

## ADUBAÇÃO NITROGENADA NO VIGOR DAS MUDAS, CONCENTRAÇÃO DE AMINOÁCIDOS E PROTEÍNAS TOTAIS E NO TEOR DE CLOROFILA NO FEIJÃO-DE-CORDA (*Vigna Unguiculata*)

Edilene Goncalves Lacerda<sup>1</sup>, Layssa Ferreira de Jesus Sanches<sup>1</sup>, Júlia Oliveira Queiroz<sup>1</sup>, Cristiano Pereira da Silva<sup>2</sup>

### RESUMO:

O trabalho teve como objetivo descrever os efeitos fisiológicos da adubação nitrogenada (N) através das análises de crescimento e concentração de clorofila, aminoácidos e proteína total nas folhas de feijão-de-corda. O experimento foi desenvolvido em casa de vegetação, em blocos ao acaso, com quatro repetições e seis tratamentos. Foram analisados os parâmetros biométricos de crescimento das mudas e a determinação dos teores de clorofila nas folhas, aminoácidos e proteínas. As análises tiveram início após 60 dias da adubação. Dentre os resultados obtidos, destacamos que a adubação nitrogenada à base de ureia, resultou no maior vigor das mudas, como altura, diâmetro do caule, brotações, área foliar e no aumento da concentração de clorofila, aminoácidos e proteínas, obtendo os melhores resultados com o aumento das concentrações da adubação. O uso de adubo nitrogenado na cultura do feijão-de-corda na dose de 9,54g.kg<sup>-1</sup> aumenta o crescimento e o vigor da cultura e favorece o aumento de aminoácido e proteínas, com destaque para o aminoácido fenilalanina, leucina e isoleucina. A adubação nitrogenada também contribuiu para o aumento de aminoácidos e proteínas totais.

**Palavras-chave:** nutrientes, análise foliar, análise de crescimento.

## NITROGEN FERTILIZERS IN THE VIGOR OF CHANGE, TOTAL AMINO ACIDS AND PROTEIN CONCENTRATION, AND CHLOROPHYLL CONTENT IN THE BEAN (*Vigna unguiculata*)

### ABSTRACT:

The objective of this work was to describe the physiological effects of nitrogen fertilization (N) through growth and concentration analysis of chlorophyll, amino acids and total protein in string bean leaves. The experiment was carried out in a randomized block greenhouse with four replications and six treatments. The biometric parameters analyzed were seedling growth and the determination of chlorophyll content in leaves, amino acids and proteins. The analyzes began after 60 days of fertilization. Among the obtained results, we highlight that the urea nitrogen fertilization resulted in higher seedling vigor, such as

<sup>1</sup>Acadêmicas do Centro Estadual de Educação Profissional Profa. Maria de Lourdes Widal Roma. Programa Pronatec Curso em Agronegócio. Campo Grande/MS. Brasil.

<sup>2</sup>Docente do Centro Estadual de Educação Profissional Profa. Maria de Lourdes Widal Roma. Programa Pronatec Curso em Agronegócio. Campo Grande/MS. Brasil.

height, stem diameter, sprouts, leaf area and increased concentration of chlorophyll, amino acids and proteins. Thus, best results were obtained with increased fertilization concentrations. The use of nitrogen fertilizer in  $9.54\text{g.kg}^{-1}$  string bean culture increases the growth and vigor of the crop and favors the increase of amino acids and proteins, especially the amino acid phenylalanine, leucine and isoleucine. Nitrogen fertilization also contributed to the increase of amino acids and total proteins.

**Keywords:** nutrients, foliar analysis, growth analysis.

## INTRODUÇÃO

O feijão-de-corda, também conhecido como feijão-caupi ou feijão-macassar, é uma leguminosa comestível dotada de alto conteúdo proteico, boa capacidade de fixar nitrogênio, sendo pouco exigente em fertilidade do solo. Tendo como habitat as regiões de clima quente (úmida ou semi-árida), é cultivado, predominantemente, nas regiões Norte e Nordeste do Brasil (Mousinho, 2005; Cardoso et al., 2005, Dutra et al., 2012; Silva et al., 2015; Penha Filho, et al., 2017). Trata-se de uma cultura muito utilizada em consórcio com outros cultivos múltiplo ou policultivo, principalmente o milho (*Zea mays* L.) pois são culturas que se adaptam muito bem neste sistema de produção (Kappes e Zancanaro, 2015; Araújo et al., 2016).

Por se tratar de cultura de ciclo curto, a adubação inicial é essencial para o bom desenvolvimento e vigor das plantas, mesmo que isso ocorra da fase juvenil até a fase adulta. Plantas sadia e bem adubadas tendem a garantir melhor produtividade, principalmente quando associada a irrigação, melhorando substancial da produtividade da cultura (Bezerra et al., 2010; Fonseca et al., 2010, Feitosa et al., 2012; Embrapa, 2013).

