



## Concentração de Macronutrientes em Folhas de Pau-rosa em Função do Ciclo de Cultivo e Densidades Populacionais <sup>(1)</sup>

Diegler Coimbra de Matos<sup>(2)</sup>; Paulo de Tarso Barbosa Sampaio<sup>(3)</sup>; Iraê Amaral Guerrini<sup>(4)</sup>; José Zilton Lopes Santos<sup>(5)</sup>; Diego Desconci<sup>(2)</sup>; Pedro Medrado Krainovic<sup>(2)</sup>

<sup>(1)</sup> Trabalho executado com recursos do Projeto CTAgro; <sup>(2)</sup> Pós-Graduandos em Ciências de Florestas Tropicais, Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia- INPA - Manaus-AM; diegler\_1487@hotmail.com; diegodesconci@gmail.com; pedrokrainovic@hotmail.com; <sup>(3)</sup> Pesquisador do INPA, sampaio@inpa.gov.br; <sup>(4)</sup> Professor Titular, Universidade Estadual Paulista Julio de Mesquita Filho; <sup>(5)</sup> Professor Adjunto, Universidade Federal do Amazonas, Manaus - AM, ziltonlopes@ufam.edu.br.

**RESUMO:** Pouco se sabe sobre o requerimento nutricional do pau-rosa, principalmente durante o ciclo de cultivo e em diferentes densidades populacionais. Objetivou-se com o presente estudo, avaliar o estado nutricional de pau-rosa, ao longo de um ciclo de cultivo e em diferentes densidades populacionais. O estudo foi realizado em oito plantios no município de Maués-AM, em povoamentos de 6,0; 7,0; 11,0; 12,0; 16,0 e 19,0 anos de idade, cultivados em quatro densidades populacionais, de 833 a 2.500 plantas por hectare, na região central da Amazônia. Para avaliação, utilizou os teores foliares de N, P, K, Ca, Mg e S. A idade dos plantios afetou o estado nutricional dos plantios de pau-rosa, enquanto não foi observado influencia da densidade de plantios.

**Termos de indexação:** nutrição florestal, idade fisiológica, plantio florestal.

### INTRODUÇÃO

A floresta Amazônica possui grande diversidade de espécies florestais. Dentre estas, inclui o pau-rosa, pertencente ao grupo ecológico das secundárias tardias. Sua importância econômica está relacionada principalmente à produção de óleo, do qual é extraído o linalol, essência largamente empregada como fixador de perfumes pela indústria nacional e internacional (Sampaio et al., 2005). No entanto, apesar da grande importância econômica da espécie, pouco se sabe sobre o manejo adequado, principalmente quanto aos aspectos nutricionais.

O pau-rosa ocorre em solos distróficos como os Latossolos Vermelhos e Amarelos, e argilosos principalmente de terra firme (Sampaio et al., 2003). Sugerindo um baixo requerimento nutricional da espécie, pois trata de solos com baixa fertilidade (Viera, 1987). No entanto, trabalhos de pesquisa como Valencia et al. (2010), mostram que a espécie apresenta potencial de resposta nutricional, pois este teve seu crescimento comprometido em condições de baixa disponibilidade nitrogênio (N),

cálcio (Ca) e magnésio (Mg). Além disso, Barreto et al. (2007), observaram que o pau-rosa apresentou um maior acúmulo de N em diferentes partes da planta quanto este foi fornecido na forma de N-NO<sub>3</sub><sup>-</sup>.

Segundo Epstein & Bloom (2006) o estado nutricional de uma planta altera a sua taxa de desenvolvimento, a intensidade de crescimento e mesmo características morfológicas específicas, devido à participação dos elementos químicos essenciais em várias rotas metabólicas nas plantas.

O requerimento nutricional de uma planta pode estar associado à idade fenológica e a densidade do plantio (Leite et al., 2011). Santana et al. (2008) avaliando plantios de eucalipto, verificou influencia da idade da planta na concentração de nutrientes, estando os plantios novos bem nutridos, quando comparadas com os mais velhos. Em relação ao efeito do espaçamento, Leite (1998) analisando plantios de *Eucalyptus grandis* verificou que as maiores densidade causaram a limitação à absorção de nutrientes em relação às menores densidades.

Diante disso, o monitoramento do estado nutricional das plantas em diferentes idades e densidades populacionais ajudaria na detecção da necessidade de se corrigir distorções nutricionais e da possibilidade de otimização do manejo da adubação ao longo do tempo. Dessa, objetivou-se com o presente estudo avaliar o efeito do ciclo de cultivo e densidade populacional no estado nutricional de plantios puros de pau-rosa, na região central da Amazônia.

