

CRESCIMENTO INICIAL DE PLANTAS DE CAFÉ CANÉFORA SOB DOSES DE CALCÁRIO

Francisco Danilo Silva Bernardino¹

Susana Churka Blum²

RESUMO

O consumo de café apresenta-se crescente, conseqüentemente há maior demanda por novas áreas e ganhos de produtividade. Na região do Maciço de Baturité, Ceará, os solos das regiões produtoras apresentam acidez, reduzindo o potencial produtivo da cultura. O objetivo deste trabalho foi avaliar doses de calcário no estabelecimento de plantas de café canéfora (*Coffea canephora*). Para isso, foi montado um experimento em blocos ao acaso com cinco tratamentos e quatro repetições em ambiente controlado, utilizando solo com acidez média e disposto em vasos de 10 litros, utilizando a cultivar BRS 2336. As doses de calcário foram calculadas objetivando elevar a saturação por bases a 40, 50, 60, e 70%. Foram avaliados a altura das plantas, diâmetro do caule, área foliar, matéria seca da parte aérea e matéria seca de raiz. Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância e à regressão polinomial. Os resultados obtidos indicam crescimento lento das plantas de café que aos 160 dias começam a apresentar diferença estatística entre os tratamentos, principalmente na área foliar e no diâmetro do caule. Quanto à altura de planta não houve diferença entre os tratamentos para as épocas analisadas. Os dados de massa seca da raiz responderam à aplicação de calcário de forma linear. Portanto, o diâmetro do caule e a área foliar apresentam boas respostas aos níveis de calagem do solo, bem como a massa seca de raiz.

Palavras-chaves: Correção do solo. Acidez do solo. Mudanças de café.

ABSTRACT

Coffee consumption is increasing, consequently there is greater demand for new areas and productivity gains. In the region of Maciço de Baturité, State of Ceará, Brazil, the soils of the producing regions present acidity, reducing the productive potential of the culture. The objective of this work was to evaluate lime doses in the establishment of canephora coffee plants (*Coffea canephora*). For this, an experiment was set up in randomized blocks with five treatments and four replications in a controlled environment, using soil with medium acidity and arranged in 10-liter pots using the BRS 2336 cultivar. Lime doses were calculated aiming to increase base saturation to 40, 50, 60 and 70%. Plant height and stem diameter were evaluated every ten days. The data obtained were subjected to analysis of variance and to polynomial regression. The results obtained indicate slow growth of the coffee plants, which at 160 days begin to show statistical difference between treatments, mainly in leaf area and stem diameter. As for the plant height, there was no difference between the treatments for the analyzed periods. Root dry mass data showed linear response to lime application. Therefore, stem diameter and leaf area show good responses to soil liming levels, as well as root dry mass.

Keywords: Soil amelioration. Soil acidity. Coffee seedlings.

¹ Discente do curso de Agronomia pela Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira – Unilab

² Professora da Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira - Unilab

INTRODUÇÃO

O café canéfora (*Coffea canephora*) tem origem nas terras baixas da Bacia do Rio Congo, na África (CHARRIER e BERTHAUD, 1985) e atualmente, a área dedicada ao cultivo da planta no Brasil abrange cerca de 389 milhões de hectares do território, tendo como principais estados produtores: Espírito Santo, Minas Gerais e Rondônia considerando as safras 2020/2021 (CONAB, 2022).

A inserção da cultura do café na região do Maciço de Baturité, Ceará ocorreu em 1822, através de sementes da espécie arábica trazidas de Pernambuco. Entretanto, na década de 1960 as políticas governamentais impuseram desafios para a cafeicultura com a criação do Programa Nacional de Erradicação de Cafezais. Atualmente, na Área de Proteção Ambiental da Serra de Baturité (APA), que compreende cinco municípios, retoma-se a produção de café na perspectiva da obtenção de um produto de qualidade que atenda às necessidades de produtor/consumidor. Em 2021 foi colhida uma área de 790 ha, produzindo 218 toneladas e em média 276 kg por hectare, referindo-se ao café arábica (IBGE, 2021).

O Maciço de Baturité apresenta solos ácidos, caracterizados por valores de pH inferior a 5,0 e incremento no teor de alumínio, predominando os Argissolos no platô. As serras, também chamadas brejos de altitude, apresentam um dos maiores índices pluviométricos do estado do Ceará, o que leva ao intemperismo químico mais acentuado e à monossialitização (BÉTARD, PEULVAST e SALES 2008) ou seja, a formação de solos com minerais de argila com baixa capacidade de troca de cátions.

A acidez do solo é característica que impede ou dificulta a absorção de nutrientes pelas plantas e consequentemente reduz drasticamente o crescimento vegetativo e sua produção (BORTOLUZZI et al., 2014). A correção da acidez promove aumento da saturação por bases, diminuindo a presença de íons H^+ na solução, bem como de alumínio, íon tóxico para as plantas (NATALE, 2012). Para implantação de novas áreas para o cultivo agrícola considera-se indispensável realizar análises de solo e dispensar especial atenção aos valores de pH (CRUSCIOL et al., 2016; INAGAKI et al., 2016).

