

Produção de raízes finas em floresta secundária na Amazônia Oriental: resposta à irrigação durante a época seca

STEEL SILVA VASCONCELOS⁽¹⁾, MATHEUS SEVERO LOPES⁽²⁾, KHETY ELANE HOLANDA DE OLIVEIRA⁽³⁾

RESUMO – Raízes finas exercem papel importante em processos biogeoquímicos nos ecossistemas terrestres. No entanto, existem poucas informações sobre a dinâmica da produção de raízes finas e a sua resposta a fatores abióticos em florestas tropicais. O objetivo deste estudo foi avaliar a resposta da produção de raízes finas à alteração na disponibilidade de água no solo em um sítio de floresta secundária na Amazônia oriental. A variação intranual da produção de raízes finas se associou com a sazonalidade da precipitação; a produção de raízes finas foi maior durante a época seca do que na chuvosa. Parcelas irrigadas apresentaram maior produtividade de raízes finas do que parcelas não-irrigadas. Os resultados sugerem que a produção de raízes finas pode ser sensível à variação na disponibilidade de água no solo associada à alteração no regime de precipitação com as mudanças climáticas. Os resultados deste estudo são úteis para refinar modelos biogeoquímicos em florestas tropicais.

Palavras-Chave: (floresta sucessional, irrigação, produtividade primária líquida)

Introdução

Raízes finas (diâmetro = 2 mm) exercem um papel importante na aquisição de água e nutrientes [1] e podem representar uma grande proporção da produtividade primária líquida em florestas tropicais [2]. Apesar da importância das raízes finas nos processos biogeoquímicos em ecossistemas florestais [3], existem poucos dados sobre a produção dessas raízes, especialmente em regiões tropicais, principalmente devido a dificuldades metodológicas relacionadas à condução de pesquisas na parte subterrânea dos ecossistemas [4]. A resposta de raízes finas a estresses ambientais também é pouco entendida, limitando a acurácia de modelos para prever processos biogeoquímicos no solo. Dados sobre raízes finas são ainda mais escassos em florestas secundárias nos trópicos [5, 6].

A disponibilidade de água no solo é um fator importante no controle da produção de raízes finas em florestas tropicais. Sob baixa disponibilidade de água no solo, a produção de raízes finas é reduzida [7],

porém períodos secos longos podem favorecer a produção de raízes devido ao aumento na alocação de carbono no solo [8]. Os efeitos da disponibilidade de água no solo sobre o crescimento radicular podem não ser óbvios devido à covariação de outros fatores com a sazonalidade da precipitação pluviométrica (por exemplo, eventos fenológicos). Dessa forma, experimentos manipulativos, baseados em exclusão ou adição de água, são úteis para esclarecer os mecanismos pelos quais a produção de raízes finas e outros processos do ecossistema podem responder a mudanças na disponibilidade de água no solo, especialmente no contexto das mudanças climáticas. No entanto, tais estudos são escassos em florestas tropicais.

O objetivo deste estudo foi avaliar a resposta da produção de raízes finas à alteração na disponibilidade de água no solo em um sítio de floresta secundária na Amazônia oriental.

Material e Métodos

A. Área de estudo

A área de estudo está situada na Estação de Piscicultura de Água Doce, pertencente à Universidade Federal Rural da Amazônia (UFRA), localizada à margem da BR 316, km 63, região de Apeú, Castanhal, na microbacia do Rio Praquiquara, Baixo Guamá (1° 19'S, 47° 57'W), Pará. O clima segundo a classificação de Köppen é do tipo Am3, com precipitação pluviométrica média anual de 2000–2500 mm; a época mais chuvosa ocorre de dezembro a maio. A temperatura diária do ar varia entre 24,7 e 27,3 °C, com máxima de 30,1 a 32,7 °C e mínima de 19,2 a 24,2 °C. A umidade relativa do ar apresenta valores médios anuais que variam de 78 a 90%. Há predomínio de vegetação secundária latifoliada e Latossolo Amarelo Distrófico Fase Pedregosa I (Concrecionário laterítico), cujas características químicas encontram-se na Tabela 1.

