



Resumo: O objetivo neste trabalho foi avaliar o crescimento do feijoeiro condicionado a adubação nitrogenada com inibidor de nitrificação em três formas de aplicação e quatro dosagens na cultura irrigada em condições de Cerrado. O trabalho foi conduzido na área experimental do Instituto Federal Goiano – Campus Ceres, em uma área irrigada. O delineamento experimental ocorreu em blocos casualizados, em um esquema fatorial 4 x 3, com parcela subdividida, em que, a parcela consistiu-se em quatro doses de N (0, 60, 120 e 180 kg ha⁻¹) e a subparcela em três formas de aplicação sendo total na semeadura, total em cobertura e 50% na semeadura e 50% em cobertura, com 4 repetições. A avaliação da massa seca total (MST) e índice de área foliar (IAF) foram realizados num período semanal e, posteriormente, de 14 em 14 dias, em oito estágios de crescimento, de 21 até 85 dias após a emergência (DAE). A partir da aquisição dos dados, foram calculados razão de área foliar, razão de peso foliar, área foliar específica, taxa de assimilação líquida, taxa de crescimento da cultura e taxa de crescimento relativo. As formas de aplicação do nitrogênio não afetaram os valores de MST e IAF entre os períodos de desenvolvimento do feijoeiro. As doses de nitrogênio não afetaram os valores de MST e IAF entre os períodos de desenvolvimento da planta. O maior acúmulo de massa seca foi dado aos 57 DAE.

PALAVRAS-CHAVE: *Phaseolus vulgaris* L, aplicação, nitrogênio.

Abstract: The propagation the objective of this study was to evaluate the bean growth conditioned to nitrogen fertilization, with nitrification inhibitor in three application forms and four dosages, in the irrigated crop under Cerrado conditions. The experiment was conducted in an irrigated area of the Instituto Federal Goiano - Campus Ceres. The statistical procedure was performed in a randomized complete block in a 4 x 3 factorial scheme, with a subdivided plot, where the plot consisted of four N doses (0, 60, 120 and 180 kg ha⁻¹) and the subplot in three forms of application being total on sowing, total on cover and 50% on sowing and 50% on cover, with 4 replications. The total dry mass (TDM) and leaf area index (LAI) were evaluated in a weekly period and then every 14 days in eight growth stages, from 21 to 85 days after emergence (DAE). From the data acquisition, leaf area ratio, leaf weight ratio, specific leaf area, net assimilation rate, crop growth rate and relative growth rate were calculated. The nitrogen application did not affect the values of MST and LAI between the bean development periods. Nitrogen doses did not affect MST and LAI values between plant development periods. The highest accumulation of dry matter was given to 57 DAE.

KEY WORDS: *Phaseolus vulgaris* L, application, nitrogen.

¹Discentes do IFGoiano – Campus Ceres/Ceres-GO.

²Prof. Doutores do curso de Agronomia, IFGoiano – Campus Ceres/Ceres-GO, wilian.buso@ifgoiano.edu.br, rodovia GO-154 - Km 3, S/N - Zona Rural.

Recebido: 24/11/2016 - Aprovado: 02/05/2017

INTRODUÇÃO

O feijão comum (*Phaseolus vulgaris* L.) é uma das principais culturas produzidas no Brasil e no mundo. Possui relevância enquanto fator de segurança alimentar e nutricional e sua importância cultural na culinária de diversos países e culturas (BARBOSA; GONZAGA, 2012). Segundo dados da Conab (2016), estima-se que o Brasil produzirá, aproximadamente, 3 milhões de toneladas de feijão, um número que quando comparado com a produção atual de arroz se torna relativamente pequeno, mas não menos importante.

O feijoeiro é uma planta exigente em nutrientes, isso se deve ao fato do sistema radicular ser pequeno e pouco profundo ou devido ao ciclo curto. Deste modo, as exigências nutricionais de uma cultura podem ser supridas pelo fornecimento de doses equilibradas de fertilizantes, combinadas com a época e modo de aplicação (MENDONÇA et al., 2007).

