

Desenvolvimento Radicular de Macaúba (*Acrocomia aculeata*) em Dois Solos

Macaúba'S Root Development (*Acrocomia aculeata*) in Two Soils

Wesley Machado^{ab*}; Augusto César Gasparetto^c; Letícia Suemy Barreto Morimoto^c; Maria de Fátima Guimarães^b

^aUnopar, Curso de Agronomia;

^bUniversidade Estadual de Londrina, Programa de Pós-Graduação Stricto Sensu em Agronomia, PR, Brasil.

^cUniversidade Estadual de Londrina, Curso de Agronomia, PR, Brasil.

*E-mail: w.machado@agronomo.eng.br

Resumo

O sistema radicular das plantas tem papel fundamental na absorção dos nutrientes e na sua sustentação. As palmeiras possuem raízes pouco profundas, mas oferecem grande aporte ao seu sustento. Suas raízes formam um aglomerado de raízes secundárias, terciárias e quaternárias constituindo um bom sistema de absorção de água e de nutrientes. O estudo de raízes é moroso, e em palmeiras é incipiente. O objetivo do presente trabalho foi avaliar o desenvolvimento radicular da *Acrocomia aculeata* ecotipo *sclerocarpa* em dois solos. O estudo foi desenvolvido na Universidade Estadual de Londrina, em vasos preenchidos com dois solos, Latossolo Vermelho eutroférico (argiloso) e um Latossolo Vermelho distroférico (arenoso), em telado. Avaliou-se o sistema radicular da macaúba a cada 90 dias se utilizando o programa Safira®. As variáveis avaliadas foram: volume (mm³), área (mm²), diâmetro (cm) e comprimento (mm) de raízes. A parte aérea também foi mensurada a cada 30 dias, em altura (cm), diâmetro do coleto (cm) e número de folhas. As plantas foram avaliadas até 360 dias. Verificou-se um aumento significativo, nos dois solos, para todas as variáveis. O sistema radicular no Latossolo Vermelho eutroférico se desenvolveu melhor atingindo médias elevadas, exceto no comprimento. O Latossolo Vermelho distroférico, aos 360 dias, obteve o maior comprimento de raízes. Na parte aérea, o solo arenoso se destacou em relação ao argiloso, mantendo suas médias constantes em altura, número de folhas e diâmetro.

Palavras-chave: Sistema Radicular. Latossolo. *Sclerocarpa*.

Abstract

The plants' root system plays a key role in the nutrients absorption in their support. Palm trees have shallow roots, but offer great contribution to their livelihood. Their roots form a cluster of secondary, tertiary and quaternary roots constituting a good system for absorbing water and nutrients. The study of roots is lengthy, and in palm trees, it is incipient. The objective of this study was to evaluate the root development of *Acrocomia aculeata sclerocarpa* ecotype in two soils. The study was conducted at the State University of Londrina, in pots filled with two soils, Oxisol (clayey) and an Oxisol (sandy), in greenhouse. The root system of macaw palm was evaluated every 90 days using the Safira® program. The variables evaluated were: volume (mm³), area (mm²), diameter (cm) and length (mm) of roots. The shoot was also measured every 30 days, height (cm), stem diameter (cm) and number of leaves. The plants were evaluated up to 360 days. There was a significant increase in both soils, for all the variables. The root system in Oxisol (clayey) developed better hitting high averages, except length. The Oxisol (sandy) at 360 days, had the highest root length. In the shoots, the sandy soil stood out compared to clay, maintaining its constant average height, leaf number and diameter.

Keywords: Root System. Oxisol. *Sclerocarpa*.

1 Introdução

A importância do sistema radicular quanto às características morfológicas e fisiológicas é de grande interesse para entender o processo de produção e de desenvolvimento agrícola (PEARSON, 1974). Além de intuir as modificações causadas no sistema solo – planta em regiões sem interferência antrópica, como em locais manejados química e fisicamente.

