

Acúmulo de biomassa e crescimento radicular da palma forrageira em diferentes épocas de colheita

Biomass accumulation and root growth of cactus pear in different harvest periods

Ricardo Loiola Edvan^[a], Pedro Dantas Fernandes^[b], Maria Socorro de Souza Carneiro^[c], Diogo Gonçalves Neder^[d], Jucilene Silva Araujo^[e], Alberício Pereira de Andrade^[f], Lenildo Teixeira Souto Filho^[g]

^[a] Engenheiro agrônomo, Doutor, Universidade Federal do Piauí (UFPI), Bom Jesus, PI - Brasil, e-mail: agrololoia@hotmail.com

^[b] Engenheiro agrônomo, Doutor, Universidade Estadual da Paraíba (UEPB), Campina Grande, PB - Brasil, e-mail: pdantas@pesquisador.cnpq.br

^[c] Engenheira agrônoma, Doutora, Universidade Federal do Ceará (UFC), Fortaleza, CE - Brasil, e-mail: msocorro@ufc.br

^[d] Engenheiro agrônomo, Doutor, Universidade Estadual da Paraíba (UEPB), Lagoa Seca, PB - Brasil, e-mail: dgneder@hotmail.com

^[e] Engenheira agrônoma, Doutora, Instituto Nacional do Semiárido, Campina Grande, PB - Brasil, e-mail: jucilenearaujo@insa.gov.br

^[f] Engenheiro agrônomo, Doutor, Universidade Federal da Paraíba (UFPB), Areia, PB - Brasil, e-mail: albericio@uol.com.br

^[g] Engenheiro agrônomo, Mestre, Universidade Federal do Campina Grande (UFCG), Campina Grande, PB - Brasil, e-mail: lenildosouto@bol.com.br

Resumo

Objetivou-se avaliar o acúmulo de biomassa e o crescimento radicular da palma forrageira (*Opuntia ficus indica* Mill) em diferentes épocas de colheita. O delineamento estatístico foi inteiramente casualizado com dez tratamentos e três repetições por tratamento. Foi utilizada uma área de 12.100 m² com palma forrageira clone IPA 20. As avaliações procederam-se após 90 dias do estabelecimento da planta no campo, sendo que as demais avaliações foram feitas a cada 45 dias, realizando-as no 90^o, 135^o, 205^o, 252^o, 300^o, 345^o, 390^o, 435^o, 480^o e 525^o dias, correspondente aos tratamentos. Em cada período foi avaliado a parte aérea da planta e seu sistema radicular. No 345^o dia após o plantio obteve biomassa verde de 2.079,3 g atingindo 1.118,3 g no 435^o dia. No período de estiação, a planta apresentou decréscimo no peso verde, perdendo aproximadamente 50% do seu peso. No 135^o dia após o plantio, a raiz da palma atingiu 30 cm de profundidade. Nesse período a densidade radicular foi reduzindo com o aumento da profundidade do solo. De 0,075, 0,056 e 0,0017 mg/cm³ para 10, 20 e 30 cm de profundidade, respectivamente. Na época de colheita de 435 dias, encontrou-se densidade radicular de 0,44, 0,105, 0,065 e 0,048 mg/cm³ para 10, 20, 30 e 40 cm de profundidade, respectivamente. A biomassa seca da palma não se reduziu com o período de estiação. A biomassa verde da parte aérea e o crescimento horizontal da raiz da palma são influenciados pela ocorrência de precipitação pluviométrica e variam ao longo do ano. A raiz da palma tem maior concentração próxima da planta, podendo atingir 40 cm de profundidade.

Palavra-chave: Enraizamento. Matéria seca. *Opuntia ficus indica*.



Abstract

This study aimed to evaluate the biomass accumulation and root growth of *Opuntia ficus indica* Mill at different harvest times. The experimental design was completely randomized with ten treatments and three replicates per treatment. An area of 2.100 m² was used for the growth of IPA forage clone 20. Evaluations were firstly carried out after 90 days of the plant establishment in the field, followed by new evaluations every 45 days, which were performed at 90^o, 135^o, 205^o, 252^o, 300^o, 345^o, 390^o, 435^o, 480^o and 525^o day. In each period the shoot of the plant and its root system was rated. It was obtained a green biomass of 2.079.3 g in the 345^o day reaching 1.118.3 g on day 435^o. During the dry season the plant showed a reduction in fresh weight, losing about 50% of its weight. In the 135^o day, the palm roots reached 30 cm in depth. The root density at this time was reduced with increasing depth inside the soil with 0.075, 0.056 and 0.0017 mg/cm³ at 10, 20 and 30 cm depth, respectively. Root density was found as 0.44, 0.105, 0.065 and 0.048 mg/cm³ at 10, 20, 30 and 40 cm depth, respectively, on the 435^o day. The dry biomass of the palm did not reduce during the dry period. The green biomass of the plant canopy and the horizontal growth of the root of the palm are influenced by the occurrence of rainfall and vary throughout the year. The palm root is concentrated near the plant, reaching 40 cm in depth.

Keywords: Rooting. Dry matter. *Opuntia ficus indica*.