O manejo do café deve considerar a área de exploração do sistema radicular da cultura, e em termos de pH do solo a faixa ideal está situada entre 6,5 e 7. A realização da calagem pode manter o pH ideal por até 7 anos após o plantio, considerando a camada de 0-20 cm do solo (GUARÇONI, 2015), a depender do poder tampão do solo. Para a cultivar Catuaí Amarelo a realização de calagem foi eficiente na melhoria dos atributos químicos do solo, principalmente na camada superficial, destacando-se os teores de Ca^{2+} e Mg^{2+} , afetando ainda a camada de 20-

40 cm (PARECIDO, 2021). Há uma relação positiva entre a produtividade do café e os teores de cálcio, matéria orgânica e capacidade de troca catiônica como um todo, considerando a estação chuvosa (ARAGÃO et al, 2020). Plantas bem irrigadas apresentam maior acúmulo de minerais nos frutos, principalmente nitrogênio, cálcio e potássio (COVRE, 2018).

A cultura do café para o Maciço de Baturité está em expansão, mas a região não dispõe de grandes áreas para o cultivo. Portanto, o aumento da produtividade pelo uso de calagem do solo torna-se fator importante a considerar.

O objetivo deste estudo foi avaliar o desenvolvimento inicial de mudas de café canéfora em função de doses de calcário.

MATERIAIS E MÉTODOS

Local de estudo

O presente estudo foi realizado na Unidade de Produção de Mudas de Auroras (UPMA), pertencente à Universidade da Integração da Lusofonia Afro-Brasileira, localizada no município de Redenção, estado do Ceará. Suas coordenadas geográficas são latitude 4° 13 '06.18'' S e longitude 38° 42' 46 76'' O e altitude 95m. O clima do município de acordo com a classificação de Köppen é As, ou seja, tropical com verão seco, com a temperatura média podendo variar de 26° a 28 C° e a pluviosidade alcançando média anual de 1.062 mm compreendida entre os meses de janeiro a abril (IPECE, 2017). A formação geológica de Redenção constitui-se de maciços residuais e depressões sertanejas, está inserida na Bacia Hidrográfica Metropolitana e sua vegetação compõe-se de Caatinga Arbustiva Densa e Floresta Subcaducifólia Tropical Pluvial (IPECE, 2017). Em sua maioria, os solos do referido município são das ordens Gleissolos e Argissolos, de acordo com levantamento exploratório na escala geométrica 1:1.200.000, realizado pela Fundação Cearense de Meteorologia e Recursos Hídricos (FUNCEME) no ano de 2018.

O município de Mulungu, inserido no Maciço de Baturité situado nas coordenadas geográficas de latitude 4° 18' 20" S e longitude 38° 59' 47" WGr, de onde provém o solo utilizado para o experimento, possui pluviosidade média anual de 1119,5 mm, temperatura média de 22° a 24° °C, seu relevo de maciços residuais e solo predominante da classe dos Argissolos vermelhos-amarelos, além de clima tropical subúmido (IPECE, 2017). O Sítio Gameleira contém áreas cultivadas com café arábica sombreado, áreas com a cultura da banana em declínio e áreas em desuso. Para a montagem do experimento, foi coletado solo na camada de 0-20 cm de profundidade, considerando que nenhum manejo de correção da acidez foi realizado. Procedeu-se

à análise deste solo, considerando as camadas de 0-20 e 20-40 cm, encontrando valores de pH, macro e micronutrientes expostos na tabela 01.

Tabela 01. Caracterização química do solo, nas camadas de 0-20 cm e 20-40 cm, antes da implantação do experimento

pH	H+Al	Al ³⁺	Ca ²⁺	Mg ²	K ⁺	Na ⁺	P	M.O.	CTC	V	m	Cu	Fe	Mn	Zn
	-----cmol _c /dm ³ -----						mg/dm ³	g/kg	cmol _c /dm ³	%	%	-----mg/dm ³ -----			
5.5	6.4	0.2	1.1	0.4	0.21	0.1	3	20	8.2	22	10	1.9	163	6.0	0.9
5.0	6.6	0.3	0.6	0.3	0.14	0.0	3	12	7.6	14	23	2.0	169	2.8	0.9

Os dados obtidos pela análise de solo para a primeira camada permitem concluir que o solo apresenta acidez média, baixos teores de alumínio, cálcio, magnésio e fósforo e médios teores de potássio e matéria orgânica (EMBRAPA, 2011). Na camada de 20-40 cm é verificada alta acidez, baixos teores de matéria orgânica e nutrientes (Tabela 01). A saturação de bases está abaixo da recomendada para a cultura do café canéfora, que é de 60% (PREZOTTI et al., 2007). Os teores de cobre e ferro estão altos em ambas as camadas avaliadas (Tabela 01), já os teores de zinco encontram-se baixos e os teores de manganês encontram-se classificados como médio e baixo, respectivamente para as camadas de 0-20 cm e de 20-40 cm, respectivamente (PREZOTTI et al., 2007).