O *Vigna unguiculata* (L.) Walp, diz respeito a uma cultura muito utilizada em consórcio com outros cultivos múltiplo ou policultivo, principalmente o milho (*Zea mays* L.), pois são culturas que se adaptam muito bem neste sistema de produção (Kappes e Zancanaro, 2015; Araújo et al., 2016; Santos et al., 2017). A adubação é um fator determinante da produtividade e representa um percentual significativo no custo de produção da cultura, no vigor e no desenvolvimento da planta, associada a alta produtividade (Freire Filho et al., 2011; Dourado Neto et al., 2012, Silva et al., 2015).

A absorção de nutrientes pela planta é essencial para todo o seu ciclo, tendo o adubo nitrogenado como a principal adubação em diferentes etapas de seu desenvolvimento. A utilização do adubo nitrogenado na forma de ureia ou por resíduos orgânicos animais podem servir

como fonte de nutrientes para diferentes cadeias produtivas, revertendo-se em fornecedores de nutrientes para a produção de plantas e melhoradores das condições físicas, químicas e biológicas do solo e das plantas (Dutra et al., 2012; Freitas et al., 2012).

Dentre as contribuições do nitrogênio nas plantas destacamos o crescimento vegetativo, a altura e o comprimento das plantas, o número de folhas e o teor de clorofila (Taiz e Zeiger, 2014). Neste sentido, estudar o vigor das plantas através das análises de crescimento durante a fase de crescimento vegetativo é extremamente importante para os produtores. A utilização da técnica de análise de crescimento permite caracterizar e entender o comportamento dos diferentes cultivares, caracterizando os componentes fisiológicos e o desempenho agrônômico. Verifica-se, portanto, que a análise de crescimento pode ser utilizada nas observações das variáveis fisiológicas que se correlacionam positivamente com a produtividade de grãos (Campos et al. 2008; Barbosa e Gonzaga, 2012).

O fundamento da análise de crescimento baseia-se no fato de que, em média, 90% da matéria orgânica acumulada ao longo do crescimento da planta resultam da atividade fotossintética e o restante da absorção mineral do solo (Barbosa e Gonzaga, 2012; Martins et al., 2017). O acúmulo de matéria seca e o incremento da área foliar, quantificados em função do tempo, são utilizados na estimativa de vários índices fisiológicos relacionados às diferenças de desempenho entre cultivares ou diferentes materiais da mesma espécie e das comunidades vegetais.

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; Martins et al., 2017).

Outro aspecto importante na utilização e contribuição do adubo nitrogenado está no aumento do teor de aminoácidos e proteínas, verificado por

Campos et al., (2008) e Martins et al., (2017), destacando que as formas de aplicação do nitrogênio não afetaram os valores de MST e IAF entre os períodos de desenvolvimento do feijoeiro, porém contribuíram para o maior acúmulo de massa seca aos 57 DAE e, conseqüentemente os teores de aminoácidos, proteínas e clorofila seguiram os mesmos resultados. As variedades e espécies de feijões em geral são fontes de aminoácidos e proteína de origem vegetal, sendo amplamente utilizadas na alimentação humana, em razão do baixo custo e ao menor teor de gordura, quando comparados aos alimentos de origem animal. O feijão de corda apresenta cerca da metade do teor de aminoácidos e proteínas em relação à soja e feijão carioca, porém é de maior digestibilidade proteica de 78,70% (Pires et al., 2006; Bezerra et al., 2012).

Os aminoácidos e proteínas são biomoléculas de boa qualidade e de alto valor biológico com alta digestibilidade e importância nos processos metabólicos. Estudos recentes têm mostrado que a adubação nitrogenada, é possível que o aumento do teor de determinado aminoácido e conseqüentemente propicia o incremento no teor de proteína. Com relação aos aminoácidos essenciais, os grãos de feijão são constituídos em maior parte por leucina, seguido por lisina, fenilalanina, valina, isoleucina, treonina, histidina e metionina e essa composição é muito semelhante ao observado em cultivares de feijão produzidas em outros países (Ribeiro et al., 2007). O objetivo deste trabalho foi descrever as contribuições fisiológicas do nitrogênio no vigor, no desenvolvimento e no teor de clorofila nas folhas de feijão-de-corda.

## MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi conduzido no Centro Estadual de Formação Profissional Maria de Lourdes Widal Roma, localizada no município de Campo Grande/MS, “latitude: -20.4435, Longitude: -54.6478 20° 26’ 37” Sul, 54° 38’ 52 Oeste” onde as mudas foram plantadas por sementes e em vasos 5L, com substrato misto, contendo terra latossolo

vermelho (corrigido o pH com calagem), areia de construção e palha de arroz, na proporção 1:1:1. O delineamento experimental utilizado foi o de blocos ao acaso, com seis tratamentos e quatro repetições. As mudas de feijão-de-corda foram transplantadas para vasos com capacidade para 10L e em cada tratamento foram utilizados seis doses de N mineral (ureia) com as referidas combinações: T1 = 0; T2 = 2,91; T3 = 3,57; T4 = 5,17; T5 = 7,91; T6 = 9,54g.Kg<sup>-1</sup> de solo. Foram avaliados o índice SPAD para o teor de clorofila na folha e o teor de N nas folhas (D), aquelas consideradas como folhas jovens. Após 60 dias do plantio, iniciaram as avaliações de análise de crescimento, como altura da planta, diâmetro do caule, número de brotos e folhas, área foliar e análises de teor de clorofila, aminoácidos e proteínas. Aos 160 dias, foram realizadas as análises destrutivas com algumas plantas, como a massa da matéria seca escolhida por amostragem. Para a análise da massa de matéria seca foram separadas 02 plantas por tratamento, acondicionadas em saquinhos de papel, separadas em raiz, caule e folha, colocadas em estufa com temperatura em torno de 60°C por 72 horas. Após este período foram realizadas as pesagens em balança de precisão no laboratório de fitotecnia.

