



CARACTERÍSTICAS MORFOLÓGICAS E NUTRICIONAIS DE PAU DE Balsa (OCHROMA PYRAMIDALE)

MORPHOLOGICAL AND NUTRITIONAL CHARACTERISTICS OF PAUL DE Balsa (OCHROMA PYRAMIDALE)

Alexandra de Paiva Soares¹

Cristiane Ramos Vieira²

Oscarlina Lúcia dos Santos Weber³

Resumo

O pau de balsa (*Ochroma pyramidale* Cav. ex Lam.) é uma espécie florestal de rápido crescimento, sua madeira é muito utilizada na fabricação de barcos. Algumas pesquisas têm sido desenvolvidas sobre a produção de mudas dessa espécie, porém, pouco se conhece sobre seu desenvolvimento em nível de campo. Diante disso, estabeleceu-se o presente trabalho, com o objetivo de avaliar as características morfológicas e a concentração de macro e micronutrientes em folhas novas e velhas em plantio de pau de balsa. As mudas de pau de balsa foram produzidas em tubete contendo substrato comercial e vermiculita e, ao atingirem 30 cm foram transplantadas para o campo. O plantio ocorreu em área com histórico de pastagem, com 40 mudas em espaçamento de 3x3 m em covas de 40x40x40 cm, adubadas com 5 kg de esterco bovino. Após dois anos de estabelecimento, avaliou-se o crescimento das plantas, com medições de altura, diâmetro, circunferência do tronco e determinaram-se os teores de macro e de micronutrientes nas folhas novas e nas folhas velhas do pau de balsa. A altura média do pau de balsa foi de 10,97 m, com diâmetro de 22,10 cm e circunferência de 69,37 cm. Para atingir esse crescimento a demanda nutricional da espécie foi de: N > K > Ca > Mg > S > P > Fe > Mn > Zn > B > Cu. As plantas de pau de balsa apresentaram desenvolvimento morfológico uniforme, rápido crescimento e nutrição adequada quando submetidas ao crescimento em solo adubado com esterco bovino.

Palavras-chave: Madeira Balsa, Espécie Florestal, Madeira leve.

¹ IFMT, Campus São Vicente, Cuiabá-MT-Brasil. Professora. E-mail: alexandra.soares@svc.ifmt.edu.br

² UNIC, Campus Cuiabá-MT-Brasil. E-mail: cris00986@hotmail.com

³ UFMT, Campus Cuiabá-MT-Brasil. E-mail: oscarlinaweber@gmail.com

Abstract

The balsa wood (*Ochroma pyramidale* Cav. Ex Lam.) is a fast growing forest species, its wood is used in the manufacture of boats. Some researches have been developed about the production of seedlings of this species, but little is known about their development at field level. Therefore, the present research was established, with the objective of evaluating the morphological characteristics and the concentration of macro and micronutrients in young and old leaves in balsa wood planting. The balsa wood seedlings were produced in a tubete containing commercial substrate and vermiculite and, when they reaching 30 cm were transplanted to the field. The planting occurred in an area with pasture history, with 40 seedlings in 3x3 m spacing in 40x40x40 cm planting hole, fertilized with 5 kg of bovine manure. After two years of establishment, plant growth was evaluated, by measuring of height, diameter, trunk circumference and the macro and micronutrient levels were determined in the new and old leaves of the balsa wood. The average of balsa wood height was 10.97 m, the diameter was 22.10 cm and, the circumference was 69.37 cm. To reach this growth, the nutritional demand of the species was: N> K> Ca > Mg> S> P > Fe> Mn> Zn> B> Cu. Plants of wood balsa showed uniform morphological development, rapid growth and adequate nutrition, when submitted to the growth on the fertilized soil with bovine manure.

Keywords: Wood balsa, Forest species, Light wood.

1. INTRODUÇÃO

Apesar da grande vocação florestal, o Brasil ainda não explora todo seu potencial produtivo, tanto para o cultivo quanto para a geração de produtos derivados de madeira. O Brasil possui percentualmente menos áreas com florestas plantadas que países como a Finlândia e o Japão e apresenta uma área total com florestas plantadas menor que os Estados Unidos e a China (LONGUE JÚNIOR; COLODETTE, 2013). Uma das espécies florestais com potencial para uso e que pode ser utilizada em plantios comerciais é o pau de balsa.

Pau de balsa (*Ochroma pyramidale*) é uma espécie arbórea florestal pertencente à família Bombacaceae, também conhecida por pau-de-jangada, pata de lebre, guano, corcho ou balsa (LAMPRECHT, 1990; LORENZI, 2002). No Brasil, sua distribuição prevalece sobre a região da Amazônia ocidental e entre os Estados do Amazonas, Acre e Pará (RIZZINI, 1978). O pau de balsa destaca-se pelo seu rápido crescimento, atingindo ponto de corte comercial em quatro anos, com altura de até 30 m (LAMPRECHT, 1990).