Segundo Tomlinson (1990), as palmeiras possuem um sistema radicular composto por raízes primárias - responsáveis pela sustentação da planta - secundárias, terciárias e quaternárias, os principais órgãos de absorção de água e de nutrientes. Por serem pequenas e de menores diâmetros, estas possuem uma relação direta com o tipo de solo, pois podem sofrer danos, afetando o desenvolvimento e o crescimento da planta.

Devido ao fato de estudos do sistema radicular de plantas serem morosos e muito trabalhosos, o interesse em estudar o sistema radicular de plantas perenes ainda é incipiente. Alguns trabalhos relacionados ao desenvolvimento radicular das palmeiras citam que as raízes se situam em torno de 40 cm de profundidade e 100 cm lateralmente à estipe, em períodos com grande concentração de chuvas (BASSOI et al., 1999; VANDERMEER, 1977). No período de seca, a concentração radicular fica em torno de 10 cm de profundidade e a 50 cm do estipe. Sendo que o desenvolvimento radicular está atrelado ao tipo de solo, condição de umidade, práticas culturais e a variabilidade genética (CINTRA; PASSOS; LEAL, 1993).

A macaúba (*Acrocomia aculeata*) é uma palmeira, de porte alto podendo chegar a 15m de altura, possui uma copa plumosa, e em todo seu estipe e folhas possui espinhos

(LORENZI, 1996). Encontrada praticamente em todo o Brasil, verifica-se a capacidade de adaptação de seu sistema radicular aos diferentes solos brasileiros.

Pesquisas relacionadas ao desenvolvimento e ao crescimento radicular da macaúba ainda são incipientes e faltam informações, principalmente, sobre seu comportamento em relação ao diâmetro, comprimento, área, entre outros, em diferentes tipos de solos, já que sua distribuição geográfica é ampla, acompanhando assim características distintas dos atributos químicos, físicos e biológicos do solo. Conseqüentemente, atrelado a estas características de solo, o volume de raízes está associado, diretamente, à capacidade produtiva e afeta principalmente a produção de frutos e a produtividade e a qualidade de óleo.

O objetivo do presente estudo foi avaliar o desenvolvimento radicular da *Acrocomia aculeata* ecotipo *sclerocarpa* em dois solos.

2 Material e Métodos

O experimento foi conduzido em vasos de 20 litros, sob telado, na Fazenda Escola da Universidade Estadual de Londrina, Estado do Paraná, durante um período de 12 meses, julho/12 a julho/13. As mudas de macaúba (*Acrocomia aculeata*) foram adquiridas da Acrotech Reflorestamento[®]. Foram utilizados, para o preenchimento dos vasos, dois tipos de solo, sendo um argiloso (Latosolo Vermelho eutroférico - LVef) e um arenoso (Latosolo Vermelho distroférico LVd), coletados em Londrina e Jaguapitã – PR, respectivamente, ambos da camada de 0-20 cm. Os solos foram peneirados em peneira de 2 mm e caracterizados quimicamente, inicialmente e a cada 3 meses, utilizando-se a metodologia descrita em Pavan et al. (1992), no qual, K foi determinado por fotometria de chama; P por espectrometria de absorvância a 630 nm; Ca, Mg, Al por titulação com EDTA e NaOH; pH, H+Al por aferição no pHmetro; e, C por ataque sulfúrico e titulação. A argila foi determinada de acordo com Claessen (1997), pelo método da proveta em agitação lenta (16 h). E os resultados obtidos foram para o Latossolo Vermelho eutroférico: P: 1,35 mg.kg⁻¹; pH_{CaCl2}: 4,85; K: 0,37 cmol_c.kg⁻¹; Ca: 6,46 cmol_c.kg⁻¹; Mg: 1,75 cmol_c.kg⁻¹; H+Al: 4,96 cmol_c.kg⁻¹; Al: 0,08 cmol_c.kg⁻¹; C: 10,70 g.kg⁻¹; V: 62,8%; Argila: 654,0 g.kg⁻¹. Latossolo Vermelho distroférico: P: 1,13 mg.kg⁻¹; pH_{CaCl2}: 4,53; K: 0,01 cmol_c.kg⁻¹; Ca: 1,72 cmol_c.kg⁻¹; Mg: 0,48 cmol_c.kg⁻¹; H+Al: 2,95 cmol_c.kg⁻¹; Al: 0,03 cmol_c.kg⁻¹; C: 2,30 g.kg⁻¹; V: 42,6%; Argila: 111,5 g.kg⁻¹.

