

Avaliação Econômica dos Benefícios dos Macronutrientes em Diferentes Povoamentos de Bracatinga

Andressa Ribeiro¹, Sebastião do Amaral Machado²

¹Mestra em Engenharia Florestal, Universidade Federal do Paraná – UFPR, Curitiba/PR, Brasil

²Departamento de Ciências Florestais, Universidade Federal do Paraná – UFPR, Curitiba/PR, Brasil

RESUMO

A bracatinga é uma espécie nativa, com papel importante na economia de pequenos proprietários. Dessa forma, o presente trabalho foi desenvolvido com o intuito de quantificar o conteúdo de macronutrientes presentes nos diferentes componentes da biomassa aérea de bracatingais nativos e, posteriormente, valorar economicamente os resíduos florestais mantidos na área após a exploração. Os dados foram coletados em 304 parcelas temporárias, com diferentes idades, em povoamentos de bracatinga. Em ordem decrescente, os valores de macronutrientes encontrados na parte aérea dos bracatingais seguiram a sequência: N > Ca > K > Mg > P. Após a exploração da lenha, restaram como remanescentes nas áreas os resíduos contendo uma média geral de 32% de Ca, 26% de Mg, 39% de N, 34% de P e 19% de K, com um equivalente monetário médio de fertilizantes (em reais.ha⁻¹) variando de 303,56 a 1.140,78, dependendo do local e da classificação de sítio da propriedade.

Palavras-chave: modelos de povoamento, resíduos florestais, fertilização.

Economic Assessment of the Benefits of Macronutrients in Different Stand-levels of Bracatinga

ABSTRACT

Bracatinga (*Mimosa Scabrella*) is a native tree species with an important role in the economy of farmers. Thus, the present research was developed in order to quantify the contents of macronutrients present in the different compartments of biomass of native Bracatinga stands, and later, determine the economic valuation of the forest residues retained in the area after harvest. Data was collected from 304 temporary sample plots of Bracatinga stands with different ages. In decreasing order, the estimated values of macronutrients found in the above ground biomass of Bracatinga stands followed the sequence: N > Ca > K > Mg > P. After firewood exploration in Bracatinga stands, 25% Ca, 32% Mg, 37% N, 45% P and 18% K were left as remnants (twigs and crown) in the area, with an average equivalent monetary fertilizer (in R\$.ha⁻¹) ranging from 303.56 to 1,140.78 depending on the location and site classification of the propriety.

Keywords: stand-level models, forest residuals, fertilization.

1. INTRODUÇÃO

A importância da bracatinga, como fonte de matéria-prima energética e para a preservação das florestas naturais, remonta ao início do século 20, quando se desencadeou um esforço para o fomento da espécie como produtora de lenha, estimulando um aumento gradativo da superfície ocupada pelos bracatingais na região metropolitana de Curitiba e demais locais da Região Sul do País (Porfírio da Silva et al., 2006).

Carpazzezi (2006) discorreu que, mesmo decorridos cerca de 100 anos de história dos bracatingais manejados tradicionalmente na região metropolitana de Curitiba, a situação geral dos talhões de cultivo permanece muito parecida. Ou seja: corte a cada sete anos e regeneração pela ação do fogo, com plantio intercalar de culturas de ciclo curto (principalmente milho e feijão) entre tocos, nos seis meses iniciais. Os tratos culturais continuam poucos, a reposição de nutrientes por adubação é ínfima – quando existente, é restrita às culturas agrícolas, sem calagem ou orientação técnica – e nenhum material genético apropriado para o sistema foi desenvolvido.

Para a perpetuação das florestas de bracatinga, bem como das atividades econômicas ligadas à espécie, estudos sobre a quantificação da biomassa vegetal e dos nutrientes minerais presentes, além da modelagem estatística dos mesmos, se tornam fundamentais para o uso responsável dos recursos florestais. Diversos trabalhos foram desenvolvidos com o intuito de modelagem e quantificação dos nutrientes em componentes da biomassa florestal (Bellote et al., 1980; Baggio & Carpanezi, 1997b; Schumacher & Caldeira, 2001; Caldeira et al., 2003; Schumacher et al., 2008; Téó et al., 2010) para embasar as atividades silviculturais e a devida reposição de nutrientes.