O pau de balsa é exigente quanto à qualidade do solo (CARVALHO, 2010), produzindo madeira leve quando se desenvolve em solos de boa fertilidade, profundos e de textura média, que apresentem pH acima de 5 e saturação por bases acima de 35%, ausência de Al trocável e capacidade de troca catiônica superior a 4 cmolc dm⁻³ (WEIRICH, 2017).

Em solos pobres, e com a planta sob estresse, produz madeira relativamente pesada e de qualidade inferior (LOCATELLI et al., 2003). Sua madeira pode ser utilizada na confecção de aeromodelos, revestimento de navios, balsas, embalagens especiais, bem como sucedâneo da cortiça na fabricação de coletes salva-vidas (LAMPRECHT, 1990). Porém, pouco se conhece a respeito da produção de mudas e do desenvolvimento dessa espécie em nível de campo.

As espécies nativas, em sua maioria, tem possibilidade de múltiplos usos, além de reunirem características favoráveis de adaptação às condições do ambiente, para isso, é preciso conhecer seu potencial tecnológico (GOULART et al., 2012).

Para obter plantios de qualidade é necessário conhecer, anteriormente, como se dá o crescimento da espécie nas condições de campo, como relatado por Cunha et al. (2005) e Sabbi et al. (2010). Nos reflorestamentos, apesar de aparente rusticidade da maioria das espécies produtoras de madeira, o conhecimento prévio sobre a altura e diâmetro que a espécie atinge em cada fase de crescimento é importante para estabelecer estratégias de melhoramento e de aumento da produção de biomassa.

De acordo com Milani et al. (2013) para se recomendar o plantio de uma determinada espécie florestal é necessário que se tenha conhecimento abrangente de suas características e ritmo de crescimento na região de ocorrência, informações ainda escassas para as espécies nativas brasileiras.

O conhecimento sobre o pau de balsa é de extrema importância, considerando a elaboração de novas estratégias na constituição de um planejamento dentro do dinamismo de produção dos sistemas florestais e agrícolas. Tornando o florestamento e o reflorestamento uma aplicabilidade econômica diversa, principalmente quando se considera a crescente demanda por madeira no país e no mundo.

No entanto, a utilização de espécies nativas em plantios com fins silviculturais e comerciais torna-se comprometida pelo pouco conhecimento e poucos estudos sobre o comportamento biológico dessas espécies (BERNARDI et al., 2012). O que também foi constatado por Dutra et al. (2012) e Mews et al. (2015).

As informações no que se refere às características morfológicas e nutricionais para um manejo adequado visando uma resposta satisfatória são muito incipientes, sendo de fundamental importância para um manejo comercial com resultados satisfatórios. Diante disso, realizou-se estudo para caracterizar a morfologia e aspectos nutricionais do pau de balsa cultivados por dois anos, no município de Rondonópolis – MT.

2. MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado em propriedade situada no município de Rondonópolis – MT, no período de dezembro de 2008 a dezembro de 2010, em um Latossolo Vermelho distrófico em relevo plano, com altitude média de 425 m e, cujas coordenadas geográficas aproximadas são 16°08'14"S e 54°35'39"W. A região é caracterizada por vegetação típica do Bioma Cerrado Palmeiral, com clima tropical quente e subúmido. A temperatura média anual é de 27°C e a precipitação de 2.000 mm, com intensidade máxima nos meses de janeiro, fevereiro e março.

As mudas de pau de balsa utilizadas no experimento foram adquiridas em viveiro florestal do município de Cuiabá, produzidas por sementes, coletadas de 10 árvores matrizes localizadas na região de Cuiabá-MT. As sementes foram colocadas para germinar em tubetes cônicos de polipropileno com capacidade para 280 cm³, preenchidos com substrato comercial e vermiculita. Após atingirem cerca de 30 cm de altura, as mudas mantidas em tubetes, foram

levadas para o local de plantio e mantidas por um período de 30 dias em bancada de madeira suspensa, construída sob tela de sombrite 75%, irrigadas uma vez ao dia.

A área de implantação do pau balsa foi anteriormente utilizada para pastagem por 15 anos. Antes do plantio, amostras de solo foram coletadas da camada de 20 cm para a caracterização química do solo local, cujos resultados estão apresentados na Tabela 1.

