

## RESISTÊNCIA MECÂNICA DO SOLO A PENETRAÇÃO SOB DIFERENTES CULTIVOS

GISLAYNE FARIAS VALENTE<sup>1</sup>, CHAYANNE COSTA LOPES<sup>2</sup>, GIULIAN SANMER SANTOS BATISTA<sup>3</sup>, DAIANE DE CINQUE MARIANO<sup>4</sup>, DIEGO JOSÉ CARVALHO ALONSO<sup>5</sup>, RICARDO SHIGUERU OKUMURA<sup>6</sup>

<sup>1</sup> Eng. Agrônoma, Doutoranda em Engenharia Agrícola (Máquinas e Mecanização Agrícola), Universidade Federal de Lavras, UFLA, Lavras/ MG, gislainnefv@hotmail.com.

<sup>2</sup> Eng. Agrônoma, Universidade Federal da Amazônia, UFRA, Parauapebas/PA.

<sup>3</sup> Eng. Agrônomo, Universidade Federal da Amazônia, UFRA, Parauapebas/PA.

<sup>4</sup> Eng. Agrônoma, Prof. Doutora, Universidade Federal da Amazônia, UFRA, Parauapebas/PA.

<sup>5</sup> Eng. Agrícola, Pós-doutorado em Engenharia Agrícola, Universidade Federal de Lavras, UFLA, Lavras – MG

<sup>6</sup> Eng. Agrônomo, Prof. Doutor, Universidade Federal da Amazônia, UFRA, Parauapebas/PA.

Apresentado no  
LII Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola - CONBEA 2023  
18 a 21 de outubro de 2023 – Ribeirão Preto - SP, Brasil

**RESUMO:** O objetivo deste estudo foi avaliar a resistência mecânica do solo à penetração (RP) e teor de água no solo (TAS) em cultivo de açaí e consórcio de mamão e cacau. O estudo foi realizado em duas áreas localizadas na região sudeste do Pará. Os dados de RP e TAS foram realizados em 46 pontos amostrais ao acaso nas profundidades 0-20 e 20-40 cm. A RP foi mensurada através do Medidor Eletrônico de Compactação do Solo da marca Falker, modelo PLG1020, para determinação do teor de água no solo foi utilizado o método da estufa. Os resultados obtidos foram submetidos a análise estatística de variância e a teste de médias pelo teste de Tukey a 5 % utilizando o software SISVAR (FERREIRA, 2014). A RP do solo na cultura do açaí apresentou valores maiores se comparado a cultura do mamão para todas as camadas do solo. Em comparação a camada 0-20 cm, na camada 0-40 cm ambas áreas apresentaram aumento da RP acima de 2 MPa. Todas as áreas apresentaram TAS em média de 20 % nas camadas mais compactada.

**PALAVRAS-CHAVE:** compactação do solo, penetrômetro, açaí

## SOIL MECHANICAL RESISTANCE TO PENETRATION UNDER DIFFERENT CROPS

**ABSTRACT:** The objective of this study was to evaluate the soil mechanical resistance to penetration (RP) and soil water content (TAS) in acai and papaya cultivation. The study was conducted in two areas located in the southeastern region of Pará. The RP and TAS data were performed at 46 random sampling points at 0-20 and 20-40 cm depths. The RP was measured through the Electronic Soil Compaction Meter of the Falker brand, model PLG1020, to determine the soil water content was used the greenhouse method. The results were submitted to statistical analysis of variance and the test of means by the Tukey test at 5% using the software SISVAR (FERREIRA, 2014). The soil PR in the açaí culture presented higher values when compared to papaya culture for all soil layers. In comparison to the 0-10 cm layer, in the 0-20 cm layer both areas showed increased PR above 2 MPa. All areas showed SAT around 20% in the most compacted layers.