Sangoi et al. (2003) afirma que um dos principais processos de perda de N do solo é por meio da lixiviação. Sendo assim, o N (nitrogênio) possui uma importância significativa para um bom desenvolvimento e aumento da produtividade do feijoeiro, pois é um elemento absorvido em grandes quantidades pela planta do feijão.

A aplicação do N pode ocorrer em diversas épocas. Saber quando e como adubar é o principal objetivo, de modo que a lavoura consiga obter o melhor desenvolvimento e produção possíveis. Sendo assim, elaborar medidas para reduzir ou até mesmo evitar essa perda excessiva de N é primordial, assim as plantas o teriam disponível por um período mais longo, ajudando diretamente no crescimento da mesma.

Segundo Coelho (2010) a escolha do método e da época de aplicação é baseada nas características do solo, na época de semeadura (verão, outono/inverno), no acúmulo de N nas diferentes fases de desenvolvimento da planta, nas doses a serem aplicadas e no uso de irrigação. As épocas podem ser divididas em:

adubação de plantio, adubação de formação e adubação de produção.

Para a adubação do feijoeiro, deve ser levado em conta fatores como a fertilidade do solo e as necessidades da cultura. Sendo assim os dois fatores principais para a definição da adubação são a disponibilidade de nutrientes no solo e as exigências nutricionais da planta (POSSE et al., 2010). Portanto, tem-se o objetivo de avaliar o crescimento do feijoeiro condicionado a adubação nitrogenada com inibidor de nitrificação em três formas de aplicação e quatro dosagens na cultura irrigada em condições de Cerrado.

MATERIAIS E MÉTODOS

O projeto foi realizado na área experimental do Instituto Federal Goiano – Campus Ceres, (23°56'8798", 34°45'09' e altitude de 600 m), em uma área irrigada por pivô central. Utilizando-se o sistema 4 x 3, ocorreu o delineamento experimental em blocos casualizados, com parcela subdividida, em que, a parcela consistiu-se na dose de N e a subparcela na forma de aplicação, quatro doses de N (0, 60, 120 e 180 kg ha⁻¹) e três formas de aplicação (total na semeadura, total em cobertura e 50% na semeadura e 50% em cobertura) com 4 repetições.

Foi realizada na área do pivô central uma análise de solo, a qual tinha como objetivo mensurar a quantidade e disponibilidade dos nutrientes no local. Entretanto, não foi feita a análise do Nitrogênio.

A semeadura foi realizada no dia 21 de julho de 2015. Realizou-se primeiramente a abertura dos sulcos com aproximadamente 20 cm de profundidade. Cada linha possuiu 5 m de comprimento, de modo que cada parcela foi composta de 5 linhas, sendo que em cada bloco haviam 12 parcelas. O espaçamento entre linhas foi de 0,5 m. Feito isso, a adubação primária foi incorporada ao solo, para tal foi utilizado o adubo NPK 4-3-10 com 500 kg ha⁻¹. No dia seguinte, com o revolvimento da terra juntamente com o adubo incorporado, foi aplicado o N Novatec Solub® com a

concentração de 45% tratado com inibidor de nitrificação, o que faz com que o adubo tenha uma liberação de N mais lenta, para fins de avaliação. A semeadura foi realizada logo após a adubação com a distribuição de 100 sementes por linha.

O desbaste foi executado em 10 dias após a semeadura, visando um melhor desenvolvimento das plantas. Vale ressaltar que as sementes da cultivar pérola, eram tratadas. Cem kg de sementes receberam uma solução de 200 ml de Cruiser® (inseticida utilizado no tratamento de sementes) + Maxim® (fungicida usado no tratamento de sementes). Foram realizados, durante todo o experimento, tratamentos específicos para controles fitossanitários de plantas daninhas, insetos e demais doenças. A adubação de cobertura ocorreu no dia 15 de agosto, ou seja, 24 dias após o plantio.