### MATERIAL E MÉTODOS

O estudo foi realizado na empresa Magaldi Agrocomercial e Industrial Ltda, localizada no Município de Maués-AM, sob as coordenadas geográficas 03°32'44" latitude sul e 57°41'30" de longitude oeste. Nesta região a estação chuvosa se estende de setembro a maio, com maior pluviosidade entre os meses de dezembro a março e as menores entre os meses de junho a agosto. A temperatura e a umidade relativa variam entre 28 °C a 33 °C e 75% a 83%, respectivamente. De acordo



com a classificação climática de Köppen, a região amazônica tem um clima tropical chuvoso, com chuvas abundantes, e precipitação anual acima de 2.500 mm (Peel et al., 2007).

Foram selecionados oito plantios de pau-rosa (*Aniba rosaeodora* Ducke): plantio com seis anos no espaçamento 2,0 x 2,5m (P1); plantio com seis anos no espaçamento 2,0 x 2,5m (P2); plantio com sete anos no espaçamento 2,5 x 3,0 m (P3); plantio com sete anos no espaçamento 2,0 x 3,0 m (P4); plantio com onze anos no espaçamento 3,0 x 4,0 m (P5); plantio com doze anos no espaçamento 2,0 x 2,0 m (P6); plantio com dezesseis anos no espaçamento 3,0 x 4,0 m (P7) e plantio com dezenove anos no espaçamento 3,0 x 4,0 m (P8). Cada plantio avaliado possui uma área equivalente a 1 ha e foram implantados em um Latossolo Vermelho-Amarelo distrófico, com textura argilosa em relevo plano a ondulação suave.

Com exceção da área P3, as demais áreas encontravam-se coberta por floresta secundária, no ano da implantação dos plantios, a floresta secundária foi derrubada utilizando motosserra, logo após o material vegetal foi queimado dentro da área, posteriormente, foi realizado o plantio das mudas em covas com dimensões de 40x40x40 cm, não houve pousio nas áreas. Em relação ao P3, antes do plantio, esta área foi utilizada para o plantio de capim (*Brachiaria brizantha*), posteriormente, nessa área foi feita remoção da camada superficial do solo com trator de esteira, sendo posteriormente arada.

Em todas as áreas não foi feito nenhum tratamento com corretivo para neutralizar a acidez do solo. No caso dos plantios P1, P2 e P3, foi fornecido 5 kg cova<sup>-1</sup> de esterco de bovino no momento de transplantio das mudas e 20 kg de esterco de bovino um ano após o transplantio. Em relação aos demais plantios, estes receberam 4 kg de esterco de bovino mais 350 g de super fosfato simples (P 18% de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, 20% de Ca e 12% de S-SO<sub>4</sub>) por cova, no momento de transplantio das mudas. Os Plantios P3 e P4, após um ano receberam uma adubação complementar de 300 g de sulfato de amônio (N 21% e 23% S-SO<sub>4</sub>), por planta.

Em dezembro de 2014, cada plantio foi dividido aleatoriamente em quatro glebas de 100 m<sup>2</sup> formadas por quatro plantas de pau-rosa, procurando-se manter a uniformidade visual das plantas dentro das glebas, totalizando 32 glebas a serem amostradas em todos os plantios. Nestas foram coletadas amostras de folhas na altura mediana de cada planta. Nesta altura, a planta foi dividida em quatro quadrantes e em cada quadrante foram coletadas cinco folhas fotossinteticamente ativas e em bom estado fitossanitário. Ao término da coleta, as cinco folhas de cada quadrante foram misturadas formando uma amostra composta por

planta. O material vegetal coletado foi acondicionado em sacos de papel e transportado para o laboratório, onde foi lavado em água destilada e seco em estufa a 70 °C até massa constante. Após o processo de secagem as folhas foram moídas em moinho tipo Willey e submetidas à análise das concentrações totais de N, K, Ca, Mg, P e S. Sendo os processos de extração e determinação feitos conforme Malavolta et al.(1997).

A normalidade dos dados foi avaliada pelo teste de Shapiro-Wilk (teste W) ( $P < 5\%$ ). Posteriormente os dados foram submetidos à análise estatística descritiva, utilizando-se medida e tendência central (média, mínimo e máximo) e de variabilidade de dados (desvio padrão-D.P e coeficiente de variação-C.V.%). O estado nutricional da espécie foi interpretado com base nas concentrações foliar de macronutrientes considerados adequados para a espécie *Hevea brasiliensis* (Malavolta et al.,1997).