**KEYWORDS:** soil compaction, penetrometer, açaí

**INTRODUÇÃO:** Práticas inadequadas de manejo dos solos podem ocasionar perda de qualidade física e problemas em sua estruturação como aumento da resistência mecânica do

solo à penetração (RP), resultando em condições que limitam o desenvolvimento de raízes e produção das plantas (LIMA et al., 2013). O estudo da RP permite quantificar a magnitude e a duração das alterações provocadas sistemas de manejo no solo (OLIVEIRA et al., 2017). A compactação do solo tem sido observada em muitos pomares, sendo um problema comum nas lavouras da região amazônica. Medidas para amenizar impactos ambientais e potencializar a produtividade das lavouras ainda são pouco adotadas nas propriedades rurais na Amazônia (ALVES et al., 2014). Os sistemas de produção para o mamoeiro utilizam intensa mecanização para o preparo do solo e manejo do solo na entrelinha (SOUZA et al., 2016), o que pode causar compactação do plantio. Por isso o mamão é plantado em consórcio com outra cultura com a finalidade de melhorar a qualidade física do solo. O sistema de cultivo do açaí em terra firme tem evoluído devido à grande demanda mundial do produto (NOGUEIRA, 2016) levando a adoção de maquinário para as práticas agrícola de preparo e manejo do solo. Ainda são escassas as pesquisas de qualidade do solo em cultivos de açaizeiros e mamão, que poderiam subsidiar práticas de manejo conservacionista e incrementar a produtividade das lavouras na região. Este estudo buscou avaliar a resistência mecânica do solo a penetração e teor de água do solo em áreas de plantio convencional na região da Amazônia Oriental.

**MATERIAL E MÉTODOS:** O trabalho foi realizado em plantio comercial de açaí (*Euterpe oleracea* Mart.) e em plantio com consórcio de mamão (*Carica papaya* L.) com cacau (*Theobroma cacao* L.). A área com cultivo comercial de açaí possui irrigação por microaspersão, localizada na região de Carajás-PA. O plantio já estava estabelecido há quatro anos com a variedade do Açaí BRS Pai d'Égua. A segunda área localiza-se no município de Marabá-PA, possui plantio consorciado de mamão e cacau com irrigação. O manejo de pré-plantio desta área foi realizado com gradagens, aração e calagem do solo e possui histórico de exploração por pastagem. O solo das áreas de Marabá e Carajás foram classificados segundo a sua textura como um solo Franco Argiloso-Arenoso. Os dados de RP e TAS foram coletados simultaneamente em amostragem aleatória nas profundidades de 0-20 e 20-40 cm, perfazendo 46 pontos amostrais para cada área. A RP foi mensurada através do Medidor Eletrônico de Compactação do Solo da marca Falker, modelo PLG1020. Para determinação do teor de água no solo foram coletadas amostras deformadas de solo e analisadas em laboratório conforme metodologia descrita por EMBRAPA (2017). Os resultados obtidos foram submetidos a análise estatística de variância e a teste de médias pelo teste de Tukey a 5 % utilizando o software SISVAR (FERREIRA, 2014).

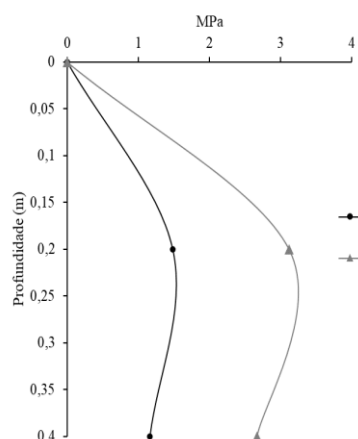
**RESULTADOS E DISCUSSÃO:** Na Tabela 1 estão presentes as médias do teor de umidade no solo (TAS) e resistência mecânica do solo à penetração (RP). O coeficiente de variação (CV) apresentou uma média menor que 30%, em todas camadas do solo avaliadas, o que representa baixa variabilidade dos dados. Os coeficientes de variação elevados são correntemente em estudos envolvendo análise de sistemas solos-plantas (RAMOS, 2013). Tratando-se de variáveis do solo é comum valores em torno de 30 %. Houve diferença estatística entre a RP das áreas de plantio de açaí (A) e mamão (M) (Tabela 1). O plantio A possui maior RP em relação a área de plantio M, em todas as camadas analisadas (Tabela 1). Nos plantios A e M, a camada de 0-20cm apresentou RP de 1,48 e 1,16, respectivamente. Na camada mais profunda (20-40 cm), ambas áreas apresentaram aumento da RP com valores acima de 2Mpa, o plantio A apresentou RP de 3,12 Mpa e 2,27 Mpa no plantio M.