Introdução

A palma forrageira (*Opuntia ficus indica* Mill) tem grande diversidade de usos e aplicações. Na região semiárida é cultivada especialmente para a alimentação animal, indispensável aos animais, principalmente na época seca. De acordo com Silva e Santos (2006), a palma frequentemente representa a maior parte do alimento fornecido aos animais durante o período de estiagem na região do semiárido, justificando-se pela concentração em água, mucilagem, resíduo mineral, produtividade e alto coeficiente de digestibilidade da matéria seca. Segundo Oliveira et al. (2011), a produtividade da palma forrageira (*Opuntia ficus indica* Mill), em cultivo adensada após dois anos do plantio, pode chegar a 220 t/ha de biomassa verde. Valadares Filho et al. (2006), estudando essa mesma espécie, encontraram valores de 5,02% para proteína bruta, 10,21% para material mineral e 55,63% de carboidratos não fibrosos, apresentando digestibilidade *in vitro* da matéria seca de 75%, segundo Andrade et al. (2002).

O cultivo da palma forrageira se torna indispensável na região semiárida por causa da sua resistência à seca e às suas características como planta forrageira. É cultura essencial para alimentação dos ruminantes, principalmente em virtude da economia com rações concentradas (LIMA; GOMES, DETONI, 2004). Dessa forma, é importante realizar

estudos sobre a dinâmica do acúmulo e as perdas de água da palma forrageira em relação aos efeitos das variações climáticas, em especial a precipitação pluviométrica.

A capacidade produtiva da parte aérea de uma planta é resultante do sistema radicular. Se algum fator limita o crescimento das raízes, este pode prejudicar a produção de biomassa seca da planta forrageira (GIACOMINI et al., 2005). Para melhor se conhecer uma espécie vegetal, principalmente em condições de limitações hídricas, é importante compreender o que ocorre na parte aérea e na raiz. O desenvolvimento da parte aérea da planta é dependente do desenvolvimento do seu sistema radicular, principalmente em relação ao crescimento e à distribuição das raízes no perfil do solo (VASCONCELOS et al., 2003).

Estudos sobre a distribuição do sistema radicular são considerados fundamentais para obter informações sobre a tolerância das plantas em relação aos fatores de estresse abiótico, bem como obtenção de subsídios para técnicas de adubação, tratos culturais e manejo da irrigação. Eloi et al. (2007) corroboram a afirmação ao relatarem que os fundamentos técnico-científicos para o manejo da irrigação e nutrição de uma cultura é realizado por meio do conhecimento do sistema radicular e das inter-relações com a água e o solo. Scheffer-Basso, Soares e Dall'agnol (2002) defendem a inclusão

desta característica agrônômica na seleção de genótipos superiores em qualquer espécie forrageira.

Dessa forma, este trabalho foi conduzido com o objetivo de avaliar o acúmulo de biomassa e o crescimento radicular da palma forrageira em diferentes épocas de colheita.

Materiais e métodos

O experimento foi conduzido na Estação Experimental do Instituto Nacional do Semiárido, localizada no município de Campina Grande (PB). Com altitude de 551 metros e coordenadas geográficas de 35°52'52" longitude oeste e 07°13'50" de latitude sul. O clima da área é do tipo As' (quente úmido com chuva de outono/inverno), segundo Koppen. O período seco é de 5 a 8 meses, encontra-se numa zona de transição entre o agreste e o cariri paraibano. De acordo com o Sistema Brasileiro de Classificação de Solos disponibilizado pela Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa), o solo local é classificado como Neossolo Quartzênico de textura areia franca (EMBRAPA, 1999). Os dados relacionados à precipitação foram registrados por estação meteorológica no local do experimento (Gráficos 1, 2, 3 e 4).

Foi utilizado plantio com palma forrageira (*Opuntia ficus indica* Mill) variedade Clone IPA 20, implantado em setembro de 2007 em uma área de 12.100 m². Os cladódios foram plantados em espaçamento 10 m x 10 m, visando verificar o crescimento máximo das raízes da palma, sem a competição desta e de outras espécies. As plantas foram adubadas com três kg de esterco bovino por cova, no momento do plantio, sendo repetida a adubação no início do período de precipitação pluviométrica (abril 2008).

O delineamento estatístico foi inteiramente casualizado com dez tratamentos e três repetições por tratamento. Os tratamentos constaram de dez épocas de colheita da palma forrageira. As avaliações procederam-se após 90 dias do estabelecimento da planta no campo, sendo que as demais avaliações foram feitas a cada 45 dias, realizando as colheitas aos 90, 135, 205, 252, 300, 345, 390, 435, 480 e 525 dias respectivamente, correspondentes aos tratamentos. Para análise dos dados foram utilizados três plantas por tratamento. O experimento foi conduzido de setembro de 2007 a abril de 2009.

A biomassa verde da planta (pesada logo após a retirada das raízes), correspondendo a toda a parte aérea da palma, foi determinada pelo uso de balança de precisão de 1 g. Coletou-se amostra de 500 g após a pesagem, secada em estufa de ventilação forçada a 65 °C até atingir peso constante, para determinação do teor de umidade e da biomassa seca da planta.

