



AVALIAÇÃO BIOMÉTRICA DA OMISSÃO DE NUTRIENTES NO DESENVOLVIMENTO DE PLANTAS JOVENS DE CUPUAÇUZEIRO (*Theobroma grandiflorum*) PROGÊNIE 61

BIOMETRIC EVALUATION OF NUTRIENT OMISSIONS IN THE DEVELOPMENT OF YOUNG PLANTS OF CUPUAÇUZEIRO (*Theobroma grandiflorum*) PROGENIE 61

Thayane Leonel Alves¹; Gabriela Mourão de Almeida¹; Ismael de Jesus Matos Viégas²; Raimundo Leonardo Lima de Oliveira³; Rafael Moysés Alves⁴; Wendel Kaian Oliveira Moreira⁵; Bianca Cavalcante da Silva⁶

¹Mestranda em Agronomia, UNESP - Campus de Jaboticabal, E-mail: thayaneleonel@hotmail.com;

²Docente do curso de agronomia, UFRA – Capanema, E-mail: matosviegas@hotmail.com;

³Doutorando do Programa de Pós-graduação em Agronomia da Universidade Federal Rural da Amazônia, E-mail: raimundoleonardo22@gmail.com;

⁴Pesquisador da Embrapa Amazônia Oriental, E-mail: rafael-moyses.alves@embrapa.br;

⁵Mestrando em Engenharia Agrícola, UNIOEST - Campus de Cascavel, E-mail: wendelmoreira21@outlook.com

⁶Engenheira Agrônoma UFRA-Belém, E-mail: alicebiacs@gmail.com.

INTRODUÇÃO

O agronegócio brasileiro apresentou crescimento entre os anos de 1994 e 2013. Dentro da atividade agrícola, a produção de frutas foi um dos setores que mais se destacou. De acordo com a Confederação Nacional da Agricultura e Pecuária do Brasil (CNA), o Brasil é o terceiro maior produtor de frutas mundial, porém a inserção brasileira no mercado externo é inexpressiva, principalmente em se tratando de frutas tropicais.

O cupuaçuzeiro é uma fruteira tropical nativa da Amazônia que inicialmente era plantada como uma cultura de quintal e com o passar das últimas décadas despontou como uma das melhores e mais promissoras da região. De acordo com Chaar (1980), dentre as frutas tropicais nativas da Amazônia, o cupuaçuzeiro é aquele que reúne as melhores condições de aproveitamento industrial.

De acordo com Bastos et al. (2002), os plantios de cupuaçuzeiro têm crescido em muitas áreas da Amazônia Brasileira devido ao aumento da demanda pela polpa, que vem sendo exportada, principalmente na forma congelada, para estados do Sudeste do Brasil e para países europeus. Portanto, em resposta a esse aumento de demanda, deverá haver um aumento na produção e da produtividade. Para atingir produções adequadas deve-se atentar para diversos aspectos na produção dentre eles, o programa de adubação adequado, pois segundo Fageria (1998) a otimização da eficiência nutricional é de grande importância no ciclo das culturas, sendo imprescindíveis para o aumento da produtividade.

De acordo com Silva et al. (2010), o desenvolvimento de programas de adubação deve ser precedido pelo conhecimento das consequências de deficiências minerais, sobre o crescimento e o desenvolvimento das plantas. Sendo assim o presente trabalho objetivou avaliar o desenvolvimento



biométrico de uma nova cultivar de *Theobroma grandiflorum*, sob efeito de deficiência dos macronutrientes N, P, K, Ca, Mg e S e dos micronutrientes B, Zn.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi desenvolvido em casa de vegetação da Embrapa Amazônia Oriental localizada na cidade de Belém no estado do Pará, com altitude de 10 m. O clima da região, segundo a classificação de Köppen, é equatorial Af, com temperatura média anual de 26 °C, pluviosidade média anual de três mil milímetros e umidade relativa do ar em torno de 90% (PEREIRA; RODRIGUES; MONTEIRO, 2017).

Foram utilizadas sementes de cupuaçuzeiro da progênie 61 desenvolvida pela Embrapa Amazônia Oriental, estas foram semeadas em sementeiras que continham como substrato terra preta e serragem curtida. Após estas germinarem e atingirem o ponto de palito elas foram transplantadas para sacos de polietileno com dimensões de 35 x 18 cm x 0,20 mm pl com capacidade de 5 kg, tendo por substrato a TFSA (terra fina seca ao ar) de Latossolo Amarelo distrófico coletado na sede da Embrapa Amazônia Oriental.