A determinação dos teores de aminoácidos foi realizada no Laboratório de Análises Química e Bioquímica, por cromatografia líquida de alta performance (HPLC). As amostras passaram por hidrólise prévia com ácido clorídrico (HCl) bidestilado 6N, em seguida com a derivação pré-coluna dos aminoácidos livres com fenilisotiocianato (PITC), e a separação dos derivativos feniltiocarbamilaminoácidos (PTC-aa), em coluna de fase reversa C18 (Pico-Tag – 3,9x300 mm), com detecção por UV a 254 nm. A quantificação da amostra foi calculada e baseada na altura de cada pico de aminoácido, e como referência utilizou-se a altura do pico do padrão interno de aminoácidos com concentração conhecida como o padrão derivado nas mesmas condições e no mesmo tempo das amostras.

Os teores de aminoácidos e proteína bruta foram transformados para gramas, sendo determinada pelo método de micro-Kjeldahl (Nx6,25), com o uso da metodologia descrita pela Association of Official Agricultural Chemists (1995). Os teores de aminoácidos e de proteína bruta foram quantificados em duplicata. Os dados médios obtidos para cada cultivar, foram comparados entre si com a utilização do teste t, a 5% de probabilidade no Programa Estatístico SISVAR® (Ferreira, 2008).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Houve um crescimento e desenvolvimento da planta influenciada pelo uso da adubação nitrogenada (Tabela 1), tendo aumento significativo para altura das plantas, diâmetro do caule, número de brotos e folhas novas, área foliar, teor de clorofila e massa da matéria seca. À medida que houve aumento das doses de nitrogênio as plantas responderam significativamente nas variáveis analisadas. Os melhores resultados para altura da planta, diâmetro do caule, número de brotos e folhas foram nos tratamentos 5 e 6, com doses de adubação que variaram entre 7,91g.Kg<sup>-1</sup> e 9,54g.Kg<sup>-1</sup>.

**Tabela 01.** Análise de crescimento em mudas de feijão-de-corda (*Vigna unguiculata* L. Walp.) tratadas com nitrogênio mineral (N). Campo Grande/MS. 2019

Tratamentos (g.Kg <sup>-1</sup> )	ALT	DC	NBF	AF	TC	MMS
T1: Testemunha	31,0 c	3,0 c	12,0 c	8,90 c	0,5693 c	2,63 b
T2: 2,91	48,8 b	5,7 b	14,0 b	11,25 b	0,7553 b	2,89 b
T3: 3,57	50,5 b	5,5 b	16,0 b	12,75 b	0,8923 b	3,35 b
T4: 5,17	59,7 ab	6,0 ab	17,5 a	14,25 a	1,7503 a	4,55 a
T5: 7,91	60,5 a	6,2 a	18,8 ab	14,75 a	1,9340 a	4,85 a
T6: 9,54	69,8 a	7,0 a	22,5 a	11,75 b	1,9955 a	4,93 a
CV (%)	2,54	1,76	2,25	1,89	1,05	1,79

Médias seguidas de mesma letra NÃO diferem estatisticamente pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. Legenda: (ALT = altura; DC = diâmetro do caule; NBF = número de brotos e folhas; AF = Área foliar; TC = Teor de clorofila; MMS = Massa de matéria seca). Unidades: ALT, DC, AF (cm), NBF (média pontual) e TC (mg.kg<sup>-1</sup>)

Esses resultados vêm de encontro com os obtidos por Peltonen-Sainio (1994) e Slafer (2004). Quanto aos teores de N, ocorreram correlações positivas e significativas para os valores de massa de mil grãos, período de enchimento de grãos e rendimento de grãos, teor de clorofila, mas não para taxa de enchimento de grãos. Essa correlação entre teores de N, aumentaram o rendimento de grãos é interferiram na concentração de clorofila determinada pelo método SPAD.

Dutra et al., (2012) relatam que as adubações nitrogenadas não afetaram a produtividade de sementes do feijão de corda, mas contribuíram no

aumento da produção, obtendo-se, em média, 1.215,5 kg ha<sup>-1</sup>. Estes estimam o máximo rendimento de vargem verde e de grãos, verde e seco, do cv. IPA-206 ao se aplicar de 55,5 a 60,9 kg ha<sup>-1</sup> de nitrogênio via solo e de 59,5 a 64,3 kg ha<sup>-1</sup> de nitrogênio. Segundo os mesmos autores, a escolha do cultivar e o manejo da adubação combinadas são fatores essenciais e de suma importância para um bom desenvolvimento e rendimento das plantas.

