

RESPOSTAS DE PLANTAS JOVENS DE *Coffea arabica* L. À DOSES DE NITROGÊNIO¹

Daniel Soares Ferreira²; Lima Deleon Martins³; Wagner Nunes Rodrigues⁴; Sebastião Vinícius Batista Brinate⁵, Adan Dazan Cogo⁶, Tafarel Victor Colodetti⁷; Vanessa Maria de Souza Barros⁸, Wilian Rodrigues Ribeiro⁹; Marcelo Antonio Tomaz¹⁰; José Francisco Teixeira do Amaral¹¹

¹Este trabalho contou com o apoio da Ufes, do CNPq, da CAPES e da FAPES (Nº 012/2014 - DCR - N ° 71444289)

²Doutorando, Programa de pós-Graduação em Fitotecnia, Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG, Brasil, danielufes@live.com

³Pós-doutorando, Programa de Pós-Graduação em Produção Vegetal, Universidade Federal do Espírito Santo, Alegre, ES, Brasil

⁴Pós-Doutorando, Programa de Pós-Graduação em Produção Vegetal, Universidade Federal do Espírito Santo, Alegre, ES, Brasil.

⁵Doutor, Programa de Pós-Graduação em Produção Vegetal, Universidade Federal do Espírito Santo, Alegre, ES, Brasil

⁶Mestrando, Programa de Pós-Graduação em Produção Vegetal, Universidade Federal do Espírito Santo, Alegre, ES, Brasil

⁷Doutorado, Programa de Pós-Graduação em Produção Vegetal, Universidade Federal do Espírito Santo, Alegre, ES, Brasil

⁸Doutoranda, Programa de Pós-Graduação em Fitotecnia, Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG, Brasil

⁹Doutorado, Programa de Pós-Graduação em Produção Vegetal, Universidade Federal do Espírito Santo, Alegre, ES, Brasil

¹⁰ Professor pesquisador, Programa de Pós-Graduação em Produção Vegetal, Universidade Federal do Espírito Santo, Alegre, ES, Brasil

¹¹ Professor pesquisador, Programa de Pós-Graduação em Produção Vegetal, Universidade Federal do Espírito Santo, Alegre, ES, Brasil

RESUMO: A busca por tecnologias que visam o aumento da produtividade de forma sustentável vem ganhando enfoque na cafeicultura moderna, desta forma a utilização de adubações balanceadas se destacam em virtude da grande exigência da planta por nutrientes. Objetiva-se com esse trabalho avaliar a influência de doses de nitrogênio na produção de massa seca e eficiência nutricional de três cultivares comerciais de cafeeiro arábica. O experimento foi realizado em casa de vegetação no Centro de Ciências Agrárias e Engenharias da Universidade Federal do Espírito Santo, em um esquema fatorial 3x3, sendo três cultivares de cafeeiro arábica (Katipó, Topázio e Acauã) submetidas a três doses de adubação (50 mg dm³, 100 mg dm³, 200 mg dm³) com três repetições. Foi possível constatar que os cultivares em estudo, tiveram respostas diferenciadas, onde o Topázio se destacou por apresentar maiores conteúdos de biomassa vegetal (MST) assim como maiores eficiências nutricionais para níveis de 50 e 100% da adubação, mostrando que essa cultivar apresenta um bom desenvolvimento inicial em condições de limitação de nutrientes, para as condições em estudos.