Para obter o peso da raiz, coletaram-se amostras do sistema radicular. Após a abertura de trincheiras no sentido norte-sul e leste-oeste e tomando-se como centro a base da planta, separaram-se volumes de solo nas dimensões de 20 cm x 20 cm na superfície, por 10 cm de profundidade. Esse procedimento foi realizado até a distância e profundidade em que não houvesse mais raízes. O volume de cada uma dessas seções foi peneirado em peneiras com malhas de 3 mm. Para a retirada das raízes, lavou-se o solo em água corrente e as amostras das raízes foram acondicionadas em sacos de papel para secagem em estufa de ventilação forçada a 65 °C, até peso constante, obtendo-se a biomassa seca da raiz.

Os resultados das variáveis analisadas foram submetidos à análise descritiva, utilizando-se o *software* SISVAR versão 5.0, desenvolvido pela Universidade Federal de Lavras (FERREIRA, 2003). A análise da densidade radicular foi avaliada para o 135º dia por meio do programa *Surfer 8* (2003), utilizando o peso seco da raiz em mg/cm³ de solo.

Resultados e discussão

As médias de cada variável avaliada seguem na Tabela 1 com seus respectivos valores de desvio-padrão. Algumas médias apresentaram valores de desvio-padrão elevados, provavelmente em virtude do baixo número de repetições e variação nas condições edafoclimáticas da região. O teor de umidade da planta (TUP) foi o que apresentou menores valores de desvio-padrão para suas respectivas médias.

Observa-se que o desvio-padrão obteve valores altos nos períodos com precipitações pluviométricas elevadas (135º, 205º, 252º, 480º e 525º dias). Esse fato deve estar relacionado provavelmente à quantidade de água que cada planta absorveu individualmente nestes períodos e pode ter variado de acordo com as condições de solo e clima, pois a área experimental (12.100 m²) era extensa.

Tabela 1 - Valores médios e respectivos desvio-padrão da biomassa verde da planta (BVP), biomassa seca da planta (BSP), biomassa da seca da raiz (BSR), teor de umidade da planta (TUP), comprimento da raiz (CR) e profundidade da raiz (PR) em relação às diferentes épocas de colheitas da palma forrageira

TRA ¹	BVP (g)		BSP (g)		BSR (g)		TUP (%)		CR (cm)		PR (cm)	
	MA ²	σ^3	MA ²	σ^3	MA ²	σ^3	MA ²	σ^3	MA ²	σ^3	MA ²	σ^3
90	643.3	75.1	83.8	12.7	8.5	1.7	87.01	0.72	23.0	8.9	22.0	1.1
135	1170.0	389.3	101.3	24.8	6.4	1.7	91.19	0.71	34.1	0.8	22.7	2.3
205	1934.0	238.7	109.5	8.6	14.5	2.9	94.28	0.79	43.3	7.6	35.3	1.2
252	1658.0	280.6	90.7	23.8	6.2	2.9	94.59	0.63	53.3	5.8	19.3	1.2
300	1930.0	80.0	117.1	3.4	14.1	3.5	93.53	0.16	58.3	2.9	37.3	2.3
345	2079.3	221.3	138.5	32.5	15.4	0.6	93.29	1.16	61.7	10.4	36.7	4.2
390	1797.7	120.1	185.8	19.0	14.6	2.0	89.67	0.71	61.7	10.4	38.7	2.3
435	1118.3	133.9	193.1	40.1	11.2	4.2	82.75	2.55	51.7	2.9	32.7	4.2
480	2974.0	167.5	201.7	37.3	19.1	4.2	93.23	1.13	60.0	5.0	35.3	3.1
525	4106.7	791.6	452.3	29.4	41.6	8.1	89.22	0.83	61.7	7.6	38.0	3.5

Legenda: ¹TRA = tratamento (correspondente a época de colheita); ²MA = média aritmética; ³ σ = desvio-padrão.

Fonte: Dados da pesquisa.

Para o peso da biomassa verde da planta, observou-se influência da precipitação (Gráfico 1). No período de estiagem (setembro, outubro, novembro e dezembro de 2008), a planta apresentou decréscimo no peso verde, perdendo aproximadamente 50% do seu peso neste período. No 345º dia após o

plantio, a palma obteve biomassa verde de 2.079,3 g e no 435º dia apresentou 1.118,3 g. A biomassa seca da palma forrageira permaneceu constante nas épocas de estiagem e aumentou ao longo do tempo, conforme o desenvolvimento da planta, não ocorrendo assim perda por senescência dos tecidos.