## RESULTADOS

A aplicação do teste W, ao nível de 5%, ao conjunto de dados mostrou que apenas as concentrações foliares dos nutrientes N, Ca e S apresentaram distribuição normal (**Tabelas 1**).

Os valores de N variaram entre 14,77 a 24,92 g kg<sup>-1</sup> entre os plantios, sendo as maiores médias de N observadas nos plantios P5 e P6, enquanto o menor valor médio foi observado no plantio P3 (**Tabela 1**). Os maiores valores médios estão associados a plantios mais velhos (**Tabela 1**), por outro lado, não foi observada relação das concentrações de N com a densidade dos plantios. A variabilidade dos dados do N enquadraram-se nas classes baixa (C.V.<10%) P1 P2, P3, P4, P6 e P8, e média (10%<C.V.<20%) P5 e P7 (**Tabela 1**), de acordo com a classificação proposta por Pimentel Gomes (2002). Sendo a maior dispersão e variabilidade dos dados observados nos plantios P5 e P7.

Em relação ao K, verifica-se que os maiores valores de amplitude total foram apresentados pelo P4 (2,9) e P2 (2,6) enquanto os menores valores foram proporcionados pelos plantios P6 e P8 (0,9). A maior média foi observada no plantio P3 (7,25 g kg<sup>-1</sup>) enquanto o menor valor médio foi observado no plantio P8 (2,98 g kg<sup>-1</sup>) (**Tabela 1**).

As maiores médias quanto às concentrações de Ca e S, foram observadas no plantio P2, enquanto os menores valores médios foram encontrados no plantio P7. Além disso, foi observado um decréscimo desses elementos com o aumento da idade e do espaçamento.

Em relação as concentrações de Mg, estas variaram entre 1,13 a 2,05 g kg<sup>-1</sup> entre os plantios. As maiores médias foram observadas nos plantios P6 e P7, enquanto o menor valor médio foi



observado no plantio P3. De modo geral, os plantios mais velhos e com baixa densidade de plantas apresentaram as maiores valores de K (**Tabela 1**).

Quanto ao P verifica-se que os maiores valores de amplitude total foram apresentados nos plantios P6 (0,56) e P3 (0,14) enquanto os menores valores foram proporcionados pelos plantios P1 e P7 (0,07) a maior média foi observada no plantio P6 (0,87 g kg<sup>-1</sup>) enquanto o menor valor médio foi observado no plantio P1 (0,59 g kg<sup>-1</sup>) (**Tabela 1**). Por outro lado, não foi observado relação da idade e espaçamento dos plantios com a concentração do elemento nas folhas de pau-rosa.

A ordem de concentração média dos macronutrientes segue a seguinte ordem: N (18,75 g kg<sup>-1</sup>) > K (4,57 g kg<sup>-1</sup>) > ou < Ca (3,91 g kg<sup>-1</sup>) > S (1,89 g kg<sup>-1</sup>) > ou < Mg (1,71 g kg<sup>-1</sup>) > P (0,69 g kg<sup>-1</sup>).

Considerando nas concentrações foliares de macronutrientes considerados adequados para a espécie *Hevea brasiliensis* (Seringueira), (Malavolta et al., 1997). Verifica-se que as plantas de pau-rosa apresentam bem nutridas quanto aos elementos S em todos os plantios e Mg nos plantios P4 a P8, por outro lado os plantios apresentam-se deficientes quanto aos nutrientes N, K, Ca e P.

## DISCUSSÃO

Dentre todos os elementos, o N apresentou as maiores concentrações quando comparados com os demais, nas folhas de pau-rosa. Possivelmente em função da grande importância deste elemento, como constituinte de vários compostos orgânicos na planta (Epstein & Bloom, 2006). Esses resultados corroboram com aqueles encontrados por Barreto et al. (2007) e Leite et al. (2011).

As concentrações de N encontrada nos plantios foram semelhantes aos valores encontrados por Krainovic (2011) em plantios de pau-rosa com 10 (21,4 g kg<sup>-1</sup>) e 20 anos (21,3 g kg<sup>-1</sup>) cultivados em densidades de 3 x 4 e 5 x 5 m. As concentrações de K neste estudo, por outro lado, foram menores que aos encontrados por Krainovic (2011).

A diminuição na concentração de Ca ao longo da idade corrobora com o estudo realizado por Takeda (2008) em plantios de pau-rosa, onde a maior concentração de Ca foi encontrada no plantio mais novo com 3 anos (7,9 g kg<sup>-1</sup>), enquanto o plantio de 5 anos apresentou concentração de 6,54 g kg<sup>-1</sup>. O pau-rosa é uma espécie em Ca no crescimento inicial (Valencia et al., 2010).