Este estudo foi desenvolvido no âmbito de um experimento de longa duração componente do Projeto MANFLORA (Manipulação da Disponibilidade de Água e Nutrientes em Floresta Secundária na Amazônia Oriental), iniciado em 1999 como resultado de cooperação entre UFRA e Universidade da Flórida, com posterior inclusão da Embrapa Amazônia Oriental na cooperação. A área experimental do Projeto MANFLORA inclui uma floresta secundária desenvolvida em área abandonada em 1987 após vários ciclos de derruba-e-queima. Nessa área, foram

⁽¹⁾ Primeiro Autor é Pesquisador da Embrapa Amazônia Oriental. Tv. Dr. Enéas Pinheiro, s/no, Belém, PA, CEP 66095-100. E-mail: steel@cpatu.embrapa.br.

⁽²⁾ Segundo Autor é Aluno de Ciências Ambientais do Centro Universitário do Pará. Av. Almirante Barroso, 3337, Belém, PA, CEP 66000-000.

⁽³⁾ Quarto Autor é Aluna do Curso Técnico Florestal. Escola Agroindustrial Juscelino Kubitschek de Oliveira, Rodovia BR 316, km 18, s/no, CEP 66000-000.

Apoio financeiro: CNPq, FAPESPA e Programa BECA.

instaladas parcelas de 20 m x 20 m, com uma área interna para coleta de dados de 10 m x 10 m; parcelas adjacentes são separadas por uma distância mínima de 10 m. O tratamento de manipulação da disponibilidade de água foi implementado através de irrigação, iniciada em agosto de 2001, após cerca de 2 anos de coleta de dados (fase pré-tratamento) que servem como base para interpretar o comportamento da floresta no período sob tratamento. A irrigação por microaspersão foi realizada na estação seca (geralmente de julho a dezembro), aplicando-se 5 mm de água por dia com um sistema de microaspersão. Essa intensidade de irrigação corresponde às estimativas de evapotranspiração diária em florestas na região [9] e resulta em aumento significativo na disponibilidade de água no solo nas parcelas irrigadas [10, 11].

B. Produção de raízes finas

A produção de raízes finas foi estimada através da avaliação do crescimento radicular em sacos (*ingrowth cores*) [12]. Sacos cilíndricos de polietileno de alta densidade (malha = 2 mm, altura = 10 cm e diâmetro = 5 cm) foram preenchidos com solo superficial (0-10 cm), peneirado em malha de 2 mm, livre de raízes. Foram instalados 5 sacos por parcela, os quais foram coletados após 2 meses e trocados por novos sacos. Testes prévios no sítio de estudo mostraram que intervalos de 2 meses são adequados para capturar a dinâmica de produção de raízes finas. O período total de avaliação de raízes finas foi 12 meses, totalizando 6 coletas. Os sacos coletados foram armazenados sob refrigeração (+4 °C) até o processamento em laboratório, onde raízes vivas e mortas foram separadas manualmente. Em seguida, as raízes foram secas em estufa de circulação forçada de ar a 65 °C por 48 horas e pesadas em balança analítica. A produção de raízes finas foi expressa em densidade de raízes (mg cm⁻³ solo).

D. Análise estatística

Foi utilizado o programa SigmaStat versão 2.03 para as análises estatísticas. Os efeitos de tratamento, data e interação entre tratamento e data foram testados com análise de variância de medidas repetidas. A comparação múltipla de médias foi realizada pelo teste de Tukey a 5%.

Resultados

A. Resultados Esperados

A produção mensal de raízes finas (vivas e total) foi afetada significativamente por tratamento, época de coleta e interação entre tratamento e época de coleta. Durante o período de irrigação, a produção de raízes (vivas e total) foi significativamente maior nas parcelas irrigadas. A produção anual de raízes finas não foi afetada significativamente ($P = 0,135$) pelos tratamentos.