Já para Crusciol et al., (2003), estudando a adubação nitrogenada em feijão de corda cv. IAC-Carioca, não encontraram diferenças significativas na forma (semeadura crescimento das plantas e

cobertura) e nas doses (0; 12,5 e 25 kg ha<sup>-1</sup>) aplicadas sob a germinação das sementes. Segundo os mesmos autores, isso se deve ao fato de que diversos fatores interagem e interferem no potencial germinativo das sementes, como por exemplo, a cultivar utilizada e as técnicas utilizadas durante e após o cultivo. Vale ressaltar que as doses de adubos utilizados pelos autores são menores que as utilizadas no presente trabalho, podendo ser estes um dos motivos que não obtiveram diferenças significativas.

A influência da adubação nitrogenada sobre o desenvolvimento e vigor das plantas e o teor de clorofila deve-se ao fato de, com o aumento da eficiência fisiológica do N na planta, promovendo a absorção e translocação do N para as regiões de crescimento ativo, favorecendo na qualidade, ocorreu vigor na produtividade das plantas.

Feitosa et al., (2012) citam que a adubação nitrogenada proporcionou maior crescimento vegetativo ao feijão de corda nas diferentes épocas de avaliação (verão e inverno), sendo maior aos 30 dias após a aplicação do adubo nitrogenado a base de ureia. Segundo os mesmos autores, há necessidade da aplicação de adubação nitrogenada na dose adequada e época correta para a cultura do feijoeiro atingir seu rendimento máximo em crescimento e produtividade.

Silva et al., (2015) citam que a adubação mineral à base de N proporcionou maior vigor das plantas, englobando o comprimento e o número médio de vagens por colheita. Isso gerou destaque para os resultados obtidos no sistema de cultivo orgânico pela apresentação de resultados superiores na produtividade final das vagens do feijão-de-corda em relação ao cultivo convencional, sugerindo o tipo de adubo orgânico mais eficiente para a produção final da cultura. De encontro com os resultados encontrados pelos autores acima, Guareschi et al., (2013), concluíram que a adubação com cama de frango e esterco bovino em feijão, proporcionaram produtividade de grãos semelhante à adubação química à base de ureia, sem afetar o desenvolvimento da planta e reduzindo o custo de

produção.

Os resultados obtidos na tabela 01 são semelhantes aos efeitos fisiológicos descrito por Taiz e Zeiger, (2012), pois estes onde citam que o nitrogênio é elemento essencial para as plantas porque fazem parte de uma série de compostos indispensáveis ao seu desenvolvimento, como das moléculas de clorofila, das bases nitrogenadas dos nucleotídeos, dos aminoácidos, proteínas (dentre as quais a enzima ribulose 1,5-bifosfato carboxilase oxigenase – Rubisco, catalisadora da redução fotossintética do CO<sub>2</sub>) e de vários compostos do metabolismo secundário. Para fazer parte destas substâncias, o nitrogênio deve ser absorvido da rizosfera pelas raízes, onde deve estar disponibilizado normalmente na forma de N-NH<sub>4</sub><sup>+</sup> ou N-NO<sub>3</sub><sup>-</sup>.

Dentre os nutrientes essenciais às plantas, o nitrogênio é demandado em maior quantidade. Por isso, ele é considerado determinante no alcance de um elevado potencial de produtividade nas plantas, pois estimula o crescimento vegetativo, aumento do número e comprimento das raízes, aumentando a produção e a massa de grãos (Buzetti et al., 2006; Kappes, et al., 2013). Existe uma correlação entre o N e o teor de clorofila, já que este elemento é constituinte da molécula de clorofila. Assim sendo, alguns autores têm avaliado a utilização da avaliação direta de clorofila para determinar o estado nutricional das plantas, bem como quanto ao nitrogênio presente (Leonardo et al., 2013).

Quanto ao teor de clorofila, nota-se na Tabela 01 que, na medida em que aumentou as doses de adubação nitrogenada, houve aumento na concentração de clorofila aumentando de 0,5693 da testemunha para o melhor tratamento (T6) 1,9955 de acordo com o SPAD. Este resultado vem de encontro com o obtido (Argenta et al., 2001), tendo os melhores resultados para o teor de clorofila nas folhas de feijão e cereais em virtude do aumento da adubação. O teor de clorofila da folha também se correlaciona positivamente com o teor de N na planta (Chapman e Barreto, 1997; Argenta et al., 2001) e com o rendimento das culturas. Esta relação

é atribuída, principalmente, ao fato de que 50 a 70% do N total das folhas ser integrante de enzimas que estão associadas aos cloroplastos.

O uso do clorofilômetro permite estimar, de forma rápida e barata, a concentração de N nas folhas das plantas, o que pode contribuir para a diminuição da sub ou superutilização de fertilizantes nitrogenados (Sant'ana et al., 2010). As leituras instantâneas de maneira não destrutiva de folhas, proporcionadas pelo clorofilômetro, apresentam-se como alternativa de indicação do teor de clorofila presente na folha da planta (Klooster et al., 2012). O teor de clorofila correlaciona-se com a concentração de N na planta e, também, com a produtividade das culturas (Silva et al., 2012).

