

Distribuição do sistema radicular do cajueiro-anão precoce (clone CCP-09) em cultivo irrigado e sequeiro, Ceará, Brasil¹

Root distribution of irrigated and rainfed dwarf cashew tree (ccp 09 clone), State of Ceará, Brazil

Guislain Boni², Carlos Alexandre Gomes Costa³, Rubens Sonsol Gondim⁴, Afrânio Arley Teles Montenegro⁴ e Vítor Hugo de Oliveira⁵

Resumo - O conhecimento do sistema radicular de qualquer planta é fundamental no planejamento de sistemas de manejo que visam à otimização da produtividade agrícola. O objetivo deste trabalho foi avaliar e mensurar a distribuição (profundidade e desenvolvimento lateral) do sistema radicular do cajueiro-anão precoce (*Anacardium occidentale* L.) clone CCP 09, utilizando-se plantas com 10 anos de idade. O experimento foi conduzido no Campo Experimental do Curu, da Embrapa Agroindústria Tropical, em seis plantas de cajueiro, sendo três irrigadas e três em regime de sequeiro. Para permitir o acesso ao perfil radicular foram abertas trincheiras de 3,2 m de largura, igualmente divididas a partir do centro do caule, a 0,20 m do tronco, com 1,40 m de profundidade. O perfil foi dividido em várias quadrículas de 0,2 m x 0,2 m e de cada quadrícula foi obtida uma imagem digital. O processamento e análise de imagens foi realizado utilizando o software SIARCS[®]. Para o estudo considerou-se como profundidade efetiva aquela onde está concentrada pelo menos 80% das raízes totais do perfil. Os resultados mostram que para as plantas irrigadas a profundidade efetiva das raízes distribui-se até 0,6 m, num raio de 1,0 m a partir do caule. As dimensões da trincheira utilizadas no estudo comparativo para as plantas de sequeiro não foram suficientes para expor o total das raízes. Foram encontradas raízes até 1,0 m de profundidade, num raio de 1,4 m. Para a avaliação do sistema radicular das plantas cultivadas em sequeiro é necessária a abertura de uma trincheira de comprimento igual ao espaçamento do pomar.

Palavras-chave- Profundidade efetiva. Imagem digital. SIARCS[®].

Abstract - The knowledge of plant root system is fundamental for crop management which is developed to improve crop yield. The main goal of this research was to determine the root system distribution (depth and length) of the dwarf cashew tree (*Anacardium Occidentale* L.) 09 clone, ten years old. The study was carried out at Embrapa's Curu Experimental Station, State of Ceará, Brazil, in a field evaluating six plants, three irrigated and three non-irrigated. To permit access to the root profile, excavation of 1.4 m depth and 3.2 m length were symmetrically dug 0.2 m from the stem. The profile was divided in squares of 0.2 m x 0.2 m which have been photographed. Each picture was digitalized by SIARCS[®] software. Only effective roots were considered for the study, those which represent 80% of the root system. Results showed that the effective roots of irrigated cashew tree are localized in a depth of 0.6 m in a radius of 1.0 m from the stem. For the rainfed plants the depth is 1.0 m. Those results may help to improve crop management techniques. The trench dimensions were not big enough to show up the total roots. Roots were found until a depth of 1.0 m in a radius of 1.4 m. To evaluate the root system of rainfed plants is necessary that the length of trench to be equal to the plant space in orchard.

Key words - Root system. Digital image. SIARCS[®].

¹ Recebido para publicação em 02/08/2006; aprovado em 03/09/2007

² Aluno do quarto ano da escola de engenheiro em Agrodesenvolvimento Internacional Francesa, ISTOM. 32 Boulevard du Port 95094 CERGY PONTOISE Cedex FRANCE, fone (+33) 0130756260, g.boni@istom.net, estagiário da EMBRAPA, Agroindústria Tropical.

³ Eng. Agrônomo, mestrando em Irrigação e Drenagem pela Universidade Federal do Ceará.

⁴ Eng. Agrônomo, M. Sc., Pesquisador da EMBRAPA, Agroindústria Tropical. Rua Dra. Sara Mesquita, 2270, Planalto do Pici, Caixa Postal 3761, CEP: 60.511-110 Fortaleza-CE.