**TABELA 1.** Síntese da análise da variância para teor médio de água no solo (TAS) em % a Resistência mecânica do solo à penetração (RP) em MPa nas profundidades 0-20 e 20- 40 cm. **Synthesis of analysis of variance for average soil water content (TAS) in % the Mechanical resistance of the soil to penetration (RP) in MPa at depths 0-20 and 20-40 cm.**

Tratamento	TAS		RP	
	0-20	20-40	0-20	20-40
A	11,41 <sup>a</sup>	17,24 <sup>a</sup>	1,48 b	3,12 b
M	20,63 <sup>b</sup>	20,54 <sup>b</sup>	1,16 a	2,27 <sup>a</sup>
Valor (F)	163,4*	7,78 *	27,73 *	54,39*
DMS	1,43	2,35	0,12	0,23
CV%	21,34	29,66	22,08	20,29

Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey para um nível de 5% de probabilidade. A: plantio de açaí. M: plantio de mamão. \*significativo ( $P \leq 0,05$ ).

Em estudos, SANTOS (2022), encontrou valor médio de RP de 1,64 Mpa na profundidade de 0-20 cm em latossolo sob plantio de açaí. Os valores críticos de RP podem variar de 1,5 a 4,0 MPa, dependendo da cultura em estudo (TORMENA et al., 2002). No entanto, valores próximos a 2,0 MPa são geralmente aceitos como restrições de crescimento da raiz. Áreas com maiores valores de resistência mecânica a penetração dos solos pode ocorrer por diversos fatores, pode ser devido a umidade do solo, mas também por outros fatores como uso excessivo do solo sem o devido preparo, intenso tráfego de maquinário pesado e outros. Observou-se que a profundidade 20-40 cm, apresenta maiores porcentagens de TAS no plantio de mamão com 20,54 % em comparação a 17,24 % da área de açaí. Na camada mais superficial (0-20 cm) o plantio A possui TAS de 11,41% e o plantio M apresenta 20,63 %. Apesar de ambas áreas serem da mesma classe de solo, o mamão apresentou alto teor de água no solo nas duas camadas, o que pode associado ao maior restos de cobertura vegetal e ao consórcio de plantas que promovem maior exploração do solo pelas raízes, favorecendo a manutenção da qualidade física do solo. A menor RP na área pode estar ligada a variabilidade de raízes presentes nesse solo, as quais vão construindo cavidades, canais e também galerias no subsolo promovendo maiores teores de carbono orgânico (STEINBEISS et al., 2009; SOARES et al., 2016). SOUZA et al. (2016), verificou em estudos que as raízes da planta de mamão exploram o solo em profundidade, na linha e entrelinha de plantio. O açaí é uma palmeira cultivada a céu aberto em espaçamentos comerciais, abrangendo grandes áreas, oferecendo pouco resíduo vegetal. As condições inadequadas de umidade e de cobertura vegetal, modificam a estrutura física do solo (BORDIN et al., 2006). O gráfico da figura 1, evidencia o comportamento da RP ao longo das camadas do solo. Os valores de RP evidenciam a alteração física do solo, onde a camada mais subsuperficial (20-40 cm) do solo tem alta restrição de crescimento às raízes. Estes resultados podem ser resultado da exploração sucessiva das áreas com pastagem e preparo convencional do solo.



As mobilizações intensivas do solo, dividem a profundidade do solo explorada pelas plantas em camada superficial e camada compactada subsuperficial (BORDIN et al., 2006). Em estudos, SOUZA et al. (2016), verificou que 44% das raízes as raízes de mamão se

concentram na profundidade de 20-40 cm. Visto que a camada a baixo de 20 cm é mais compactada e apresenta maior concentração de raízes, o solo pode causar impedimento mecânico de crescimento das raízes e consequentemente, afetar a absorção de água e nutrientes. Pelos resultados, verificou-se que o plantio de açaí possui maior RP e ambas as áreas possuem indicativo de compactação do solo na profundidade de 20-40 cm. Esses resultados mostram a necessidade de mais estudos do impacto do manejo do solo sob os cultivos de frutíferas na Amazônia oriental.

