

BIOMASSA E CONTEÚDO DE ELEMENTOS MINERAIS NOS COMPARTIMENTOS ARBÓREOS DE *Ceiba pentandra* (L.) GAERTN

Edinelson J. M. Neves¹
Carlos Bruno Reissmann²
Oliver Dünisch³

RESUMO

A quantificação da biomassa e o conteúdo de macronutrientes e Al foram estudados em *Ceiba pentandra*. Para tanto, foram selecionadas oito árvores da espécie. Quatro delas foram amostradas aos 43 e quatro aos 55 meses de idade, após o plantio. As mesmas foram separadas nos seguintes compartimentos: tronco; casca; folhas; pecíolo e galhos. A biomassa seca total produzida por *Ceiba* foi de 82,03 t.ha⁻¹ aos 43 meses e 166,65 t.ha⁻¹ aos 55 meses. Nas mencionadas idades, essa biomassa distribuiu-se entre os compartimentos estudados na seguinte ordem decrescente (t.ha⁻¹): tronco (45,31; 98,52); casca (15,19; 30,52); galhos (14,61; 28,71); folhas + pecíolo (6,92; 8,90). Nas diferentes partes da espécie estudada, os maiores acúmulos registrados foram para: K no tronco; Ca na casca; N nas folhas + pecíolo e Ca e N nos galhos aos 43 e 55 meses de idade, respectivamente.

PALAVRAS CHAVE: Macronutrientes, Nutrição florestal, Amazônia

¹ Eng. Florestal, Doutor, Pesquisador da *Embrapa Florestas*

² Eng. Florestal, Doutor, Professor do Departamento de Solos - UFPR

³ Biólogo, Doutor, Instituto de Biologia da Madeira – Universidade de Hamburgo/Alemanha

BIOMASS AND MINERAL ELEMENTS CONTENTS IN DIFFERENT COMPARTMENTS OF *Ceiba pentandra* (L.) GAERTN

ABSTRACT

A study was carried out to estimate the biomass, macronutrients and Al contents of *Ceiba pentandra*. Samples were taken from four trees at age 43 months and from four at age 55 months after planting, separated in the following components: trunk, bark, leaves, petioles and branches. The trees produced 82,03 ton.ha⁻¹ and 166,65 ton.ha⁻¹ (dry weight) at ages 43 and 55 months, respectively. At these ages total biomass (ton.ha⁻¹) was distributed among the tree components in the following decreasing order: trunk (45,31; 98,52); bark (15,19; 30,52); branches (14,61; 28,71) and leaves + petioles (6,92; 8,90). The largest concentration of nutrients were: K in the trunk; Ca in the bark; N in the leaves and in the petioles, and Ca and N in the branches at age 43 and 55 months, respectively.

KEY WORDS: Macronutrients, Forest Nutrition, Amazon region.

1 INTRODUÇÃO

Na Amazônia, a crescente demanda por madeira, tanto para uso no mercado local, como também para o externo, é suprida em quase sua totalidade por espécies oriundas da floresta nativa.

Nessa região, devido os solos serem na sua maioria ácidos e pobres em nutrientes, com baixa capacidade de retenção de cátions, parte dos nutrientes requeridos para o crescimento das espécies florestais estão armazenados na própria vegetação. Klinge (1975) menciona que, nas Florestas de Terra Firme de Manaus, mais de 80% de K, Ca e Mg e 40% e 50% de N e P, respectivamente, estão armazenados na biomassa verde da floresta. Conseqüentemente, a remoção inadequada de sua biomassa, mediante a exploração florestal, pode contribuir tanto para o aumento da demanda de nutrientes do solo como também para o declínio cada vez maior de sua fertilidade natural, fato que pode comprometer as atividades silviculturais.

Nas florestas tropicais, o crescimento das espécies é limitado pelo baixo suprimento de elementos minerais do solo (Klinge, 1975; Drechsel & Zech, 1991 e Brünig, 1996). No caso específico de plantios florestais conduzidos na Amazônia Ocidental, Dünisch *et al.* (1998) mencionam que na solução do solo de Latossolos Amarelos, o suprimento de elementos minerais é restrito, especialmente o de K e de P, podendo limitar o crescimento das plantas.