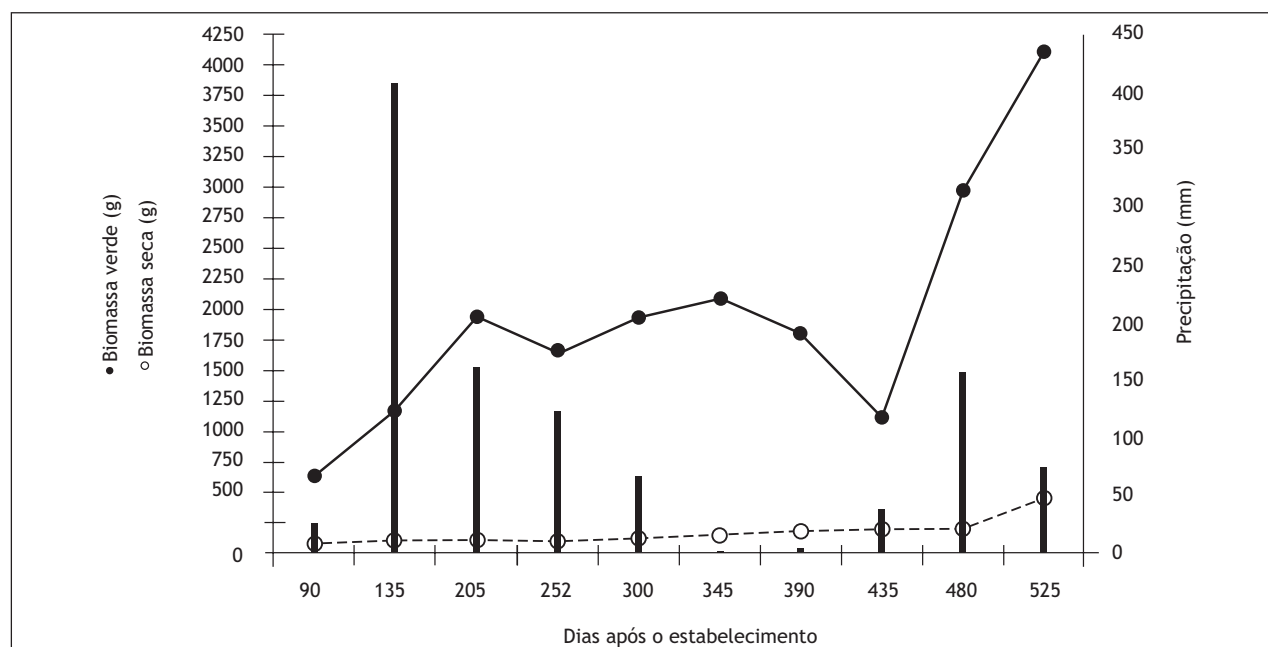


Gráfico 1 - Biomassa verde (g) e seca (g) da palma em relação à precipitação pluviométrica da região no período experimental conforme épocas de colheita

Fonte: Dados da pesquisa.

No 525º dia após o plantio foi observado biomassa seca média de 452,31 g. No período chuvoso, a palma acumulou água em seus tecidos, fenômeno que ocorre graças ao mecanismo de emissão rápida de raiz, provavelmente como forma de adaptação às regiões semiáridas. Segundo Sudzuki-Hills (2001), existe uma rápida formação de raízes absorventes na palma forrageira, formação esta que ocorre poucas horas após o solo ser molhado.

O teor de umidade na palma está diretamente relacionado com as precipitações pluviométricas (Gráfico 2), mantendo-se crescente no período chuvoso, com maior percentagem aos 252 dias após o plantio obtendo 94,59% de água. O percentual do teor de umidade da palma apresentou decréscimo no período de estiagem com menor percentual no 435º dia com 82,75% de água na planta.

Observou-se que a palma acumula água conforme a sua disponibilidade no solo e a biomassa seca da planta não decresce com a indisponibilidade de água no solo. A palma mantém a biomassa seca constante ou crescente. O que difere em tal condição é o peso da biomassa verde da planta ocorrendo graças à quantidade de água presente em seus tecidos, diretamente relacionado às precipitações pluviométricas.

Os dados de biomassa seca da raiz têm relação direta com os níveis de precipitação pluviométrica, conforme observado no Gráfico 3, obtendo 41,56 g de biomassa seca de raiz por planta na época de colheita de 525º dia após o plantio. A biomassa seca da raiz teve acréscimo no peso em virtude da presença de chuva e ao seu desenvolvimento ao longo do tempo. Ademais, no período sem precipitações pluviométricas, observou-se decréscimo na emissão de raiz que logo nas primeiras chuvas voltou a aumentar a quantidade do sistema radículas da palma. A rápida resposta em relação à emissão da raiz possivelmente ocorre com o objetivo de aproveitar a água disponível no solo, aumentando a biomassa seca da raiz, por causa dos nutrientes contidos no solo por intermédio das precipitações e da necessidade da palma em acumular água. Segundo Cunha et al. (2007), a formação de um sistema radicular vigoroso é fundamental para que as plantas suportem situações de estresse, como invernos rigorosos e verões secos.