Tabela 1 – Características químicas do solo no campo

pH	pH	P	K	Ca	Mg	Al	H	MO
H ₂ O	CaCl ₂	mg dm ⁻³		cmol _c dm ⁻³				g kg ⁻¹
5,9	5,2	10,5	15,0	1,7	0,9	0,0	3,3	22,1
Zn	Cu	Fe	Mn	B	S	Areia	Silte	Argila
mg dm ⁻³						g kg ⁻¹		
4,4	0,6	56	85,2	0,19	6,9	819	50	131

pH em H₂O - relação 1:2,5; pH em CaCl₂ – relação 1:2,5; P e K – em Mehlich-1; Al, Ca²⁺ e Mg²⁺ - em KCl 1N; H+Al – em acetato de cálcio; MO – Dicromato de sódio; argila, silte e areia – Método do densímetro; Zn, Cu, Fe, Mn, B e S – espectrofotometria de absorção atômica.

Para o plantio das 40 mudas da espécie florestal, a área foi roçada, capinada e os restos vegetais foram deixados sobre o solo. As mudas de pau de balsa foram plantadas em espaçamento de 3x3 m em covas com 40x40x40 cm (comprimento x largura x profundidade), em 5 linhas com 8 plantas cada, foram aplicados 5 kg de esterco bovino em cada cova.

O experimento teve duração de dois anos, durante esse período apenas roçagens foram realizadas e os materiais vegetais deixados na superfície do solo, após esse período, avaliou-se o crescimento de 30 plantas aleatoriamente por meio da medição de altura, com fita métrica posicionada na vertical, partindo do colo da planta até a gema apical e; o diâmetro foi medido na altura do peito (DAP) com o uso de fita métrica.

Para a caracterização dos teores de macro e de micronutrientes foliares coletaram-se amostras de folhas situadas nos primeiros galhos (folhas velhas) e amostras de folhas situadas próximo ao ápice (folhas novas) em todas as árvores avaliadas. Posteriormente, o material vegetal coletado foi submetido à secagem a 70°C por 72 horas em estufa de circulação forçada de ar, na sequência as amostras foram moídas para a realização das análises químicas dos teores de nutrientes foliares.

Os resultados foram avaliados por meio da estatística descritiva e as médias comparadas pelo Teste t-pareado, utilizando o programa estatístico Minitab 16.

3. RESULTADOS E DISCUSSÕES

As médias dos indicadores de crescimento (Tabela 2) do pau de balsa apresentaram-se bastante representativas, pois, os coeficientes de variação (CV) foram baixos. E esse resultado se deve à uniformidade de crescimento da espécie, em campo.

Tabela 2 – Estatística descritiva dos dados de circunferência (cm), diâmetro a altura do peito (DAP, em cm) e altura (m) de árvores de pau de balsa

Variável	Média	D-padrão	CV(%) ¹	Q1 ²	Mediana	Q3 ³	Mínimo	Máximo
Circunferência	69,37	3,36	4,84	67,00	69,00	72,00	63,00	75,00
DAP	22,10	1,07	4,84	21,30	21,30	22,90	20,10	23,90
Altura	10,97	0,29	2,66	10,70	10,70	11,50	10,50	11,50

Onde: D-padrão = desvio padrão; ¹CV = coeficiente de variação; ²Q1 = primeiro quartil; ³Q2 = terceiro quartil.

A altura das árvores variou entre 10,5 e 11,5 m, obtendo-se uma média de 10,97 m ao final de dois anos. Considerando que, em geral, as espécies florestais não atingem essa altura em apenas dois anos de estabelecimento, os plantios florestais com o pau de balsa podem ser bastante promissores, pois apresentam crescimento rápido e uniforme. Essas características irão influenciar para a redução de custos com práticas silviculturais como o desbaste, necessários a formação de um fuste retilíneo fundamental para a qualidade da madeira.

O primeiro quartil foi de 10,7 m, ou seja, 25% das árvores atingiram essa altura ou valores abaixo desse e; o terceiro quartil de 11,5 m, indicando que 75% das árvores atingiram altura que estão inseridas nessa faixa ou abaixo desta. Comprovando, o rápido crescimento do pau de balsa, anteriormente constatado por Lorenzi (2002).

Wagner (2008) avaliando a altura do pau de balsa no terceiro ano de cultivo observou valores próximos a 6 m. Barbosa et al. (2003) observaram, no terceiro ano de cultivo no Estado do Amazonas, média de 11,8 m para o crescimento em altura, em *Ochroma lagopus*. Enquanto Lorenzi (2002) estimam crescimento em altura de 5 a 7 m em dois anos. Portanto, as condições do solo no qual se implantou o cultivo de pau de balsa podem ter proporcionado características físicas e químicas favoráveis ao crescimento da espécie, pois apresentaram médias de crescimento acima das observadas na literatura e, em menor tempo de cultivo.