**CONCLUSÕES:** O plantio de açaí possui maior resistência mecânica do solo à penetração. O teor de água do solo foi maior para as camadas do solo com maior RP. A camada mais profunda do solo apresenta maior RP em ambas áreas de plantio.

**REFERÊNCIAS:** ALVES, L. W. R.; CARVALHO, E. J. M.; SILVA, L. G. T. **Diagnóstico agrícola do município de Paragominas, PA.** Belém, PA: Embrapa Amazônia Oriental, 2014.

BORDIN, I.; MISSIO, R. F.; CASIMIRO, E. L. N.; CASTRO, A. M. C. E.; FEY, E. Desenvolvimento de mudas de pupunheira em Latossolo argiloso compactado artificialmente em subsuperfície. **Ciência Rural**, v. 36, n. 1, p. 290–293, 2006.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA (EMBRAPA). Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Manual de métodos de análise de solo**. 3. ed. Rio de Janeiro: Embrapa, 2017. 230 p.

FERREIRA, D. F. Sisvar: A Computer Statistical Analysis System. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 35, p. 1039-1042, 2014.

LIMA, R. P.; LEÓN, M. J.; SILVA, A. R. Comparação entre dois penetrômetros na avaliação da resistência mecânica do solo à penetração. **Revista Ceres**, v. 60, n. 4, p. 577-581, 2013.

NOGUEIRA, A. K. M.; SANTANA, A. C. de. Benefícios socioeconômicos da adoção de novas tecnologias no cultivo do açaí no Estado do Pará. **Rev. Ceres**, v. 63, n. 1, p. 001-007, 2016.

OLIVEIRA, M. P.; ROQUE, C. G.; BORGES, M. C. R. Z.; OLIVEIRA, R. P.; NOGUEIRA, K. B. Efeito residual da gessagem e calagem na resistência à penetração do solo obtida com dois penetrômetros. **Revista de Agricultura Neotropical**, v. 4, n. 1, p. 58-64, 2017.

RAMOS, F. T., RAMOS, D. T., DE AZEVEDO, E. C., MAIA, J. C. D. S., SERAFIM, M. E., & ROQUE, M. W. Curvas de compactação de um Latossolo Vermelho-Amarelo: com e sem reuso de amostras. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 17, n. 2, p. 129-137, 2013.

SANTOS, M. C. dos. **Qualidade do solo sob atividade agropecuária no sul do Amazonas**. 2022. 63 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Ambientais) - Universidade Federal do Amazonas, Humaitá (AM), 2022.

SOARES, M. D. R.; CAMPOS, M. C. C.; OLIVEIRA, I. A.; CUNHA, J. M.; SANTOS, L. A. C.; FONSECA, J. S.; SOUZA, Z. M. Atributos físicos do solo em áreas sob diferentes sistemas de usos na região de Manicoré, AM. **Revista de Ciências Agrárias**, v. 59, p. 9-15, 2016.

SOUZA, L. D.; SOUZA, L. da S.; LEDO, C. A. da S.; CARDOSO, C. E. L. Distribuição de raízes e manejo do solo em cultivo de mamão nos Tabuleiros Costeiros. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 51, n. 12, p. 1937–1947, 2016.

STEINBEISS, S.; GLEIXNER, G.; ANTONIETTI, M. Effect of biochar amendment on soil carbon balance and soil microbial activity. **Soil Biology and Biochemistry**. v. 41, n. 5, p.1301-1310, 2009.

TORMENA, C. A.; BARBOSA, M. C.; COSTA, A. C. S. da.; GONÇALVES, A. C. A. Densidade, porosidade e resistência à penetração em Latossolo cultivado sob diferentes sistemas de preparo do solo. **Scientia Agricola**, v. 59, n. 4, p. 795–801, 2002.