⁵ Engenheiro Agrônomo, D. Sc., Pesquisador da EMBRAPA, Agroindústria Tropical.

Introdução

A necessidade de se modernizar o segmento da produção agrícola a partir do uso de clones superiores de cajueiro remete a um detalhamento preciso de todas as variáveis envolvidas no sistema produtivo. Em muitas áreas dos perímetros de irrigação do nordeste, há a necessidade de instalação de sistemas de drenagem para a manutenção do lençol freático a uma profundidade que permita o desenvolvimento da cultura. A eficiência desses sistemas depende do conhecimento da profundidade efetiva do sistema radicular e da quantidade de água necessária para o desenvolvimento da cultura em questão. (FERREIRA, 2004).

O conhecimento da distribuição do sistema radicular de uma cultura contribui fortemente para o aumento da produção, auxiliando no dimensionamento e manejo racional da irrigação e orientando a localização de sensores e emissores. A identificação de zonas com maior concentração de raízes permite ainda a aplicação localizada de fertilizantes e corretivos, elevando sua eficiência e proporcionando, conseqüentemente, redução nos custos e nos impactos ambientais (MONTENEGRO et al., 2004).

Para fins de irrigação, a profundidade efetiva das raízes é um dos parâmetros básicos para projetos e manejo da água na cultura. A profundidade efetiva representa a camada desde a superfície do solo até onde se concentra a maior parte das raízes absorventes. Bassoi et al. (2001) recomendam essa profundidade para o monitoramento da água do solo visando ao manejo de irrigação.

Em estudos sobre as raízes e suas interações com o solo (interface solo-raiz), a metodologia de quantificação destaca-se como principal fator limitante. Existem vários métodos que permitem investigar a distribuição do sistema radicular, entretanto, a avaliação das raízes em termos de volume explorado, massa seca e comprimento radicular é tarefa difícil e grandes limitações são encontradas em qualquer técnica, como o tempo gasto, a pouca informação obtida e a variabilidade dos resultados (SCHUURMANN; GOEDEWAAGEN, 1971; BOHM, 1979; KOPKE, 1981).

O Sistema Integrado para Análise de Raízes e Cobertura do Solo – SIARCS® da Embrapa, por ser um método computacional, apresenta-se como uma ferramenta útil e ágil na determinação da profundidade efetiva do sistema radicular, principalmente, em comparação a outros métodos de determinação.

Além da quantidade d'água de chuva, a água de irrigação só deve ser considerada disponível para a cultu-

ra, quando disponível na zona do perfil do solo ocupado pelo sistema radicular. Por isso, a capacidade total d'água do solo somente deve ser calculada até a profundidade do solo correspondente à profundidade efetiva do sistema radicular. Em termos de irrigação, o estudo do sistema radicular indica a profundidade e a distância do tronco para a instalação de sensores no perfil do solo, possibilitando uma otimização do uso da água, primordial para regiões semi-áridas como o Nordeste (BERNARDO et al., 2006; FERREIRA, 2004).

Uma avaliação da produção de clones de cajueiro irrigado e em sequeiro feita por Oliveira (1999), o clone CCP 09 foi o mais indicado para o plantio com uso de irrigação com exploração mista, ou seja, tipo de produção destinada ao aproveitamento de castanha e pedúnculo *in natura*, por isso sugere-se que esse clone tenha um maior desenvolvimento do sistema radicular. Portanto, o objetivo deste trabalho foi avaliar e determinar a distribuição do sistema radicular do cajueiro-anão precoce, clone CCP 09, utilizando-se plantas em seu ápice de desenvolvimento vegetativo.

Material e Métodos

O experimento foi conduzido em área do Campo Experimental do Curu, pertencente à Embrapa Agroindústria Tropical, localizada no município de Paraipaba, Ceará, Brasil, durante o período de Julho até Dezembro de 2004. De acordo com a classificação de Köppen, Paraipaba apresenta clima do tipo Aw', classificado como tropical chuvoso, clima de savana, e se caracteriza por apresentar o máximo de chuvas no outono e período seco no inverno.

Baseado na média histórica de 1975 a 2000, Aguiar et al., (2001) estimou que o município de Paraipaba apresenta precipitação média anual de 985,7 mm, evaporação de 2.624,6 mm, umidade relativa de 86% e temperatura média anual de 27,1 °C. O solo do local apresenta relevo plano e está classificado como Neossolo Quartzarênico, textura arenosa.