Santana et al. (1999) afirmaram que em solos com baixos teores de nutrientes em formas disponíveis e totais, como é o caso dos solos dos bracatingais, a exportação de elevadas quantidades de nutrientes pela colheita florestal ao longo das rotações pode levar à redução da capacidade produtiva do sítio; daí, a importância da identificação de locais pela produtividade e pela fertilidade do solo. Baggio & Carpanezi (1997a) asseguraram que o conhecimento

do conteúdo de nutrientes dos resíduos é importante no sentido de determinar seu valor econômico e buscar alternativas para manter os nutrientes no terreno.

Dessa forma, o presente trabalho objetivou quantificar o conteúdo de macronutrientes presentes nos compartimentos da biomassa aérea dos bracatingais nativos, localizados em diferentes municípios da região metropolitana de Curitiba. Para tanto, utilizaram-se modelos de povoamento para uma posterior mensuração dos benefícios econômicos proporcionados pelos resíduos florestais mantidos na área após a exploração.

2. MATERIAL E MÉTODOS

2.1. Caracterização do estudo

Os dados dendrométricos das 304 parcelas temporárias instaladas em bracatingais nativos foram coletados em 15 municípios da região metropolitana de Curitiba (Figura 1). A unidade fitogeográfica dos bracatingais é caracterizada como faixas transicionais entre a Floresta Ombrófila Densa e a Floresta Ombrófila Mista, com dominância de *Araucaria angustifolia*. A geologia da região é de origem metamórfica, resultando numa topografia fortemente ondulada, com solos muito heterogêneos no que se refere à profundidade e à fertilidade. O clima, de acordo com a classificação de Köppen, é o Cfb, com temperatura média anual de 16,5 °C.

Os bracatingais estão inseridos em solos dos tipos: Latossolo Roxo Álico e Distrófico, Latossolo Vermelho-Escuro Álico e Distrófico, Latossolo Vermelho-Amarelo Álico pouco profundo, Podzólico Vermelho-Amarelo Álico, Cambissolo Álico e Distrófico, e Solos LitólicosÁlicos e Distróficos (Embrapa, 1984).

2.2. Estimativa do conteúdo de macronutrientes

As equações utilizadas para estimativa do conteúdo de nutrientes presentes nos diferentes compartimentos da biomassa aérea dos bracatingais (Tabela 1) foram desenvolvidas em estudo realizado por Ribeiro et al. (2012), em que: Ln = logaritmo



Figura 1. Região metropolitana de Curitiba, com destaque (★) para os municípios de onde os dados foram coletados (Fonte: Paraná, 2009).

Figure 1. Curitiba metropolitan region pointing out (★) counties where data came from.

natural; G = área basal ($m^2 \cdot ha^{-1}$); h = altura média (m); hd = altura dominante média (m); I = idade (anos), e IS = classe de sítio (m). Os autores citados, após testarem diferentes modelos matemáticos, optaram pelos modelos com melhores estatísticas

de ajuste e precisão, e distribuição homogênea dos resíduos para a quantificação dos macronutrientes.

A 'copa' foi considerada como sendo os galhos com diâmetro inferior a 4 cm, as folhas e os galhos mortos; já o compartimento 'lenha' foi definido

como sendo o peso seco dos componentes fuste, casca e galhos, com diâmetro maior ou igual a 4 cm, e a biomassa aérea total foi considerada como a soma dos dois compartimentos.

2.3. Valoração econômica dos macronutrientes

A quantificação dos ganhos potenciais de macronutrientes foi feita por meio do seu peso equivalente em fertilizantes comerciais, conforme Baggio & Carpanezzi (1997a, b).

As concentrações dos nutrientes nas formulações foram fornecidas pelos fabricantes e os elementos que se repetiram na formulação química foram devidamente subtraídos dos totais.

Os valores dos fertilizantes foram baseados nas cotações do mês de novembro de 2011, realizadas pela Secretaria da Agricultura e Abastecimento do

Estado do Paraná. Todos os dados para o cálculo do benefício econômico dos nutrientes na porção da biomassa remanescente nos bracatingais após a exploração estão listados na Tabela 2.