PALAVRAS-CHAVE: Eficiência nutricional, sustentabilidade, nutrição mineral

REPLIES OF YOUNG PLANTS OF *Coffea arabica* L. TO NITROGEN DOSES

ABSTRACT: The search for technologies that aim to increase productivity in a sustainable way has been gaining focus in modern coffee growing, thus the use of balanced fertilizers stand out due to the great demand of the plant for nutrients. The objective of this work was to evaluate the influence of nitrogen doses on dry mass production and nutritional efficiency of three commercial cultivars of arabica coffee. The experiment was carried out in a greenhouse at the Center of Agrarian Sciences and Engineering of the Federal University of Espírito Santo, in a 3x3 factorial scheme. three arabica coffee cultivars (Katipó, Topázio and Acauã) were submitted to three fertilization rates (50 mg dm³, 100 mg dm³, 200 mg dm³) with three repetitions. It was possible to verify that the cultivars under study had differentiated responses, where Topázio stood out for presenting higher vegetable biomass (MST) contents as well as higher nutritional efficiencies for 50 and 100% fertilization levels, showing that this cultivar has a good yield. initial development under conditions of nutrient limitation for the conditions under

KEY WORDS: Nutritional efficiency, sustainability, mineral nutrition

INTRODUÇÃO

A adoção de tecnologias visando a sustentabilidade da cafeicultura tais como a poda, variedades melhoradas e adubação são importantes para aumento da produtividade (MARTINS, 2013; PREZOTTI e BRAGANÇA, 2013). Dentre estes métodos, a adubação nitrogenada se destaca (MARTINS et al., 2013). Tendo em vista, que o nitrogênio é considerado um dos elementos de maior importância para o metabolismo cafeeiro, atuando no crescimento vegetativo e na síntese fotossintética, influenciando o florescimento e enchimento de grãos afetando diretamente na produtividade (SAKIYAMA et al., 2015; MALAVOLTA, 1993).

A agricultura sustentável tem estimulado estudos que visam a utilização criteriosa de plantas mais eficientes quanto ao uso da água (RODRIGUES et al., 2017; RODRIGUES et al., 2016) e dos fertilizantes (TOMAZ et al., 2008; MARTINS et al., 2015). Dado que, materiais genéticos mais eficientes proporcionam vantagens agrônomicas ligadas a produção, produtividade e redução de custos de produção da lavoura (MATIELLO et al., 2010).

A eficiência nutricional pode variar de acordo com a espécie e a variedade utilizada (FAGERIA, 1998). No contexto agrônômico se relaciona com a capacidade de um dado genótipo em absorver, distribuir e utilizar o nutriente de modo a apresentar grandes produções mesmo quando cultivados em menores concentrações destes nutrientes (BALIGAR e FAGERIA, 1998).

As diferentes respostas entre as eficiências nutricionais que podem ser expressas pelas cultivares, tornam possíveis estudos, que visam separá-los perante a sua intolerância ao déficit de nutriente nos solos e assim explorar cultivares de crescimento rápido em solos com baixa fertilidade natural (MACHADO et al., 2016).

Desta forma objetiva-se com esse trabalho avaliar a influência de doses de nitrogênio na produção de massa seca, e eficiência nutricional de plantas jovens de cultivares de cafeeiro arábica.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido em casa de vegetação, na área experimental do Centro de Ciências Agrárias e Engenharias da Universidade Federal do Espírito Santo (CCAUE-UFES), localizado no município de Alegre – ES (latitude é de 20°45' S, longitude de 41°33' W), a 277,41 metros de altitude. O solo utilizado foi coletado em profundidade de 10 a 40 cm, descartando-se os primeiros 10 cm do perfil com o intuito de reduzir o efeito da matéria orgânica presente na camada superficial, sendo que uma amostra deste foi encaminhada ao laboratório para se proceder à caracterização física e química. O solo foi classificado como Latossolo vermelho-amarelo distrófico de textura argilosa. Após a caracterização, todo o volume de solo foi seco à sombra e homogeneizado em peneira de malha 2,0 mm e posteriormente separado em volumes de 10 dm³, por meio de pesagem em balança de precisão, e acondicionado em vasos plásticos selados, com capacidade para 12 dm³.

As mudas de cafeeiro com três pares de folhas foram obtidas junto a viveiros certificados, aclimatadas e transplantadas em vasos com capacidade para 12 dm³, de modo que cada vaso constituía uma unidade experimental. Foram utilizadas três cultivares, quais sejam: Acauã, Katipó e Topázio.