O experimento foi instalado em 24 vasos, 12 vasos com solo argiloso e 12 com o arenoso. A cada 90 dias quatro vasos foram retirados para avaliação das raízes, até completar um ano de experimento. O delineamento foi inteiramente ao acaso, com quatro repetições para os tratamentos. As raízes foram retiradas e lavadas em peneira de 1 mm. Depois de lavadas, estas foram pesadas e sua massa fresca determinada. Estas, por sua vez, foram levadas para estufa com circulação

de ar forçado, na temperatura de 60°C até peso constante, para determinação da massa seca.

Para a avaliação do volume (mm³), diâmetro médio (cm), comprimento (mm) e da área (mm²) foi utilizado o programa Safira[®] (JORGE; SILVA, 2010), em que os segmentos radiculares (secos) foram expostos em um papel branco de tamanho A3 e distribuídos, uniformemente, e as fotos registradas para serem inseridas no programa. Quando inseridas, as fotos foram ajustadas para melhor visualização do sistema radicular para a análise.

Os parâmetros das plantas avaliados durante o experimento para crescimento aéreo foram: altura (entre o colo e a união das folhas) e diâmetro do coleto, utilizando-se régua e paquímetro, respectivamente; e, número de folhas. Estas avaliações foram feitas a cada 30 dias.

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância e ao teste de Tukey a 5% de probabilidade sendo utilizado o programa Sisvar[®] (FERREIRA, 2008)

3 Resultados e Discussão

Os trabalhos envolvendo o desenvolvimento radicular das palmeiras estão relacionados à arquitetura da raiz e sua distribuição no solo. Trabalhos compreendendo o sistema radicular da macaúba não foram encontrados, sendo este o primeiro a avaliar volume, área, diâmetro e comprimento de raiz.

Aos 360 dias, em ambos os solos, observou-se diferença estatística para todas as variáveis testadas (Quadros 1 e 2). O volume de raízes no solo argiloso e arenoso atingiu os maiores valores aos 360 dias, sendo 24 e 28 vezes superiores aos valores obtidos aos 270 dias, com pequenas diferenças entre 90 e 180 dias, não sendo verificadas diferenças significativas nas três primeiras épocas avaliadas. O solo argiloso (LVef) obteve médias superiores ao arenoso (LVd).

Quadro 1 - Desenvolvimento radicular da macaúba, em vasos com 0,027 m³, em um Latossolo Vermelho eutroférico.

LVef (argiloso)				
	Dias			
	90	180	270	360
Volume	6297,27 b	8334,39 b	21273,18 b	503033,70 a
Área	4657,01 b	5655,42 b	20265,20 b	581130,56 a
Diâmetro	1,65 ab	1,56 b	1,86 a	1,73 ab
Comprimento	17036,19 b	38497,63 ab	78847,12 a	80875,8 a

Médias seguidas pela mesma letra na linha não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5%. Volume, mm³; Área, mm²; Diâmetro médio, cm; Comprimento, mm.

Fonte: Dados da pesquisa.

Quadro 2 - Desenvolvimento radicular da macaúba, em vasos com 0,027 m³, em um Latossolo Vermelho distroférico.

LVd (arenoso)				
	Dias			
	90	180	270	360
Volume	2492,03 b	5003,84 b	15431,74 b	424554,60 a
Área	2404,82 b	3119,60 b	16961,29 b	493355,29 a
Diâmetro	1,62 a	1,70 a	1,69 a	1,67 a
Comprimento	18158,22 b	18846,88 b	71499,36 a	98510,03 a

Médias seguidas pela mesma letra na linha não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5%. Volume, mm³; Área, mm²; Diâmetro médio, cm; Comprimento, mm.

Fonte: Dados da pesquisa.