O experimento foi irrigado de acordo com as lâminas fornecidas e os cálculos realizados com frequência no tanque classe A, por meio do sistema de evaporação de água, para ajuste do pivô central.

Quanto as parcelas do experimento foram utilizadas apenas as linhas centrais para obtenção das amostras, desconsiderando assim bordadura. A coleta das amostras foram realizadas aos 21, 29, 43, 57, 71 e 87 DAE. Em cada período de coleta foram retiradas duas plantas por linha respeitando um limite de até 0,4 m nas extremidades. Em seguida, as amostras foram levadas ao Laboratório do setor de Bovinocultura do Campus Ceres.

No laboratório retirou-se todas as folhas das plantas coletadas para a determinação da área foliar. As folhas eram dispostas sobre um papel milimetrado de formato A4, para aquisição de imagem digital por uma máquina fotográfica. As imagens obtidas das folhas de cada parcela foram processadas pelo programa computacional AFSoft que calculou a área foliar. Posteriormente, as folhas foram separadas em saquinhos de papel, cada qual com sua respectiva parcela e foram pesadas em balança semi analítica.

As amostras foram submetidas a uma pré-secagem durante 24 horas. Em seguida as amostras foram levadas para uma estufa de circulação forçada a temperatura de 75 °C para a secagem por 4 dias ou até o alcance da massa constante.

O cálculo da área foliar das coletas foi realizado com auxílio do programa AF Soft pelo processo de binarização de imagens, sendo que o índice de área foliar é dado em m² de folha por m² de área de planta.

Foram determinados segundo a metodologia de Benincasa (1998): o acúmulo de massa seca no período (folíolos + ramos + caules + legumes), índice de área foliar (Equação 1):

$$IAF = \frac{af}{as}$$

em que,

IAF - Índice de Área Foliar (m² de folha m⁻² de solo);

af - área foliar (m² de folha);

as - área de solo (m² de solo).

Taxa de crescimento da cultura (Equação 2):

$$TCC = \frac{(MST2 - MST1)}{ITEC \cdot as}$$

em que,

TCC – Taxa de crescimento da cultura (kg m⁻²)

MST – Massa seca total (Kg m⁻²)

ITEC – Intervalo de tempo entre as coletas (dia⁻¹)

as – Área de solo (m² de solo)

Taxa de crescimento relativo (Equação 3):

$$TCR = \frac{MST2 - MST1}{MST2 - MST1,2} \cdot \frac{1}{ITEC}$$

em que,

TCR – Taxa de crescimento relativo (kg m^{-2})
MST – Massa seca total (kg m^{-2})
ITEC – Intervalo de tempo entre as coletas (dia^{-1})

Os testes relacionados à produção formam um trabalho a parte, portanto, estes resultados não foram expostos na análise de crescimento.

A análise estatística dos dados será realizada através de análise da variância e teste de hipóteses para verificar a significância da interação e dos efeitos principais (STORCK; LOPES, 1998).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Em relação à produtividade de massa seca total (MST) durante todas as coletas realizadas sob as diferentes formas de aplicação do nitrogênio, verificou-se que as médias do MST não foram diferentes entre as 3 formas de aplicação do nitrogênio, pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. Este fato também foi observado por Santi et al. (2013) que também avaliaram a massa seca de feijoeiro. Segundo Vieira e Teixeira (2004) tanto os adubos revestidos com polímeros quanto os sem revestimento, não possuem diferença quanto à época de aplicação.

A produtividade da MST apresentou um comportamento não linear significativo a 5% de probabilidade pelo teste t durante o desenvolvimento das plantas. Observou-se que dos 21 DAE até os 57 DAE houve um incremento da MST de $0,01 \text{ kg m}^{-2}$ até $0,04 \text{ kg m}^{-2}$, respectivamente. A partir dos 57 DAE houve uma redução do MST até os 87 DAE com a média $0,01 \text{ kg m}^{-2}$. Isso se deve ao fato de obter-se uma baixa quantidade e tamanho reduzido das folhas do feijoeiro. Nóbrega et al. (2001) que avaliaram o crescimento do feijoeiro em diferentes umidades do solo perceberam o aumento do MST até os 59 DAE devido as fases de crescimento e floração da planta, e em seguida, até os 67 DAE a MST reduziu devido ao início do processo de senescência.