Os respectivos preços de nutrientes, correspondentes ao ano de 2011, foram multiplicados pelo conteúdo médio estimado de cada macronutriente. Dessa forma, obteve-se, naquele período, o benefício econômico proporcionado pelos nutrientes da biomassa aérea de povoamentos de bracatinga equivalente à fertilização química.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

As estatísticas descritivas das principais variáveis coletadas nas 304 parcelas estão listadas na Tabela 3. Nota-se que a maior variação ocorreu no número de indivíduos, na idade e na área basal; tal fato é

Tabela 1. Equações selecionadas para estimativa dos macronutrientes em povoamentos de bracatinga e suas respectivas estatísticas de ajuste e precisão.

Table 1. Selected equations for estimating macronutrients in bracatinga stands and their respective statistics.

Biomassa	Modelo	S _{yx} (%)	R ² _{aj} (%)
Total	$\text{Ln}(\text{Ca}) = 1,41233 + 0,49573 * \text{Ln}(\text{G}^2 \cdot \text{h})$	5,65	99,33
Lenha	$\text{Ln}(\text{Ca}) = 1,03497 + 0,99333 * \text{Ln}(\text{G}) + 0,52348 * \text{Ln}(\text{h})$	18,63	87,41
Copa	$\text{Ln}(\text{Ca}) = 1,25125 + 1,01221 * \text{Ln}(\text{G})$	15,49	89,93
Total	$\text{Ln}(\text{Mg}) = -2,11911 + 0,71729 * \text{Ln}(\text{G} \cdot \text{h}) + 0,28278 * \text{Ln}(\text{G} \cdot \text{hd})$	2,67	99,69
Lenha	$\text{Mg} = 0,05719 + 0,0579052 * (\text{G} \cdot \text{h}) + 0,0233453 * (\text{G} \cdot \text{hd})$	2,55	99,72
Copa	$\text{Mg} = 0,0276019 + 0,0271591 * (\text{G} \cdot \text{h}) + 0,0109649 * (\text{G} \cdot \text{hd})$	2,56	99,72
Total	$\text{Ln}(\text{N}) = 2,12010 + 0,49370 * (\text{G}^2 \cdot \text{h})$	15,10	91,27
Lenha	$\text{Ln}(\text{N}) = 1,63719 + 0,49368 * (\text{G}^2 \cdot \text{h})$	15,27	91,60
Copa	$\text{Ln}(\text{N}) = 2,34832 + 1,00197 * \text{Ln}(\text{G})$	17,69	87,54
Total	$\text{Ln}(\text{P}) = -0,83821 + 0,99626 * \text{Ln}(\text{G}) + 0,29487 * \text{Ln}(\text{h})$	14,43	91,68
Lenha	$\text{Ln}(\text{P}) = -1,42724 + 0,99402 * \text{Ln}(\text{G}) + 0,29293 * \text{Ln}(\text{h})$	12,95	93,20
Copa	$\text{Ln}(\text{P}) = -1,64786 + 0,99893 * \text{Ln}(\text{G}) + 0,29726 * \text{Ln}(\text{h})$	16,22	89,69
Total	$\text{Ln}(\text{K}) = 1,35817 + 0,49577 * (\text{G}^2 \cdot \text{h})$	16,89	89,58
Lenha	$\text{Ln}(\text{K}) = 2,47532 + 0,00826 * \text{IS} - 2,70034 * \text{I}^{-1} + 1,05941 * \text{Ln}(\text{G})$	16,47	90,23
Copa	$\text{Ln}(\text{K}) = 0,91169 + 0,98866 * \text{Ln}(\text{G})$	20,47	84,34

Tabela 2. Características e preços dos fertilizantes adotados para as estimativas de equivalência dos nutrientes.

Table 2. Characteristics and prices of fertilizers adopted to estimate of nutrient equivalency.

Nutriente	Fertilizante	Porcentagem do nutriente	Preço do adubo (reais.kg ⁻¹)	Preço do nutriente (reais.kg ⁻¹)
N	Ureia	45	1,31	2,90
P	Superfosfato simples	18 (P2O5)	0,77	4,28
K	Cloreto de potássio	60 (K2O)	1,31	2,18
Ca	Calcário dolomítico	29 (CaO)	0,07	0,24
Mg	Calcário dolomítico	19 (MgO)	0,07	0,37

explicado pela variabilidade na idade das parcelas e a grande influência dessa variável no ciclo de vida do bracatingal. Por ser uma espécie pioneira e heliófila, a bracatinga apresenta mortalidade acentuada até os cinco anos de idade, com a densidade do povoamento variando de 10 a 40 mil plantas.ha⁻¹ no início do ciclo de vida, finalizando o mesmo com 1400 a 3000 mil plantas.ha⁻¹ (Machado et al., 2001).