Nesse contexto, trabalhos sobre a produção de madeira em diferentes sistemas silviculturais como os de Lamprecht (1990); Brünig (1996) e Evans (1996), entre outros, mostram que o conhecimento da demanda de nutrientes do solo é a base da sustentabilidade dos plantios florestais.

Na Amazônia brasileira, entre os trabalhos para a determinação de biomassa e/ou do conteúdo de nutrientes nos diferentes compartimentos de espécies florestais, destacam-se os conduzidos por Klinge & Rodrigues (1971); Klinge (1975); Golley *et al.* (1980); Klinge *et al.* (1983); Klinge (1985) e Ferraz (1995), todos usando árvores estabelecidas em florestas nativas. Com espécies plantadas em povoamentos, destacam-se apenas os conduzidos por Frazão (1985) e Dünisch *et al.* (1998).

Este trabalho teve como objetivo quantificar a biomassa e o estoque de N (nitrogênio); P (fósforo); K (potássio); Ca (cálcio); Mg (magnésio) S (enxofre) e Al (alumínio) nos diferentes componentes arbóreos de *Ceiba pentandra* aos 43 e 55 meses de idade, visando contribuir à avaliação de uma eventual exploração florestal dessa espécie.

2 MATERIAL E MÉTODOS

A área experimental localiza-se no km 24 da rodovia AM 010, Estado do Amazonas, entre as coordenadas 03° 00' 00" e 03° 08' 00" de latitude Sul e 59° 52' 40" e 59° 58' 00" de longitude Oeste a uma altitude de 50 msnm. A mesma pertence ao Centro de Pesquisa Agroflorestal da Amazônia Ocidental/Embrapa - Amazônia Ocidental. Na área, o clima segundo a classificação de Köppen é do tipo Afi, com média de temperatura máxima e mínima de 34,1 °C e 20,3 °C, respectivamente. A precipitação média anual é de aproximadamente 2720 mm e a média da umidade relativa 86,7%.

O relevo é plano e o solo é do tipo Latossolo Amarelo, textura muito argilosa, com as seguintes características químicas e físicas: pH (H₂O) = 3,8; N = 0,18%; P = 0,12 e K = 0,05 mg.kg⁻¹; Ca = 0,21, Mg = 0,14 e Al = 2,2 cmol_c.kg⁻¹; M.O = 35 g/dm³; Areia grossa = 8; Areia fina = 1 e Argila = 81% (Rodrigues *et al.*, 1972).

O experimento foi instalado em junho de 1992, com 10 espécies em parcelas de 225 m² (15 m x 15 m), inteiramente casualizadas, com 25 plantas, espaçadas de 3 m x 3 m, com quatro repetições, plantadas a pleno sol. Por ocasião do plantio, aplicou-se 100g de superfosfato triplo na cova. Desse ensaio, foi selecionada a espécie *Ceiba pentandra* para o presente trabalho.

Foram selecionadas oito árvores da espécie, sendo que quatro delas foram amostradas aos 43 e quatro aos 55 meses de idade. Após esse procedimento, as mesmas foram separadas nos seguintes compartimentos: tronco – dividido em lenho do tronco e lenho do verticilo; casca – dividido em casca do lenho do tronco e casca do lenho do verticilo; folhas; pecíolo e galhos – dividido em galhos de 0-1cm, galhos > 1-2cm, galhos > 2-3cm e galhos > 3cm. Os lançamentos de cada compartimento estudado, foram ordenados no sentido ápice → base de cada árvore.

Após esse procedimento, os diferentes compartimentos arbóreos foram lavados para isentar o material de partículas grosseiras, tomando-se em seguida o peso fresco total de cada compartimento. De cada um destes, retirou-se uma amostra para a obtenção do seu peso fresco. Devidamente identificadas, estas amostras foram colocadas em estufa a 60° C, até peso constante. Em seguida, tomou-se o seu peso seco e calculou-se a biomassa seca de cada compartimento arbóreo.

Após serem moidas, as amostras foram analisadas no laboratório do Instituto de Biologia da Madeira, pertencente à Universidade de Hamburgo/Alemanha, através do método de ICP-OES (Optical Emission Spectrometry with Inductively Coupled Plasma Flame), onde seus teores de N; P; K; Ca; Mg; S e Al foram determinados.. A metodologia seguida foi a proposta por Kenkel (1991).