O delineamento experimental foi o inteiramente casualizado (DIC), contendo dez tratamentos sendo estes: completo (todos os nutrientes) (C), omissão de nitrogênio (-N), omissão de fósforo (-P), omissão de potássio (-K), omissão de magnésio (-Mg), omissão de cálcio (-Ca), omissão de enxofre (-S), omissão de boro (-B), omissão de zinco (-Zn) e a testemunha (sem aplicação de nutriente) (T). Após 45 dias de transplante foi realizada a aplicação da solução nutritiva nos vasos, esta foi realizada de acordo com cada tratamento e com a técnica do elemento faltante, as seguintes doses e fontes foi de acordo com a metodologia de Bolle-Jones (1954).

Ao longo dos 7 meses de experimento foram realizadas análises biométricas de altura das plantas com o auxílio da fita métrica, o diâmetro do colmo com o paquímetro digital e o número de folhas. Após a última medição biométrica as plantas foram fotografadas e em seguida retiradas da casa de vegetação. Suas folhas foram medidas com a fita métrica e em seguida as partes foram desmembradas, acondicionadas em sacos de papel, identificadas e levadas a uma estufa de circulação forçada de ar com temperatura média de 70° C até a perda total de água das partes. Após a obtenção de massa seca constante, as partes das plantas foram moídas em moinho do tipo Willey visando posteriormente a determinação de teores de nutrientes.

As análises biométricas foram submetidas ao teste de Dunnett com o auxílio do programa SPSS. Para a elaboração dos gráficos foi utilizada a metodologia proposta por Nunes, Ramalho e Abreu (2005). Este consiste na padronização das médias encontradas no teste de Dunnett em função das diferentes omissões, por meio da expressão:

$$Z_{ij} = (\bar{y}_j - \bar{y}_{.j}) / s_{.j}$$

Onde Z_{ij} é a taxa de desenvolvimento da variável biométrica em cada tratamento; y_j é a média



da variável biométrica i na omissão j ; y_j é a média da variável em função de todas as omissões j , s_j é o desvio padrão das variáveis biométricas em função das omissões. Essa padronização foi realizada para cada variável biométrica utilizando as médias do teste de Dunnett.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Após a aplicação do teste de Dunnett percebe-se que com a exceção da omissão de nitrogênio na altura das plantas as demais omissões limitaram o desenvolvimento da progênie 61 quando comparado com o tratamento completo (Tabela 1). Os nutrientes que se mostraram mais limitantes na altura das plantas foram Mg, Ca e P. De acordo com Gomes et al., (2002), a altura das plantas é uma característica muito relevante para estimar o padrão de qualidade de mudas nos viveiros, além de ser de fácil medição, portanto, sempre foi utilizada com eficiência.

TABELA 1 - Dados biométricos de cupuaçuzeiro progênie 61 Embrapa, em função dos tratamentos.

Tratamentos	Altura	Diâmetro	Núm. de Folhas
	------(cm)-----		
Completo	46,37	9,84	26,00
Testemunha	42,25 -	9,43 ns	11,00 -
Omissão de N	50,75 +	9,69 ns	10,75 -
Omissão de P	35,25 -	8,05 -	9,00 -
Omissão de K	38,50 -	6,85 -	10,50 -
Omissão de Ca	33,00 -	9,62 ns	8,75 -
Omissão de Mg	32,00 -	7,22 -	11,25 -
Omissão de S	44,75 ns	8,02 -	9,75 -
Omissão de B	36,25 -	7,57 -	14,00 -
Omissão de Zn	44,75 ns	9,74 ns	17,50 -
DMS	3,91	1,66	4,16
CV%	4,79	9,55	16,01

⁽⁺⁾Significativo e superior ao tratamento completo; ⁽⁻⁾ inferior ao tratamento completo e ^(ns) não significativo pelo teste de Dunnett, em nível de 5% de probabilidade.

A ausência do nutriente magnésio acarretou uma redução de 31% na altura das plantas (Tabela 1). Este nutriente tem papel importante na atividade de muitas enzimas, em especial as que atuam na fotossíntese e na respiração das plantas (MARSCHNER, 2012). Sendo assim, a redução de magnésio acarretou redução da fotossíntese, sendo que esta é o mecanismo pelo qual plantas sintetizam compostos orgânicos utilizando a luz como fonte de energia (MARENCO et al., 2014). Além do mais a redução de energia afeta negativamente a crescimento das plantas.