Uma avaliação do conteúdo médio de macronutrientes em todas as regiões em que foram instaladas as parcelas do estudo foi realizada a partir da estimativa dos macronutrientes, valendo-se das equações selecionadas para os três índices de sítio do estudo, uma vez que é esperado um maior conteúdo de nutrientes em sítios mais produtivos. Na Tabela 4, estão listados os valores médios de macronutrientes presentes na biomassa da aérea total e na biomassa da copa; para quantificação dos valores do compartimento 'lenha', o qual foi removido do sítio durante a exploração da madeira, basta efetuar-se a subtração entre os valores totais pelos valores de copas.

Os resultados da Tabela 4 mostram que os municípios de Araucária, Agudos do Sul e Quitandinha são os que apresentaram maior conteúdo médio estimado de macronutrientes. Em contrapartida, as menores quantidades médias de macronutrientes foram estimadas para Tunas do Paraná, Bocaiuva do Sul e Campina Grande do Sul. Nota-se que apenas cinco municípios (Almirante Tamandaré, Bocaiuva do Sul, Campina Grande do Sul, Colombo e Tunas do Paraná) dispunham de parcelas em todos os índices de sítio; os demais municípios se limitaram a conter apenas uma ou duas classes de sítio, dificultando, assim, a comparação de produtividade nos diferentes índices de sítio.

Numa média geral, após a exploração da lenha, restaram, como remanescentes nas áreas, 32% de Ca, 26% de Mg, 39% de N, 34% de P e 19% de K, provenientes do compartimento 'copa'. Vieira et al. (2011), avaliando o sistema de exploração de Pinus taeda (madeira + casca) aos nove anos de idade, constataram uma remoção de 41,1% de Ca; 46,2% de Mg; 45,9% de K; 45,4% de P e 40,0% de N dos macronutrientes presentes na biomassa total. Baggio & Carpanezzi (1997b), ao estudarem bracatingais nativos com sete anos de idade, relataram valores semelhantes aos do presente estudo, sendo 20,3% de Ca, 28,6% de Mg, 35,1% de N, 44,6% de P e 21,2% de K mantidos na área após a exploração (copa).

Na Figura 2, estão apresentados os benefícios/ganhos econômicos (reais.ha⁻¹) dos macronutrientes nos diferentes municípios da região metropolitana de Curitiba, sem a distinção de classes de sítio em cada município. As estimativas foram obtidas caso a exploração das árvores fosse realizada por completo, ou seja, sem a permanência dos resíduos florestais no solo.

Analisando-se a Figura 2, verifica-se que propriedades localizadas no município de Quitandinha terão maior gasto monetário caso a colheita da árvore seja completa, variando de R\$ 4.495,71 por hectare para reposição de nitrogênio a R\$ 31,39 por hectare para reposição do magnésio. Já os bracatingais localizados no município de Tunas do Paraná, possuem valores baixos de reposição de nutrientes, variando de R\$ 762,20 por hectare para nitrogênio a R\$ 5,37 por hectare para magnésio. É válido ressaltar que a árvore de bracatinga incorpora no solo cerca de 200 kg.ha⁻¹ de nitrogênio durante seu ciclo de vida (Carvalho et al., 2003), sendo então sua reposição completa desnecessária por se tratar de uma leguminosa com alto poder de fixação de N.

Tabela 3. Estatísticas descritivas das principais variáveis independentes analisadas.

Table 3. Descriptive statistics of the main independent variables.

Variável	Mínimo	Máximo	Média	Desvio padrão	Coef. variação (%)
DAP (cm)	3,67	23,45	10,77	3,85	35,96
H (m)	6,91	20,18	12,43	2,65	21,32
G (m ² .ha ⁻¹)	2,04	56,01	13,07	6,36	47,21
Hdom (m)	7,50	21,33	13,79	2,83	20,67
N (ind.ha ⁻¹)	67	12.439	1.997	1.930	97,55
Idade (anos)	3,00	18,00	8,89	3,64	41,43

Tabela 4. Conteúdo médio ($\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$) de macronutrientes nos componentes da biomassa aérea total (t) e copa (c) de povoamentos de bracinga nos diferentes municípios, e índices de sítio (IS).