Os valores do índice de área foliar (IAF) referentes aos 21, 29, 45, 57, 71 e 85 DAE submetidos a forma de aplicação do nitrogênio também não foram diretamente alterados quanto às formas de aplicação de nitrogênio, entre os períodos de coleta das amostras, pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. Este fato também foi constatado por Garcia et al. (2008) no IAF para os 23, 39, 51 e 67 DAE, cujas médias não obtiveram diferenças significativas. Isso pode ser explicado, pois o adubo nitrogenado aplicado foi de liberação lenta, conseqüentemente este não apresentará resultados imediatos, sendo que o nutriente é disponibilizado para a planta em baixas quantidades.

Entretanto os valores o IAF durante o desenvolvimento das plantas no campo apresentaram um comportamento não linear a 5% de probabilidade pelo teste t. O IAF aumentou de $8,73 \text{ m}^2 \text{ m}^{-2}$ para $83,91 \text{ m}^2 \text{ m}^{-2}$ entre os 21 ao 45 DAE. Tal fato foi observado por Nobrega et al. (2001). Jauer et al. (2003) verificaram que altas médias alcançadas se devem pelo aumento do número de folhas e expansão do limbo foliar. Por outro lado, o decréscimo desta média se deve ao fato da redução da emissão de folhas e também pela intensificação da senescência.

Na produção de MST em função das diferentes dosagens de nitrogênio aplicadas em todas as coletas feitas, verificou-se que não houve diferença significativa para as dosagens de 0, 60, 120 e 180 kg ha^{-1} , submetidas ao teste de Tukey a 5% de probabilidade, os valores podem ser observados na figura 1. Este fato também pôde ser constatado por Santi et al. (2013) que avaliou o crescimento do feijoeiro em função da época de aplicação do adubo nitrogenado. Seus dados demonstram que assim como neste artigo, não houve diferença significativa para nenhum dos tratamentos, independentemente da época de aplicação do nitrogênio.

A figura 1 faz menção ao comportamento da MST do feijoeiro em DAE, correspondentes às análises, onde foi possível perceber que os maiores valores de MST foram alcançados aproximadamente aos 57 DAE com os valores de 0,04; 0,03; 0,04; 0,04 kg m⁻² para as doses 0; 60; 120; 180 kg ha⁻¹ respectivamente. Após os 57 DAE foi possível observar o decréscimo da MST até os 87 DAE com os valores de 0,007; 0,011; 0,014; 0,014 kg m⁻² para as doses 0; 60; 120; 180 kg ha⁻¹ respectivamente. O que também foi observado por Garcia et al. (2008), que explica o decréscimo da massa seca devido ao desenvolvimento fenológico da cultura, que decorrem do surgimento de estruturas não assimilatórias, como vagens e sementes, além do auto sombreamento e queda das folhas.