A raiz da palma atingiu seu maior crescimento horizontal no 525º dia após o plantio, com 61,67 cm (Gráfico 4). Já Snyman (2004), em estudo realizado com palma na África do Sul, observou que no primeiro ano de plantio, as raízes da planta se espalharam superficialmente e horizontalmente atingindo de 1,5 m

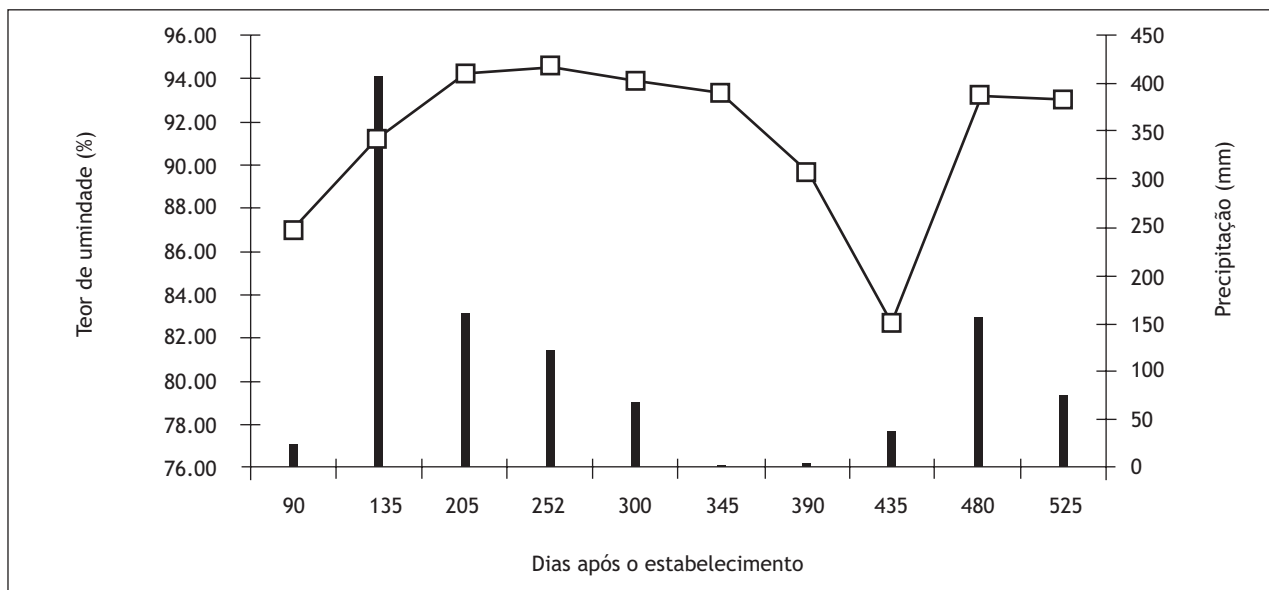


Gráfico 2 – Teor de umidade da palma em relação à precipitação pluviométrica (mm) da região no período experimental, conforme épocas de colheita

Fonte: Dados da pesquisa.

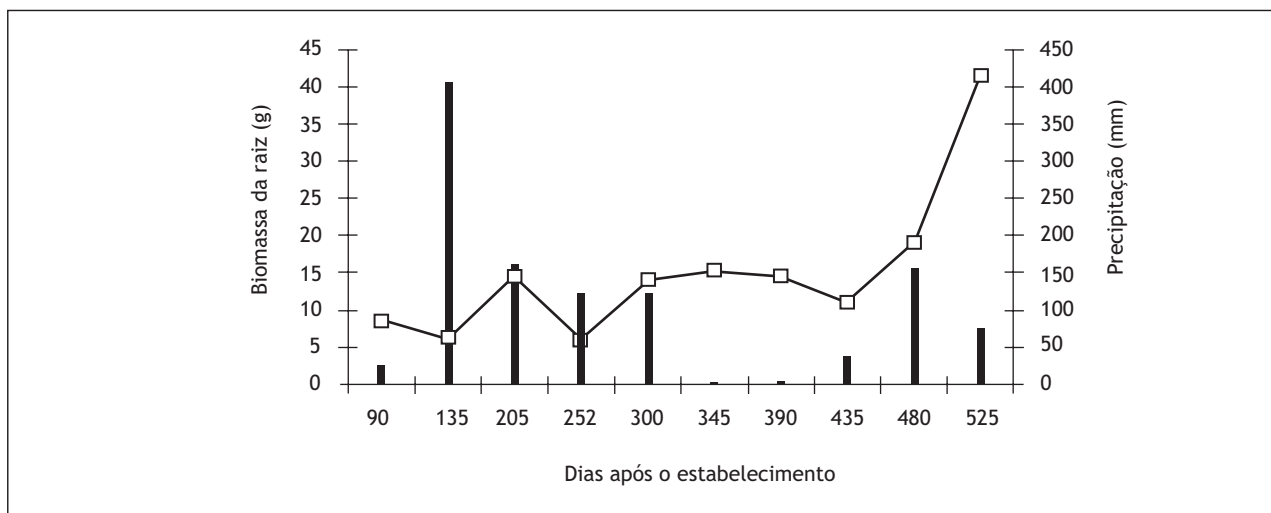


Gráfico 3 - Biomassa seca da raiz (g) da palma em relação à precipitação pluviométrica da região no período experimental, conforme épocas de colheita

Fonte: Dados da pesquisa.