Para o estudo da distribuição do sistema radicular foram utilizadas seis plantas de cajueiro-anão precoce (*Anacardium occidentale* L.) aos dez anos de idade, clone CCP 09, sendo três cultivadas sob irrigação e três em regime de sequeiro e sem estresse nutricional desde sua implantação. O espaçamento da cultura era de 7 m x 7 m. Para as plantas irrigadas, o sistema utilizado foi microaspersão com vazão de 44 L h⁻¹ e raio molhado de 3 m.

Para o trabalho de obtenção de imagens, utilizou-se: quadro de madeira com malha de nylon (0,20 m x 0,20 m), tinta spray branca, câmera fotográfica digital, tesoura de poda, pulverizador costal com água e garfos. A utilização destes deve propiciar um maior contraste da raiz em relação ao perfil de solo na imagem digital, o que permite se obter resultados mais precisos e maior facilidade na identificação das raízes na imagem, quanto melhor for esse contraste.

Foram abertas trincheiras de 3,2 m de largura, igualmente dividida a partir do centro do caule, a 0,20 m do tronco, com 1,40 m de profundidade (Figura 1). Conforme recomendado por Jorge (1999), após a abertura da trincheira foi realizada a padronização do comprimento das raízes do perfil. Nessa operação, todas as raízes expostas na abertura da trincheira foram cortadas rente ao perfil com tesoura de poda. Em seguida, foi realizada a pintura das raízes com tinta branca em *spray*. Para realçar o contraste das raízes com o solo foi aplicada água no perfil, com auxílio do pulverizador costal e feita escarificação do perfil com um garfo. Todo o trabalho de campo foi realizado em um dia.

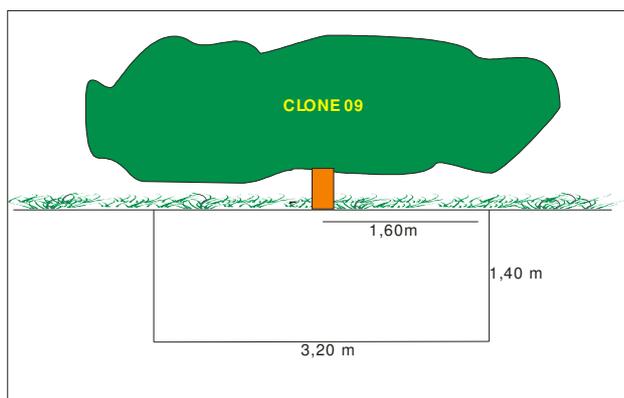


Figura 1 - Desenho esquemático do perfil da trincheira

Para delimitação e referenciamento da área a ser fotografada, utilizou-se um quadrado de madeira de 1 m x 1 m, subdividido em 25 pequenas quadrículas com linha de nylon de 0,2 m x 0,2 m. Cada uma das quadrículas foi identificada segundo o perfil e sua localização horizontal e vertical. A imagem de cada uma das quadrículas foi obtida com uma câmara fotográfica digital (Figura 2). Em cada planta foram obtidas 112 imagens em todo o perfil e nas três repetições para os dois tipos de cultivo, irrigado e sequeiro, foram utilizadas 672 segmentos digitalizados.

Após o trabalho de campo, as fotos foram processadas e analisadas utilizando o software SIARCS® (Siste-



Figura 2 - Foto de uma quadrícula de raízes (0,2 m x 0,2 m)

ma Integrado para Análise de Raízes e Cobertura do Solo) desenvolvido pela Embrapa. A análise de raízes pelo SIARCS® foi feita a partir da foto de cada uma das quadrículas. Selecionou-se a área de interesse e executou-se a segmentação, através da qual consegue-se separar as raízes do resto da imagem, gerando uma imagem binária. Em seguida efetuou-se a operação de afinamento das raízes na imagem e posteriormente, fez-se a análise do comprimento das raízes (Figura 3) em relação à área de uma quadrícula de 0,04 m².