A figura 01 traz dados de pluviosidade e temperatura média mensal para o município de Redenção-CE. Considerando o intervalo de tempo do gráfico abaixo o experimento necessitou de irrigação, principalmente por estar em ambiente protegido nos primeiros meses.

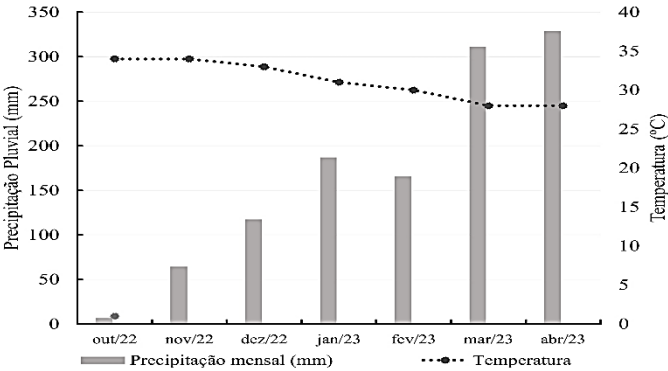


Figura 01. Precipitação pluvial e temperatura média no período de condução do experimento.

Delineamento experimental e tratamentos

O delineamento experimental adotado foi o inteiramente casualizado, com 4 repetições, constituído de 5 doses de calcário, com o objetivo de elevar os valores de saturação por bases a 40%; 50%; 60% e 70% respectivamente. Os tratamentos consistiram em: Tratamento 1 (T1), ou tratamento controle, sem calcário; tratamento 2 (T2), 1,62 t/ha de calcário; tratamento 3 (T3), 2,52 t/ha de calcário; tratamento 4 (T4), 3,42 t/ha de calcário e tratamento 5 (T5), 4,32 t/ha de calcário.

O solo foi devidamente destorroado, seco ao ar, limpo de possíveis materiais vegetais ou inertes. Foram determinadas as densidades de solo e de partículas, para homogeneizar o conteúdo de solo a ser depositado em cada vaso. Foram utilizados vasos de 10 L preenchidos com solo úmido e a umidade foi mantida a 70% da capacidade de campo. Foi utilizado calcário dolomítico com poder relativo de neutralização total (PRNT) de 91%, teor de CaO de 32% e teor de MgO de 15%. O início do período de incubação ocorreu em 27 de julho de 2022, periodicamente os vasos eram pesados para monitorar a quantidade de água e garantir a reação adequada do calcário. Aos 60 dias após incubação, foi realizada a medida do pH em todos os vasos para verificar a reação de correção da acidez. Para o transplântio das mudas calculou-se a necessidade de adubação conforme PREZOTTI et al. (2007) utilizando composto orgânico e fosfato natural. Após o período de incubação do solo e transplântio das mudas, ocorrido em 20 de outubro de 2022, ou seja, 80 dias após a incubação, foi calculada a necessidade de irrigação considerando a evaporação (E_t0), coeficiente de cultura (k_c) e a área do vaso, obteve-se a necessidade de 208 ml diários por vaso.

O transplântio de mudas de café canéfora, obtidas por enxertia do clone BRS 2336, produzidas em Pacajus-CE, mas originárias do estado de Rondônia, foi feito considerando a uniformidade das mudas, principalmente as medidas de altura e o número de folhas. O clone utilizado apresenta potencial produtivo superior a 120 sacas/ha, ciclo de maturação tardio, porte médio, resistente ao tombamento, resistente a ferrugem (doença causada pelo fungo *Hemileia vastatrix*), reduzida susceptibilidade à cercosporiose e polinização aberta. Este clone foi desenvolvido especialmente para a região amazônica, proveniente da Cultivar Conilon-BRS Ouro Preto, desenvolvida em 2013 pela Embrapa Rondônia (ESPINDULA et al., 2019).

Avaliações

Após o transplântio nos vasos foram feitas medidas periódicas das características de crescimento e qualidade. Aos 0, 10, 20, 50, 75, 110, 160 e 210 dias após o transplântio (DAT) foram

determinadas: a) a altura das plantas, expressa em cm, medida com régua ou trena, considerando-se a região compreendida entre o coleto e a gema apical do ramo ortotrópico principal; b) diâmetro do coleto, expresso em mm, medido com paquímetro analógico universal da marca Insize e modelo 150mm/6 530-104. Aos 110, 160 e 210 DAT foi também estimada a área foliar das plantas conforme Barros et al. (1973). A área foliar foi calculada pela seguinte equação:

$$\hat{A}F = 0,667.C.L$$

Em que: $\hat{A}F$ = estimativa da área foliar (cm²);

C = maior comprimento (cm);

L = maior largura (cm).

Aos 210 dias também foram coletadas as plantas para determinação da massa seca de parte aérea e de raiz. As plantas foram separadas em parte aérea e raiz, lavadas e em seguida acondicionadas em sacos de papel para secagem em estufa de circulação forçada de ar a 65 °C. Após 48 horas, as partes da planta foram pesadas.

