

Exportação de carbono e nutrientes pela colheita de *Acacia mearnsii* De Wild aos quatro anos de idade na Depressão Central, RS

Marcos Vinicius Winckler Caldeira^{1*}, Tiago de Oliveira Godinho², Fabio Luiz Fleig Saidelles³, Márcio Viera⁴, Mauro Valdir Schumacher⁵, Kallil Chaves Castro¹

¹Universidade Federal do Espírito Santo, Alegre, ES, Brasil

²Instituto Capixaba de Pesquisa, Assistência Técnica e Extensão Rural, Fazendo do Estado, Domingos Martins, ES, Brasil

³Fundação Estadual de Pesquisa Agropecuária, Santa Maria, RS, Brasil

⁴Universidade Federal de Santa Maria, Silveira Martins, RS, Brasil

⁵Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, RS, Brasil

*Autor correspondente, e-mail: mvwcaldeira@gmail.com

Resumo

O objetivo do presente trabalho foi estimar o conteúdo e a exportação de carbono e nutrientes na folha, galho vivo e morto, casca, madeira e raiz de *Acacia mearnsii* com quatro anos de idade, em Arroio dos Ratos, RS, visando fornecer indicações de manejo da floresta, com base no critério de exportação mínima de nutrientes. Após a determinação da distribuição diamétrica e sua divisão em classes de diâmetro (sete classes), foram selecionadas três árvores de cada uma delas. Utilizando-se as 21 árvores abatidas, estimou-se a biomassa dos diferentes componentes das árvores. Observou-se que a madeira, que representa cerca de 64% da biomassa arbórea, contém 50% de Ca acumulado, 21% de N, 27% de P, 30% de K, 37% de Mg, 45% de S, 25% de B, 37% Cu, 9% de Fe, 26% de Mg e 41% de Zn. Enquanto que as folhas, representando 3% da biomassa total, contém 20; 18; 12; 5; 10; 10; 17; 18; 5; 19 e 6% de N, P, K, Ca, Mg, S, B, Cu, Fe, Mg e Zn, respectivamente. A exportação de nutrientes dos cultivos de *A. mearnsii* pode ser minimizada com a permanência dos resíduos de colheita sobre o solo, retirando apenas de madeira e casca.

Palavras-chave: Ciclagem de nutrientes, Exportação de nutrientes, Biomassa florestal

Carbon and nutrients output by harvesting *Acacia mearnsii* De Wild to four years old at the central Depression, RS

Abstract

The aim of this study was to estimate the content and export of carbon, macro and micronutrients in the different components (leaf, alive and dead branch, bark, wood and roots) of the *Acacia mearnsii* trees with 4 years old of age in Arroio dos Ratos-RS, in order to provide the forest management, based on the criterion of minimum export of nutrients. After determining the diameter distribution and its division into diameter classes (seven classes), three trees were selected in each classes. Using the 21 trees felled, the biomass of different components of trees was estimated. It was observed that wood, which represents about 64% of the biomass, contains 50% of accumulated Ca, 21% N, 27% P, 30% K, 37% Mg, 45% of S, 25% B, 37% Cu, 9% Fe, 26% Mg and 41% Zn. While the leaf, which represents 3% of total biomass, contains 20; 18; 12; 5; 10; 10; 17; 18; 5; 19 and 6% N, P, K, Ca, Mg, S, B, Cu, Fe, Mg and Zn, respectively. The export of nutrients from the crops of *A. mearnsii* can be minimized with retention of crop residues on the soil removal only of wood and bark.

Keywords: Nutrient cycling, Nutrients exportation, Forestry biomass

Recebido: 17 Janeiro 2013
Aceito: 29 Maio 2013

Introdução

No Brasil, a implantação de vastas áreas de florestas em monoculturas ocupa cerca de 6,5 milhões de hectares (ABRAF, 2012), a maioria formada por espécies exóticas. Esses plantios são consequência da evolução de toda uma estrutura industrial, que tem por objetivo atender a demanda das regiões mais desenvolvidas do país, com matéria-prima necessária para a produção de papel, celulose, chapas, aglomerados, carvão vegetal, fabricação de móveis, entre outros produtos (Schumacher & Poggiani, 1993).