A circunferência das árvores variou entre 63 e 75 cm, obtendo-se média de 69,37 cm. Nesse caso, o primeiro quartil foi de 67 cm e o terceiro de 72 cm. E, o DAP apresentou média de 22,1 cm, com dados variando de 21,3 a 22,9 cm, ajustando ao primeiro quartil valor de 21,3 cm e ao terceiro quartil valor de 22,9 cm. Esses dados contribuem para o conhecimento do volume do tronco que as árvores podem atingir anualmente. No caso do pau de balsa, o

incremento em volume não é o mais interessante para o produto final que é a madeira, devido os usos a que se destina. Segundo Faeb (2011) as espécies mais pesadas de *Ochroma* pesam cerca de 320 kg m⁻³.

A média para o crescimento em DAP foi superior à verificada por Barbosa et al. (2003). Essa diferença pode ser atribuída à variação na qualidade das mudas e das condições ambientais dos experimentos. Ou ainda, à menor profundidade de cova e fertilidade do solo cultivado pelos pesquisadores.

Em Mato Grosso, no município de Nossa Senhora do Livramento, um plantio de pau de balsa, no espaçamento 3 m x 3 m, em solo de alta fertilidade, resultou aos 16 meses em valores médios de 12,7 cm de DAP e 8,0 m de altura, e aos 28 meses, de 16,5 cm e 15,1 m, respectivamente (CALDEIRA;FROZI, 2004). Resultados semelhantes aos obtidos no presente experimento aos 24 meses. Enquanto, Barroso (1987) observaram que o desenvolvimento do pau de balsa, em condições ideais, aos 7 anos, foi de 70 cm de diâmetro e 24 m de altura.

Dessa forma, verificou-se que, o crescimento do pau de balsa varia com as condições edafoclimáticas e pode ser superior ao observado em algumas literaturas se as condições físicas e químicas do solo forem favoráveis.

Os teores de macro e de micronutrientes nas folhas novas (Tabela 3) e nas folhas velhas (Tabela 4) apresentaram baixo coeficiente de variação (<10%), indicando que as médias são representativas dos valores encontrados, o que segundo Pimentel Gomes (1987) assegura a precisão do experimento. Verificou-se ainda que, as médias dos teores de nutrientes foram diferentes entre folhas velhas e folhas novas (Tabela 5). As folhas mais velhas fornecem alguns nutrientes para as folhas novas que ainda estão em crescimento, por isso, os teores de nutrientes variam conforme o estágio fenológico. Desse modo, os elementos móveis apresentam-se mais elevados nas folhas jovens.

Tabela 3 – Estatística descritiva da concentração de macronutrientes (g kg⁻¹) e de micronutrientes (mg kg⁻¹) em folhas novas de pau de balsa

Nutriente	Média	D-padrão	CV(%) ¹	Q1 ²	Mediana	Q3 ³	Mínimo	Máximo
N	26,7	1,70	6,39	25,7	26,7	27,7	22,5	29,9
P	1,4	0,10	7,38	1,3	1,4	1,5	1,2	1,6
K	11,2	0,79	7,03	10,5	11,2	12	9,9	12,5
Ca	6,3	0,48	7,62	5,9	6,2	7,1	5,6	7,3
Mg	2,9	0,22	7,59	2,8	2,9	3,1	2,5	3,5
S	1,7	0,11	6,75	1,6	1,7	1,7	1,4	1,9
Zn	17,2	1,07	6,23	16,6	17,2	17,8	15,1	19,9
Cu	11,3	0,84	7,50	10,8	11,3	11,9	9,1	13,1
Fe	171	4,97	2,91	167,5	170,4	174,3	161,4	181,7
Mn	100	8,18	8,18	93,9	98,3	105,1	85,8	117,7
B	17	1,33	7,82	16,00	17	17,9	13,9	29,2

Onde: D-padrão = desvio padrão; ¹CV = coeficiente de variação; ²Q1 = primeiro quartil; ³Q2 = terceiro quartil.

Tabela 4 – Estatística descritiva da concentração de macronutrientes (g kg⁻¹) e de micronutrientes (mg kg⁻¹) em folhas velhas de pau de balsa

Nutriente	Média	D-padrão	CV(%) ¹	Q1 ²	Mediana	Q3 ³	Mínimo	Máximo
N	21,1	1,4	6,62	20,00	21,10	22,50	18,30	23,70
P	1,0	0,09	8,56	0,90	1,00	1,10	0,90	1,20
K	10,2	0,86	8,41	9,40	10,20	11,00	8,90	12,30
Ca	8,3	0,78	9,39	7,70	8,30	8,80	7,10	10,10
Mg	2,3	0,13	5,74	2,20	2,30	2,40	2,00	2,50
S	1,2	0,07	5,46	1,20	1,20	1,20	1,10	1,30
Zn	15,2	0,64	4,18	14,90	15,20	15,70	14,00	16,80
Cu	10,9	0,66	6,04	10,50	10,90	11,40	9,00	12,00
Fe	178	4,62	2,60	175	178,30	182,00	168,50	186,90
Mn	123	6,30	5,12	117,90	123,00	126,80	113,20	135,40
B	12,8	1,14	8,94	12,00	12,70	13,50	10,70	15,30

Onde: D-padrão = desvio padrão; ¹CV = coeficiente de variação; ²Q1 = primeiro quartil; ³Q2 = terceiro quartil.