Table 4. Average macronutrients content in the compartments of total above ground and crown biomass of bracinga stands in different counties and site indexes.

IS (m)	Local	Conteúdo médio de macronutriente ($\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$)									
		N (t)	N (c)	P (t)	P (c)	K (t)	K (c)	Ca (t)	Ca (c)	Mg (t)	Mg (c)
9	Almirante Tamandaré	244,0	96,0	8,0	3,6	116,0	22,3	123,4	32,6	12,0	3,8
	Bocaiúva do Sul	210,2	88,9	7,1	3,2	99,9	20,7	108,0	30,2	10,2	3,2
	Campina Grande do Sul	238,0	91,3	7,7	3,5	113,1	21,2	119,5	31,0	12,5	4,0
	Campo Largo	347,4	130,8	11,2	5,0	165,4	30,3	174,1	44,6	18,4	5,9
	Colombo	245,5	105,5	8,3	3,8	116,7	24,5	126,8	35,9	11,5	3,7
	Piraquara	337,6	164,6	12,0	5,4	160,6	38,0	180,0	56,2	14,6	4,7
	Rio Branco do Sul	328,5	133,4	10,9	4,9	156,3	30,9	167,5	45,5	15,9	5,1
	São José dos Pinhais	705,9	319,5	24,5	11,1	337,0	73,1	371,6	109,9	32,4	10,3
	Tunas do Paraná	207,0	82,8	6,8	3,1	98,3	19,3	104,9	28,1	10,2	3,3
13	Agudos do Sul	1122,7	459,4	59,3	18,9	537,0	104,6	37,4	17,0	578,5	158,6
	Almirante Tamandaré	308,9	111,3	17,6	5,6	147,0	25,8	9,7	4,4	153,1	37,9
	Balsa Nova	523,6	214,7	26,6	8,5	249,7	49,4	17,4	7,9	268,5	73,5
	Bocaiúva do Sul	342,8	135,4	18,1	5,8	163,2	31,3	11,2	5,1	173,7	46,2
	Campina Grande do Sul	356,0	123,8	21,1	6,7	169,5	28,7	11,1	5,0	175,1	42,2
	Campo Largo	454,1	178,0	24,3	7,8	216,4	41,0	14,8	6,7	230,1	60,9
	Colombo	339,0	125,7	18,8	6,0	161,4	29,1	10,8	4,9	169,2	42,9
	Piraquara	513,6	207,8	26,9	8,6	244,8	47,8	17,0	7,7	262,6	71,2
	Quatro Barras	533,0	208,6	27,7	8,8	254,1	48,0	17,4	7,9	270,4	71,4
	Quitandinha	1549,6	601,3	85,2	27,2	742,1	136,4	50,6	23,0	790,0	208,2
	Rio Branco do Sul	335,1	125,6	18,2	5,8	159,5	29,1	10,7	4,9	167,7	42,8
	São José dos Pinhais	447,6	204,1	20,4	6,5	213,3	47,0	15,5	7,0	235,3	69,9
	Tunas do Paraná	265,8	97,4	14,7	4,7	126,4	22,6	8,4	3,8	132,1	33,1
17	Almirante Tamandaré	765,8	311,9	40,7	13,0	365,7	71,4	25,4	11,5	393,2	107,3
	Araucária	1040,0	417,9	57,0	18,2	497,2	95,3	34,4	15,6	533,3	144,1
	Balsa Nova	734,3	290,8	41,0	13,1	350,6	66,6	24,1	10,9	374,4	99,9
	Bocaiúva do Sul	432,6	161,1	24,9	7,9	206,1	37,2	13,8	6,3	216,4	55,1
	Campina Grande do Sul	492,6	152,4	32,8	10,5	234,8	35,2	14,6	6,6	236,0	52,0
	Colombo	335,2	120,7	19,4	6,2	159,5	28,0	10,5	4,8	166,0	41,1
	Piraquara	512,9	189,3	29,1	9,3	244,5	43,6	16,3	7,4	256,5	64,8
	Quatro Barras	607,3	239,7	32,2	10,3	289,7	55,1	19,9	9,0	309,0	82,2
	Tunas do Paraná	340,3	110,2	21,7	6,9	162,0	25,6	10,3	4,6	164,4	37,5
	Media geral	490,9	193,5	25,0	8,4	234,1	44,5	60,6	19,2	206,2	54,4

Como dito anteriormente, apenas cinco municípios se enquadraram em todas as classes de sítio. Portanto, apenas para estes, os valores econômicos em reais dos resíduos florestais estão apresentados na Tabela 5, cujos resultados foram calculados baseando-se nos valores do quilograma de cada nutriente, conforme descrito na Tabela 2.