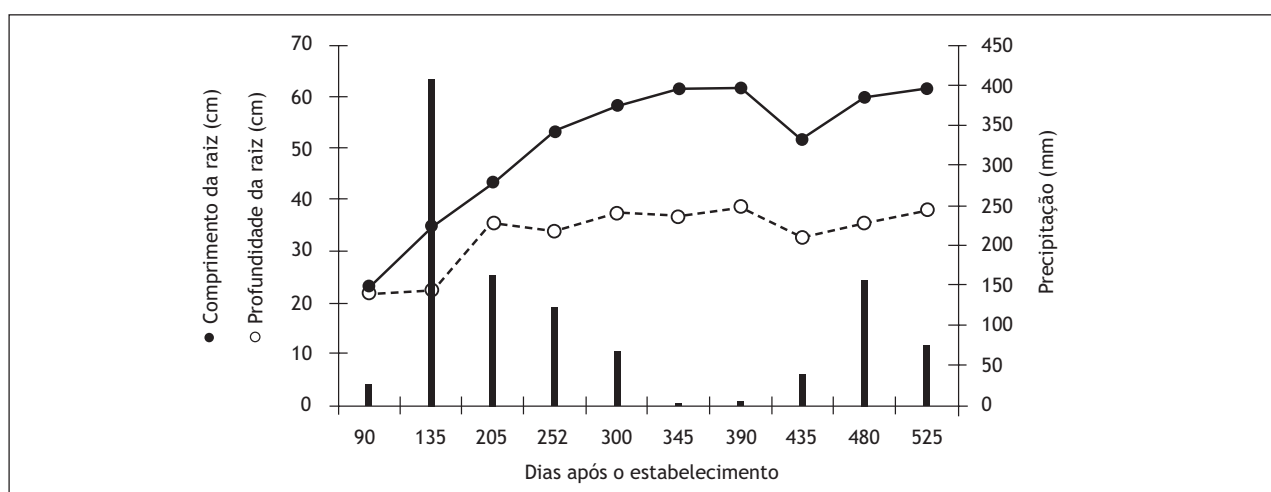


Gráfico 4 – Comprimento (cm) e profundidade (cm) da raiz da palma em relação à precipitação pluviométrica da região no período experimental, conforme épocas de colheita

Fonte: Dados da pesquisa.

a 1,8 m de distância da planta. A diferença nos resultados pode estar relacionada ao espaçamento mais adensado (5 m x 2 m), utilizado no experimento conduzido em solo africano, ou ao tipo de solo.

O crescimento radícula horizontal (comprimento) da palma aumentou com o passar do tempo mesmo com a irregularidade hídrica da região. A raiz da palma se manteve a aproximadamente 60 cm da planta para época de colheita de 300 dias (pico de crescimento), ocorrendo um decréscimo no 435º dia graças ao período prolongado de estiagem. Conforme Sampaio

(2005), umas das principais características da palma forrageira é a morte e renovação de um percentual das raízes, conforme a falta de água por períodos mais prolongados e o retorno da umidade ao solo. Ainda neste contexto, Kuzyakov, Ehrensberger e Stahr (2001) afirmam que a mortalidade de raízes pode tornar-se um “círculo vicioso”, pois raízes mortas servem como fonte alimentar para micro-organismos do solo, resultando no aumento da respiração e, conseqüentemente, em consumo de oxigênio, sendo que a baixa aeração no solo proporciona maior mortalidade dessas raízes.

A maior profundidade da raiz da palma foi observada na última época de colheita (525 dias) quando atingiu 40 cm. O crescimento vertical da raiz foi crescente até o 205º dia (Gráfico 4), apresentando uma estabilidade nos demais períodos de avaliações, mantendo-se a uma profundidade de aproximadamente 30 cm, mesmos em período de estiagem.

A palma demonstrou possuir uma resposta rápida em relação ao seu crescimento radicular, em que a precipitação pluviométrica proporcionou aumento na quantidade de raiz da planta, principalmente nas raízes superficiais de crescimento horizontal. Wilcox et al. (2004) explicaram que, em áreas de clima árido, a umidade do solo é geralmente tida como principal fator a afetar o crescimento radicular. O fato ressalta a importância de que essa ciclagem radicular na palma ocorre como mecanismo de adaptação à irregularidade climática da região semiárida, em especial, em relação à precipitação pluviométrica.

A emissão rápida de raiz, contribui para a palma aproveitar melhor as precipitações pluviométricas

irregulares comuns na região semiárida. De acordo com Oliveira (2008), umas das mais importantes demonstrações de tolerância à seca da palma forrageira é o desenvolvimento das raízes de chuva assim chamadas, porque surgem nas primeiras horas após o solo ser molhado e desaparece tão logo o solo fique seco. Segundo Snyman (2006) estas raízes são extensas, densas, próximas à superfície do solo e absorvem rapidamente a pequena quantidade de água.

Conforme observado no Gráfico 5, no 135º dia após o plantio, a palma obteve densidade máxima de 0,075 mg de raiz por cm³ de solo (mg/cm³) a 10 cm de profundidade para essa época de colheita, resultado que corrobora estudo de Snyman (2005), realizado na África do Sul, com as espécies *Opuntia fícus-indica* e *Opuntia robusta*, em que se concluiu que as raízes dessas plantas são superficiais, com o maior percentual nos primeiros 10 cm do solo. Em outro estudo, desenvolvido neste mesmo país, Snyman (2004) observou que a maior concentração de raízes ocorreu nos primeiros 15 cm do solo.