Tabela 5 – Teste t para as médias dos nutrientes, diferença entre folhas novas e folhas velhas

Nutriente	FV – Média (DP ¹)	FN – Média (DP)	≠ entre médias	IC ²	t calculado	p- valor
N	21,1 (1,4)	26,7 (1,70)	5,6	4,79; 6,41	13,93*	0,000
P	1,0 (0,9)	1,4 (0,10)	0,4	0,35; 0,45	16,28*	0,000
K	10,2 (0,86)	11,2 (0,79)	1,0	0,57; 1,43	4,69*	0,000
Ca	8,3 (0,78)	6,3 (0,48)	2,0	1,66; 2,34	11,96*	0,000
Mg	2,3 (0,13)	2,9 (0,22)	0,6	0,51; 0,69	12,86*	0,000
S	1,2 (0,07)	1,7 (0,11)	0,5	0,45; 0,55	21,00*	0,000
Zn	15,2 (0,64)	17,2 (1,07)	2,0	1,54; 2,46	8,79*	0,000
Cu	10,9 (0,66)	11,3 (0,84)	0,4	0,009; 0,79	2,05*	0,045
Fe	178 (4,62)	171 (4,97)	7,0	4,52; 9,48	5,65*	0,000
Mn	123 (6,30)	100 (8,18)	23,0	19,22; 26,78	12,20*	0,000
B	12,8 (1,14)	17 (1,33)	4,2	3,56; 4,84	13,13*	0,000

¹Desvio padrão da média; N, P, K, Ca, Mg, S em g kg⁻¹ e Zn, Cu, Fe, Mn, B em mg kg⁻¹.

²Intervalo de confiança para diferença com 95%.

*Significativo $\alpha=0,05$.

O N foi o macronutriente mais absorvido pelo pau de balsa ao final de dois anos de estabelecimento no campo. Nesse caso, as médias atingidas foram de 26,7 g kg⁻¹ nas folhas novas e de 21,1 g kg⁻¹ nas folhas velhas. Esses teores foram superiores à faixa recomendada por Malavolta et al. (1997) para essências florestais. O que é importante porque os teores de N influenciam nos teores dos demais nutrientes. Como observado por Souza et al. (2012) ao estudar os efeitos de doses de N sobre a eficiência no uso e na translocação de micronutrientes em *Peltophorum dubium*.

Isso ocorreu, provavelmente, por conta da quantidade de N presente no esterco bovino. Podendo-se classificar o pau de balsa como espécie de maior potencial de ciclagem de N, embora este represente um pequeno percentual em relação à biomassa total das árvores. Esses resultados indicam o requerimento em N pelo pau de balsa nos primeiros anos pós-plantio e se faz coerente devido às funções do elemento no crescimento da planta. Por ser uma espécie de

crescimento rápido e o N estar ligado às funções de divisão celular, produção de proteínas, respiração, fotossíntese, dentre outras; necessitará de N em maiores teores e em menor intervalo de tempo. Portanto, na presença de adubação nitrogenada esse crescimento pode ser superior ao encontrado no presente estudo.

Em ordem decrescente de necessidade nutricional, o K foi o segundo macronutriente mais requerido, pois, está envolvido em funções como a transpiração, entrada e saída de água na planta e equilíbrio osmótico. A média para os teores de K nas folhas novas foi de $11,2 \text{ g kg}^{-1}$ e nas velhas de $10,2 \text{ g kg}^{-1}$, considerado adequado para espécies florestais segundo Malavolta et al. (1997). O que pode ter favorecido o crescimento em altura e em diâmetro do pau de balsa. Resultado esperado, pois, o K é um elemento altamente móvel na planta, dessa forma, os maiores teores devem estar presentes em tecidos vegetais mais novos.

Após a demanda por K, o Ca e o Mg foram os macronutrientes mais requeridos, com médias de $6,3 \text{ g kg}^{-1}$ e de $2,9 \text{ g kg}^{-1}$, respectivamente, nas folhas novas e; de $8,3 \text{ g kg}^{-1}$ e de $2,3 \text{ g kg}^{-1}$, respectivamente, nas folhas velhas. Mantendo-se dentro da faixa adequada sugerida por Malavolta et al. (1997).