A mensuração dos benefícios econômicos dos macronutrientes contidos na biomassa dos resíduos resultou em valores mais altos para o maior índice de sítio, sendo o valor máximo da retirada de nutrientes

com a exploração da lenha encontrado no município de Almirante Tamandaré (R\$ 1.140,78) para o IS = 17 m e o menor valor, para o município de Tunas do Paraná no IS = 9 m (R\$ 303,56).

Vieira & Schumacher (2010) afirmaram que a saída de nutrientes via exportação deve ser um componente levado em consideração na hora do planejamento florestal. Tal preocupação evita que haja diminuição de produtividade com as rotações futuras e também contribui para o manejo sustentável, pois a exportação de nutrientes, principalmente do cálcio, é

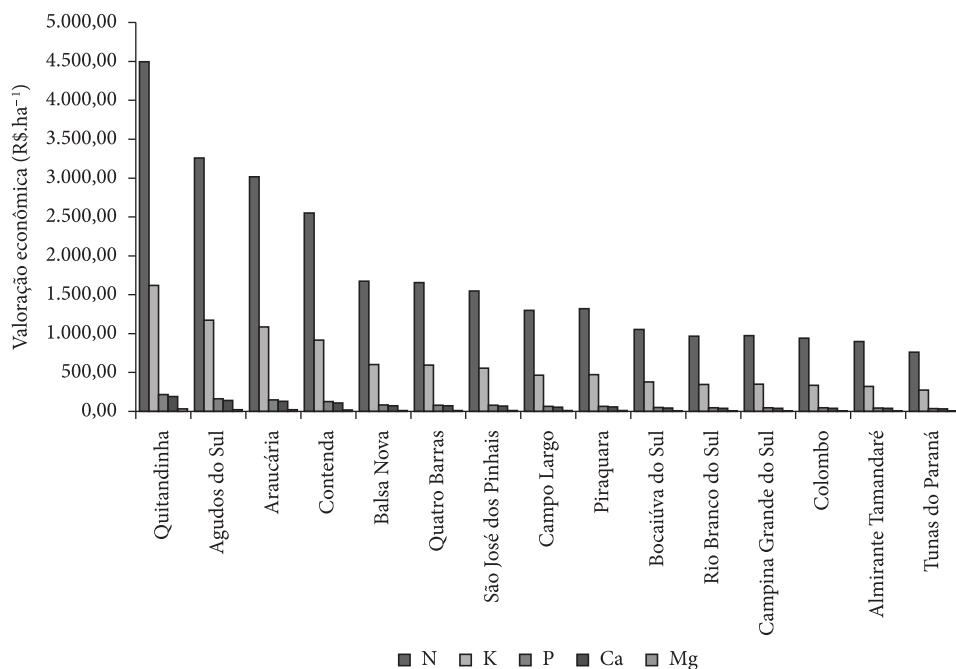


Figura 2. Benefícios econômicos dos macronutrientes presentes na biomassa aérea total de bractingais nativos nos diferentes municípios da região metropolitana de Curitiba.

Figure 2. Economic benefits of macronutrients in the total above ground biomass of native bractinga stands in different counties of the Curitiba metropolitan region.

Tabela 5. Valoração econômica (reais.ha⁻¹) dos macronutrientes contidos nos resíduos florestais em povoados de bractinga em diferentes locais e índices de sítio.

Table 5. Economic valuation (reais.ha⁻¹) of the macronutrients in the forest residues of bractinga in different sites and site indexes.