As adubações nitrogenadas foram realizadas em quatro aplicações, iniciando 30 dias após o plantio, com intervalo de 30 dias entre elas. O fósforo e o potássio foram aplicados em dose única no ato do transplante das mudas. Em todas as adubações os nutrientes foram fornecidos na forma de sais P.A. Após a aplicação das doses de P₂O₅, efetuou-se o plantio das mudas com dois pares de folhas. As doses de nitrogênio foram aplicadas após um mês de plantio nas parcelas referentes à 50%, 100% e 200% do recomendado para a cultura, sendo 50; 100; 200 g/vaso de N conforme Novais et al. (1991).

A irrigação foi realizada diariamente mantendo os níveis adequados para o desenvolvimento das plantas. O manejo fitossanitário e de plantas espontâneas foram realizados manualmente, quando necessário. Após 180 dias de cultivo procedeu-se o corte do caule e a separação das folhas para cada cultivar acondicionando o material vegetal separadamente em sacos de papel, que foi seco em estufa de circulação forçada de ar à 65°C até massa constante, de modo a determinar a massa seca da parte aérea (MSPA). As raízes foram removidas dos vasos, lavadas e secas à sombra, e posteriormente acondicionadas em sacos de papel, secas em estufa de circulação forçada de ar à 65°C até massa constante, determinando assim a produção de massa seca das raízes (MSR).

Para a determinação das MSPA e da MSR o material foi pesado em balança analítica de precisão, onde a MSPA resulta da soma da massa seca dos ramos, caule e folhas e MSR do peso seco das raízes. Os materiais vegetais devidamente secos, pesados e moídos separadamente em moinho tipo Wiley, contendo peneira em aço inoxidável com malha de 0,42 mm e acondicionados em saquinhos de papel, para análise química dos teores de nutriente (SILVA, 1999).

Para determinação dos teores de N dos tecidos vegetais de cada unidade experimental foram analisados de acordo com os métodos de nitrogênio orgânico. Obtidos os conteúdos de N e as massas vegetais, foram calculados os índices de eficiência conforme descritos a seguir:

Equação 1: Eficiência de absorção de nitrogênio gênio:

$$EAN (\%) = \frac{\text{conteúdo de nutriente na parte aérea (g)}}{\text{conteúdo do nutriente na planta (g)}} * 100, \text{ (LI et al. 1991);}$$

Equação 2: Eficiência de translocação de nitrogênio:

$$ETN (\text{mg/g}) = \frac{\text{conteúdo de nutriente na planta (mg)}}{\text{massa seca da raiz (g)}} \text{ (SWIADER et al. 1994)}$$

Equação 3: Eficiência de utilização de nitrogênio:

$$EUN = \frac{(\text{massa secatotal})^2 \text{ (g)}}{\text{conteúdo de nutriente na planta (mg)}} \text{ , (SIDDIQI; GLASS, 1981).}$$

Utilizou-se um esquema fatorial 3x3, correspondendo os fatores a 3 doses de N (50%, 100% e 200% do recomendado) e a 3 genótipos de cafeeiro arábica (Acauã, Katipó e Topázio), disposto num delineamento experimental inteiramente casualizado (DIC), com 3 repetições, sendo a parcela experimental representada por uma planta por vaso. Os dados foram submetidos à análise de variância ($p \leq 0,05$), utilizando o software de estatística SISVAR (FERREIRA, 2011); quando as fontes de variação foram significativas, utilizou-se o teste de Tukey ($p \leq 0,05$) para comparar os níveis de nitrogênio.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O comportamento das cultivares para massa seca total (MST) contidos na Figura 1, demonstra que cada cultivar respondeu de forma distinta à aplicação de nitrogênio no solo, onde o Acauã obteve menor resposta quando se aplicou 50% do nível de nitrogênio recomendado, sendo que a adição de adubo proporcionou ganho de massa até o nível de 100%, não apresentando no entanto ganho quando o mesmo foi elevado ao nível de 200%. As cultivares Katipó e Topázio, alcançaram os maiores teores de MST ao nível de 100% superando 50% e 200%.