Na tabela 01 verifica-se o efeito significativo do adubo mineral aplicado na forma de ureia, destacando-se altura da planta, diâmetro do caule, número de brotação, área foliar, massa da matéria seca e teor de clorofila. A influência da adubação nitrogenada sobre o desenvolvimento e vigor das plantas e teor de clorofila deve-se ao fato de, com a eficiência fisiológica do N na planta, promovendo a absorção e translocação do N para as regiões de crescimento ativo, favorecendo na qualidade, vigor e na produtividade das plantas. A correlação

verificada entre o índice SPAD e o teor de clorofila total evidenciam que as leituras efetuadas com clorofilômetro estimam, adequadamente, o grau de esverdeamento das folhas. Leonardo et al., (2013) citam que a adubação com ureia e o adubo orgânico “cama de frango” aumentaram o teor de clorofila e de N na folha D para o do abacaxizeiro “Vitoria”

Na tabela 02 são descritos os resultados obtidos nas análises bioquímicas. Percebe-se que, na medida em que aumentaram as doses de adubação, aumentaram, também, as concentrações de aminoácidos e de proteínas totais nos grãos de feijão. As concentrações de fenilalanina, leucina, isoleucina, lisina, metionina e valina tiveram os melhores resultados no tratamento (T6) com médias de 6,85 até 8,67. Para a análise de proteínas totais, tivemos aumento significativo na medida em que aumentaram as doses de adubação nitrogenada, testemunha (22,56) para tratamento T6 (30,55). Gomes Júnior et al., (2005) citam a relação positiva entre a adubação nitrogenada e o acúmulo de proteínas na semente de feijão, onde plantas adubadas com altas doses de N produziram sementes com maior teor de proteínas em relação às plantas adubadas com baixas doses deste nutriente.

**Tabela 02.** Aminoácidos e proteínas totais em grãos de feijão-de-corda (*Vigna unguiculata* L. Walp.) tratadas com nitrogênio mineral (N). Campo Grande/MS, 2019.

Tratamentos (g.Kg <sup>-1</sup> )	FEN	LEU	ISO	LIS	MET	VAL	PROT
T1: Testemunha	5,22 c	5,15 c	5,25 c	4,85 c	5,25 c	4,74 c	22,56 c
T2: 2,91	5,67 b	6,12 b	5,82 c	4,95 c	6,25 b	4,75 c	25,35 b
T3: 3,57	5,98 b	6,25 b	6,22 bc	5,57 b	7,57 ab	5,25 b	25,55 b
T4: 5,17	6,22 b	7,58 ab	7,25 b	5,89 b	7,85 ab	5,75 b	28,57ab
T5: 7,91	6,27 b	7,78 ab	7,85 a	6,25 ab	8,25 a	6,25 a	28,62 ab
T6: 9,54	8,67 A	8,16 a	8,25 a	6,89 a	8,89 a	6,85 a	30,55 a
CV (%)	1,02	0,89	0,75	0,91	0,78	0,92	1,02

Médias seguidas de mesma letra NÃO diferem estatisticamente pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. Legenda: (FEN = fenilalanina; LEU = Leucina; ISO = Isoleucina; LIS = lisina; MET = Metionina; VAL = Valina; PROT = proteína total).

Gasola et al., (2017) citam que a adubação nitrogenada à base de aminoácidos aplicado via foliar não altera o desempenho produtivo das cultivares de trigo Catuara, Gaivotá e Quartzó. Para a cultivar CD 120, o aumento das doses de adubação nitrogenada à base de aminoácidos incrementa o número de grãos por área, sem alterar o rendimento de grãos.

Em relação aos resultados da Tabela 02, Mendonça et al., (2014) verificaram que o aumento da adubação nitrogenada proporcionou o aumento dos teores de aminoácidos, proteínas, atividade de enzimas e síntese de hormônios, contribuindo para o metabolismo vegetal, resultando em estímulos no desenvolvimento fisiológico de produção dos grãos de aveia branca. Gomes Junior e Sá (2010) citam que a aplicação de até 120 kg.ha<sup>-1</sup> de N no estágio fenológico V4-3, em sistema de plantio direto sob densa quantidade de palha de milho, propicia maior acúmulo de proteína bruta na semente de feijão carioca em relação à aplicação no estágio V4-6. A dose de 90 kg.ha<sup>-1</sup> de N propicia maior acúmulo de proteína solúvel na semente de feijão carioca, sem, contudo, exercer influência acentuada sobre o seu potencial fisiológico.

Lopes et al., (2017) citam que os resultados ligados à proteína dos grãos revelam que houve um aumento até a dose de 160 kg ha<sup>-1</sup> de N e depois uma manutenção nos níveis de proteína dos grãos. Em relação a produtividade ocorreu um aumento promovido pelas doses de nitrogênio avaliados. A análise de correlação indicou uma correlação linear e positiva entre nível de nitrogênio e produtividade.