IS (m)	Local	N	P	K	Ca	Mg	Total
9	Colombo	306,04	16,05	53,46	8,66	1,36	385,57
	Almirante Tamandaré	278,48	15,40	48,67	7,88	1,42	351,85
	Campina Grande do Sul	265,03	14,86	46,39	7,49	1,47	335,23
	Bocaiuva do Sul	257,97	13,64	45,16	7,29	1,20	325,25
	Tunas do Paraná	240,33	13,14	42,10	6,79	1,20	303,56
13	Bocaiuva do Sul	392,97	21,69	68,41	11,15	2,13	496,36
	Colombo	364,71	20,91	63,53	10,35	2,22	461,71
	Campina Grande do Sul	359,24	21,41	62,57	10,19	2,48	455,90
	Almirante Tamandaré	322,79	18,82	56,30	9,15	2,07	409,13
17	Tunas do Paraná	282,54	16,30	49,38	7,99	1,73	357,95
	Almirante Tamandaré	904,91	49,31	155,88	25,89	4,79	1.140,78
	Bocaiuva do Sul	467,33	26,74	81,15	13,29	2,93	591,44
	Campina Grande do Sul	442,24	28,32	76,91	12,56	3,86	563,88
	Colombo	350,10	20,41	61,05	9,92	2,28	443,76
	Tunas do Paraná	319,66	19,88	55,83	9,05	2,55	406,97

elevado em função da colheita da madeira com casca. Nesse sentido, deve-se evitar a remoção dos resíduos (folhas, cascas e galhos) durante a colheita florestal, contribuindo com a sustentabilidade ambiental

por meio do incremento da disponibilidade de nutrientes após a decomposição desse material e, consequentemente, diminuindo o uso de adubação química para reposição nutricional do sítio florestal.

Novamente, Baggio et al. (1986) já ressaltavam que a bracinga, por ser leguminosa, tem a capacidade de amenizar danos ambientais, mesmo com a aplicação do fogo para quebra de dormência no banco de sementes; sendo assim, os valores de reposição para nitrogênio devem ser revistos para não ocorrer uma superdosagem no solo.

Baggio & Carpanezzi (1997a), realizando um estudo semelhante a este trabalho, concluíram que a exportação de nutrientes pela lenha da bracinga representa ao menos 10,3% da renda bruta obtida por sua produção, sendo a reposição dos fertilizantes inviável do ponto de vista econômico. Decorre, então, a necessidade de introduzir mudanças profundas nas práticas do sistema no sentido de equilibrar o balanço de nutrientes, fato ainda corriqueiro nos dias de hoje. Os valores potenciais dos nutrientes, contidos nos resíduos e exportados em razão da queima, implicam em custos que devem ser considerados nas estimativas de rentabilidade dos sistemas tradicionais da bracinga (Baggio & Carpanezzi, 1997b).

4. CONCLUSÕES

Em ordem decrescente, os valores estimados de macronutrientes encontrados na parte aérea dos bracingais configuram-se na sequência de $N > Ca > K > Mg > P$.

A avaliação econômica dos componentes da biomassa aérea dos povoamentos de bracinga indica que, caso a colheita da árvore seja completa, o produtor deverá desembolsar valores monetários para reposição dos macronutrientes, variando de R\$ 1.107,45 a R\$ 6.554,47 por hectare, dependendo do local da propriedade e da classificação de sítio, desconsiderando-se a incorporação natural de nutrientes nos solos dos bracingais.

Portanto, a manutenção dos resíduos florestais no solo após o processo de exploração é fundamental para que ocorra a reincorporação dos nutrientes de forma natural, além do montante que pode ser poupado pelo produtor (R\$ 303,56 a 1.140,78 por hectare), dispensando parte do uso de fertilizantes químicos e uso de maquinário para aplicação no solo.

STATUS DA SUBMISSÃO

Recebido: 20/03/2012

Aceito: 09/07/2012

Publicado: 31/12/2012

AUTOR(ES) PARA CORRESPONDÊNCIA

Andressa Ribeiro

Universidade Federal do Paraná – UFPR,
Av. Prefeito Lothário Meissner, 632, Jardim
Botânico, CEP 80210-170, Curitiba, PR, Brasil
e-mail: andressa.florestal@gmail.com

Sebastião do Amaral Machado

Universidade Federal do Paraná – UFPR,
Av. Prefeito Lothário Meissner, 632, Jardim
Botânico, CEP 80210-170, Curitiba, PR, Brasil
e-mail: samachado@ufpr.br