O primeiro plantio de acácia-negra no Rio Grande do Sul foi realizado em 1918 (Oliveira, 1968). Os plantios comerciais tiveram início em 1930, com a importação de 30 kg de sementes da África do Sul, e, em 1941, iniciou-se a utilização comercial dessa espécie com a criação da Sociedade Extrativa de Tanino de Acácia Ltda. (SETA). Em 2011 os plantios da *Acacia mearnsii* e *Acacia mangium* se concentraram nos estados do Amapá, Amazonas, Mato Grosso, Paraná, Rio Grande do Sul e Roraima com uma área de plantio de 146.813 ha (ABRAF, 2012). A acácia-negra tem vários usos que vão da casca até a madeira. Da casca, é extraído o tanino usado para o curtimento de couro e peles, na produção de anticorrosivos e no tratamento de águas; a madeira, além do uso tradicional, como carvão e lenha, é usada como matéria-prima de superior qualidade para fabricação de celulose e papel, além de vários outros usos (Simon, 2005; ABRAF, 2012).

As plantações de acácia-negra têm características multifuncionais: agem na recuperação de solos de baixa fertilidade, permitem consórcio com outros cultivos agrícolas e criação de animais, e de suas árvores, além da madeira, é possível o uso da casca para fins industriais (EMBRAPA, 2012). Em florestas manejadas para a produção de madeira, a retirada desse componente é o principal meio de exportação de nutrientes (Bellote, 2006). Portanto, a quantificação dos nutrientes nos componentes da biomassa de um povoamento permite avaliar a magnitude dos reflexos que seriam causados pela intervenção do homem ou por fenômenos naturais ocorridos no ecossistema (Drumond et al., 1997).

A saída de nutrientes via exportação deve ser um componente levado em consideração por parte das empresas, na hora do planejamento. 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 Ca, é elevada devido à colheita da madeira com casca (Gonçalves et al., 2011). Dessa forma, o estudo desses povoamentos, em especial o que diz respeito à exportação de nutrientes por meio da colheita da biomassa florestal, é a base para o entendimento da dinâmica nutricional em uma plantação, sendo essencial para repor os nutrientes exportados, não gerando a exaustão do sítio de produção. No caso de plantios novos, é vital para a produção contínua e sustentada, pois possibilita a previsão de situações que poderiam ser críticas a médio e longo prazos, tanto em relação à produtividade, como em relação às características químicas do solo (Viera et al., 2011). Portanto, este estudo foi realizado em povoamentos de *Acacia mearnsii* com quatro anos de idade estabelecidos no Rio Grande do Sul e teve como objetivo quantificar a exportação de carbono e nutrientes em decorrência de diferentes partes vegetais colhidas de acácia.

Material e métodos

Este estudo foi realizado na Fazenda Chagastelles, pertencente à empresa Agroseta S.A., distante aproximadamente 4 km da cidade de Arroio dos Ratos, RS. De acordo com a classificação de Köppen, o clima da região é do tipo Cfa, subtropical. A temperatura média do mês de janeiro fica em torno de 24 °C, a do mês de julho é de 13 °C, sendo a temperatura média em torno de 18-19 °C e a temperatura média máxima anual de 24 °C e mínima 14 °C. A precipitação pluvial anual varia de 1200 a 1600 mm, sendo esta bem distribuída, ocorrendo de 100 a 120 dias de chuva no ano (Moreno, 1961).

Segundo Embrapa (2006), o solo estudado foi classificado como Argissolo Vermelho distrófico típico, localizado em relevo suavemente ondulado. Os atributos químicos do solo encontram-se na Tabela 1.

Tabela 1. Atributos químicos do solo em área com *Acacia mearnsii* com quatro anos de idade, Arroio dos Ratos, RS.