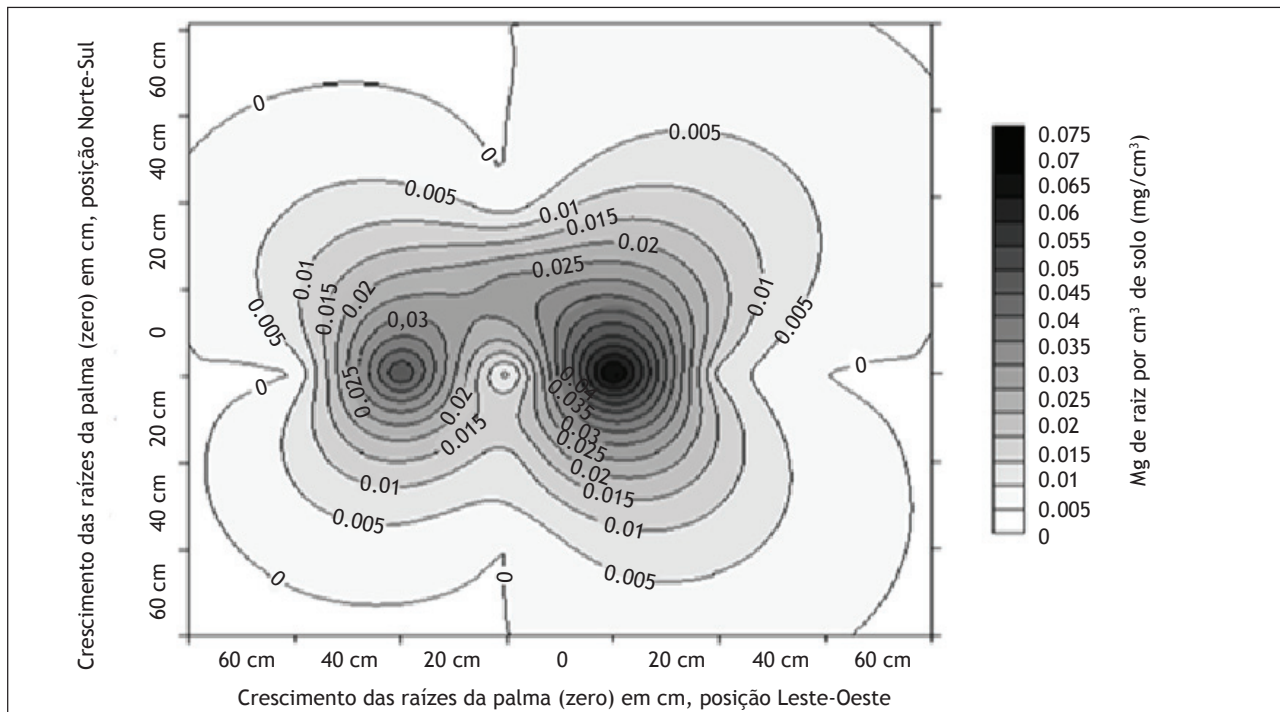


Gráfico 5 - Desenvolvimento radicular da palma forrageira a 10 cm de profundidade após 135 dias do plantio (época de colheita), expresso em mg de raiz por cm³ de solo (mg/cm³)

Nota: A interseção dos zeros representa a planta.

Fonte: Dados da pesquisa.

A maior densidade radicular para as épocas de colheita foi obtida no 435º dia após o plantio com valores de 0,44 mg/cm³ a 10 cm de profundidade. As raízes da palma obtiveram maiores densidades próximas da planta em uma distância horizontal de aproximadamente 40 cm da planta com profundidade de 10 cm. Essa distribuição radicular ao redor da planta representa provavelmente as raízes permanentes da palma e não o enraizamento cíclico que ocorre de acordo com a disponibilidade hídrica. Para a espécie *Opuntia ficus-indica*, cv. Gigante, em termos percentuais, Pinto (2002), avaliando o comportamento dessa espécie na microrregião do Cariri Ocidental do Estado da Paraíba, independente do espaçamento utilizado, constatou que mais de 76% da distribuição radicular dessa cultura concentrou-se nos primeiros 20 cm de profundidade do solo, comprovando a superficialidade do sistema radicular da palma forrageira.

Conclusão

A biomassa verde da palma é influenciada pelas precipitações pluviométricas da região, enquanto que a biomassa seca permanece constante nos períodos de estiagem, aumentando no período de precipitação pluviométrica; a raiz da palma tem maior concentração próxima da planta com 40 cm nas laterais e 10 cm de profundidade, independente da época; a raiz da palma atinge profundidade de até 40 cm no período de precipitações pluviométricas.