Análise de dados

Uma vez realizadas as medições, os dados foram submetidos à Análise de Variância (ANOVA), através do SISVAR, bem como a análise de regressão polinomial ajustando-se aos modelos linear ou quadrático, conforme melhor ajuste observado a partir do coeficiente de regressão.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Até os 10 dias após o transplantio (DAT), não foi observado efeito significativo das doses de calcário sobre a altura das mudas de planta, BRS 2336 (Tabela 02). A partir dos 20 até os 75 DAT observou-se efeito linear decrescente das doses de calcário sob o crescimento das mudas de café (Tabela 02). A periodicidade estacional do crescimento do café é algo já percebido por pesquisadores, ou seja, há épocas do ano que as taxas de crescimento são maiores que outras, independente da irrigação (FERREIRA et al., 2013).

O desenvolvimento do sistema radicular está relacionado com a disponibilidade de nutrientes no perfil do solo, a maioria das raízes permanece na região de 0-20cm visto que o teor nutricional diminui em profundidade (PARTELLI et al., 2006). O aproveitamento da adubação considerando um plantio mais adensado pode ser melhor em face da maior quantidade de raiz por área de solo (PAVAN, 1994).

O desenvolvimento inicial de mudas de café está relacionado com a disponibilidade de nutrientes, clima e fisiologia da planta. A disponibilidade de fósforo afeta o crescimento inicial de mudas de café, visto que fica retido no solo, principalmente em solo ácido. Com o desenvolvimento dos frutos há menor acúmulo de nutrientes nas folhas, mas após a colheita a concentração nutricional foliar torna-se maior (DUBBERSTEIN, 2019).

A aplicação de calcário em quantidades menores que as recomendadas comprometem o crescimento vegetativo das plantas de café arábica e reduz também sua produtividade (PARECIDO, 2021). O processo fotossintético está diretamente relacionado com o desenvolvimento da planta em termos foliares, radiculares e de frutificação. Em clones de maturação precoce observa-se maior acúmulo de matéria seca nos frutos em contraposição com os de ciclo mais longo (PARTELLI, 2014).

Tabela 02 - Altura média de planta (cm) de café canéfora após o transplântio em função das doses de calcário.

Calcário (t/ha)	Avaliações (DAT)							
	0	10	20	50	75	110	160	210
0.0	26.63	30.76	32.75	35.58	38.55	42.88	42.26	45.00
1.62	26.40	29.46	30.75	33.25	38.38	36.88	41.50	45.25
2.52	23.43	25.38	26.50	28.80	30.13	34.62	42.50	46.25
3.42	25.28	29.63	30.00	33.26	34.33	38.38	42.38	48.50
4.32	23.13	26.00	26.00	29.25	30.33	36.38	40.50	48.25
Efeito	ns	ns	L*	L*	L*	ns	ns	ns
R ²	-	-	0.64	0.51	0.63	-	-	-

ns: não significativo; L: efeito linear; *significativo a 5%; ** significativo a 1%.

Em relação ao diâmetro médio do caule (Tabela 03), observou-se aumento no diâmetro do caule em função da aplicação de doses de calcário aos 160 e aos 210 dias após o transplântio. Nas avaliações anteriores não se observaram diferenças entre as doses de corretivo aplicadas. O crescimento em diâmetro do ramo ortotrópico apresenta-se constante nas primeiras avaliações, em contraposição aos ramos plagiotrópicos que apresentam maior taxa de crescimento na fase inicial (MAGIERO et al., 2017). Resultado semelhante ao encontrado por Martins (2020) que encontrou crescimento constante em diâmetro do ramo ortotrópico independente das oscilações climáticas e dos tempos de poda. A correção da acidez do solo permite ganhos em espessura do caule para a cultura do café, conferindo-lhe maior resistência ao tombamento.

Tabela 03 - Diâmetro médio do caule (mm) das plantas de café após o transplântio em função das doses de calcário.

Calcário (t/ha)	Avaliações (DAT)							
	0	10	20	50	75	110	160	210
0.0	4.53	4.53	4.53	5.15	5.57	6.28	8.15	10.16
1.62	4.53	4.56	4.56	5.07	5.17	6.50	8.73	11.05
2.52	4.38	4.38	4.38	4.82	5.07	6.13	9.38	12.10
3.42	4.63	4.63	4.63	5.35	5.67	6.31	9.40	12.78
4.32	4.36	4.36	4.36	5.10	5.30	6.08	9.01	12.83
Efeito	ns	ns	ns	ns	ns	ns	L*	L*
R2	-	-	-	-	-	-	0.88	0.96

ns: não significativo; L: efeito linear; *significativo a 5%; ** significativo a 1%.

Aos 110 DAT não foi observada diferença significativa entre os tratamentos para a área foliar (Figura 02). Este parâmetro permite inferir que a taxa fotossintética é menor, ou seja, a produção de fotoassimilados reduzida compromete o desenvolvimento das plantas.