A adubação nitrogenada tem-se mostrado benéfica, pois favorece o aumento da expressão do vigor, acúmulo de fitomassa, elevação da taxa fotossintética e também no desenvolvimento de raízes mais profundas (Almeida et al., 2012; Kappes et al., 2013). Para os mesmos autores, o tratamento de sementes de soja foi notado que os índices de germinação das sementes e o vigor das plântulas tratadas foram superiores ao das não tratadas, e que as plantas de soja oriundas do tratamento com N demonstraram maior comprimento e volume do

sistema radicular, rápido desenvolvimento inicial, maior área foliar, maior altura, maior número de vagens e coloração verde mais intensa.

O N absorvido pelas plantas combina com esqueletos carbônicos para a produção de aminoácidos, os quais resultam em proteínas que ficam armazenadas nos tecidos vegetais. Na fase de enchimento de grãos estas reservas são quebradas, translocadas e armazenadas nestes órgãos, na forma de proteínas e aminoácidos. Vale ressaltar que Gomes Junior e Sá (2012) evidenciam que quando a aplicação do N é realizada em estádios avançados do desenvolvimento do feijoeiro, o acúmulo de proteínas na semente fica limitado a doses menores, principalmente em relação à adubação em estádios iniciais do desenvolvimento. Considerando a imobilização microbiana, possivelmente pelo fato do N ter sido aplicado mais tardiamente, o aproveitamento de parte do nutriente proveniente das doses maiores pode não ter ocorrido em tempo hábil se ser acumulado nas sementes de feijão.

De acordo com a citação acima, Portugal et al., (2017) trabalhando com fixação de nitrogênio na cultura do milho, através da cobertura vegetais (milho, crotalária, guandu, pousio) citam que a produtividade de grãos de milho, nos tratamentos com guandu, milho e crotalária, foram superiores aos obtidos pelo pousio e testemunha. Estes destacaram, também, que os tratamentos com fornecimento de nitrogênio via fertilizante possibilitou o aumento de produtividade até a dose de 114 kg ha<sup>-1</sup>, destacando a importância do nitrogênio na produtividade da cultura.

Devido ao ciclo curto do feijão de corda (90 a 100 dias) o melhor aproveitamento do N é esperado nas fases iniciais do desenvolvimento vegetativo das plantas. Quando a adubação é realizada dentro do período vegetativo, porém mais tardiamente, pode ocorrer menor acúmulo de proteínas nos grãos de feijão.

## CONCLUSÕES

O uso de adubo nitrogenado na cultura do

feijão-de-corda na dose de 9,54g.kg<sup>-1</sup> aumenta o crescimento, o vigor da cultura e favorece o aumento de aminoácido e proteínas, com destaque para o aminoácido fenilalanina, leucina e isoleucina.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Association of Official Agricultural Chemists (1995). **Official methods of analysis**. 16<sup>a</sup> ed. Washington: AOAC. 200p.

Almeida, A.S.; Villela, F.A.; Meneghello, G.E.; Lauxen, L.R.; Deuner, C. (2012). Desempenho fisiológico de sementes de aveia-preta tratadas com tiametoxam. **Semina: Ciências Agrárias**. 33(5): 1619-1628. <http://dx.doi.org/10.5433/1679-0359.2012v33n5p1619>

Araújo, A.C.; Aloufa, M.A.I.; Silva, A.J.N.; Araújo, A.C. (2016). Competição interespecífica e viabilidade econômica do consórcio gergelim-feijão caupi em sistema orgânico de cultivo em função de épocas de semeadura. **Revista Brasileira de Agroecologia**. 11(2): 110-116. <http://dx.doi.org/10.1980.9735/rba2016.116>

Argenta, G.; Silva, P.R.F.; Bortolini, C.G. (2001) Clorofila na folha como indicador do nível de nitrogênio em cereais. **Ciência Rural**. 31(4): 715-722. <http://dx.doi.org/10.1590/S0103-84782001000400027>.

Barbosa, F.R; Gonzaga, A.C.O. (2012) **Informações técnicas para o cultivo do feijoeiro-comum na Região Central Brasileira: 2012-2014**. Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão. 247p.

Bezerra, A. K. P.; Lacerda, C. F.; Hernandez, F. F. F.; Silva, F. B.; Ghey, H. R. (2010). Rotação cultural feijão caupi/milho utilizando-se águas de salinidades diferentes. **Ciência Rural**. 40(5): 1075-1082.

Bezerra, A.C.; Alcântara Neto, F., Neves, A.C.; Maggioni, K. (2012). Comportamento

morfoagronômico de feijão-caupi, cv. BRS Guariba, sob diferentes densidades de plantas. **Amazonian Journal of Agricultural and Environmental Sciences**. 55(3): 184-189. <http://dx.doi.org/10.4322/rca2012.059>

Buzetti, S.; Bazanini, G.C.; Freitas, J.G., Andreotti, M., Arf, O.; Sá, M.E.; Meira, F.A. (2006). Resposta de cultivares de arroz a doses de nitrogênio e do regulador de crescimento cloreto de cloromequat. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**. 41(12): 1731-1737.