Figura 3- Foto após binarização e afinamento realizado pelo SIARCS®

Resultados e Discussão

Clones em cultivo irrigado

Em regiões semi-áridas, o emprego racional da irrigação localizada é primordial para a otimização do uso da água e conseqüentemente, para a redução do custo de produção, sendo essencial o conhecimento do sistema água-solo-planta-atmosfera para o adequado manejo da irrigação. Nesse contexto, citado por Ferreira (2004), a caracterização da distribuição do sistema radicular e o conhecimento da dinâmica da água no solo são fundamentais para a compreensão dos processos de transferência de água nesse sistema.

Com a perspectiva de contribuir para a utilização mais racional da água, os resultados deste trabalho de comprimento de raiz e valores percentuais para cajueiro anão irrigado, dispostos conforme profundidade no perfil do solo e distância lateral a partir do caule demonstram que a distribuição das raízes no perfil se concentra próxima ao centro do caule (Figura 4). A concentração de raízes, obtida a partir do percentual acumulado do comprimento das raízes é o método com os melhores valores de correlação para análise da profundidade efetiva (BASSOI et al., 2000). Assim, utilizamos este método para determinação da profundidade das raízes.

A densidade de raízes é proporcional à cor, sendo a região mais escura correspondente à maior concentração de raízes. Percebe-se a concentração preponderante de raízes localizadas a uma profundidade de 0,25 m e a uma distância de 0,50 m do caule.

Pode-se observar que há formação de um bulbo de raízes principais abaixo do tronco e um bulbo de raízes secundárias que ficam a aproximadamente 0,4 m do tronco do lado esquerdo, devido à posição do microaspersor e à distribuição de água ao longo do perfil de solo, orientando o crescimento das raízes nas zonas com maior umidade disponível para absorção. Assim confirma-se a recomendação de Bassoi et al. (2001) como sendo distribuição do sistema radicular a profundidade adequada para o monitoramento da água do solo.

Os resultados do estudo do sistema radicular sob cultivo irrigado, mostram que 80% das raízes situam-se em um raio de 1 m do tronco, distribuídas até a profundidade de 0,6 m. Já Oliveira et al., (2003), utilizando o método do trado (BOHM, 1979), definiram a profundidade de 0,4 m e a distância de 1,2 m do caule como zona de maior concentração de raízes para clones de cajueiros anões em outra região.

A partir da determinação da distribuição do sistema radicular com uso de imagens digitais e SIARCS, Montenegro et al. (2004) conclui para uma profundidade efetiva de 0,4 m em cultivo de bananeira em um Cambissolo que a instalação dos sensores de umidade do solo deve ser a 0,1 m e 0,4 m de profundidade com limitação de até 1,2 m de distância das plantas.

Clones em cultivo de sequeiro

Na Figura 5 pode-se observar a distribuição das raízes no perfil. A região mais escura corresponde à maior concentração de raízes. Observa-se que a concentração preponderante de raízes localiza-se a uma profundidade de

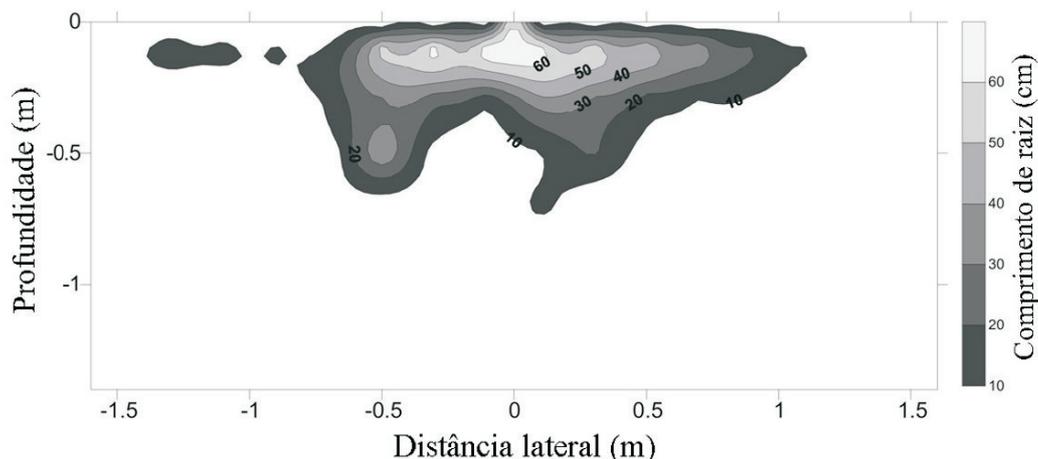


Figura 4 - Distribuição das raízes (m) do clone CCP 09 aos 10 anos de idade, em cultivo irrigado