Discussão

A taxa de produção de raízes finas medida neste estudo está de acordo com a variação encontrada em florestas tropicais, embora diferenças entre os estudos seja grande. Por exemplo, a estimativa do crescimento de raízes finas (média \pm erro padrão = 164 ± 16 g m⁻² ano⁻¹, $n = 8$) neste estudo está compreendida na amplitude (153-229 g m⁻² ano⁻¹) medida em um sítio de floresta madura na Amazônia [3], mas é consideravelmente mais baixa do que o valor (806 g m⁻² ano⁻¹) encontrado em uma floresta secundária em Porto Rico [2]. A fonte dessas diferenças pode estar relacionada com o efeito de diferentes métodos de quantificação do crescimento, tipos de solo, condições climáticas e características da vegetação. Existe claramente necessidade de (a) ampliar o número de estudos de produção de raízes finas em florestas tropicais, especialmente na região amazônica, e, quando possível, (b) usar métodos padronizados de medição do crescimento a fim de facilitar a comparação entre estudos.

Os resultados mostraram maior produção de raízes finas durante a estação seca em relação à chuvosa, assim como efeito significativo da irrigação durante a estação seca. Tais efeitos sazonais não estão de acordo com outros estudos que mostraram aumento da produção de raízes finas durante a época chuvosa em relação à seca [13]. O aumento da produção de raízes finas nas parcelas irrigadas durante a época seca está de acordo com resultados de outros estudos de manipulação da disponibilidade de água em florestas tropicais. Em uma floresta madura na Amazônia oriental, o crescimento de raízes finas (0-20 cm) foi 50% menor em parcelas sob redução da chuva interna do que em parcelas não alteradas [14]. Em uma floresta semi-caducifolia no Panamá, a irrigação durante a época seca resultou em aumento da produção de raízes finas — quantificada tanto com sacos de crescimento [15], como com telas de crescimento [7] — em parcelas irrigadas comparadas a não-irrigadas.

A maior produção de raízes finas nas parcelas irrigadas durante a época seca sugere que o crescimento radicular é limitado durante esse período. Tal limitação pode ser um efeito direto da redução da disponibilidade de água no solo ou um efeito indireto causado por outros fatores. Por exemplo, a maior produção de raízes finas nas parcelas irrigadas pode estar associada ao efeito indireto da irrigação sobre a alocação de carbono para o sistema radicular devido ao estímulo à fotossíntese em plantas bem hidratadas. Estudos integrados de processos do ecossistema são necessários para um melhor entendimento da dinâmica de produção de raízes finas em florestas tropicais.

Conclusões

A variação intranual da produção de raízes finas se associou à sazonalidade da precipitação. Durante a época seca, a produção de raízes finas foi limitada pela disponibilidade de água no solo.

Agradecimentos

Agradecemos ao engenheiro agrônomo Raimundo Nonato Silva, pelo apoio logístico, a Francisco Paula Alencar, pela ajuda no campo, e a Tássio Valente, pelo auxílio no processamento das amostras.