Estudos indicam que o volume de raízes se encontra, principalmente, na camada de 0-20 cm de profundidade e na projeção da copa, muitas vezes, o tipo de solo interfere na quantidade, devido à densidade do solo, à disponibilidade de água e de nutrientes (FERREIRA et al., 1995; NELSON et al., 2006; NODICHAO et al., 2011; RAMOS et al., 2009). Este volume na camada superficial e na projeção da copa compreendem as raízes, que promovem alguma fixação e, sobretudo, desempenham um papel na absorção de água e nutrientes.

As médias de área de raízes foram elevadas e apresentaram diferenças significativas aos 360 dias em ambos os solos. Como ocorreu no volume, os valores das médias de área aumentaram mais de cem vezes aos 360 dias em relação aos 180 dias, e as médias aos 90 e 180 dias foram baixas (Quadros 1 e 2).

Nodichao et al. (2011) citam que a maior área de abrangência das raízes das palmeiras se encontra em torno da planta, abrangendo uma faixa de 0,4 m² m⁻². Ferreira et al. (1995) estimaram que a pupunha (*Bactris gasipaes*) teria a capacidade de ter uma área superficial radicular de 545 m².

A área do sistema radicular das palmeiras é relativamente grande, podendo atingir profundidades e distâncias laterais elevadas, chegando a dois metros de profundidade (FERREIRA; CLEMENT; RANZONI, 1980). O sistema radicular do dendê, por exemplo, ocupa uma área menor, pois se encontra na área de projeção da copa, na qual mantém a maioria das raízes absorventes (RUER, 1967).

As médias de diâmetro de raízes para o Latossolo Vermelho eutrófico (LVef) foram superiores as obtidas para o Latossolo Vermelho distroférico (LVd). Não houve diferença significativa entre os períodos no LVd. A maior média de diâmetro foi obtida aos 270 dias com 1,86 cm e a menor média aos 180 dias com 1,56 cm no LVef. Jourdan e Rey (1997) avaliando a arquitetura e o desenvolvimento radicular do dendê observaram valores menores do que os encontrados neste trabalho, alcançando 0,80 cm de média para o diâmetro

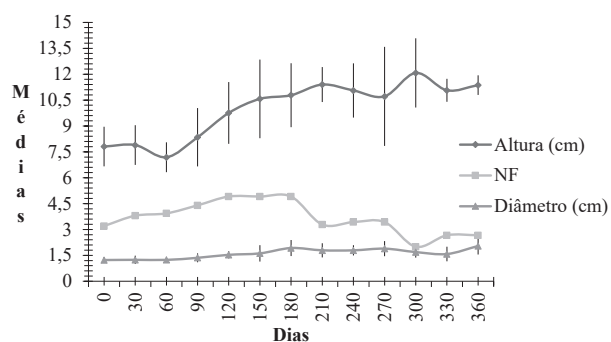
de raízes. Um fato importante, que os autores relatam, é que o experimento foi realizado a campo e o presente estudo em vasos de 0,027 m³. Devido ao pouco espaço que o vaso proporciona para as raízes, ao invés de se desenvolverem em comprimento, podem ter aumentado em diâmetro, o que justificaria estes valores maiores encontrados pelos autores.

Os valores de comprimento radicular foram aumentando com o decorrer do tempo, tanto no LVef quanto no LVd. O maior comprimento de raízes foi observado no LVd aos 360 dias, com 98510,03 mm. Não houve diferença significativa entre o período de 90 e 180 dias e 270 e 360 dias para ambos os solos. As médias do comprimento radicular neste trabalho são maiores que as encontradas em trabalhos com dendê, *Elaeis guineensis*, (JOURDAN; REY, 1997; JOURDAN; MICHAUX-FERRIÈRE; PERBAL, 2000), em que a maioria das avaliações foram realizadas em plantações comerciais, com manejos adequados, nas quais a busca por água e nutrientes permanece na área da copa, tendendo a ser menor.