Quanto ao S, as concentrações encontradas nos plantios de pau-rosa foram maiores que as concentrações encontrada por Valencia et al. (2010) em estudo com omissão de nutriente. O S é o único elemento que está na faixa adequada em todos os plantios. De acordo com Valencia et al. (2010) o pau-rosa não é uma espécie exigente em S.

Os valores de Mg deste estudo foram maiores que os valores encontrados por Krainovic (2011), quanto aos concentrações de P, observa-se que foram semelhantes em ambos os estudos.

De maneira geral, a idade teve maior influência na concentração de nutriente foliar do que a densidade. Notou-se redução nas concentrações de K, Ca e S, com o aumento da idade das plantas, o contrario ocorreu com as concentrações de N e Mg, que foram maiores nos plantios mais novos, não foi observado relação do P com a idade ou densidade dos plantios. Estes resultados corroboram com o estudo de Leite et al. (2011). A pequena variação na concentração de nutrientes pode ser devido à baixa disponibilidade destes nutrientes no solo e a falta de uma adubação adequada, pois não foi realizada adubação nos plantios ao longo dos ciclos de cultivo. Baseado nos dados encontrados, sugerimos que novos estudos sejam desenvolvidos, estudos referentes, a densidade de plantios, diferentes níveis de adubação, concentração de nutriente foliar em épocas diferentes, dentre outros. De modo à melhor compreender os diversos fatores que afetam o crescimento e desenvolvimento desta espécie.

## CONCLUSÕES

A idade dos plantios afetou o estado nutricional dos plantios de pau-rosa, enquanto não foi observado influencia da densidade de plantios.

As plantas apresentam em bom estado nutricional quanto ao elemento S e deficientes em N, K, Ca, P e Mg. Diante disso, há necessidade de ajustes aos programas de correção e adubação nos povoamentos florestais de pau-rosa quanto a estes nutrientes.

## REFERÊNCIAS

- BARRETO, D. C. S.; GONÇALVES, J. F. C.; SANTOS JUNIOR, et al. Biomass accumulation, photochemical efficiency of photosystem II, nutrient contents and nitrate reductase activity in young rosewood plants (*Aniba rosaeodora* Ducke) submitted to different NO<sub>3</sub>:NH<sub>4</sub><sup>+</sup> ratios. Revista Acta Amazonica, 37: 533-494, 2007.
- KRAINOVIC, P. M. Plantios de pau-rosa (*Aniba rosaeodora* Ducke) estabelecidos em áreas com histórico de uso por atividades agrícolas e pecuárias. Manaus. Instituto Nacional e Pesquisa da Amazônia, 2011, 99p. (Dissertacao de Mestrado).
- LEITE, F.P.; BARROS, N.F.; NOVAIS, R.F. & FABRES, A.S. Acúmulo e distribuição de nutrientes em *Eucalyptus grandis* sob diferentes densidades populacionais. R. Bras. Ci. Solo, 22:419-426, 1998.
- LEITE, F. P.; SILVA, I. R.; NOVAIS, R. F. et al. Nutrient relations during an eucalyptus. Revista Brasileira de Ciência do Solo, 35:949-959, 2011.



MALAVOLTA, E.; G. C. VITTI. & OLIVEIRA, S. A. Avaliação do estado nutricional das plantas: princípios e aplicações. 2. Ed. Piracicaba: POTAFOS, 1997. 319p.

PEEL, M. C.; FINLAYSON, B. L.; McMAHON, T. A. Updated world map of the Koppen-Geiger climate classification. Hydrology and Earth System Sciences 11:1633–1644, 2007.

PIMENTEL GOMES, F.; GARCIA, C.H. Estatística aplicada a experimentos agrônômicos e florestais. 11.ed. Piracicaba: FEALQ, 2002. 309p.

SAMPAIO, P. T. B.; BARBOSA, A. P.; VIERA, G. et al. Biomassa da rebrota de copas de pau-rosa (*Aniba rosaeodora* Ducke) em plantios sob sombra parcial em floresta primária. Revista Acta Amazônica, 35: 491-494, 2005.

SAMPAIO, P. T. B.; FERRAZ, I. D. K.; CAMARGO, J. L.. *Aniba rosaeodora* Ducke, Lauraceae. Manual de sementes da Amazônia. 2003.

SANTANA, R. C.; BARROS, N. F.; NOVAIS, R. F. et al. Alocação de nutrientes em plantios de eucalipto no Brasil. Revista Brasileira de Ciência do Solo, 32:2723-2733, 2008.