Referências

- [1] GRACE, J.; MALHI, Y.; HIGUCHI, N. & MEIR, P. 2001. Productivity of tropical rain forests. In: ROY, J.; SAUGIER, B. & MOONEY, H.A. (Eds.) *Terrestrial global productivity*, San Diego: Academic Press. p.401-426.
- [2] CUEVAS, E.; BROWN, S. & LUGO, A.E. 1991. Above- and belowground organic matter storage and production in a tropical pine plantation and a paired broadleaf secondary forest. *Plant and Soil*, 135:257-268.
- [3] SILVER, W.L.; THOMPSON, A.W.; MCGRODDY, M. E.; VARNER, R.K.; DIAS, J.D.; SILVA, H.; CRILL, P. M. & KELLER, M. 2005. Fine root dynamics and trace gas fluxes in two lowland tropical forest soils. *Global Change Biology*, 11(2):290-306.
- [4] VOGT, K.A.; VOGT, D.J.; PALMIOTTO, P. A.; BOON, P.; O'HARA, J. & ASBJORNSEN, H. 1996. Review of root dynamics in forest ecosystem grouped by climate, climatic forest type and species. *Plant and Soil*, 187:159-219.
- [5] SOMMER, R.; DENICH, M. & VLEK, P.L.G. 2000. Carbon storage and root penetration in deep soils under small-farmer land-use systems in the Eastern Amazon region, Brazil. *Plant and Soil*, 219:231-241.
- [6] LIMA, T.T.S. 2008. *Produção de raízes finas em uma floresta secundária da Amazônia oriental*. Dissertação de Mestrado, Ciências Florestais, Universidade Federal Rural da Amazônia, Belém.
- [7] YAVITT, J.B. & WRIGHT, S.J. 2001. Drought and irrigation effects on fine root dynamics in a tropical moist forest, Panama. *Biotropica*, 33(3):421-434.
- [8] KOZLOWSKI, T.T. & PALLARDY, S.G. 2002. Acclimation and adaptive responses of woody plants to environmental stresses. *The Botanical Review*, 68(2):270-334.
- [9] LEAN, J.; BUNTON, C.B.; NOBRE, C.A. & ROWNTREE, P.R. 1996. The simulated impact of Amazonian deforestation on climate using measured ABRACOS vegetation characteristics. In: GASH, J.H. C.; NOBRE, C.A.; ROBERTS, J.M. & VICTORIA, R.L. (Eds.) *Amazonian deforestation and climate*, New York: John Wiley & Sons. p.549-576.
- [10] FORTINI, L.B.; MULKEY, S.S.; ZARIN, D.J.; VASCONCELOS, S.S. & CARVALHO, C.J.R. DE. 2003. Drought constraints on leaf gas exchange by *Miconia ciliata* (Melastomataceae) in the understory of an eastern Amazonian regrowth forest stand. *American Journal of Botany*, 90:1064-1070.
- [11] VASCONCELOS, S.S.; ZARIN, D.J.; CAPANU, M.; LITTELL, R.; DAVIDSON, E. A.; ISHIDA, F.Y.; SANTOS, E.B.; ARAÚJO, M.M.; ARAGÃO, D.V.; RANGEL-VASCONCELOS, L.G.T.; OLIVEIRA, F. DE A.; McDOWELL, W.H. & CARVALHO, C.J.R. DE. 2004. Moisture and substrate availability constrain soil trace gas fluxes in an eastern Amazonian regrowth forest. *Global Biogeochemical Cycles*, 18: GB2009, doi:2010.1029/2003GB002210.
- [12] CUEVAS, E. & MEDINA, E. 1988. Nutrient dynamics within Amazonian forests II. Fine root growth, nutrient availability and leaf litter decomposition. *Oecologia*, 76:222-235.
- [13] BERISH, C.W. & EWEL, J.J. 1988. Root development in simple and complex tropical successional ecosystems. *Plant and Soil*, 106:73-84.
- [14] CATTÂNIO, J.H.; DAVIDSON, E.A.; NEPSTAD, D.C.; VERCHOT, L.V. & ACKERMAN, I.L. 2002. Unexpected results of a pilot throughfall exclusion experiment on soil emissions of CO₂, CH₄, N₂O, and NO in eastern Amazonia. *Biology and Fertility of Soils*, 36:102-108.
- [15] CAVELIER, J.; WRIGHT, S.J. & SANTAMARÍA, J. 1999. Effects of irrigation on litterfall, fine root biomass and production in a semideciduous lowland forest in Panama. *Plant and Soil*, 211:207-213.

Tabela 1. Atributos químicos do solo representativo da área de estudo.

Horizonte	C-org	P	Ca	Mg	K	Al	H	S	CTC	V
	g kg ⁻¹	mg dm ⁻³				cmol _c .kg ⁻¹				%
A _{1(CN)}	14,4	0,6	0,15	0,15	0,02	1,73	4,58	0,92	7,23	12,72
A _{2(CN)}	10,7	0,5	0,10	0,15	0,03	1,47	4,15	0,78	6,40	12,19
B _(CN)	8,1	0,4	0,5	0,10	0,01	1,22	4,47	1,01	6,70	15,07