Referências

- ANDRADE, D. K. B. et al. Digestibilidade e absorção aparentes em vacas da raça holandesa alimentadas com palma forrageira (*Opuntia ficus-indica* Mill) em substituição à silagem de sorgo (*Sorghum bicolor* (L.) Moench). **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 31, n. 5, p. 2088-2097, 2002. doi:10.1590/S1516-35982002000800024.
- CUNHA, F. F. et al. Avaliação do sistema radicular do capim-tanzânia submetido a diferentes níveis de irrigação e turnos de rega. **Engenharia na Agricultura**, v. 15, n. 3, p. 200-211, 2007.
- ELOI, W. M. et al. Efeitos da fertirrigação de N e K₂O na distribuição do sistema radicular da gravioleira. **Caatinga**, v. 20, n. 2, p. 50-58, 2007.
- EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Sistema Brasileiro de classificação de solos**. Brasília, DF (Embrapa Produção da Informação). Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 1999.
- FERREIRA, D. F. **SISVAR**: sistema de análises estatísticas. Universidade Federal de Lavras, Lavras, Minas Gerais, 2003.
- GIACOMINI, A. A. et al. Crescimento de raízes dos capins Aruana e Tanzânia submetidos a duas doses de nitrogênio. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 34, n. 4, p. 1109-1120, 2005. doi:10.1590/S1516-35982005000400004.
- KUZYAKOV, Y.; EHRENSBERGER, H.; STAHR, K. Carbon partitioning and below ground translocation by *Lolium perenne*. **Soil Biology and Biochemistry**, v. 33, n.1, p. 61-74, 2001. doi:10.1016/S0038-0717(00)00115-2.
- LIMA, C. D. S.; GOMES, H. S.; DETONI, C. E. Adição de ureia e da levedura *Saccharomyces cerevisiae* no enriquecimento proteico da palma forrageira (*Opuntia ficus-indica* L) CV. Miúda. **Revista Magistra**, v. 16, n. 1, p. 01-08, 2004.
- OLIVEIRA, F. T. **Crescimento do sistema radicular da *Opuntia ficus-indica* (L) Mill (Palma Forrageira) em função de arranjos populacionais e adubação fosfatada**. 2008. 76 f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal de Campina Grande, Paraíba, 2008.
- OLIVEIRA, A. S. C. et al. A palma forrageira: alternativa para o semiárido. **Revista Verde**, v. 6, n. 3, p. 49-58, 2011.
- PINTO, M. S. C. **Avaliação de características do solo e do sistema radicular da palma forrageira no cariri ocidental da Paraíba**. 2002. 52 f. Monografia. (Graduação em Agronomia) – Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal da Paraíba, Paraíba, 2002.
- SAMPAIO, E. V. S. B. Fisiologia da palma. In: MENEZES, R. S. C. et al. (Eds). **A palma no Nordeste do Brasil**: conhecimento atual e novas perspectivas de uso. Recife: UFPE, 2005. p. 43-55.
- SCHEFFER-BASSO, S. M.; SOARES, G. C.; DALL'AGNOL, M. Efeito de frequência e altura de corte em dois genótipos de *Bromus auleticus* trin, ex Ness. **Revista Brasileira de Agrociência**, v. 8, n. 3, p. 191-194, 2002.

- SILVA, C. C. F.; SANTOS, L. C. Palma Forrageira (*Opuntia Ficus- Indica* Mill) como alternativa na alimentação de ruminantes. **Revista Electrónica de Veterinaria REDVET**, v. 7, n. 10, p. 1-13, 2006.
- SNYMAN, H. A. Effect of water stress on root growth of *Opuntia ficus-indica* and *Opuntia robusta*. **South African Journal of Animal Science**, v. 34, n. 6, p. 101-103, 2004.
- SNYMAN, H. A. A case study on in situ rooting profiles and water-use efficiency of cactus pears, *Opuntia ficus-indica* and *Opuntia robusta*. **Journal of the Professional Association for Cactus Development**, v. 7, p. 1-21, 2005.
- SNYMAN, H. A. A greenhouse study on root dynamics of cactus pears, *Opuntia ficus-indica* and *Opuntia robusta*. **Journal of Arid Environments**, v. 65, n. 4, p. 529-542, 2006. doi:10.1016/j.jaridenv.2005.10.004.
- SUDZUKI-HILLS, F. Anatomia e fisiologia. In: BARBERA, G.; INGLESE, P. (Eds.). **Agroecologia, cultivo e usos da palma forrageira**. Traduzido por SEBRAE/PB. João Pessoa: SEBRAE/PB, 2001. p. 28-34.
- SURFER 8. **User's Guide**. Contouring and 3D Surface Mapping for Scientists and Engineers, Golden Software, Golden, CO., 2003.
- VALADARES FILHO, S. C. et al. Degradação ruminal da proteína dos alimentos e síntese de proteína microbiana. In: VALADARES FILHO, S. C.; PAULINO, P. V. R; MAGALHÃES, K. A. (Eds.) **Exigências nutricionais de zebuínos e tabelas de composição de alimentos BR-Corte**. Viçosa: Suprema Gráfica, 2006. p. 13-46.
- VASCONCELOS, A. C. M. et al. Avaliação do sistema radicular da cana-de-açúcar por diferentes métodos. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 27, n. 5, p. 849-858, 2003. doi:10.1590/S0100-06832003000500009.
- WILCOX, C. S. et al. Fine root growth dynamics of four Mojave Desert shrubs as related to soil moisture and microsite. **Journal of Arid Environments**, v. 56, n. 1, p. 129-148, 2004. doi:10.1016/S0140-1963(02)00324-5.

Recebido: 21/02/2013
Received: 02/21/2013

Aprovado: 16/10/2013
Approved: 10/16/2013