.816-822, 2013.

SANTOS, A. B. dos; FAGERIA, N. K. Manejo do nitrogênio para eficiência de uso por cultivares de feijoeiro em várzea tropical. **Pesquisa agropecuária brasileira**. Brasília, v.38, p.1265-1271, 2003.

SCHRÖDER J. J.; NEETESON J. J.; OENEMA O.; STRUIK P. C. Does the crop or the soil indicate how to save nitrogen in maize production. **Field Crops Research**, v. 62, p. 151-164. 2000.

SILVA, A.V. da. Efeito da época de semeadura, da adubação nitrogenada e da população de plantas sobre o rendimento de grãos de feijão (*Phaseolus vulgaris* L.). **Tese (Mestrado em Agronomia) – Curso de pós graduação em Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul**, Porto Alegre – RS. p. 95, 1975.

SILVA, T. R. B.; LEMOS, L. B.; TAVARES, C. A. Produtividade e característica tecnológica de grãos em feijoeiro adubado com nitrogênio e molibdênio. **Pesquisa agropecuária brasileira**, Brasília, v.41, n.5, p.739-745, maio 2006.

SILVA, A. A.; SILVA, T. S.; VASCONCELOS, AC. P.; LANA, R. M. Q. Aplicação de diferentes fontes de ureia de liberação gradual na cultura do milho. **Biosci. J.**, Uberlândia, Supplement 1, v. 28, p. 104-111, Março – 2012.

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

SORATTO, R. P.; CRUSCIOL, C. A. C.; SILVA, L. M.; LEMOS, L. B. Parcelamento da adubação nitrogenada de cobertura no feijoeiro em sistema de plantio direto. **Científica**, Jaboticabal, v. 34, n.2, p. 223-228, 2006.

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**, Ilha Solteira, v.10, n.1, p.89-99, 2001.

STRALIOTTO, R.; TEIXEIRA, M. G.; MERCANTE, F. M. Fixação biológica de nitrogênio. In: AIDAR, H.; KLUTHCOUSKI, J.; STONE, L. F. Produção de feijoeiro comum em várzeas tropicais. **Embrapa Arroz e Feijão**, Santo Antônio de Goiás, p. 122-153. 2002.

TRENKEL, M. E. Slow and controlled-release and stabilized fertilizers: **An Option for Enhancing Nutrient Efficiency in Agriculture**. 2.ed, Paris: IFA. 2010.

TOEBE, M.; BRUM, B.; LOPES, S. J.; CARGNELUTTI FILHO, A.; SILVEIRA, T. R. Estimativa da área foliar de *Crambe abyssinica* por discos foliares e por fotos digitais. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.40, p.445- 448, 2010.

TOMASZEWSKA, M. D.; JAROSIEWICZ, A.; KARAKULSKI, K. Physical and chemical characteristics of polymer coatings in CRF formulation. **Desalination, Hopkinton**, v. 146. P. 319-323, 2002.

URCHEI, M. A.; RODRIGUES, J. D.; STONE, L. F. Análise de Crescimento de duas cultivares de feijoeiro sob irrigação, em plantio direto e preparo convencional. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 35, n. 3, p. 497-506, 2000.

VIEIRA, C.; PAULA JUNIOR, T. J.; BORÉM, A. Feijão. **Viçosa: UFV**, p. 600. 2006.

VIEIRA, B. A. R. M. de; TEIXEIRA, M. M. Adubação de liberação controlada chega como solução. **Revista Campo & Negócios**, v.41, n.3, p.4-8, 2004.

VITTI, G. C.; HEIRINCHS, R. Formas tradicionais e alternativas de obtenção e utilização do nitrogênio e do enxofre: uma visão holística. In: Yamada, T.; Abdalla, S. R. S.; Vitti, G. C. (Eds.) **Nitrogênio e enxofre na agricultura brasileira**. Piracicaba: IPNI, p.109-160, 2007.

WANDER, A. E. & FERREIRA, C. M. **Consumo de Feijão**. Disponível em: https://www.agencia.cnptia.embrapa.br/Repositorio/AG01_62_1311200215103.html. Acessado em: 12 de Dezembro de 2016. 2007.

ZAHRANI, S. Utilization of polyethylene and paraffin waxes as controlled delivery systems for different fertilizers. **Washington: Industrial & Engineering Chemistry Research**, Vol. 39, n. 3, 2000.

ZAVASCHI, E. Volatilização de amônia e produtividade do milho em função da aplicação de ureia revestida com polímeros. 2010. 92f. **Dissertação (Mestrado em**

Agronomia) - Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Piracicaba, 2010.