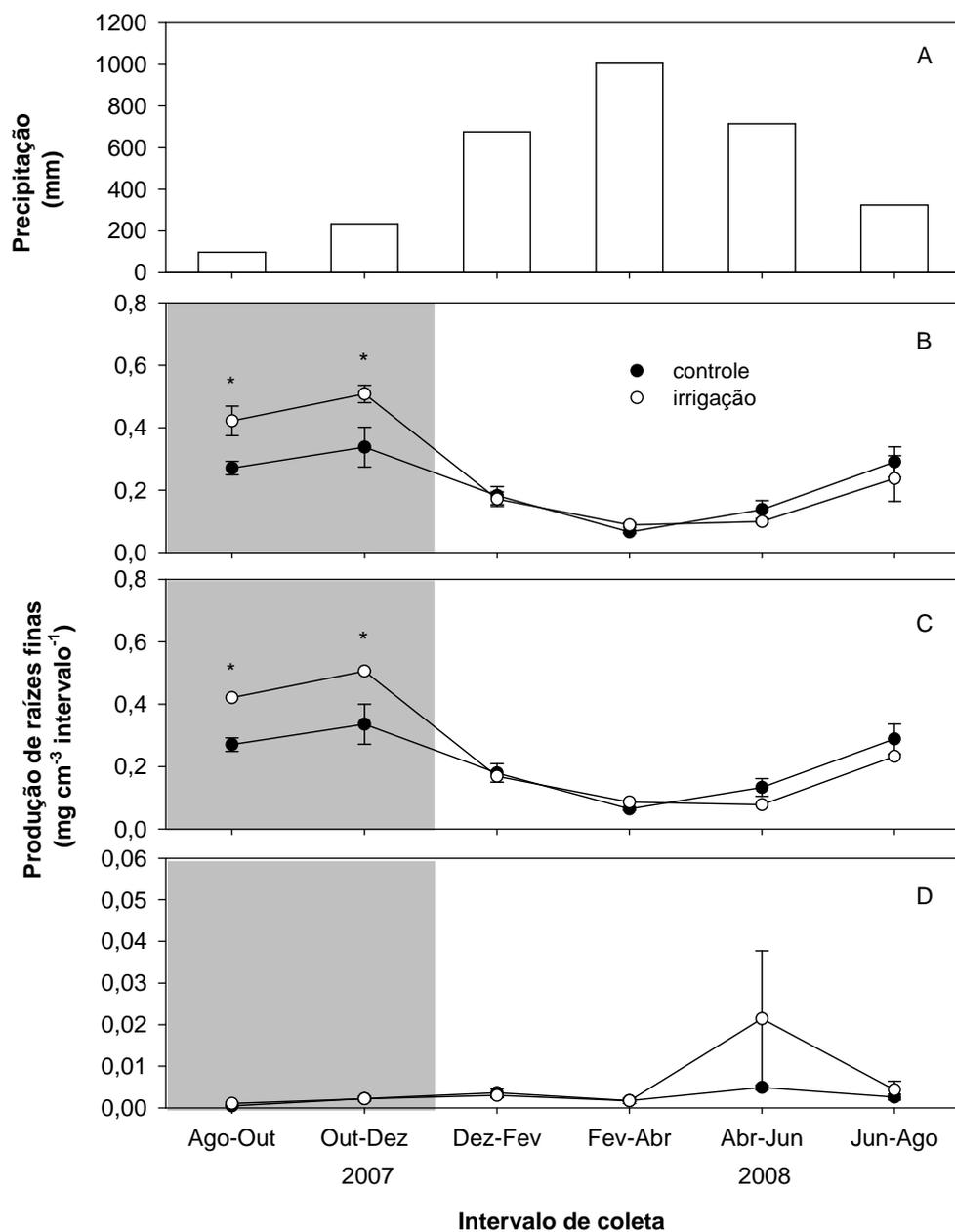


Figura 1. Precipitação acumulada (A) e produção de raízes finas total (B), vivas (C) e mortas (D), nos intervalos de coleta (2 meses), em floresta secundária na Amazônia Oriental. Dados são média ± erro padrão (n = 4). A barra horizontal indica o período de irrigação.

This document was created with Win2PDF available at <http://www.win2pdf.com>.
The unregistered version of Win2PDF is for evaluation or non-commercial use only.
This page will not be added after purchasing Win2PDF.