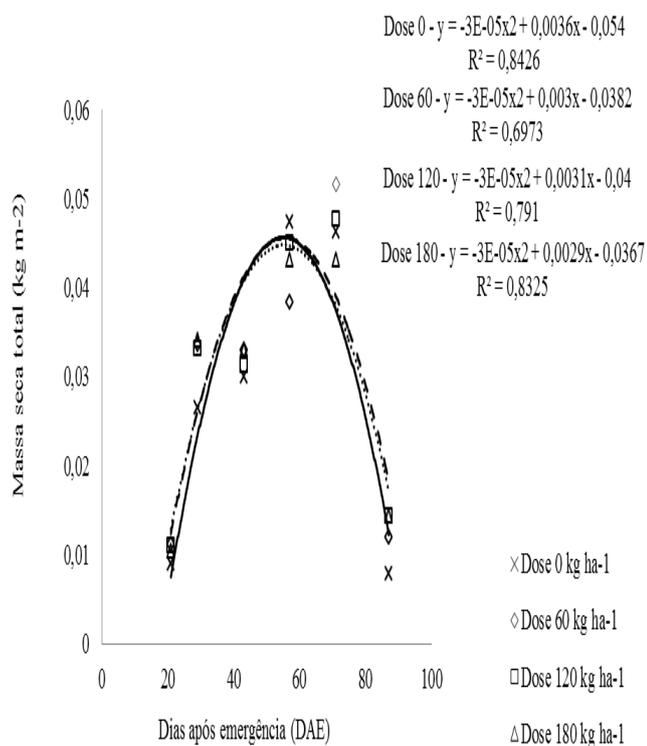


Figura 1 - Produção da massa seca (MST) do feijoeiro para cada dia de coleta, em diferentes dosagens de nitrogênio.

Por outro lado, quando avaliado o índice de área foliar (IAF), também foi apresentado um aumento significativo até meados dos 57 DAE com os valores de 79,30; 80,31; 80,16; 80,23m²

m² para as doses de 0; 60; 120; 180 kg ha⁻¹ respectivamente, como pode ser observado na figura 2. Houve então um decréscimo posterior até os 87 DAE, seguidos os valores de 0,09; 0,17; 0,18; 0,22 m² m⁻² para as doses de 0; 60; 120; 180 kg há⁻¹ respectivamente.

Reis (2013) também realizou 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. Cantarella (2007) explica que quando se trata de culturas que possuem grande demanda de N em curto período de tempo, essas diferenças significativas podem não ser evidenciadas.

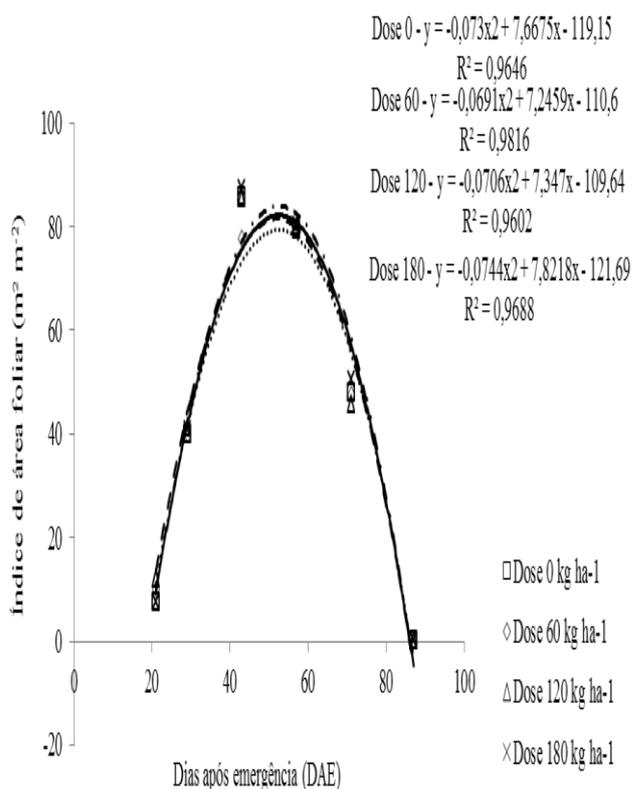


Figura 2 - Índice de área foliar (IAF) do feijoeiro para cada dia de coleta (DAE), em diferentes dosagens de nitrogênio.

A seguir, a figura 3 mostra a taxa de crescimento relativo (TCR), na qual os dados de MST foram inseridos em função da DAE. Percebe-se que a TCR apresentou um comportamento constante e decrescente no

decorrer do tempo, fato que também pôde ser verificado por Jauer et al. (2003), o qual relata que quanto menor a população de plantas de feijão, maior a eficiência em produzir massa seca pois, quanto maior for essa população de plantas, maior será a competição intraespecífica da cultura (GARCIA et al., 2008).