O acúmulo dos elementos minerais nos diferentes compartimentos da espécie estudada foi calculado multiplicando-se o teor médio de cada um destes nutrientes nos respectivos compartimentos pelo valor de sua biomassa seca produzida.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados referentes à produção de biomassa e ao conteúdo médio de N, P, K, Ca, Mg, S e Al alocados nos diferentes compartimentos de *Ceiba pentandra*, aos 43 e 55 meses de idade, são apresentados na Tabela 1.

TABELA 1 Biomassa seca ($t \cdot ha^{-1}$) e conteúdo médio de macronutrientes e alumínio ($kg \cdot ha^{-1}$) nos diferentes compartimentos de *Ceiba pentandra* aos 43 e 55 meses de idade (densidade de 1.111 plantas).

Compartimento da árvore	Idade (meses)	Biomassa Seca	N	P	K	Ca	Mg	S	Al
Tronco	43	45,31	22,07	4,61	36,97	23,90	10,70	1,42	0,22
	55	98,52	31,64	4,02	65,77	52,96	19,40	3,13	0,57
Casca	43	15,19	16,83	1,64	11,31	20,84	2,09	0,77	0,06
	55	30,52	29,75	1,92	19,84	31,14	4,21	1,57	0,18
Galhos	43	14,61	30,85	3,31	24,42	33,08	5,59	3,02	0,09
	55	28,71	50,62	3,94	34,27	42,14	7,53	4,85	0,14
Folhas + Peciolo	43	6,92	71,32	3,90	21,44	22,06	7,22	3,49	0,17
	55	8,90	77,34	5,92	35,65	29,91	8,73	5,34	0,27
Total	43	82,03	141,07	13,46	94,14	99,88	25,60	8,70	0,54
	55	166,65	189,35	15,80	155,53	156,15	39,87	14,89	1,16

3.1 Biomassa Produzida

Com referência à biomassa seca total, observa-se que a produção de *Ceiba* foi de $82,03 t \cdot ha^{-1}$ aos 43 meses e de $166,65 t \cdot ha^{-1}$ aos 55 meses de idade, o que evidencia um acréscimo na biomassa produzida de 2,03 vezes no período de um ano. Em ambas as idades monitoradas, a distribuição da biomassa entre os diferentes compartimentos obedeceu à seguinte ordem decrescente ($t \cdot ha^{-1}$): tronco (45,31; 98,52); casca (15,19; 30,52); galhos (14,61; 28,71); folhas + peciolo (6,92; 8,90), respectivamente aos 43 e 55 meses.

Os resultados obtidos, com a espécie estabelecida em ecossistemas de terra firme, são inferiores aos mencionados por Klinge (1975) com diferentes espécies em Floresta de Terra Firme e por Klinge *et al.* (1995) em Floresta de Várzea.

3.2 Conteúdo de elementos minerais

Com referência ao conteúdo dos elementos minerais constante na biomassa seca produzida, na Tabela 1, pode-se observar que houve aumento destes com o incremento da biomassa, exceto para P no tronco. O decréscimo no conteúdo desse nutriente pode-se atribuir a um possível efeito de diluição.

As quantidades dos nutrientes acumuladas na biomassa seca total produzida por *Ceiba pentandra*, tanto nas 82,03 t.ha⁻¹ aos 43 meses como nas 166,65 t.ha⁻¹ aos 55 meses, com exceção de Ca, são similares às acumuladas por *Cordia goeldiana*, aos 48 meses de idade, citadas no trabalho conduzido por Frazão (1985).

Os resultados da Tabela 1 evidenciam que aos 55 meses de idade, a exploração dos compartimentos tronco e casca de *Ceiba pentandra* exportaria de campo o equivalente a 129,04 t.ha⁻¹ de biomassa, na qual estariam acumuladas as seguintes quantidades para os macronutrientes e alumínio (kg. ha⁻¹): 61,39 de N; 5,94 de P; 85,61 de K; 84,10 de Ca; 23,61 de Mg; 4,70 de S e 0,75 de Al.