A disponibilidade desses elementos pode ter sido favorecida pela reação do esterco bovino, por ser um composto orgânico, também pode reagir como um condicionador do solo, além disso, o solo apresentou teores baixos de Al. Portanto, dentre os teores de macronutrientes, apenas o Ca apresentou médias superiores nas folhas velhas. Resultado esperado devido à mobilidade do elemento no floema e sua baixa adsorção, ascensão e translocação pelo xilema (HELMISAARI, 1992; DAMBRINE et al., 1995), o que pode acarretar em problemas como sintomas de deficiências com a queda das folhas velhas. De acordo com Marschner (1986) os teores de Ca nas folhas velhas podem ser explicados pelo aumento de material estrutural e compostos de reserva na matéria seca.

Os teores médios de S foram $1,7 \text{ g kg}^{-1}$ nas folhas novas e $1,2 \text{ g kg}^{-1}$ nas folhas velhas, se enquadrando na faixa adequada proposta por Malavolta et al. (1997). Verifica-se que, seus maiores teores foram observados nas folhas novas porque, segundo Mengel e Kirkby (1987) o S pertence à classe dos nutrientes de alta mobilidade na planta, porém, de baixa redistribuição. Sua redistribuição está condicionada ao “status” da nutrição nitrogenada da planta. E esta, parece ter sido bem suprida com a adição de esterco bovino em cova anteriormente ao plantio do pau de balsa em campo.

O P é um dos nutrientes que tem merecido maior preocupação em razão de sua baixa disponibilidade natural nos solos mais intemperizados (RIBEIRO et al., 2006). No entanto, percebe-se que, foi um macronutriente pouco exigido nesse estágio de crescimento do pau de

balsa, apresentando teores médios de $1,4 \text{ g kg}^{-1}$ nas folhas novas e $1,0 \text{ g kg}^{-1}$ nas folhas velhas. O que parece ser suficiente para a espécie em estudo, até os dois anos de estabelecimento no campo.

Dentre os micronutrientes, Fe e Mn foram os mais demandados pelo pau de balsa, com médias de 171 mg kg^{-1} e 100 mg kg^{-1} , respectivamente, nas folhas novas e; 178 mg kg^{-1} e 123 mg kg^{-1} , respectivamente, nas folhas velhas. Para Malavolta et al. (1997) os teores de Fe devem permanecer entre 25 e 200 mg kg^{-1} e, de Mn entre 20 e 500 mg kg^{-1} , ambos dentro da faixa adequada. Os maiores teores de Fe e de Mn nas folhas velhas podem ser explicados pela mobilidade dos micronutrientes em geral, que tendem a serem menores quando comparados com a mobilidade dos macronutrientes. No entanto, esses teores são importantes porque, de acordo com Taiz e Zeiger (2004) Mn está presente na clorofila e participa do metabolismo energético respiratório. Enquanto que, Fe é essencial no metabolismo energético, na fixação do N e no desenvolvimento do caule e raízes.

Os teores de Zn e de B foram semelhantes nas folhas novas, com médias de $17,2 \text{ g kg}^{-1}$ e de 17 g kg^{-1} , respectivamente. Porém, nas folhas velhas os teores foram $15,2$ e $12,8 \text{ g kg}^{-1}$, respectivamente. Portanto, maiores nas folhas novas. Segundo Marschner (1995) o Zn é considerado altamente móvel por alguns autores enquanto outros o classificam como de mobilidade intermediária, afirmando que, na realidade, esse elemento tem sua mobilidade aumentada quando existe um grande suprimento de Zn e, quando as espécies estão sob condições de deficiência apresentam baixa mobilidade (EPSTEIN; BLOOM, 2006).

Segundo Dechen e Nachtigall (2006) os teores de Zn nas plantas podem variar de 3 a 150 mg kg^{-1} . Enquanto que, Malavolta et al. (1997) recomendam entre 5 e 60 mg kg^{-1} . Em ambos os casos, os teores de Zn observados no presente experimento podem ser considerados adequados. Para o B, Malavolta et al. (1997) recomendam entre 10 e 70 mg kg^{-1} , também considerados adequados. No entanto, salienta-se que, os teores de nutrientes variam entre espécies, não havendo ainda, recomendações nutricionais para o pau de balsa.

De acordo com Malavolta et al. (1997) o Cu também tem mobilidade baixa mas pode ser translocado das folhas mais velhas para as mais novas. Após dois anos de estabelecimento, os teores médios de Cu em pau de balsa atingiram $11,3 \text{ mg kg}^{-1}$ nas folhas novas e $10,9 \text{ mg kg}^{-1}$ nas folhas velhas, dentro da faixa considerada adequada. Resultado que interessa porque Cu participa como catalisador de reações bioquímicas, no metabolismo do N, na síntese de clorofila e na constituição de proteínas (TAIZ; ZEIGER, 2004).