Prof. cm	Argila g kg ⁻¹	pH H ₂ O	MO			P mg dm ⁻³	K mg dm ⁻³	Ca Mg CTC			Cu	Zn mg dm ⁻³	Fe mg dm ⁻³	Mn
			m %	V				cmol _c L ⁻¹						
0 – 10	310 (3)	4,4 (MB)	2,5 (B)	27 (A)	44 (MB)	4,0 (MB)	86 (A)	2,0 (B)	0,5 (B)	4,8 (B)	1,8 (A)	1,6 (A)	123 (A)	90 (A)
10 – 20	350 (3)	4,3 (MB)	2,0 (B)	27 (A)	41 (MB)	3,2 (MB)	112 (MA)	1,5 (B)	0,5 (B)	3,9 (B)	1,9 (A)	1,3 (A)	133 (A)	76 (A)
20 – 30	440 (2)	4,4 (MB)	1,8 (B)	30 (A)	39 (MB)	3,2 (B)	114 (MA)	2,2 (M)	0,8 (M)	4,7 (B)	2,3 (A)	0,8 (A)	64 (A)	38 (A)
30 – 40	460 (2)	4,4 (MB)	1,8 (B)	41 (A)	35 (MB)	3,2 (B)	78 (A)	2,1 (M)	0,9 (M)	4,9 (B)	2,2 (A)	0,5 (M)	54 (A)	6 (A)
40 – 50	430 (2)	4,4 (MB)	1,7 (B)	33 (A)	40 (MB)	3,2 (B)	78 (A)	1,8 (B)	0,8 (M)	4,7 (B)	2,0 (A)	0,4 (M)	51 (A)	6 (A)
50 – 60	560 (2)	4,4 (MB)	1,6 (B)	35 (A)	40 (MB)	2,5 (MB)	90 (A)	1,9 (B)	0,9 (M)	5,0 (B)	1,9 (A)	0,4 (M)	45 (A)	1 (B)

Argila: ≤ 20% = Classe 4, 21–40% = Classe 3, 41–60% = Classe 2, >60% = Classe 1; pH, m e V: Muito Baixo (MB), Baixo (B), Médio (M) e Alto (A); Fósforo e Potássio: Muito Baixo (MB), Baixo (B), Médio (M), Alto (A) e Muito Alto (MA); Matéria Orgânica, Cálcio, Magnésio e Micronutrientes: Baixo (B), Médio (M) e Alto (A).

A semeadura foi realizada em setembro de 1997, numa área de 2.564 ha, com espaçamento de 3,0 m x 1,33 m, tendo como preparo de solo a subsolagem com haste de 45 cm profundidade de alcance e gradagem na linha de plantio. A semeadura foi realizada com plantadeira hidráulica de acácia-negra (PHA) e em cada cova, foram colocadas oito sementes.

Simultaneamente ao plantio, foi realizada a adubação, utilizando-se 40 gramas por cova de NPK (02-32-06). Passados 45 dias da emergência das plantas foi realizado o raleio, mantendo-se na cova a muda mais central e desenvolvida. Foi também feito o replantio com mudas (idade de 45 a 50 dias) aproximadamente 30 a 40 dias após a semeadura direta.

Inicialmente, foi escolhida uma área homogênea quanto às condições de sítio, onde

foram demarcadas sete parcelas de formato retangular de 20 x 30 m (600 m²). Em cada uma das parcelas foram medidos os diâmetros à altura do peito (DAP) de todas as árvores, com suta, e a altura total (h) de 10% das mesmas, com aparelho Vertex.

As alturas das árvores que não foram medidas foram estimadas com um modelo de relação hipsométrica, que apresentou os melhores parâmetros de ajuste para a região e para a espécie, na época da realização da pesquisa (Tabela 2). Ressalta-se que as coletas de todos os dados para o presente estudo foram realizadas quando o povoamento se encontrava com 4 anos de idade. O volume total com e sem casca foi estimado com base nas equações propostas por Schneider & Hosokawa (1978), a partir dos dados de DAP e altura do povoamento.

Tabela 2. Equação de regressão testada para estimar as alturas e equações utilizadas para cálculo do volume total com e sem casca para *Acacia mearnsii* De Wild. com quatro anos de idade, Arroio dos Ratos, RS.

Modelo	Coeficientes		R ² _{aj}	S _{yx} (%)
	b ₀	b ₁		
log h = b ₀ + b ₁ * 1/DAP	1,378574	-2,079563	0,92	3,0
Log vcc = b ₀ + b ₁ * log(DAP ² h)	-4,20076	0,944568	0,98	2,1
Log vsc = b ₀ + b ₁ * log(DAP ² h)	-4,29654	0,9562276	0,97	2,0

h: altura total (m); log: logaritmo de base 10; DAP: diâmetro à altura do peito (cm); vsc: volume total sem casca (m³); vcc: volume total com casca (m³); R²_{aj}: coeficiente de determinação; S_{yx}(%): erro padrão.

A partir dos dados do inventário das parcelas, o povoamento foi caracterizado, agrupando-se as árvores em classes de diâmetro, de modo a abranger as variações ocorridas no povoamento. Para tanto, determinou-se o número de classes, por meio da fórmula de Sturges descrita por Finger (1992),

a qual é expressa por: $K = 1 + 3,3 * \log n$, onde n = número de observações e K = número de classes. Também foi determinado o intervalo de classes, com base na fórmula: $h = H/K$, onde H = amplitude total (DAP máx – DAP min), K = número de classes e h = intervalo de classe (cm). Na Figura 1, tem apresentada a distribuição do

número de árvores por hectare, observa-se que a maioria das árvores encontra-se nas classes intermediárias de DAP.