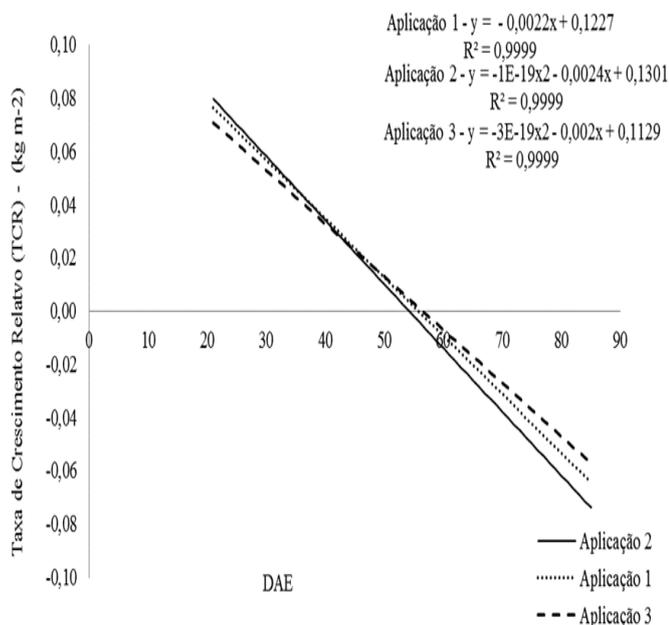


Figura 3 - Ilustração da Taxa de crescimento relativo (TCR) em razão dos dias após a emergência (DAE) para a massa seca total (MST) para as diferentes aplicações.

A figura 4 demonstra a taxa de crescimento da cultura (TCC), foram usados os dados obtidos de MST em função da DAE. Foi apresentada uma fase inicial crescente para todas as formas de aplicação até os 37 DAE e um posterior declínio da TCC até aproximadamente os 75 DAE. Resultados semelhantes foram observado por Jauer et al. (2004) que também trabalharam com feijoeiro em diferentes densidades de semeadura, onde também foi observado um crescimento inicial, seguido de um declínio.

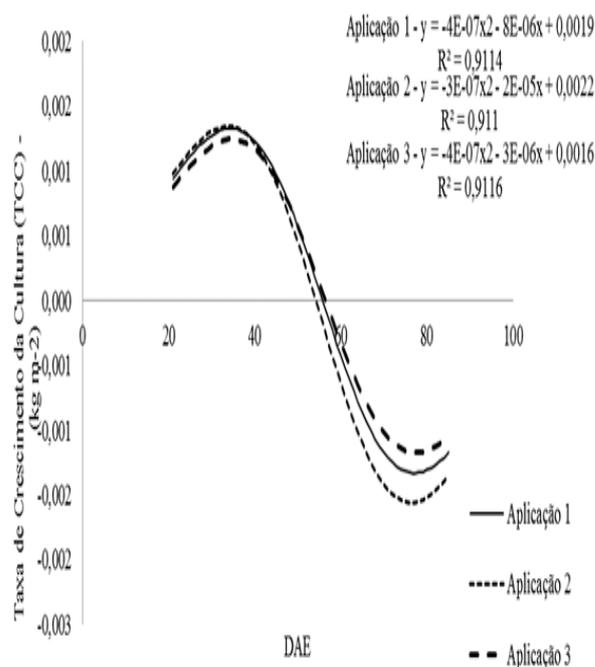
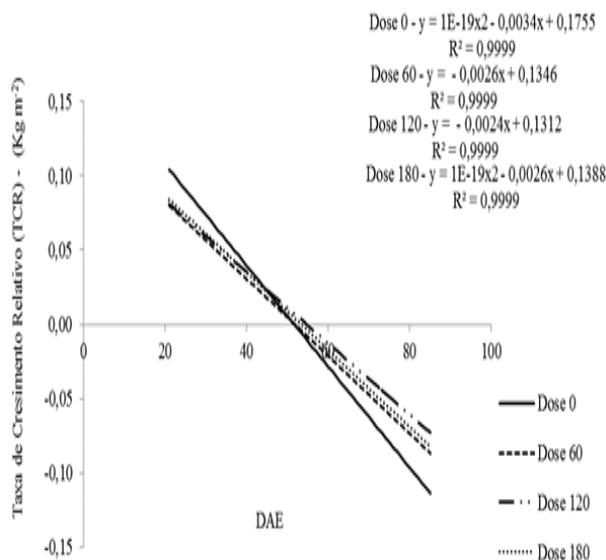