Portanto, a nutrição adequada do pau de balsa possibilita aumentar o crescimento acima dos valores descritos em algumas literaturas. Verificou-se a necessidade de desenvolver

novas pesquisas com o crescimento do pau de balsa em campo, compreendendo novas possibilidades de aumentar o desenvolvimento, como a adubação.

4. CONCLUSÕES

As plantas de pau de balsa apresentam desenvolvimento morfológico uniforme, rápido crescimento e nutrição adequada quando adubadas com esterco bovino.

Em dois anos de cultivo a altura média do pau de balsa foi de 10,97 m, com diâmetro de 22,10 cm e circunferência de 69,37 cm.

A demanda nutricional do pau de balsa é: N>K>Ca>Mg>S>P>Fe>Mn>Zn>B>Cu.

5. REFERÊNCIAS

BARBOSA, A.P.; CAMPOS, M.A.A.; SAMPAIO, P. de T.B.; NAKAMURA, S.; GONÇALVES, C. de Q.B. O crescimento de duas espécies pioneiras, pau-de-balsa (*Ochroma logopus* Sw.) e caroba (*Jacaranda copaia* D.Don), usadas para recuperação de áreas degradadas pela agricultura da Amazônia Central, Brasil. *Acta Amazônica*, Manaus, v.33, n.3, p.477-482, 2003.

BARROSO, A. Silvicultura especial de árboles maderables tropicales. La Habana: Científico-Técnica, 1987. p.241-250.

BERNARDI, M.R.; SPEROTTO JUNIOR, M.; DANIEL, O.; VITORINO, A.C.T. Crescimento de mudas de *Corymbia citriodora* em função do uso de hidrogel e adubação. *Cerne*, Lavras, v.18, n.1, p.67-74, 2012.

CALDEIRA, S.F.; FROZI, T. Desenvolvimento de *Melia azedarach* e *Ochroma pyramidale* em Nossa Senhora do Livramento, MT, Brasil. In: SIMPOSIO INTERNACIONAL SOBRE MANEJO SOSTENIBLE DE LOS RECURSOS FORESTALES, 3. Pinar del Rio, Cuba, 21 - 23 abr., 2004. Memórias... Pinar del Rio: Universidade de Pinar del Rio, 2004. CD-ROM.

CARVALHO, P.E.R. Espécies arbóreas brasileiras. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica; Colombo: Embrapa Florestas, 2010. 644p. (Coleção espécies arbóreas brasileiras).

CUNHA, A.O.; ANDRADE, L.A.; BRUNO, R.L.A.; SILVA, J.A.L.; SOUZA, V.C. Efeitos de substrates e das dimensões dos recipientes na qualidade das mudas de *Tabebuia impetiginosa* (Mart. ex D.C.) Standl. *Revista Árvore*, Viçosa, v.29, n.4, p.507, 516, 2005.

DAMBRINE, E.; MARTIN, F.; CARISEY, N.; GRANIER, A. Xylem sap composition: A tool for investigating mineral uptake and cycling in adult spruce. *Plant and Soil*, n.168/169, p.233-241, 1995.

DECHEN, A.R.; NACHTIGALL, G.R. Elementos requeridos à nutrição de plantas. In: Novais, R.F. et al. (ed.) Fertilidade do solo. SBCS, Viçosa, MG. p.91-107. 2007.

DUTRA, T.R.; MASSAD, M.D.; SANTANA, R.C. Parâmetros fisiológicos de mudas de copaíba sob diferentes substratos e condições de sombreamento. *Ciência Rural*, Santa Maria, v.42, n.7, p.1212-1218, 2012.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA. 1997. Serviço Nacional de Levantamento e Conservação de Solos. Manual de métodos de análise do solo. Embrapa, Rio de Janeiro, RJ, 212p.

EPSTEIN, E; BLOOM, A. Nutrição mineral de plantas. 2 ed. v.1. Londrina: Editora Planta, 2006. 416p.

FAEB – Pau de balsa, a madeira do dinheiro. 2011. Disponível em: [http://www.faeb.org.br/detalheaeb.html?tx_ttnews\[tt_news\]=1332&cHash=2f1b85077ca5aa3376fde4a6c48feec6](http://www.faeb.org.br/detalheaeb.html?tx_ttnews[tt_news]=1332&cHash=2f1b85077ca5aa3376fde4a6c48feec6). Acesso em 13 ago. 2015.