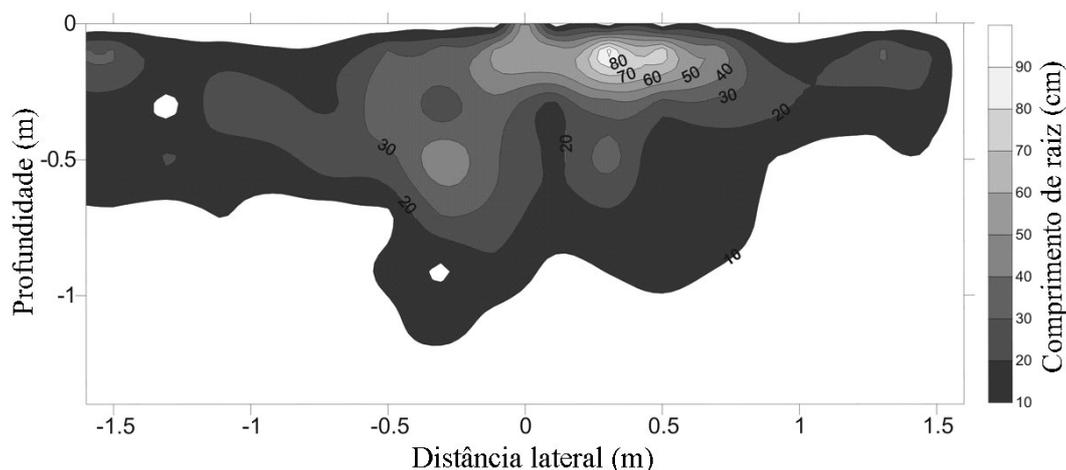


Figura 5 - Distribuição das raízes em metros do cajueiro Clone CCP 09 de 10 anos de idade em cultivo sequeiro

até 0,25 m e a uma distância de até 0,50 m do caule, semelhante a do cajueiro em cultivo irrigado.

Os resultados do estudo do sistema radicular mostram que o desenvolvimento, tanto lateral quanto vertical, das raízes das plantas cultivadas em sequeiro é maior do que aquelas encontradas nas plantas irrigadas, fato que se explica pela busca de água por parte das raízes, que é mais intensa nas plantas cultivadas em regime de sequeiro. Com a redução do potencial hídrico do solo, as plantas aumentam a capacidade de absorção de água e diminuem a taxa de transpiração ocasionando um maior desenvolvimento do sistema radicular (MAAS; NIEMAN, 1978; FAGERIA, 1989; SHALHEVET et al., 1995).

Todas as quadrículas das plantas de sequeiro possuíam raízes. A distribuição das raízes no perfil não se apresentou tão simétrica como das plantas irrigadas.

As dimensões da trincheira utilizada neste trabalho não foram suficientes para expor todo o comprimento lateral do sistema radicular das plantas cultivadas em sequeiro. Para isso deve-se, em estudos futuros, fazer trincheiras cujo comprimento alcance a metade do espaçamento entre plantas.

Conclusões

A profundidade efetiva do sistema radicular do cajueiro-anão precoce, clone CCP 09 aos 10 anos de idade, nas condições de manejo do Campo Experimental do Curu, da Embrapa Agroindústria Tropical, sob cultivo irrigado é de 0,6 m, distribuídos no raio de 1,0 m do tronco;

Recomenda-se, que na localização de emissores de irrigação e fertirrigação para cajueiro-anão precoce, privilegie-se o raio molhado de aproximadamente 1,0 m. No caso de sensores de umidade deve-se considerar a profundidade máxima do sistema radicular de 0,6 m;

O estudo da distribuição do sistema radicular das plantas de sequeiro deve ser aprofundado, considerando-se que não se avaliou toda a extensão do crescimento lateral neste trabalho. Entretanto, até 1,60 m de distância do caule foi encontrada uma concentração razoável de raízes, o que não possibilita a determinação da profundidade efetiva da cultura, mas sugere a fertilização de cobertura pelo menos até essa distância.