O segundo nutriente que mais afetou a altura das plantas foi o cálcio ocasionando uma redução de 28% (Tabela 1). De acordo com Taiz e Zeiger (2013) a deficiência de elementos minerais provoca desequilíbrios no metabolismo das plantas, fazendo-as apresentar diversos sintomas. Segundo Rozane e Natale (2014), sintomas de deficiência de cálcio se apresentam através da redução crescimento do



sistema radicular e do caule. O terceiro nutriente que mais influenciou negativamente a cultura foi o fósforo, ocasionando uma redução de 24% na altura das plantas. O fósforo é muito requerido pelas plantas (LI; WANG; STEWART, 2013). De acordo com Maia et al. (2015), sua ausência limita o crescimento, por fazer parte de moléculas-chave do metabolismo celular, como ATP e ácidos nucleicos.

Com relação ao diâmetro do caule, os tratamentos que mais prejudicaram o desenvolvimento das plantas foram as omissões de K, Mg e B (Tabela 1). A omissão do potássio gerou uma redução de 30% no plantio em virtude deste nutriente ser requerido em grandes quantidades pelas plantas, (NIU et al., 2013). Era de se esperar este efeito, pois este é importante para manutenção da eletroneutralidade, atuando livre no tecido vegetal, ou ligado a compostos produzidos na fotossíntese (TAIZ; ZEIGER, 2013).

A omissão do nutriente magnésio também afetou significativamente o diâmetro do caule da progênie, pois de acordo com Silva et al. (2017), o magnésio é componente central da molécula de clorofila, influenciando diretamente o processo fotossintético e o metabolismo energético vegetal. A ausência deste nutriente acarretou redução de 27% do diâmetro do caule (Tabela 1).

O terceiro nutriente ausente, que mais prejudicou o diâmetro do caule foi o boro. Este micronutriente ocasionou a redução de 23% no diâmetro do caule (Tabela 1). Este fato se deve ao nutriente influenciar na estrutura da membrana celular (HU; BROWN; LABAVITCH, 1996; BLEVINS; LUKASZEWSKI, 1998; O'NEILL et al., 2001) e no metabolismo de polissacarídeos (MATOH; KOBAYASHI, 1998) e de ácidos nucleicos (ALI; JARVIS, 1988). Sendo assim, a omissão deste nutriente afetou o metabolismo da planta prejudicando o desenvolvimento.

O número de folhas foi mais afetado pela omissão do nutriente Ca. De acordo com Rodrigues et al. (2004), a sintomatologia da ausência do cálcio inclui a deformação de folhas, redução do tamanho destas, clorose, diminuição do número de folhas, promovendo assim a redução da área foliar. Além de ser o principal agente na redução da quantidade de folhas, o cálcio foi o segundo que mais afetou o tamanho das folhas, causando apenas menos danos que o tratamento testemunha, ocasionando a redução de 44% (Tabela 1). De acordo com Santos et al. (2009) a prática de reposição de nutrientes através da adubação é fundamental para o desenvolvimento e manutenção da quantidade e qualidade das culturas.

O terceiro nutriente que a omissão foi mais prejudicial ao tamanho das folhas foi o fósforo, reduzindo em 33 % o tamanho das folhas e em 65% a quantidade de folhas (Tabela 1). Resultados semelhantes foram obtidos por Barreto et al. (2017), em morangueiros, isso se deu devido as funções do fósforo na respiração, divisão celular, formação das proteínas e do amido. É componente dos nucleotídeos, como o ATP (trifosfato de adenosina), que representa a principal fonte energética da planta. Essa energia é utilizada no transporte de assimilados, no armazenamento e transferência de energia, na divisão celular (MARSCHNER, 2012).

Para demonstrar o desenvolvimento de cada variável biométrica foi aplicado o gráfico polar,



nos quais foram plotados os dados biométricos inerente da variável em cada omissão gerando gráficos com formato “bola cheia” ou “bola murcha” (NUNES; RAMALHO; ABREU, 2005).

Na Figura 1 estão às representações gráficas referentes à altura (A), diâmetro (B) e o número de folhas (C), em que, apresentaram um comportamento em formato bola murcha, ou seja, as taxas dos tratamentos foram inferiores ao tratamento completo mostrando que para essas variáveis a aplicação total de nutrientes foi mais eficiente, que os demais tratamentos.