GOULART, S. L.; MORI, F. A.; RIBEIRO, A. O.; COUTO, A. M.; ARANTES, M. D. C.; MENDES, L. M. Análises químicas e densidade básica da madeira de raiz, fuste e galho de barbatimão (*Stryphnodendron adstringens*) de bioma Cerrado. *Cerne*, Lavras, v.18, n.1, p.59-66, 2012.

HELMISAARI, H. Nutrient retranslocation within the foliage of *Pinus sylvestris*. *Tree Physiology*, v.10, p.4548, 1992.

LAMPRECHT, H. Silvicultura nos trópicos: ecossistemas florestais e respectivas espécies arbóreas: possibilidade e métodos de aproveitamento sustentado. Eschborn: Dt Ges. Fur Techn. Zusammenarbeit (GTZ) GmbH, 1990. 343 p.

LOCATELLI, M.; SILVA FILHO, E.P.; VIEIRA, A.H.; MARTINS, E.P.; PEQUENO, P.L.L. Características de solo sobre cultivo de castanheira (*Bertholletia excelsa* H.B.K.) em Porto Velho, Rondônia, Brasil. Porto Velho: Edufro, 2003, 9p. (UFRO. Primeira versão, 168).

LONGUE JÚNIOR, D.; COLODETTE, J.L. Importância e versatilidade da madeira de eucalipto para a indústria de base florestal. *Pesquisa Florestal Brasileira*, Colombo, v.33, n.76, p.429-438, 2013.

LORENZI, H. Árvores brasileiras: Manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas do Brasil. Vol. 1. 4ª Ed. Nova Odessa, SP: Instituto Plantarum, 2002. p.81.

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

MARSCHNER, H. Diagnosis of deficiency and toxicity of mineral nutrients. In: MARSCHNER, H. Mineral Nutrition of Higher Plants. London: Academic Press, 1986. p. 391-407.

MENGEL, K.; KIRKBY, E.A. Principles of plant nutrition. Bern: International Potash Institute, 1987. 687p.

MEWS, C.L.; SOUSA, J.R.L.; AZEVEDO, G.T.O.S.; SOUZA, A.M. Efeito do hidrogel e ureia na produção de mudas de *Handroanthus ochraceus* (Cham.) Mattos. Floresta e Ambiente, Seropédica, v.22, n.1, p.107-116, 2015.

MILANI, E.J.; SCHNEIDER, P.R.; CUNHA, T.A. Crescimento em diâmetro de árvores de *Podocarpus lambertii* em duas regiões fitogeográficas no estado do Rio Grande do Sul, Brasil. Ciência Florestal, Santa Maria, v.23, n.2, p.445-450, 2013.

PIMENTEL-GOMES, F. A estatística moderna na pesquisa agropecuária. 3. ed. Piracicaba, Potafós, 1987. 162p.

RIBEIRO, F.A.; MACEDO, R.L.G.; VENTURIN, N.; MORAIS, V.M.; GOMES, J.E.; YOSHITAMI JUNIOR, M. Efeitos da adubação de plantio sobre o estabelecimento de mudas de *Tectona grandis* L.f. (teca). Revista Científica Eletrônica de Engenharia Florestal, Garças, ano.4, n.7, 2006.

RIZZINI, C.T. Árvores e madeiras úteis do Brasil: manual de dendrologia brasileira. Rio de Janeiro: Edgar Blücher, 1978.

SABBI, L.B.C.; ÂNGELO, A.C.; BOEGER, M.R. Influência da luminosidade nos aspectos morfoanatômicos e fisiológicos de folhas de *Schinus terebinthifolius* Raddi (Anacardiaceae) implantadas em duas áreas com diferentes graus de sucessão, nas margens do Reservatório Iraí, Paraná, Brasil. Iheringia, Porto Alegre, v.65, n.2, p.171-181, 2010.

SOUZA, N.H.; MARCHETTI, M.E.; CARNEVALI, T.O.; RAMOS, D.D.; SCALON, S.P.Q.; SILVA, E.F. Estudo nutricional da canafístula (II): eficiência nutricional em função da adubação com nitrogênio e fósforo. Revista Árvore, Viçosa, v.36, n.5, p.803-812, 2012.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. Fisiologia Vegetal. 3. ed. Porto Alegre: Artmed. 2004. 719 p.

WAGNER, J.A. Árvore Balsa, 2008. Disponível em:
<http://www.amars.hpg.ig.com.br/materias/balsa/>. Acesso em: 18 de maio de 2018.

WEIRICH, N. E.. Diretrizes técnicas para o cultivo de Pau de balsa no estado de Mato Grosso, 2017. Disponível em: <http://www.ruralcentro.com.br/analises/2085/diretrizes-tecnicas-para-o-cultivo-de-pau-de-balsa-no-estado-de-mato-grosso>. Acesso em 28 de outubro de 2019.