REFERÊNCIAS

- Baggio AJ, Carpanezzi AA, Graça LR, Ceccon E. Sistema agroflorestal tradicional da bracinga com culturas agrícolas anuais. *Boletim de Pesquisa Florestal* 1986; 12: 73-82.
- Baggio AJ, Carpanezzi AA. Exportação de nutrientes na exploração de bracingais. *Boletim de Pesquisa Florestal* 1997a; 34: 3-15.
- Baggio AJ, Carpanezzi AA. Estoque de nutrientes nos resíduos da exploração de bracingais. *Boletim de Pesquisa Florestal* 1997b; 34: 17-29.
- Bellote AFJ, Sarruge JR, Haag HP, Oliveira GD. Extração e exportação de nutrientes pelo *Eucalyptus grandis* Hill ex-Maiden em função da idade: 1- Macronutrientes. *Instituto de Pesquisas e Estudos Florestais – IPEF* 1980; 20: 1-23.
- Caldeira MVW, Rondon Neto RM, Schumacher MV. Conteúdo e exportação de micronutrientes em Acácia-Negra (*Acacia mearnsii* De Wild.) procedência Batemans Bay (Austrália). *Árvore* 2003; 27(1): 9-14.
- Carpanezzi AA. Aspectos técnicos da produção de bracinga. In: Porfírio da Silva V, Mazuchowski JZ, Pinto AF, Miniolli Netto J, Becker JC. *Memórias da oficina sobre bracinga no Vale do Ribeira*. Embrapa Florestas; 2006. Documentos - Embrapa Florestas.
- Carvalho PER, Medrado MJS, Hoeflich VA. *Cultivo da bracinga*. Colombo: Embrapa Florestas, 2003. [cited 2012 mar. 12]. Available from: http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Bracinga/CultivodaBracinga/20_equipe.htm.

Machado SA, Tonon AEN, Oliveira EB, Figueiredo Filho A, Carpanezzi AA. Efeitos da densidade inicial e do sítio sobre o desenvolvimento de bracatingais nativos da região metropolitana de Curitiba. *Boletim Pesquisa Florestal* 2001; 43: 19-46.

Paraná. Governo do Estado. Secretaria de Estado do Desenvolvimento Urbano. Coordenação da Região Metropolitana de Curitiba – COMEC. *Região Metropolitana de Curitiba*. COMEC, 2009. [cited 2012 mar. 12]. Available from: http://www.comec.pr.gov.br/arquivos/File/RMC_2008_politico1.pdf.

Porfírio da Silva V, Mazuchowski JZ, Pinto AF, Miniolli Netto J, Becker JC. *Memórias da oficina sobre bracatinga no Vale do Ribeira*. Embrapa Florestas; 2006. 109 p. Documentos - Embrapa Florestas.

Ribeiro A, Machado AS, Péllico Netto S, Figueiredo Filho A. Quantificação e modelagem dos macronutrientes em povoamentos de bracatinga. *Pesquisa Florestal Brasileira* 2012; 32(69): 29-43. <http://dx.doi.org/10.4336/2012.pfb.32.69.29>

Santana RC, Barros NF, Neves JCL. Biomassa e conteúdo de nutrientes de procedências de *Eucalyptus grandis* e

Eucalyptus saligna em alguns sítios florestais do Estado de São Paulo. *Scientia Forestalis* 1999; 56: 155-169.

Schumacher MV, Caldeira MVW. Estimativa da biomassa e do conteúdo de nutrientes de um povoamento de *Eucalyptus globulus* (Labillardière) subespécie *maidenii*. *Ciência Florestal* 2001; 11(1): 45-53.

Schumacher MV, Brun EJ, Illana VB, Dissiuta SI, Agne TL. Biomassa e nutrientes em um povoamento de *Hovenia dulcis* Thunb., plantado na FEPAGRO Florestas, Santa Maria, RS. *Ciência Florestal* 2008; 18(1): 27-37.

Téo SJ, Machado AS, Figueiredo Filho A, Reissmann CB. Models for estimating macronutrients in *Mimosa scabrella* Benth. *Cerne* 2010; 16(3): 323-334.

Vieira M, Schumacher MV, Bonacina DM. Biomassa e nutrientes removidos no primeiro desbaste de um povoamento de *Pinus taeda* L. em Cambará do Sul, RS. *Árvore* 2011; 35(3): 371-379.

Vieira M, Schumacher MV. Exportação de nutrientes pela colheita do Pinus. *Caderno de Pesquisa Série Biologia* 2010; 22(3): 13-23.