O Latossolo Vermelho eutrófico apresentou médias superiores para todas as variáveis avaliadas. Motta et al. (2002) verificaram a ocorrência de macaúba em diferentes localidades, e observaram que a maioria das palmeiras se encontravam em solos argilosos e eutróficos, mas não havia impedimento para o desenvolvimento da palmeira em locais arenosos e distróficos.

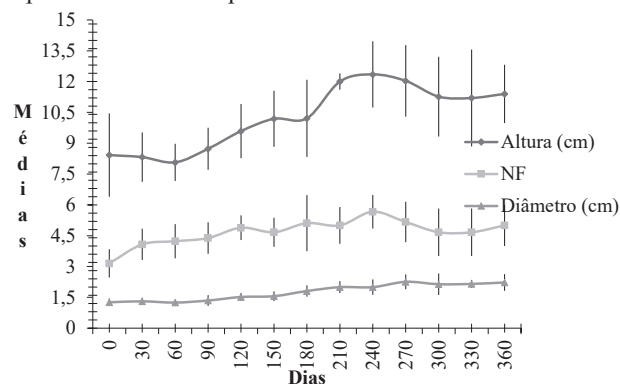
O Latossolo Vermelho distroférico apresentou médias superiores ao Latossolo Vermelho eutrófico nas avaliações fitotécnicas. As Figuras 1 e 2 apresentam as médias de altura, número de folhas e diâmetro do coleto. Houve um aumento das médias para altura e diâmetro no decorrer do tempo, porém o número de folhas decresceu no solo argiloso e se apresentou constante no solo arenoso.

Figura 1 - Altura, número de folhas (NF) e diâmetro do coleto para mudas de macaúba, durante um período de 360 dias, em um Latossolo Vermelho eutrófico (argiloso). As barras representam o desvio padrão.



Fonte: Os autores.

Figura 2 - Altura, número de folhas (NF) e diâmetro do coleto para mudas de macaúba, durante um período de 360 dias, em um Latossolo Vermelho distroférico (arenoso). As barras representam o desvio padrão.



Fonte: Os autores.

No período de 30 dias entre uma avaliação e outra, houve em média crescimento em altura de 0,25 cm em ambos os solos. Ortega et al. (2006), avaliando o desenvolvimento em diferentes taxas de sombreamento do araquá (*Psidium cattleianum*), verificaram valores aproximados de 16,88±5,54 cm ao ano. Carvalho et al. (2006) constataram uma taxa de crescimento de 9,52 cm no período de 120 dias, em plantas de licuri (*Syagrus coronata*) sob 30% de luz. Neste trabalho, as plantas de macaúba foram acondicionadas em um telado com 50% de sombreamento.

Há influência no crescimento da planta, podendo obter respostas não favoráveis, quando são cultivadas em diferentes solos sem a adição de nutrientes complementares. Trabalhando com açaí (*Euterpe oleracea*), em um Latossolo Amarelo do Pará e a omissão de nutrientes, Viégas et al. (2009) verificaram que não houve restrição na altura de plantas, mas o solo com a omissão de fertilizantes obteve os menores índices de altura. Em condições de baixa disponibilidade de recursos (luz e nutrientes), as plantas produzem maior quantidade de foto-assimilados, apresentando alongamento celular e maior altura (WARDLAW, 1990).

O número de folhas foi maior no solo arenoso e manteve média de 4,6 folhas durante o período de 360 dias, enquanto o solo argiloso obteve 3,6 folhas. Diferentemente do solo arenoso, que manteve a média, ocorreu no Latossolo Vermelho eutroférico aos 180 dias uma diminuição no número de folhas, passando de 4,9 para 3,2 folhas por planta. Estes valores são semelhantes aos encontrados por Carvalho et al. (2006) com a palmeira licuri. A diminuição do número de folhas pode ter relação com algum processo fisiológico ou com a disponibilidade de nutrientes e água.

De acordo com Nodari (1999), o número de folhas não é uma indicação característica para representar diferenças no crescimento e no desenvolvimento de plantas, pois sempre há emissões de novas folhas. Em conjunto com as demais variáveis, o número de folhas, demonstrou um crescimento favorável em ambos os solos.