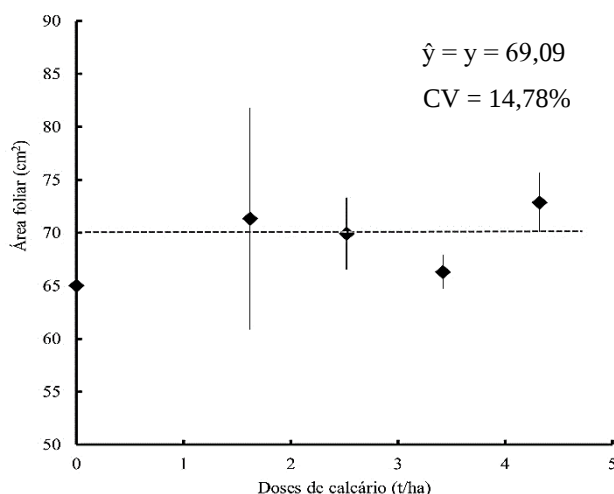


Figura 02 - Área foliar (cm²) aos 110 dias após o transplântio.

Aos 160 dias após o transplântio observa-se diferença estatística entre os tratamentos que receberam calagem (Figura 03). Estes resultados podem indicar que a adubação orgânica utilizada precisa de maior tempo para a mineralização, visto que o tempo de reação do calcário no solo citado pela literatura fica em torno de 60 dias. Todos os tratamentos receberam a mesma adubação, mas como visto nos resultados os que estão corrigidos em acidez apresentam maior área foliar, isso pode ser explicado pela disponibilidade de nutrientes que é maior. Se a adubação de nitrogênio for em quantidades menores que a necessidade das plantas, elas podem apresentar redução na área foliar (BUSATO, 2022). Isto ocorre porque há redução no acúmulo de matéria seca e as plantas diminuem a expansão foliar, reduzindo também a interceptação da radiação (CLEMENTE et al, 2013, TAIZ et al, 2017).

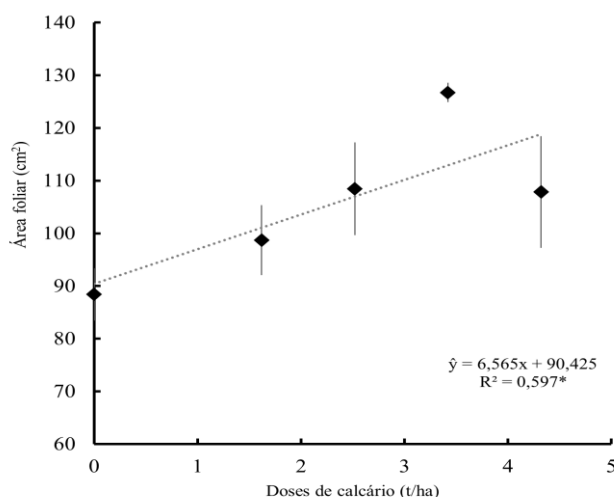


Figura 03 - Área foliar (cm²) aos 160 dias após o transplântio.

A irrigação mostrou-se adequada visto que as plantas quando sofrem déficit hídrico apresentam redução da área foliar devido a perda do turgor nas células do mesófilo, menor potencial de pressão interna das mesmas, resultando em menor expansão da parede celular (TAIZ et al., 2017).

Os resultados referentes a área foliar aos 210 dias mostram que os maiores níveis de correção da acidez estão relacionados de modo diretamente proporcional com a expansão foliar da cultura (Figura 04). As condições de sombreamento podem incrementar a expansão das folhas considerando arborização por seringueira, ou seja, o ambiente com luminosidade controlada pode resultar em maiores valores de área foliar (ARAÚJO, 2016).

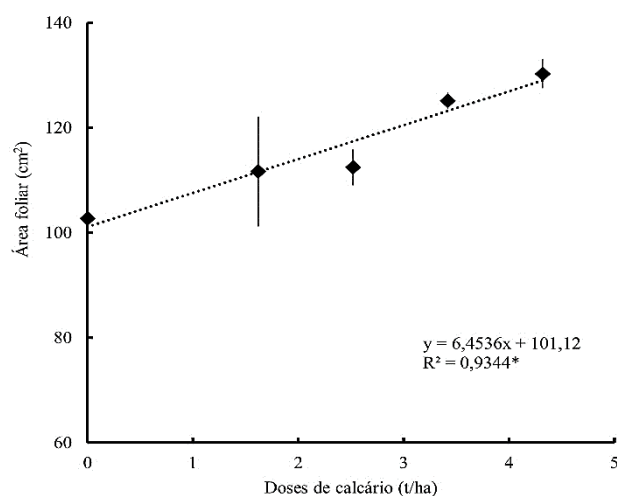


Figura 04 - Área foliar (cm²) aos 210 dias após o transplântio

A massa seca de parte aérea (Figura 05) não mostrou diferença estatística entre os tratamentos avaliados.