Figura 4 - Taxa de crescimento da cultura (TCC) em razão dos dias após a emergência (DAE) para a massa seca total (MST) para as diferentes aplicações.

A ilustração da figura 5 abaixo demonstra que a TCR apresentou, para as diferentes dosagens um declínio no acúmulo de massa seca em decorrer do DAE. Segundo Sant'ana (2008) isso se deve ao fato da elevação da atividade respiratória da planta e o auto



sombreamento, cuja mesma se torna mais importante com o avanço da idade da cultura.

Figura 5 - Taxa de crescimento relativo (TCR) em razão dos dias após a emergência (DAE) para a massa seca total (MST) referente às diferentes dosagens utilizadas.

Quanto a TCA para as doses de Nitrogênio apresentadas na figura 6 nota-se um desenvolvimento semelhante das linhas do gráfico para todas as dosagens, o que confirma que não houve diferença significativa entre elas. Ocorreu um crescimento da TCA até os 37 DAE e logo após um decréscimo até aproximadamente o 75 DAE, representando o final do ciclo, queda repentina das folhas do feijoeiro, auto sombreamento, entre outros fatores que auxiliam na redução dos valores de massa seca total.

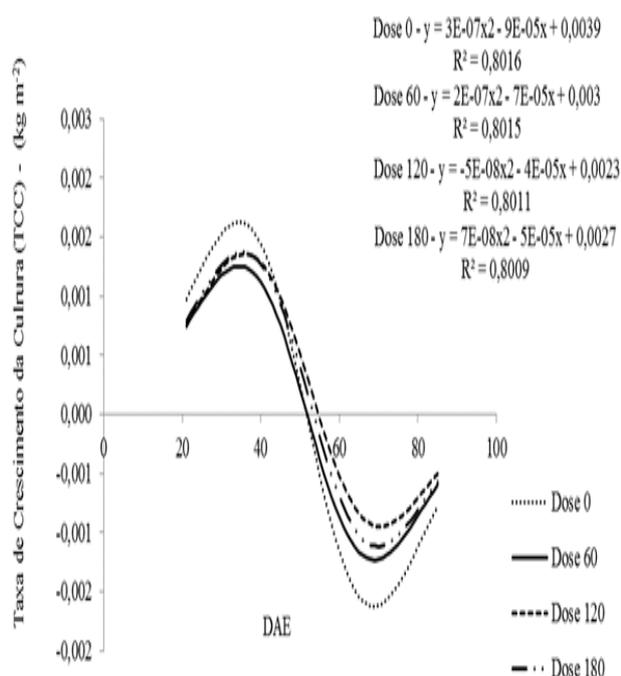


Figura 6 - Taxa de crescimento da cultura (TCC) em razão dos Dias após a emergência (DAE) para a massa seca total (MST) referente às diferentes dosagens utilizadas.

CONCLUSÃO

As formas de aplicação do nitrogênio não afetaram os valores de MST e IAF entre os períodos de desenvolvimento do feijoeiro. As doses de nitrogênio não afetaram os valores de

MST e IAF entre os períodos de desenvolvimento do feijoeiro. O maior acúmulo de massa seca foi dado aos 57 DAE.