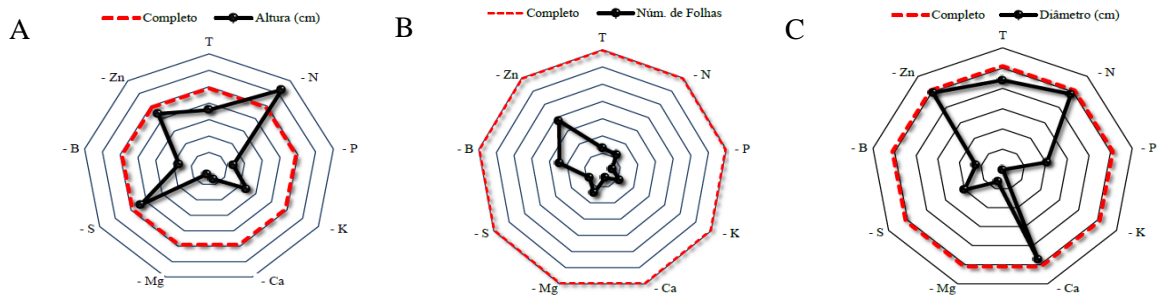


FIGURA 1 - Representação gráfica das variáveis biométricas altura (A) diâmetro do caule (B) e número de folhas (C).

Quando comparando as variáveis biométricas é possível observar que o número de folhas apresentou maior distanciamento do tratamento completo, pois apresentou as menores taxas de desenvolvimento. Este aspecto biométrico que mais limitou-se pelas omissões nutricionais.

CONCLUSÃO

A progênie mostrou potencial de mercado, pois é mais produtiva que as demais, porém apresenta exigência nutricional semelhante as das cultivares já estudadas. O nutriente exigido em maiores quantidades pela cultura foi o nitrogênio, porém a omissão, mas limitante foi a do potássio para as variáveis biométricas. A ordem decrescente dos tratamentos foi $C > Zn > T > N > P > Ca > Mg > S > B > K$.

REFERÊNCIAS

- ALI , A. H. N.; JARVIS, B. C. Effects of auxin and boron on nucleic acid metabolism and cell division during adventitious root regeneration. **New Phytology**, Sheffield, v. 108, n.4, p. 383-391, 1988.
- BARRETO, C. F.; SILVA, P. S. da; NAVROSKI, R.; BENATI, J. A.; NAVA, G.; ANTUNES, L. E. C. Deficiência de nutrientes com efeitos no desenvolvimento de morangueiros. **Scientia Agraria**, Curitiba, v. 18, n. 4, p. 63-71, 2017.
- BASTOS, M. S. R.; GURGEL, T. E. P.; SOUSA FILHO, M. de S. M. de; LIMA, I. de F. B.; SOUZA, A. C. R. de; SILVA, J. B. Efeito da aplicação de enzimas pectinolíticas no rendimento da extração de