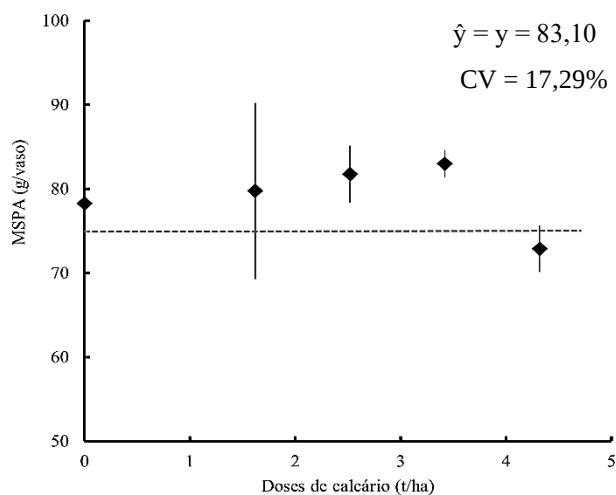


Figura 05 - Massa seca de parte aérea (g/vaso) aos 210 dias após o transplântio

Quanto a massa seca de raiz (Figura 06) os resultados demonstram que houve significância estatística entre os tratamentos. De modo ainda mais acentuado que os valores de MSPA, observa-se que a partir do terceiro tratamento há ganhos substanciais na massa seca de raiz

(MSRAIZ). Importantes para que a planta tenha resistência ao tombamento, este incremento relaciona-se obviamente com a correção da acidez do solo, mas pode sofrer influência do tipo de recipiente em que as plantas são colocadas.

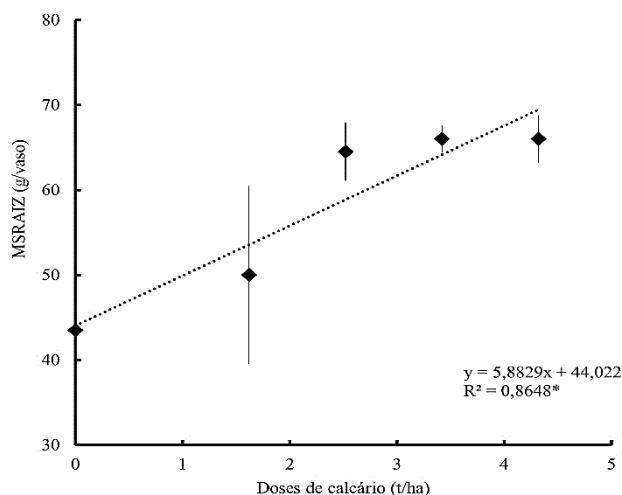


Figura 06 - Massa seca de raiz (g/vaso) aos 210 dias após o transplantio

O presente estudo com café canéfora no Maciço de Baturité tem caráter inicial, tendo por base clones de BRS 2336 e a prática de calagem. Pelo comportamento linear de algumas das variáveis analisadas não se pode recomendar doses ótimas para a cultura neste momento, mas com a continuidade dos experimentos isto pode ser alcançado.

O modo agroecológico de produção de culturas agrícolas se propõe a aproximar os fluxos de nutrientes, evitando perdas excessivas e aproveitando os materiais disponíveis nas propriedades para a adubação. Entretanto, a não correção da acidez do solo de fato compromete o crescimento e o estabelecimento das plantas, devendo ser planejado.

Em trabalhos futuros a qualidade da bebida poderá também ser analisada em consonância com as práticas de calagem, realizando trabalhos de campo, considerando o clima local com todas as possibilidades. Inclusive percebendo a influência do sombreamento, a resistência das plantas as fito moléstias entre outros aspectos.

CONCLUSÃO

As plantas de café responderam à aplicação de calcário na fase inicial do desenvolvimento (até 210 dias). A área foliar e a massa seca de raiz mostraram respostas lineares às doses de calcário aplicadas. Ainda não é possível uma dose ideal nas condições estudadas.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Universidade Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira (Unilab) pela oportunidade de cursar agronomia, agradeço a Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA) pela parceria no desenvolvimento da pesquisa, agradeço aos proprietários do Sítio Gameleira, em Mulungu pelo solo utilizado no experimento.

REFERÊNCIAS

ARAÚJO, A. V. et al.. Microclimate, development and productivity of robusta coffee shaded by rubber trees and at full sun. **Revista Ciência Agronômica**, v. 47, n. 4, p. 700–709, out. 2016. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rca/a/GxhKwF4dVZqv3Djd3kq7s9j/>. Acesso em: 15 maio. 2023.

ARAGÃO, O. O. da S. et al. Microbiological indicators of soil quality are related to greater coffee yield in the Brazilian Cerrado region. **Ecological Indicators**, [S. I.], v. 113, Jun. 2020. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S1470160X20301424>. Acesso em: 01 maio. 2023.

BARROS, R. S.; MAESTRI, M.; VIEIRA, M.; BRAGA FILHO, L. J. Determinação de área de folhas do café (*Coffea arabica* L. cv. ‘Bourbon Amarelo’). **Revista Ceres**, Viçosa, v.20, n.107, p.44-52,1973. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/brag/a/hX3Mt9jMF6Sxd3jYkFbmPCc/>. Acesso em: 05 maio. 2023.