Procedendo-se à análise individualizada de cada compartimento estudado, observa-se através da Tabela 1, que, no tronco, compartimento que, dependendo da idade, é o que mais contribui para a exportação de nutrientes através da exploração florestal, tanto aos 43 quanto aos 55 meses de idade, K foi o elemento que apresentou o maior acúmulo.

Absorvido como cátion monovalente, a importância desse nutriente reside no fato de ser um elemento vital para o metabolismo vegetal, onde desenvolve diferentes atividades, especialmente no que se refere às funções enzimáticas, de regulador osmótico e controlador das células guardas (Kramer & Kozłowski, 1972; Marschner, 1995). Sobre este nutriente, Dünisch *et al.* (1998) mencionam que solos com oferta limitada do mesmo podem comprometer o crescimento da espécie em estudo. Klinge *et al.* (1984) reportam que potássio é o nutriente dominante no tronco das árvores das florestas de igapó, próximas de Manaus.

No que diz respeito ao compartimento casca, a Tabela 1 mostra que cálcio foi o nutriente que apresentou o maior acúmulo. De um modo geral, as cascas de árvores são acumuladoras de cálcio. Este resultado foi também observado nos gêneros *Cecropia* e *Didymopanax*, estabelecidas nas florestas secundárias do Suriname por Stark (1970). Klinge *et al.* (1984) mencionam que este elemento foi o dominante na casca das árvores desenvolvidas nas florestas de várzea, próximas de Manaus

Na parede celular das plantas, o cálcio ocorre em quantidades consideráveis, na forma de pectato de cálcio, tendo influência em sua elasticidade e, conseqüentemente, em sua estabilidade estrutural. Funciona também como catalisador de várias enzimas, como amilase, e mantém a estrutura e estabilidade das membranas e cromossomos. Nos tecidos da madeira, acumula-se na forma de cristais de oxalato de cálcio (Kramer & Kozłowski, 1972 e Marschner, 1995).

Segundo Armstrong & Kirkby (1979), esse elemento mineral transloca-se para as partes aéreas da planta via xilema, entretanto, por não se movimentar via floema, sua redistribuição entre os órgãos da planta é praticamente nula.

Nos galhos de *Ceiba* (Tabela 1), observa-se que aos 43 meses, Ca foi o nutriente de maior acúmulo. Entretanto, aos 55 meses, N foi o nutriente mais acumulado. Herrera (1985), observou que 80% do cálcio total existente nos ecossistemas florestais foi armazenado na vegetação, sendo que 60% deste acumularam-se nos galhos e casca das plantas. Quanto à inversão de Ca por N, ocorrida entre as idades de 43 e 55 meses, a mesma pode ser atribuída ao fato de que, na Floresta Amazônica, grande parte do suprimento de N deriva das quantidades existentes nas chuvas (Salati *et al.*, 1982).

Herrera *et al.* (1978) mencionam que grandes quantidades de N são armazenadas nos galhos e casca das árvores da Floresta Amazônica, pois estes compartimentos são os principais caminhos de escoamento da água das chuvas até o solo. Neste contexto, Salati *et al.* (1982), verificaram que a entrada de N na bacia Amazônica é de 36×10^8 kg/ano via precipitação, enquanto que Jordan *et al.* (1982) citam que, na Amazônia venezuelana, a entrada do referido elemento via precipitação foi da ordem de 11,3 kg/ha na forma de NH_4 e de 0,2 kg/ha na forma de NO_3 . Nas florestas de terra firme próximas de Manaus, Franken *et al.* (1985) reportaram que as águas das chuvas promoveram aporte de $6,6 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{ano}^{-1}$ de $\text{N} - \text{NH}_4^+$

No compartimento folhas + pecíolo, N foi o nutriente de maior acúmulo (Tabela 1). Sobre esse elemento mineral, Golley *et al.* (1980), Golley *et al.* (1980), Frazão (1985), Jiménez (1988) e Ferraz (1995) mencionam que nas espécies amazônicas, as mais altas concentrações desse nutriente ocorreram nas folhas. Segundo Herrera *et al.* (1978), tal fato deve-se em parte às funções exercidas pelos diferentes extratos da Floresta Amazônica que funcionam como filtro na extração de nutrientes das chuvas, além de neles habitarem organismos como bactérias, algas, líquens e briófitas, sendo alguns deles capazes de fixar o nitrogênio do ar.