- polpa de cupuaçu. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 24, n. 1, p. 240-242, 2002.
- BLEVINS, D. G.; LUKASZEWSKI, K. M. Boron in plant structure and function. **Annual Review of Plant Physiology and Plant Molecular Biology**, Missouri, v. 49, n.1, p. 481-500, 1998.
- BOLLE-JONES, E. W. Cooper its effects on the growth of rubber plant (*Hevea brasiliensis*). **Plant and soil**, Malásia, v. 10, n. 2, p.150-178, 1954.
- CHAAR, J. M. **Composição do cupuaçu (*Theobroma grandiflorum* Schum.) e conservação de seu néctar por meios físicos e químicos**. 1980. 87f. Dissertação de Mestrado - Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 1980.
- FAGERIA, N. K. Otimização da eficiência nutricional na produção das culturas. **Revista Brasileira Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v.2, n.1, p.6-16, 1998
- GOMES, J. M.; COUTO, L.; LEITE, H. G.; XAVIER, A.; GARCIA, S. L. R. Parâmetros morfológicos na avaliação da qualidade de mudas de *Eucalyptus grandis*. **Revista Árvore**, Viçosa-MG, v. 26, n. 6, p.655-664, 2002.
- HU, H.; BROWN, P. H.; LABAVITCH, J. M. Species variability in boron requirement is correlated with cell wall pectin. **Journal of Experimental Botany**, Oxford, v. 47, n. 2, p. 227-232, 1996.
- LI, S.; WANG, Z.; STEWART, B. A. Responses of crop plants to ammonium and nitrate N. In: **Advances in agronomy**. Academic Press, p. 205-397, 2013.
- MAIA, J. T. L. S.; BONFIM, F. P. G.; GUANABENS, R. E. M.; TRENTIN, R.; MARTINEZ, H. E. P.; PEREIRA, P. R. G; FONTES, P. C. R. Omissão de nutrientes em plantas de pinhão-mansão cultivadas em solução nutritiva. **Ceres**, Viçosa, v. 61, n.5, p. 723-731, set/out. 2014.
- MARENCO, R. A. ANTEZANA-VERA, S. A.; GOUVÊA, P. R. dos S.; CAMARGO, M. A. B.; OLIVEIRA, M. F. de; SANTOS, J. K. da S. Fisiologia de espécies florestais da Amazônia: fotossíntese, respiração e relações hídricas. **Ceres**, Viçosa, v. 61, n. 7, p. 786-799, nov/dez, 2014.
- MARSCHNER, P. **Nutrition mineral of higher plants**. 3ed. Academic Press, 2012. 649 p.
- MATOH, T.; KOBAYASHI, M. Boron and calcium, essential inorganic constituents of pectic polysaccharides in higher plant cell walls. **Journal of Plant Research**, Japan, v. 111, n. 1, p. 179-190, 1998.
- NIU, J.; ZHANG, W.; RU, S.; CHEN, X.; XIAO, K.; ZHANG, X.; ASSARAF, M.; IMAS, P.; MAGEN, H.; ZHANG, F. Effects of potassium fertilization on winter wheat under different production practices in the North China Plain. **Field Crops Research**, China, v. 140, n.140, p. 69-76, 2013.
- NUNES, J. A. R.; RAMALHO, M. A. P.; ABREU, A. F. B. Graphical method in studies of adaptability and stability of cultivars. **Annual Report of the Bean Improvement Cooperative**, Washington, v. 48, n.48, p. 182-183, 2005.
- O'NEILL, M.A.; EBERHARD, S.; ALBERSHEIM, P.; DARVILL, A. Requirement of borate cross-linking of cell wall rhamnogalacturonan II for Arabidopsis growth. **Science**, Washington, v. 294, n. 5543, p. 846-849, 2001.



PEREIRA, L. G.; RODRIGUES, C. F. A.; MONTEIRO, A. R. Composição florística e estrutura da floresta secundária em um perímetro urbano. In: SEMINÁRIO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA DA EMBRAPA AMAZÔNIA ORIENTAL, 21, 2017, Belém. **Anais...** Belém: EMBRAPA, 2017. CD-ROM.

RODRIGUES, C. R.; FAQUIN, V.; TREVISAN, D.; PINTO, J. E. B.P.; BERTOLUCCI, S. K. V.; RODRIGUES, T. M. Nutrição mineral, crescimento e teor de óleo essencial da menta em solução nutritiva sob diferentes concentrações de fósforo e épocas de coleta. **Horticultura Brasileira**, Lavras, v. 22, n. 3, p. 573-578, 2004.

ROZANE, D. E.; NATALE, W. Calagem, adubação e nutrição mineral de Anonáceas. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v.36, n.spel, p. 166-175, 2014.

SANTOS, A. R.; NETO, R. L.; SANTOS, A. C.; SANTOS, L. G. (2009). Evolução, adubação e diagnose nutricional de pastagens. In: CARVALHO, C. A. L., DANTAS, A. C. V. L., PEREIRA, F. A. C., SOARES, A. C. F.; MELO FILHO, J. F.; OLIVEIRA, G. J. C. 2009. **Tópicos em ciências agrárias**. Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, Centro de Ciências Agrárias, Ambientais e Biológicas: Gráfica e Editora Nova Civilização Ltda, Cruz das Almas, Bahia, Brasil, p. 171-181.

SILVA, A. D.; MENEZES, C. C. E. de; MENEZES, J. F. S.; NASCIMENTO, W. P. Fontes e doses de magnésio na cultura do milho. **Global Science And Technology**, Rio Verde, v. 9, n.3, p.20-30, 2017.

SILVA, B. E.; TANURE, L. P. P.; SANTOS, S. R., & DE RESENDE JÚNIOR, P. Sintomas visuais de deficiências nutricionais em pinhão-mansão. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 44, n. 4, p. 392-397, 2010.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. 5.ed. Porto Alegre: Artmed, 2013. 918 p.