BÉTARD, François; PEULVAST, Jean-Pierre; CLAUDINO-SALES, Vanda. CARACTERIZAÇÃO MORFOPEDOLÓGICA DE UMA SERRA ÚMIDA NO SEMI-ÁRIDO DO NORDESTE BRASILEIRO: o caso do maciço de Baturité-CE (morphopedological characterization of a humid mountain in the brazilian semi-arid north-east). **Mercator**, Fortaleza, v. 6, n. 12, p. p. 107 a 126, nov. 2008. ISSN 1984-2201. Disponível em: <http://www.mercator.ufc.br/mercator/article/view/49>. Acesso em: 20 maio. 2023.

BORTOLUZZI, E. C. et al.. Soybean root growth and crop yield in response to liming at the beginning of a no-tillage system. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 38, n. 1, p. 262–271, jan. 2014. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rbcs/a/XL7Qb5QP3b6bRcjYSYQjzJp/>. Acesso em: 22 maio. 2023.

BUSATO, C. et al.. Different nitrogen levels on vegetative growth and yield of conilon coffee (*Coffea canephora*). **Ciência Rural**, v. 52, n. 12, p. e20200770, 2022. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/cr/a/SzVdz4bqNf5DLwTWZM7bWpm/>. Acesso em: 05 maio. 2023.

CHARRIER, A.; BERTHAUD, J. Botanical classification of coffee. **In: Coffee - Botany, biochemistry and production of beans and beverages**. CLIFFORD, M.N. & WILLSON, K.C. (eds.) London & Sidney, Croom Helm, 1985. Chapter 3. p. 167-195. Disponível em: https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-1-4615-6657-1_2. Acesso em: 10 maio. 2023.

CLEMENTE, J. M., et al. Effect of N and K levels in nutritive solution on growth, production and coffee bean size. **Revista Ceres**, Viçosa, v.60, n.2, p.279-285, 2013. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rceres/a/ZvmkLLGBvd6DGMSzMH6m9Lr/>. Acesso em: 01 abr. 2023.

COVRE, A. M. et al. Impacts of water availability on macronutrients in fruit and leaves of conilon coffee. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 53, n. 9, p. 1025–1037, set. 2018. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/pab/a/dF5hFWsNncbvhQyCNTcZ49C/>. Acesso em: 06 abr. 2023.

CONSELHO DOS EXPORTADORES DE CAFÉ DO BRASIL (CECAFE) 2021. **Relatório mensal de exportações**. Novembro, 2021. p. 3-5. Disponível em: https://www.cecafe.com.br/site/wp-content/uploads/graficos/relatorio_exp_marco_2022.zip Acesso em: 03 de nov de 2021.

COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO (CONAB). **Acompanhamento da safra brasileira, 4º levantamento**. 2021. p. 13-17. Disponível em: https://www.conab.gov.br/info-agro/safras/cafe/boletim-da-safra_de%20cafe/item/download/40314_5ca4f5eaec7d5fb8e90ec9645427e205 Acesso em: 12 dez. 2021.

CRUSCIOL, Carlos A.C. et al. Soil fertility, plant nutrition, and grain yield of upland rice affected by surface application of lime, silicate, and phosphogypsum in a tropical no-till system. **Catena**, v. 137, p. 87-99, 2016. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0341816215301090>. Acesso em: 25 abr. 2023.

DUBBERSTEIN, D. et al. Concentration and accumulation of micronutrients in robust coffee. **Acta Scientiarum. Agronomy**, v. 41, p. e 42685, 2019. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/asagr/a/yVF3MShVNcYmCw9cfhQN8wc/>. Acesso em: 07 abr. 2023.

EMBRAPA (Rio de Janeiro, RJ). Embrapa Solos. **Manual de Métodos de Análise de Solo**. Segunda. ed. rev. Jardim Botânico, RJ: Embrapa, 2011. 225 p. v. 1. ISBN 1517-2627 ; 132. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/77712/1/Manual-metodos-analis-solo-2.ed.pdf>. Acesso em: 10 maio. 2023.

ESPINDULA, M. C. et al. **Novas cultivares de cafeeiros Coffea canephora para a Amazônia Ocidental Brasileira: Principais características**. 2019. Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/1112645/novas-cultivares-de-cafeeiros-coffee-canephora-para-a-amazonia-ocidental-brasileira-principais-caracteristicas>. Acesso em: 22 abr. 2023.

FERREIRA, E. P. de B.; PARTELLI, F. L.; DIDONET, A. D.; MARRA, G. E. R.; BRAUN, H. Crescimento vegetativo de Coffea arabica L. influenciado por irrigação e fatores climáticos no Cerrado Goiano. **Semina: Ciências Agrárias**, [S. l.], v. 34, n. 6Supl1, p.3235–3244, 2013. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/259591304_Crescimento_vegetativo_de_Coffea_arabica_L_influenciado_por_irrigacao_e_fatores_climaticos_no_Cerrado_Goiano. Acesso em: 15 jun. 2023.

GIRÃO, Raimundo. **História econômica do Ceará**. 2. ed. Fortaleza: Casa de José de Alencar. UFC, 2000.

GUARÇONI M., A. Características da fertilidade do solo influenciadas pelo plantio adensado de café conilon. **Semina: Ciências Agrárias**, [S. l.], v. 32, n. 3, p. 949–958, 2011. Disponível em: <https://ojs.uel.br/revistas/uel/index.php/semagrarias/article/view/16790359.2011v32n3p949> Acesso em: 1 maio. 2023.