O crescimento no diâmetro do coleto ocorreu em ambos

os solos. No solo argiloso, o crescimento mensal do diâmetro foi em média de 0,07 cm e no arenoso de 0,08 cm. Os maiores diâmetros foram observados aos 360 dias com 2,04 cm (LVef) e 2,22 cm (LVd). Souza et al. (2010), utilizando diferentes substratos na fase de pré-viveiro, verificaram médias semelhantes no crescimento da macaúba.

O licuri apresentou aumento no diâmetro em níveis baixos de sombreamento (CARVALHO et al., 2006). Oliveira, Medeiros Filho e Bezerra (2009) observaram valores menores no diâmetro de carnaúba (*Copernicia hospita*), quando utilizaram sementes pequenas em relação às grandes, utilizando uma mistura de substratos de areia com compostos orgânicos e cultivadas à sombra em relação ao pleno sol. Sendo um bom indicador de crescimento e pela simplicidade de mensuração, o uso do diâmetro do coleto retrata o desenvolvimento vegetativo em palmeiras (BONNEAU et al., 1993; CLEMENT, 1995; CLEMENT; BOVI, 2000).

O desenvolvimento da macaúba durante os 360 dias obteve resposta satisfatória tanto para o desenvolvimento radicular quanto para a parte aérea em solo argiloso e arenoso. Contudo, ainda são necessários estudos frente ao seu desenvolvimento inicial, principalmente, no que se diz respeito aos cultivos em diferentes solos, pois as mudas sadias e vigorosas são fundamentais para o sucesso dos cultivos comerciais.

4 Conclusão

O sistema radicular da macaúba obteve os melhores índices de desenvolvimento no Latossolo Vermelho eutroférico para volume, área, diâmetro e comprimento.

No Latossolo Vermelho distroférico, a macaúba obteve valores superiores para altura, número de folhas e diâmetro do coleto.

Referências

- BASSOI, L.H. et al. Distribuição espacial do sistema radicular da pupunheira em solos irrigados no Vale do São Francisco. *Eng. Agric.*, v.19, p.163-176, 1999.
- BONNEAU, X. et al. Nutrition minérale des cocotiers hybrides sur tourbe de la pépinière à l'entrée en production. *Oléagineux*, v.48, p.9-26, 1993.
- CARVALHO, N.O.S. et al. Crescimento inicial de plantas de licuri (*Syagrus coronata* (MART.) BECC.) em diferentes níveis de luminosidade. *Rev. Arvore*, v.30, n.3, p.351-357, 2006.
- CINTRA, F.L.D.; PASSOS, E.E.M.; LEAL, M.L.S. Evaluation de la distribution du système racinaire de cultivars de cocotier Grand. *Oléagineux*, v.48, p.453-461, 1993.
- CLAESSEN, M.E.C. (Org.). *Manual de métodos de análise de solos*. Rio de Janeiro: EMBRAPA, 1997.
- CLEMENT, C.R. *Growth and genetic analysis of pejibayea (Bactris gasipaes Kunth, Palmae) in Hawaii*. Honolulu: University of Hawaii, 1995.
- CLEMENT, C.R.; BOVI, M.L.A. Padronização de medidas de crescimento e produção em experimentos com pupunheira para palmito. *Acta Amazonica*, v.30, p.349-362, 2000.
- FERREIRA, D.F. SISVAR: um programa para análises e ensino