TAKEDA, P.S. Avaliação de biomassa e óleo de rebrotas de galhos e folhas de pau-rosa (*Aniba rosaeodora* Ducke) em plantios comerciais submetidos à poda e adubação. Manaus. Instituto Nacional e Pesquisa da Amazônia, 2008,72 p. (Dissertação de Mestrado).

VIEIRA, L.S.; SANTOS, P.C.T.C. Amazônia: seus solos e outros recursos naturais. ed. São Paulo: Agronômica Ceres. 1987. 416pp.

**Tabela 1.** Valores mínimo (Mín) e máximo (Máx), média, desvio padrão (D.P), coeficiente de variação (C.V. %) e teste Shapiro-Wilk (W), para as concentrações foliares de macronutrientes, obtidos nos diferentes plantios de pau-rosa, em Maués-AM.

Nutrientes	Medidas	Plantios								W
		P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	
		----- g Kg <sup>-1</sup> -----								
N	Mín.	17,15	17,01	14,77	17,29	18,41	19,04	15,05	18,83	ns
	Máx.	17,99	18,69	17,71	19,39	24,92	21,21	20,93	20,58	
	Média	17,71	17,87	16,35	18,62	20,95	20,21	18,38	19,92	
	D.P	0,38	0,73	1,25	0,96	2,99	1,16	2,52	0,78	
	C.V.%	2,16	4,10	7,67	5,15	14,26	5,74	13,72	3,92	
K	Mín.	3,50	3,40	6,50	3,30	4,10	3,00	3,20	2,70	*
	Máx.	6,00	6,00	7,90	6,20	6,20	3,90	4,50	3,60	
	Média	4,73	4,88	7,25	4,75	4,83	3,48	3,68	2,98	
	D.P	1,10	1,28	0,58	1,30	0,99	0,38	0,62	0,42	
	C.V.%	23,27	26,34	8,00	27,31	20,54	10,86	16,83	14,09	
Ca	Mín.	3,30	5,50	3,30	3,40	2,80	2,60	2,20	1,90	ns
	Máx.	6,20	5,90	4,90	4,70	5,00	3,90	2,60	3,60	
	Média	4,73	5,63	4,13	4,20	3,95	3,43	2,40	2,80	
	D.P	1,54	0,19	0,90	0,63	1,16	0,57	0,18	0,83	
	C.V.%	32,53	3,37	21,72	14,93	29,42	16,75	7,61	29,59	
Mg	Mín.	1,30	1,40	0,90	1,60	1,50	1,80	1,90	1,70	*
	Máx.	2,00	1,90	1,50	2,00	1,80	2,00	2,20	2,10	
	Média	1,63	1,65	1,13	1,73	1,73	1,93	2,05	1,85	
	D.P	0,38	0,24	0,29	0,19	0,15	0,10	0,13	0,19	
	C.V.%	23,23	14,43	25,53	10,97	8,70	4,97	6,30	10,35	
P	Mín.	0,56	0,60	0,57	0,57	0,69	0,69	0,69	0,59	*
	Máx.	0,62	0,64	0,72	0,69	0,79	1,25	0,75	0,70	
	Média	0,59	0,62	0,64	0,64	0,73	0,87	0,73	0,67	
	D.P	0,03	0,02	0,06	0,05	0,05	0,26	0,03	0,06	
	C.V.%	4,58	2,72	9,97	7,66	6,39	29,37	3,86	8,34	
S	Mín.	1,95	2,10	1,75	1,69	1,87	1,52	1,53	1,56	ns
	Máx.	2,11	2,39	2,43	2,05	2,26	1,77	1,60	1,68	
	Média	2,02	2,27	2,07	1,83	2,03	1,69	1,57	1,61	
	D.P	0,08	0,12	0,31	0,16	0,18	0,11	0,03	0,05	
	C.V.%	3,83	5,39	14,93	8,55	8,63	6,79	2,03	3,15	

P1: plantio com seis anos no espaçamento 2,0 x 2,5m; P2: plantio com seis anos no espaçamento 2,0 x 2,5m; P3: plantio com sete anos no espaçamento 2,5 x 3,0 m; P4: plantio com seis anos no espaçamento 2,5 x 3,0 m; P5: plantio com onze anos no espaçamento 3,0 x 4,0 m; P6: plantio com dose anos no espaçamento 2,0 x 2,0 m; P7: plantio com dezesseis anos no espaçamento 3,0 x 4,0 m; P8: plantio com dezenove anos no espaçamento 3,0 x 4,0 m. W: teste de Shapiro-Wilk (P<0,05); \* = significativo (sem distribuição normal); ns = não-significativo (com distribuição normal).