IBGE. **Produção agrícola municipal**. Rio de Janeiro, 2021. Disponível em: <https://sistema.ibge.gov.br/tabela/1613>. Acesso em: 8 out. 2022.

INAGAKI, Thiago Massao. LIME AND GYPSUM APPLICATIONS AS STRATEGIES TO INCREASE CARBON SEQUESTRATION IN NO-TILL SYSTEM. 2016. 76 f. Dissertação (Mestrado em Agricultura) - UNIVERSIDADE ESTADUAL DE PONTA GROSSA, Ponta Grossa, 2016. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0167880916303486>. Acesso em: 09 maio. 2023.

INSTITUTO DE PESQUISA E ESTRATÉGIA ECONÔMICA DO CEARÁ (IPECE). 2017. **Perfil Básico Municipal, Redenção**. Fortaleza; Seplag – Secretaria do Planejamento e Gestão, Governo do Estado do Ceará, 18p. Disponível em: https://www.ipece.ce.gov.br/wp-content/uploads/sites/45/2018/09/Redencao_2017.pdf. Acesso em: 30 jan. 2023.

MAGIERO, Marcelo. Crescimento vegetativo do cafeeiro Conilon fertirrigado com diferentes parcelamentos e doses de nitrogênio e potássio. **Revista Agro@mbiente On-line**, Universidade Federal de Roraima, Boa Vista, RR, v. 11, n. 1, p. 31-39, Janeiro/Março 2017. Disponível em: <https://revista.ufrr.br/agroambiente/issue/view/223>. Acesso em: 10 maio. 2023.

MARTINS DE SOUZA, J. Crescimento vegetativo do cafeeiro Conilon sob poda programada de ciclo / Crecimiento vegetativo del café Conilon bajo poda de ciclo programado. **Revista de la Facultad de Agronomía de la Universidad del Zulia**, v. 36, n. 4, p. 288-304, 6 May 2020. Disponível em: <https://produccioncientificaluz.org/index.php/agronomia/article/view/32089/33319>. Acesso em: 09 maio. 2023.

NATALE, W. et al.. Acidez do solo e calagem em pomares de frutíferas tropicais. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 34, n. 4, p. 1294–1306, dez. 2012. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rbf/a/syV3RhMzvTz5Hhq6WBQ5JxD/#>. Acesso em: 09 abr. 2023.

PARTELLI, F. L.; VIEIRA, H. D.; SANTIAGO, A. R. BARROSO, D. G. Produção e desenvolvimento radicular de plantas de café ‘Conilon’ propagadas por sementes e por estacas. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 41, n. 6, p. 949-954, 2006. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/pab/a/YNdZSRh67wJS83J54btpfQm/>. Acesso em: 29 mai. 2023.

PARTELLI, F. L.; ESPINDULA, M. C.; MARRÉ, W. B.; VIEIRA, H. D. Dry matter and macronutrient accumulation in fruits of conilon coffee with different ripening cycles. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 38, p. 214-222, 2014. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/270198098_Dry_matter_and_macronutrient_accumulation_in_fruits_of_Conilon_coffee_with_different_ripening_cycles. Acesso em: 06 fev. 2023.

PARECIDO, Renan J. et al. Liming Method and Rate Effects on Soil Acidity and Arabica Coffee Nutrition, Growth, and Yield. **Journal of Soil Science and Plant Nutrition**. 2021. Disponível em: <https://repositorio.unesp.br/handle/11449/233344>. Acesso em: 09 abr. 2023.

PAVAN, M.A. CHAVES, J.C.D.; ANDROCIOLI FILHO, A. Produção de café em função da densidade de plantio, adubação e tratamento fitossanitário. **Turrialba**, v.44, p.227-231, 1994. Disponível em: <https://repositorio.catie.ac.cr/handle/11554/9591>. Acesso em: 20 abr. 2023.

PREZOTTI, L.C.; GOMES, J. A.; DADALTO, G. G.; OLIVEIRA, J. A. de. **Manual de Recomendação de Calagem e Adubação para o Estado do Espírito Santo** - 5 aproximação. Vitória, ES, SEEA/INCAPER/CEDAGRO, 2007. 305p. Disponível em: <https://biblioteca.incaper.es.gov.br/digital/handle/123456789/3242>. Acesso em: 20 jan. 2023.

TAIZ, Lincoln *et al.* Fisiologia e Desenvolvimento Vegetal: Visão geral das funções e das estruturas da parede celular vegetal. In: ZEIGER, Eduardo *et al.* **Fisiologia e Desenvolvimento Vegetal**. 6. ed. rev. Porto Alegre - RS: Artmed, 2017. cap. Paredes Celulares: Estrutura, Formação e Expansão, p. 379-390. ISBN 978-85-8271-367-9. Disponível em: https://books.google.com.br/books/about/Fisiologia_e_Developimento_Vegetal_6ed.html?id=PpO4DQAAQBAJ&redir_esc=y. Acesso em: 20 maio. 2023.