De acordo com Jordan *et al.* (1982), as altas taxas de fixação do nitrogênio atmosférico na Floresta Amazônica ocorrem, devido às algas e líquens que habitam as superfícies das folhas e cascas das árvores. Por isso, quase todo o suprimento de nitrogênio nesta floresta deriva dos processos de fixação simbiótica e não simbiótica, das quantidades de $\text{N} - \text{NH}_4^+$ e $\text{N} - \text{NO}_3^-$ existente nas chuvas e da habilidade das árvores em

usá-los. Franken *et al.* (1985) reportam que nas florestas de terra firme da Amazônia Central, as águas das chuvas promovem aporte de $6,6 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{ano}^{-1}$ de $\text{N} - \text{NH}_4^+$ enquanto que, segundo Jordan *et al.* (1982), nas florestas da Venezuela, a entrada deste nutriente, via precipitação, é da ordem de $11,3 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{ano}^{-1}$ de $\text{N} - \text{NH}_4^+$ e de $0,2 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{ano}^{-1}$ de $\text{N} - \text{NO}_3^-$.

4 CONCLUSÕES

1. Aos 55 meses de idade, *Ceiba pentandra* apresentou o dobro da biomassa verificada aos 43 meses.
2. Nas idades monitoradas, o maior estoque encontrado no tronco foi de K; na casca de Ca e nas folhas + pecíolo de N. Entretanto, nos galhos, o cálcio foi o nutriente com maior estoque aos 43 meses e o N aos 55 meses de idade.

5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ARMSTRONG, M.J.; KIRKBY, E.A. Estimation of potassium recirculation in tomato plants by comparison of the rates of potassium and calcium accumulation in the tops with their fluxes in the xylem stream. **Plant Physiology**, v.63, p.1143–1148, 1979.

BRÜNIG, E.F. **Conservation and management of tropical rainforests**. An integrated approach to sustainability. Wallingford: CAB International, 1996. 339p.

DRECHSEL, P.; ZECH, W. Foliar nutrient levels of broad-leaved tropical trees: a tabular review. **Plant and Soil**, v.131, p.29–46, 1991.

DÜNISCH, O.; BAUCH, J.; GASPAROTTO, L.; NEVES, E.J.M.; AZEVEDO, C.P. de; LIMA, R. de; MORAES, R. Environment-tree growth relationships of plantation grown tropical tree species as a basis for sustainable timber production in mixed culture systems in Central Amazonia. In: LIEBEREI, R.; BIANCHI, H.; VOB, K., ed. **Proceedings of the third SHIFT-Workshop, Manaus march 15-19, 1998**. Bonn: Bundesministerium für Bildung und Forschung, 1998. p.399-411.

EVANS, J. **Plantation forestry in the tropics**. 2.ed. Oxford: Clarendon Press, 1996. 403p.

FERRAZ, J. Nutrientes na fitomassa: distribuição, estoques e exportação via corte seletivo da madeira. In : PROJETO BIONTE WORKSHOP, 1995, Manaus. [Projeto...]. Manaus, [INPA], 1995. p.1-10.

FRANKEN, W.; LEOPOLDO, P.R.; BERGAMIN FILHO, H. Nutrient flow through natural waters in "Terra Firme" Forest in Central Amazon. In : WORKSHOP ON BIOGEOCHEMISTRY OF TROPICAL RAIN FORESTS: problems for research, 1985, Piracicaba. Proceedings... São Paulo: Universidade de São Paulo / CENA / World Wildlife Fund-US, 1985. p.29-37.

FRAZÃO, D.A.C. Sintomatologia das carências de macronutrientes em casa de vegetação e recrutamento de nutrientes pelo freijó (*Cordia goeldiana*, Huber) aos 2, 3, 4 e 8 anos de idade implantados em Latossolo Amarelo distrófico, Belterra, Pará. Piracicaba: ESALQ / USP, 1985. 194p. Tese Doutorado.