Tabela 1. Massa seca total (MST - g/planta); eficiência de absorção de nitrogênio (EAN mg g^{-1}); eficiência de translocação de nitrogênio (ETN - %); eficiência de utilização de nitrogênio (EUN $\text{g}^2 \text{mg}^{-1}$) em plantas de *C. arabica* submetidas a doses de nitrogênio (50%, 100% e 200% da recomendação).

	MST			EAN		
	50%	100%	200%	50%	100%	200%
Acauã	58,10 bB	62,94 bA	62,44 cA	156,92 bC	254,93 bB	387,01 bA
Katipó	51,15 bB	56,56 cA	48,51 bB	175,58 bC	238,86 bB	445,05 aA
Topázio	75,53 aB	79,63 aA	67,51 aC	309,67 aA	320,21 aA	324,39 cA
	ETN			EUN		
	50%	100%	200%	50%	100%	200%
Acauã	68,81 abB	74,39 abA	66,40 bB	3,99 bC	6,15 bB	8,63 aA
Katipó	65,78 bA	69,84 bA	64,88 bA	3,28 bB	4,63 cAB	6,18 bA
Topázio	70,07 aB	87,45 aA	88,06 aA	9,41 aA	8,04 aAB	6,88 bB

Médias seguidas pela mesma letra em cada variável, letras maiúsculas nas linhas e letras minúsculas nas colunas, não são diferentes estatisticamente (Tukey; $p \leq 0,05$).

Observando o comportamento entre as variedades é possível constatar que o Topázio apresentou as maiores respostas para MST entre os cultivares ao nível de 100%. Ao nível de 200% a cultivar Katipó obteve o menor acúmulo de massa, enquanto que ao nível de 200% o menor acúmulo ocorreu para a cultivar Acauã.

Esse comportamento pode estar relacionado a variabilidade encontradas em genótipos de café. De acordo com Rodrigues et al., (2017) o crescimento de plantas de cafeeiro arábica é fortemente influenciado pelas características genéticas e ambientais. Diversidade genética em cafeeiro também foi observado para eficiência de absorção, translocação e utilização de potássio, cálcio e magnésio (TOMAZ et al., 2008), eficiência de utilização de nutrientes (AMARAL et al., 2011), eficiência de resposta (MACHADO et al., 2015), e parâmetros produtivos e fitotécnico (RODRIGUES et al., 2017).

A resposta das cultivares para eficiência de nitrogênio (EAN) demonstra que os maiores valores em Acauã e Katipó, se deram ao nível de 200%, reduzindo à medida que se reduzia a adubação. Para o Topázio, no entanto os níveis de adubação não proporcionaram diferença EAN. Comparando as respostas entre os cultivares é possível constatar que nos níveis de 50% e 100% o cultivar Topázio teve uma maior EAN que os demais cultivares, enquanto que ao nível de 200% destaca-se o cultivar Katipó com a maior eficiência e o Topázio com a menor eficiência.

Swiader et al., (1994) relaciona a eficiência de absorção com a capacidade do material genético retirar o nutriente do solo e com a sua produção de raiz. Assim, Machado et al., (2016) trabalhando com genótipos de cafeeiro conilon, afirma que existe diferença entre os genótipos por ele estudado quando as eficiências nutricionais, resposta também encontrada neste trabalho, em que os cultivares tiveram respostas diferenciadas para EAN quando comparado entre eles. Fageira (1998) associa as diferentes eficiências de absorção em uma

mesma espécie está relacionado com a capacidade desta em adaptar seu sistema radicular quando submetida a condições adversas. Resposta condizente a apresentada pelo Topázio neste trabalho.