AGRADECIMENTOS

Ao IF Goiano – Campus Ceres pela bolsa concebida.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BARBOSA, F. R; GONZAGA, A. C. O. Informações técnicas para o cultivo do feijoeiro-comum na Região Central-Brasileira: 2012-2014. Santo Antônio de Goiás: **Embrapa Arroz e Feijão**, 2012. 247 p.
- BENINCASA, M.M.P. Análise de crescimento; noções básicas. Jaboticabal, Universidade Estadual Paulista, 1988. 42 p.
- 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. (Eds.). **Fertilidade do solo**. Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2007. p.375-470.
- COELHO, A. M.; **Manejo de adubação nitrogenada na cultura do milho**; Jornal Eletrônico da Embrapa Milho e Sorgo. 23ª Edição, 2010.
- CONAB, Companhia Nacional de Abastecimento; **Acompanhamento da safra brasileira, grãos**; V.3, Safra 2015/16, N.4; Quarto levantamento, 2016. < http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/16_01_12_14_17_16_boletim_graos_janeiro_2016.pdf> 14 de janeiro de 2016.
- GARCIA, A. et al. 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.
- JAUER, A. et al. ANÁLISE DE CRESCIMENTO DA CULTIVAR DE FEIJÃO PÉROLA EM QUATRO DENSIDADES DE SEMEADURA. 2003. v. 10, n. 1, p. 1-12 – Universidade Federal de Santa Maria, Uruguaiana-RS. Disponível em

<http://w3.ufsm.br/nppce/publicacoes/pub12.pdf>

- JAUER, A. et al. Análise de crescimento do cultivar de feijão Iraí em quatro densidades de semeadura. **PESQUISA AGROPECUÁRIA GAÚCHA**, Porto Alegre, v.10, n. 1-2, p. 23-33, 2004.
- MENDONÇA, J. C. et al; Determinação do coeficiente cultural (Kc) do feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.), em Campos dos Goytacazes, RJ. 2007. v.11, n.5, p.471-475 - Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental. Disponível em <http://www.scielo.br/pdf/rbeaa/v11n5/v11n05a04.pdf>
- NÓBREGA, J. Q. et al. Análise de crescimento o feijoeiro submetido a quatro níveis de umidade do solo. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 5, n. 3, p.437-443, jul. 2001.
- POSSE, S. C. P. et al. Informações técnicas para cultivo do feijoeiro-comum na região central-brasileira: 2009-2011. Vitória, ES: **Incapar**, 2010. 245p.
- REIS, A. P.; RESPOSTA DO FEIJOEIRO À ADUBAÇÃO NITROGENADA COM UREIA CONVENCIONAL E REVESTIDA COM POLÍMERO. 2013. 25 p. (Monografia de graduação em Agronomia) – Universidade de Brasília, Brasília-DF. Disponível em http://bdm.unb.br/bitstream/10483/4722/6/2013_AnaPaulaReis.pdf
- SANGOI, L.; ERNANI, P. R.; LECH, V. A.; RAMPAZZO, C.; Lixiviação de nitrogênio afetada pela forma de aplicação da uréia e manejo dos restos culturais de aveia em dois solos com texturas contrastantes. 2003. v.33, n.1, p.65-70 - Santa Maria. Disponível em <http://www.scielo.br/pdf/cr/v33n1/14144.pdf>
- SANT'ANA, E. V. P; SILVEIRA, P. M. 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. et al. ANÁLISE DO CRESCIMENTO DE DUAS CULTIVARES DE FEIJOEIRO EM FUNÇÃO DA ÉPOCA DE APLICAÇÃO DA ADUBAÇÃO NITROGENADA. **Enciclopédia Biosfera**, Goiânia, v. 9, n. 16, p. 148-158, 2013.
- STORCK, L., LOPES, S.J. Experimentação II. Santa Maria: UFSM, CCR, Departamento de Fitotecnia, 1998, 2. ed. 205p.
- 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.