GOLLEY, F.B.; YANTKO, J.; RICHARDSON, T.; KLINGE, H. Biogeochemistry of Tropical Forests: 1.: the frequency distribution and mean concentration of selected elements in a forest near Manaus, Brazil. **Tropical Ecology**, v.21, n.1, p.59-70, 1980.

GOLLEY, F.B.; YANTKO, J.; JORDAN, C. Biogeochemistry of Tropical Forests : 2. The frequency distribution and mean concentration of selected elements near San Carlos de Rio Negro, Venezuela. **Tropical Ecology**, v.21, n.1, p.71-80, 1980.

HERRERA, R. Nutrient cycling in Amazonian Forests. In: PRANCE, G.T.; LOVEJOY, T.E., ed. **Amazonia: key environments**. Oxford : Pergamon Press, 1985. p. 95-105.

HERRERA, R.; JORDAN, C.F.; KLINGE, H.; MEDINA, E. Amazon ecosystems: their structure and functioning with particular emphasis on nutrients. **Interciencia**, v.3, n.4, p.223-231, 1978.

JIMÉNEZ, L.V.A. **Consideraciones sobre la biomasa, composición química y dinámica del Bosque Pluvial Tropical de Colina Bajas**. Bajo Calima: Buenaventura; Colombia: CONIF, 1988. 36p. (Serie Documentación, 16).

JORDAN, C.F.; CASKEY, W.; ESCALANTE, G.; HERRERA, R.; MONTAGNINI, F.; TODD, R.; UHL, C. The nitrogen cycle in a "Terra Firme" rainforest on oxisol in the Amazon territory of Venezuela. **Plant and Soil**. v.67, p.325-332, 1982.

KENKEL, J. Analytical chemistry for technicians. Boca Raton: Levn 's Publ., 1991. 541p.

KLINGE, H.; RODRIGUES, W. Matéria orgânica e nutrientes na mata de terra firme perto de Manaus. **Acta Amazônica**. v.1, n.1, p.69-72, 1971.

KLINGE, H. Bilanzierung von hauptnährstoffen im ökosystem tropischer regenwald (Manaua) vorläufige daten. **Biogeographica**, v.7, p.59-77, 1975.

KLINGE, H.; FURCH, K. ; HARMS, E. ; REVILLA, J. Foliar nutrient levels of native tree species from Central Amazonia. 1. Inundation forests. **Amazoniana**, v.8, n.1, p.19-45, 1983.

KLINGE, H.; FURCH, K. ; HARMS, E. Selected bioelements in bark and wood of native tree species from Central Amazonian inundation forests. **Amazoniana**, v.9, n.1, p.105-117, 1984.

KLINGE, H. Foliar nutrient levels of native tree species from Central Amazonia. 2. Campina. **Amazoniana**, v.9, n.3, p.281-295, 1985.

KLINGE, H.; ADIS, J. ; WORBES, M. The vegetation of a seasonal várzea forest in the lower Solimões River, Brazilian Amazonia. **Acta Amazônica**, v.25, n.3/4, p.201-220, 1995.

KRAMER, P.J.; KOZLOWSKI, T. **Fisiologia das árvores**. Lisboa: Fundação Calouste Gulbenkian, 1972. 745p.

LAMPRECHT, H. Silvicultura nos trópicos: ecossistemas florestais e respectivas especies arbóreas - possibilidades e métodos de aproveitamento sustentado. Eschborn: GTZ, 1990. 343p.

MARSCHNER, H. **Mineral nutrition of higher plants**. 2.ed. London: Academic Press, 1995. 889p.

RODRIGUES, T.E. ; REIS, R.S. dos ; MORIKAWA, I.K. ; FALES, I.C. ; SILVA, B.N.R. da. **Levantamento detalhado Odo solos IPEAAOc**. Manaus: IPEAAOc, 1972. 64p. (Boletim técnico, 1).

SALATI, E.; SYLVESTER-BRADLEY, R.; VICTORIA, R.L. Regional gains and losses of nitrogen in the Amazon basin. **Plant and Soil**. v.67, p.367-376, 1982.

STARK, N. The nutrient content of plants and soils from Brazil and Surinam. **Biotropica**, v.2, n.1, p.51-60, 1970.