Analisando a eficiência de translocação de nitrogênio (ETN) observa-se respostas diferenciadas entre os cultivares para os níveis de nitrogênio estudados, em que, para o Acauã o nível de 100% destacou perante aos demais, o Katipó não apresentou diferença entre os níveis e o Topázio apresentou menor resposta ao nível de 50%. Comparando os cultivares é possível observar que Topázio teve maior ETN que o Katipó para todos os níveis estudados e foi superior ao Acauã para o nível de 200%.

A eficiência de translocação segundo Li et al., (1991) se relaciona com a quantidade de nutriente contidos na parte área pela quantidade de nutrientes na planta como um todo. Desta forma a ETN está diretamente relacionada como a capacidade da planta em conduzir o nutriente do sistema radicular para sua parte aérea (MARTINS et al., 2015). A maior capacidade de uma planta translocar nutriente pode se relacionar com a capacidade produtiva desta, visto que, maiores conteúdos de nitrogênio na parte aérea tende a proporcionar maior síntese de cloroplasto, aumentando a capacidade fotossintética desta planta em questão (FAQUIN, 2005; EPSTEIN e BLOOM, 2006; TAIZ e ZEIGER, 2006).

A eficiência de utilização de nitrogênio (EUN), apresenta duas conformações distintas para os cultivares em estudos neste trabalho, sendo que, a cultivar Topázio, apresentou a maior EUN para o nível de 50% reduzindo à medida que se aumentava os níveis do nutriente, em contrapartida os cultivares Acauã e Katipó apresentaram redução na EUN à medida que se reduzia os níveis de nitrogênio no solo. Comparando as respostas entre os cultivares, nota-se que o cultivar Topázio foi superior aos demais para os níveis de 50% e 100% de nitrogênio enquanto Acauã foi o superior ao nível de 200%, ressaltando que Katipó foi inferior a ambos para todos os níveis em estudos.

A eficiência de uso está relacionada com a síntese de biomassa vegetal produzida em razão da quantidade de nutriente na biomassa (SIDDIQI e GLASS, 1981). Desta forma pode-se inferir que uma planta que tem a capacidade de produzir maiores teores de massa seca utilizando uma menor quantidade de nutriente, tende a ser mais eficiente quanto a utilização deste nutriente, como visto por Tomaz et al., (2008) onde foi relacionado a maior eficiência de uso do potássio em função do maior desenvolvimento vegetal da planta.

CONCLUSÃO

1 - Os níveis diferenciados de nitrogênio no solo proporcionaram respostas distintas entre os cultivares para as variáveis em estudo, sendo o cultivar Topázio o que apresentou maior eficiência nutricional entre os cultivares em estudo.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AMARAL, J. F. T.; MARTINEZ, H. E. P.; LAVIOLA, B. G.; FILHO, E. I. F.; CRUZ, C. D. Eficiência de utilização de nutrientes por cultivares de cafeeiro. **Ciência Rural**, v.41, n.4, 2011.
- BALIGAR, V. C.; FAGERIA, N. K. Nutrient use efficiency in acid soils: nutrient management and plant use efficiency. In Moniz, A.C. et al. (Ed.) Plant soil interactions at low pH. **Brazilian Soil Science Society**, p.75-95, 1998.
- EPSTEIN, E.; BLOOM, A.J. **Nutrição mineral de plantas, princípios e perspectivas**. Ed. Planta 2ªed. Londrina-PR. 2006.
- FAGERIA, N. K. Otimização da eficiência nutricional na produção das culturas. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.2, n.1, p.6-16, 1998.
- FAQUIN, V. **Nutrição mineral de plantas**. Lavras: UFLA / FAEPE, 2005. p.: il. - Curso de Pós-Graduação “Lato Sensu” (Especialização) a Distância: Solos e meio Ambiente. Lavras- MG, 2005.
- FERREIRA, D. SISVAR: A computer statistical analysis system. *Ciência e Agrotecnologia*. 1039-1042, 2011.
- LI, B.; MCKEAND, S. E.; ALLEN, H. L. Genetic variation in nitrogen use efficiency of loblolly pine seedlings. **Forest Science**, v.37, n.2, p.613-626, 1991.
- MACHADO, L.S.; MARTINS, L.D.; RODRIGUES, W.N.; FERREIRA, D.S.; CÔNGO, A.D.; TOMAZ, M.A.; AMARAL, J.F.T. Efficiency and response of conilon coffee genotypes to nitrogen supply. **African Journal of Biotechnology**, v. 15, n. 35, p. 1892–1898, 2016.
- MALAVOLTA, E. **Nutrição mineral e adubação do cafeeiro**. São Paulo: Agronômica Ceres, p.64-126, 1993.
- MARTINS, L. D.; TOMAZ, M. A.; AMARAL, J. F. T.; BRAGANCA, S. M.; MARTINEZ, H. E. P. Efficiency and response of conilon coffee clones to phosphorus fertilization. **Revista Ceres**, v.60, p.406-411, 2013
- MARTINS, L.D.; MACHADO, L.S.; TOMAZ, M.A.; AMARAL, J.F.T. The nutritional efficiency of Coffea spp. A review. **African Journal of Biotechnology**, v. 14, n. 9, p. 728–734, 2015.
- MATIELLO, J.B; SANTINATO, R; GARCIA, A.W; ALMEIRA, S.R; FERNADES, D.R. **Cultura do café no Brasil manual de recomendações**. Varginha: Gráfica Santo Antônio. 542 p. 2010.