Campos, M.F.; Ono, E.O.; Boaro, C.S.F.; Rodrigues, J.D. (2008). Análise de crescimento em plantas de soja tratadas com substâncias reguladoras. **Revista Biotemas**. 21(3): 53-63.

Cardoso, J.M.; Melo, F. de B.; Lima, M.G. (2005). Ecofisiologia e manejo de plantio. In: Freire Filho, F.R.; Lima, J.A. de A.; Ribeiro, V.Q. (eds). **Feijão caupi: avanços tecnológicos**. Brasília: EMBRAPA, p. 211 - 28.

Crusciol, C.A.C; Soratto, R.P; Silva, L. M; Lemos, L.B. (2003). Fontes e doses de nitrogênio para o feijoeiro em sucessão a gramíneas no sistema plantio direto. **Revista Brasileira de Ciências do Solo**. 31(1): 1545-1552.

Chapman, S.C., Barreto, H.J. (1997). Using a chlorophyll meter to estimate specific leaf nitrogen of tropical maize during vegetative growth. **Agronomy Journal**. 89(4): 557-562.

Dourado Neto, D; Dario, C.J.P; Martin, T. N. (2012). Adubação mineral com cobalto e molibdênio na cultura da soja. **Semina: Ciências Agrárias**. 33(1):2741-275. <http://dx.doi.org/10.5433/1679-0359.2012v33Sup1p2741>.

Dutra, A.S; Bezerra, F.T.C; Nascimento, P.R; Lima, D.C. (2012). Produtividade e qualidade fisiológica

- de sementes de feijão caupi em função da adubação nitrogenada. **Revista Ciência Agronômica**. 43(4): 816-821. <http://dx.doi.org/10.1806-6690/rca.816.2012>
- Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária — Embrapa. (2013). **Informações Técnicas para o Cultivo do Feijoeiro Comum na Região Nordeste Brasileira 2013-2014**. Reunião da Comissão Técnica Norte/Nordeste Brasileira de Feijão. Aracaju: Embrapa Tabuleiros Costeiros. 199p.
- Feitosa, E.O.; Carvalho, C.M.; Silva, L.L.; Carvalho, M.R.G.S.; Souza, R.P.F.; Gomes, A.O. (2012). Crescimento inicial do feijão-de-corda preto sob diferentes doses de adubação nitrogenada. **Revista Brasileira de Agricultura Irrigada**. 6(4): 271–282. <http://dx.doi.org/10.7127/rbai.v6n400092>
- FERREIRA, D.F. SISVAR (2008): um programa para análises e ensino de estatística. **Revista Symposium**, v.6, p.36-41.
- Fonseca, M.R.; Fernandes, A.R.; Silva, G.R.; Brasil, E.C. (2010). Teor e acúmulo de nutrientes por plantas de feijão caupi em função do fósforo e da saturação por bases. **Revista de Ciências Agrárias**. 53(2): 195-205. <http://dx.doi.org/10.4322/rca.2011.028>
- Freitas, G.A.; Sousa, C.R.; Capone, A.; Afferri, F.S.; Melo, A.V.; Silva, R.R. (2012). Adubação orgânica no sulco de plantio e sua influência no desenvolvimento do sorgo. **Journal of Biotechnology and Biodiversity**. 3(1): 61-67.
- Freire Filho, F.F.; Ribeiro, V.Q.; Rocha, M.M.; Silva, K.J.D.S.; Nogueira, M.S.R.; Rodrigues, E.V. (2011) Produção, melhoramento genético e potencialidades do feijão-caupi no Brasil. In: Reunião de Biofortificação, 4. **Anais...Teresina: Biofort**. (CD-Rom)
- Gazola, D.; Zucareli, C.; Silva, R.R. (2017). Aplicação foliar de aminoácidos como suplemento à adubação nitrogenada em cultivares de trigo. **Científica**. 45(2): 182-189.
- Guareschi, R.F.; Perin, A.; Rocha, A.C.; Andrade, D.N. (2013). Adubação com cama de frango e esterco bovino na produtividade de feijão azuki (*Vigna angularis*). **Revista Agrarian**. 6(19): 29-35.
- Gomes Junior, F.G; SÁ, E.M. (2010). Proteína e qualidade de sementes de feijão (*Phaseolus vulgaris* L.) em função da adubação nitrogenada em plantio direto. **Revista Brasileira de Sementes**. 32(1): 034-044.
- Kappes, C.; Arf, O.; Andrade, J.A.C. (2013). Coberturas vegetais, manejo do solo, doses de nitrogênio e seus efeitos na nutrição mineral e nos atributos agrônômicos do milho. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**. 37(5): 1322- 1333. <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-06832013000500021>.
- Kappes, C.; Zancanaro, L. (2015). Sistemas de consórcios de braquiária e de crotalárias com a cultura do milho. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**. 14(2): 219-234. [http://dx.doi.org/10.18677/Agrarian\\_Academy\\_2017a24](http://dx.doi.org/10.18677/Agrarian_Academy_2017a24)
- Klooster, W.S.; Cregg, B.M.; Fernandez, R.T.; Nzokou, P. (2012). Growth and physiology of deciduous shade trees in response to controlled-release fertilizer. **Scientia Horticulturae**. 35(1): 71-79.
- Leonardo, F.A.P; Pereira, W.E; Silva, S.M; Costa, J.P. (2013). Teor de clorofila e índice SPDA no abacaxizeiro cv. vitória em função da adubação nitrogenada. **Revista Brasileira de Fruticultura**. 35(2): 377-383.
- Lopes, B.K.M; Vasconcelos, E.C.G; Cândido, M.J.D. Lopes, M.N.; Conrado, J.A.A.; Oliveira,