Agradecimentos

Ao CNPq/ Produção Integrada de Caju (PIF-Caju);
Embrapa Agroindústria Tropical;
ISTOM Ecole d'ingénieur en Agro-Développement International; e,
CROUS de Versailles.

Referências

AGUIAR, M. J. N. et al. Dados climatológicos: estação de Paraipaba, 2000. Fortaleza-CE: Embrapa Agroindústria Tropical. 2001. 14 p. (**Boletim Agrometeorológico, 01**).

- BASSOI, L. H. et al. Digital image analysis of root distribution towards improved water and soil management: grapevine and date palm study cases. (compact disk) In: **ASAE INTERNATIONAL ANNUAL MEETING**, Milwaukee, 2000. Technical paper St. Joseph: ASAE, 2000.
- BASSOI, L. H. et al. Informações sobre a distribuição das raízes da bananeira para o manejo de irrigação. Petrolina: Embrapa Semi-Árido, 2001. 4p. (**Comunicado Técnico, 105**).
- BERNARDO, S.; SOARES, A. A.; MANTOVANI, E. C. **Manual de irrigação**. 8ª edição atualizada e ampliada, Viçosa-MG: UFV. 2006. 625 p.
- BOHM, W. **Methods of studying root systems**. New York: Springer-Verlag, 1979. 189 p.
- FAGERIA, N. K. Solos tropicais e aspectos fisiológicos das culturas. Brasília: EMBRAPA/DPU, 1989. 425 p. EMBRAPA-CNPAP. **Documentos**, 18
- FERREIRA, M. N. L. **Distribuição radicular e consumo de água de goiabeira (*Psidium guajava* L) irrigada por microaspersão em Petrolina-PE**. 2004. 106 f, Tese (Doutorado em irrigação): Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, Piracicaba.
- JORGE, L. A. de C. Descrição detalhada das aberturas de trincheiras e tratamento das fotos pelo software SIARCS®. IN: WORKSHOP SOBRE SISTEMA RADICULAR: **METODOLOGIAS E ESTUDO DE CASOS**, 1999. Aracaju. **Anais...** Aracaju: Embrapa Tabuleiros Costeiros, 1999. p. 255. Editado por Marcelo Ferreira Fernandes, Edson Diogo Tavares, Maria de Lourdes da Silva Leal.
- KOPKE, U. Methods for studying root growth. In: SYMPOSIUM ON THE SOIL/ROOT SYSTEM IN RELATION TO BRAZILIAN AGRICULTURE, Londrina, 1980. **Proceedings**. Londrina: IAPAR, 1981. p. 303-318
- MAAS, E. V.; NIEMAN, R. H. Physiology of tolerant plants to salinity. In: JUNG, G. A. (ed.). Crop tolerance to sub-optimal land conditions. Madison: **American Society Agronomy**, 1978. cap. 1. p. 277-299. (Special Publication, 32)
- MONTENEGRO, A. A. T. et al. Distribuição do sistema radicular da bananeira na microrregião do Baixo Jaguaribe, Ceará. In: XVIII Congresso Brasileiro de Fruticultura, 2004, Florianópolis. **XVIII Congresso Brasileiro de Fruticultura**. Florianópolis: SBF, 2004.
- OLIVEIRA, V. H. **Caracterização de Clones de Cajueiro Anão Precoce (*Anacardium occidentale* L.) sob diferentes regimes hídricos**. 1999. 94 f. Tese (Doutorado em Fitotecnia). Universidade Federal do Ceará. Fortaleza.
- OLIVEIRA, V. H. et al. Distribuição radicular de cajueiro anão sob sequeiro e irrigado em solo arenoso. IN: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE INTERAMERICANA DE HORTICULTURA TROPICAL, 49. 2003. Fortaleza. **Programa e resumos**. Fortaleza-CE: Embrapa Agroindústria Tropical. 2003. p. 122.
- SCHUURMANN, J. J.; GOEDEWAAGEN, M. A. J. **Methods for the examination of root systems and roots**. 2.ed. Wageningen: Pudoc, 1971. 86 p.
- SHALHAVET, J.; HUCK, M. G.; SCHOROEDER, B. P. Root and shoot growth responses to salinity in maize and soybean. **Agronomy Journal**, Madison, v. 87, p. 512-516, 1995.