- RODRIGUES, W.N.; BRINATE, S.B.V.; MARTINS, L.D.; COLODETTI, T.V.; TOMAZ, M.A. Genetic variability and expression of agromorphological traits among genotypes of *Coffea arabica* being promoted by supplementary irrigation. **Genetics and Molecular Research**, v.16, n.2, p.1-12. 2017
- RODRIGUES, W.N.; MARTINS, L.D.; APOSTOLICO, M.A.; COLODETTI, T.V.; BRINATE, S.V.B.; CRHISTO, B.F.; TOMAZ, M.A. Coffee pruning: Importance of diversity among genotypes of *Coffea arabica*. **African Journal of Agricultural Research**. Vol. 12(10), pp. 850-855. 2017.
- RODRIGUES, R.R.; PIZETTA, S.C.; SILVA, N.K.C.; RIBEIRO, W.R.; REIS, E.F. Crescimento inicial de cafeeiro conilon sob déficit hídrico no solo. **Coffee Science**, v.11, n.1, p.33-38, 2016.
- SAKIYAMA, N.S.; MARTINEZ, H.E.P.; TOMAZ, M.A.; BOREN, A. **Café Arábica do plantio a colheita**. Ed. UFV 316p. Viçosa-MG- 2015.
- SIDDIQI, M. Y.; GLASS, A. D. M. Utilization index: a modified approach to the estimation and comparison of nutrient utilization efficiency in plants. **Journal of Plant Nutrition**, v.4, n. 3, p. 289-302, 1981.
- SILVA, F. C. **Manual de análises químicas de solos, plantas e fertilizantes**. Rio de Janeiro: Embrapa Solo, 1999, p.370.
- SWIADER, J. M.; CHYAN, Y.; FREIJI, F. G. Genotypic differences in nitrate uptake and utilization efficiency in pumpkin hybrids. **Journal of Plant Nutrition**, v.17, n.10, p. 1687-1699, 1994.
- TAIZ, L.; ZEIGER, E. *Fisiologia vegetal*. Porto Alegre: Artmed, 719 p., 2006.
- TOMAZ M. A.; MARTINEZ H. E. P.; CRUZ C. D.; FERRARI R. B.; ZAMBOLIM L, S.; AKIYAMA N. S. Diferenças genéticas na Eficiência de absorção, na Translocação e na utilização de K, Ca e Mg em mudas de cafeeiro das enxerta. **Ciência Rural**, v.38, n.6, p.1540-1546, 2008.