- M.M.; Almeida, B.P.; Pompeu, R.C.F.F. (2017). Características morfogênicas do capim-tamani irrigado sob doses de adubação nitrogenada. In: **Anais...** 28º Congresso Brasileiro de Zootecnia. Goiânia: Embrapa Caprinos e Ovinos. p.26-32.
- Martins, P.H.M; Oliveira, R.A.M; Buso, W.H.E; Rodovalho, S.R. (2017). Análise de crescimento do feijoeiro a diferentes manejos de adubação nitrogenada na região do cerrado. **Revista Agrotecnologia**. 8(1): 63-70.
- Mendonça, A.O.; Ritter, R.; Neves, E.H.; Gehling, V.M.; Pedroso, C.E.S. (2014). Tratamento de sementes de aveia branca com tiametoxam: efeito na qualidade fisiológica e no rendimento. **Enciclopédia Biosfera**. 10(19): 1779- 1788.
- Mousinho, F.E.P. (2005). **Viabilidade econômica do feijão caupi no Estado do Piauí**. (Tese de Doutorado em Irrigação e Drenagem). Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, SP, Brasil, 103p.
- Penha Filho, N; Almeida, S.P; Santos, T.M; Rodrigues, W.A.D; Camara, F.T. (2017). Desenvolvimento inicial da soja sob diferentes doses de adubação potássica. **Agrarian Academy**. 5(9): 178-184.
- Peltonen-Sainio, P. (1994). Productivity of oats: genetic gains and associated physiological changes. In: SLAFER, G.A. (ed). **Genetic improvement of field crops**. New York: Marcel Dekker. p.69-94.
- Pires, F.R.; Procópio, S.O.; Souza, C.M.; Santos, J.B.; Silva, G.P. (2006). Adubos verdes na fitorremediação de solos contaminados com o herbicida tebuthiuron. **Caatinga**. 19(1): 92-97.
- Posse, S.C.P.; Riva-Souza, E.M.; Silva, G.M.; Fasolo, L.M.; Silva, M.B.; Rocha, M.A.M. (2010) **Informações técnicas para o cultivo do feijoeiro-comum na região central brasileira: 2009-2011**. Vitória: Incaper. 245p. (Documento 191).
- Portugal, J.R; Arf, O; Peres, A.R; Gitti, D.C; Garcia, N.F.R. (2017). Coberturas vegetais, doses de nitrogênio e inoculação com *Azospirillum brasilense* em milho no Cerrado. **Revista Ciência Agronômica**. 48(4): 639-649. <http://dx.doi.org/10.5935/1806-6690.20170074>
- Ribeiro, N.D.; Jost, E.; Cerutti, T.; Maziero, S.M.; Poersch, N.L. (2007). Composição de microminerais em cultivares de feijão e aplicações para o melhoramento genético. **Bragantia**. 67(2): 267-272.
- Sant’ana, E.V.P.; Santos, A.B.; Silveira, P.M. (2010). Adubação nitrogenada na produtividade, leitura spad e teor de nitrogênio em folhas de feijoeiro. **Pesquisa Agropecuária Tropical**. 40(4): 491-496.
- Santos, L.A.C.; Silva, D.M.P.; Oliveira, I.A.; Pereira, C.E.; Campos, M.C.C. (2017). Crescimento de cultivares de feijão-caupi em solo de terra firme e várzea. **Ambiência Guarapuava**. 13(1): 261-270. <http://dx.doi.org/10.5935/ambiencia.2017.01.17nt>
- Silva, M.; Mannigel, A.R.; Muniz, A.S.; Porto, S.M.A.; Marchetti, M.E.; Nolla, A.; Bertani, R.M.A. (2012). Ammonium sulphate on maize crops under no tillage. **Bragantia**. 71(1): 90-97.
- Silva, V.F.A; Melo, N.C; Valente,G.F; Almeida, R.F; Ferreira, R.L.C. (2015). Adubação orgânica e mineral em cobertura na produção de feijão-de-corda. **Enciclopédia Biosfera**. 11(21): 1511-1519.
- Slafer, G.A. (2004). Yield stability in cereals: past achievements and future progress. In: **Anais...** International OAT Conference, 7. Helsinki, p.57-63.
- Taiz, L.; Zeiger, E. (2012). **Fisiologia vegetal**. 3ª ed. Porto Alegre: Artmed. 719p.