- de estatística. *Rev Symposium*, v.6, p.36-41, 2008.
- FERREIRA, S.A.N.; CLEMENT, C.R.; RANZANI, G. Contribuição ao conhecimento do sistema radicular da pupunheira (*Bactris gasipaes* H.B.K. = *Guilielma gasipaes* (H.B.K.) Bailey). I. Solo Latossolo Amarelo, textura média. *Acta Amazonica*, v.10, n.2, p.245-249, 1980.
- FERREIRA, S.A.N. et al. Contribuição ao conhecimento do sistema radicular da pupunheira (*Bactris gasipaes* Kunth, Palmae). II. Solo Latossolo Amarelo, textura argilosa. *Acta Amazonica*, v.25, p.161-170, 1995.
- JORGE, L.A.C.; SILVA, D.J.C.B. *Manual de utilização*. São Carlos: Embrapa Instrumentação, 2010.
- JOURDAN, C.; REY, H. Architecture and development of the oil-palm (*Elaeis guineensis* Jacq.) root system. *Plant Soil*, v.189, p.33-48, 1997.
- JOURDAN, C.; MICHAUX-FERRIÈRE, N.; PERBAL, G. Root system architecture and gravitropism in the oil palm. *Ann. Bot.*, v.85 p.861-868, 2000.
- LORENZI, H. *Palmeiras do Brasil: exóticas e cultivadas*. Nova Odessa: Plantarum, 1996.
- MOTTA, P.E. et al. Ocorrência de macaúba em Minas Gerais: relação com atributos climáticos, pedológicos e vegetacionais. *Pesq. Agrop. Bras.*, v.37, p.1023-1031, 2002.
- NELSON, P.N. et al. Using soil water depletion to measure spatial distribution of root activity in oil palm (*Elaeis guineensis* Jacq.) plantations. *Plant Soil*, v.286, p.109-121, 2006.
- NODARI, R.O. Crescimento de mudas de palmito (*Euterpe edulis* Mart.) em diferentes condições de sombreamento e densidade. *Rev. Árvore*, v.23, n.3, p.285-292, 1999.
- NODICHAO, L. et al. Genotypic variability of oil palm root system distribution in the field. Consequences for water uptake. *Plant Soil*, v.341, p.505-520, 2011.
- OLIVEIRA, A.B.; MEDEIROS FILHO, S.; BEZERRA, A.M.E. Efeito do tamanho da semente, substrato e ambiente na produção de mudas de *Copernicia hospita* Martius. *Ciênc. Agrotec.*, v.33, n.6, p.1527-1533, 2009. doi: <http://dx.doi.org/10.1590/S1413-70542009000600010>.
- ORTEGA, A.R. et al. Avaliação do crescimento de mudas de *Psidium cattleianum* Sabine a diferentes níveis de sombreamento em viveiro. *Cerne*, v.12, n.3, p.300-308, 2006.
- PAVAN, M.A. et al. *Manual de análise química de solo e controle de qualidade*. Londrina: IAPAR, 1992.
- PEARSON, R.W. Significance of rooting pattern to crop production and some problems of root research. In: CARSON, E.W. *The plant root and its environment*. Charlottesville: University Press Virginia, p.247-267. 1974.
- RAMOS, A. et al. Distribuição espacial do sistema radicular da pupunheira em função de lâminas de irrigação. *Irriga*, v.14, n.4, p.431-440, 2009.
- RUER, P. Morphologie et anatomie du système racinaire du palmier à huile. *Oléagineux*, v.22, p.595-599, 1967.
- SOUZA, P.P. et al. Substratos no desenvolvimento de mudas de macaúba (*Acrocomia aculeata*) (Jacq.) Lodd. ex Mart. (Arecaceae) na fase de pré-viveiro. In: FÓRUM: DESENVOLVIMENTO REGIONAL: COMPROMISSO DA UNIVERSIDADE. UNIVERSIDADE ESTADUAL DE MONTES CLAROS, 4., Anais.... 2010. CD-ROM.
- TOMLINSON, P. B. *The structural biology of palms*. Oxford: Clarendon, 1990.
- VANDERMEER, J. Observations on the root system of the peijibaye palm (*Bactris gasipaes* H.B.K.) in Costa Rica. *Turrialba*, v.27, p.237-242, 1977.
- VIÉGAS, I.J.M. et al. Avaliação da fertilidade de um Latossolo Amarelo textura média para o cultivo do açaizeiro no estado do Pará. *Rev. Ciênc. Agrár.*, n.52, p.23-36, 2009.
- WARDLAW, I.F. The control of carbon partitioning in plants. *New Phytol.*, n.116, p.341-381, 1990.
- YOCUM, H.G. Factors affecting the germination of palm seeds. *Am. Horticul. Magaz.*, v.43, n.2, p.104-106, 1964.