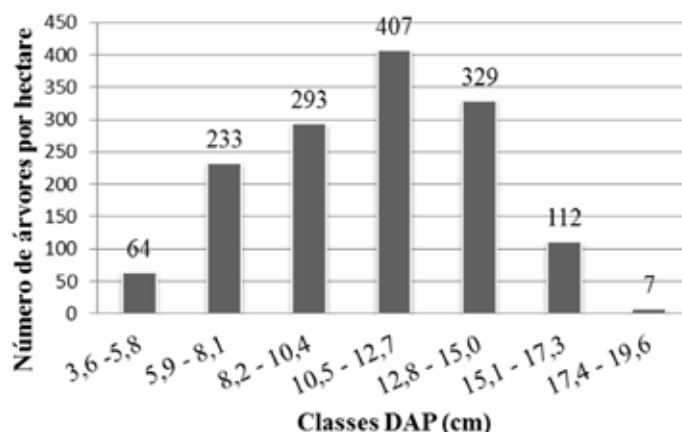


Figura 1. Número de árvores de *Acacia mearnsii* por hectare, distribuídas nos intervalos de classes de DAP com quatro anos de idade, Arroio dos Ratos, RS.

Após a determinação da distribuição diamétrica e sua divisão em classes de diâmetro, foram selecionadas três árvores em cada uma delas, de modo que a maior amplitude dos dados fosse contemplada. O DAP e a altura total foram medidos e em seguida os galhos foram separados do tronco e classificados em vivos (verdes) e mortos (secos). Dos galhos verdes foram separadas todas as folhas. O tronco foi descascado, sendo separado em dois componentes: madeira e casca.

Ainda no campo, os componentes (madeira, casca, folhas, galhos vivos e galhos mortos) tiveram seu peso úmido determinado, mediante pesagem com utilização de uma balança de gancho. Logo após, foram retiradas amostras de todos os componentes das árvores e pesadas em balança de precisão (0,01 g). Para a madeira e casca, foram retiradas amostras nas posições de 1; 3; 10; 20; 30; 40; 50; 60; 70; 80 e 90% da altura total das árvores.

Com o peso úmido determinado no campo, as amostras foram devidamente identificadas e encaminhadas para o Laboratório de Ecologia Florestal/CCR-UFSM, onde foram postas em estufa de circulação de ar, à temperatura de 65°C, até atingirem peso constante, para obtenção do peso seco das amostras. Com o peso seco e úmido das amostras, estabeleceu-se a relação peso seco/úmido. Com o peso úmido total de cada componente, foram calculados os pesos secos de cada componente de árvore e, com isso,

procedeu-se a determinação da biomassa seca (kg).

As 21 árvores amostradas tiveram suas raízes escavadas com auxílio de um trator. Por meio do uso de bomba de pressão, foram submetidas à lavagem, na qual o solo aderido às raízes foi totalmente removido e todas as raízes com diâmetro acima de 2 mm incluindo o toco foram coletadas. As amostras da raiz foram retiradas nesse momento, com a determinação do seu peso úmido, sendo posteriormente levadas ao Laboratório de Ecologia Florestal/CCR-UFSM, onde foi realizado o mesmo procedimento adotado para as outras amostras.

Para a determinação do teor de nutrientes nos diferentes componentes das árvores de acácia negra, foram utilizadas as amostras anteriormente coletadas para a determinação da biomassa de folhas, galho vivo, galho morto, madeira, casca e raiz. No Laboratório de Ecologia Florestal/CCR-UFSM, as amostras foram secas, moídas e submetidas a análises químicas para obtenção dos teores dos nutrientes. Os macros e micronutrientes foram determinados com base na metodologia descrita por Tedesco et al. (1995), para análises de tecidos vegetais.

Quantidade de nutrientes nos componentes da biomassa

As quantidades de macro e micronutrientes por hectare (kg ha^{-1} e g ha^{-1} , respectivamente) foram determinadas com

base na média do teor de cada nutriente (g kg^{-1} e mg kg^{-1}) dos componentes das árvores pelo produto com a biomassa (Mg ha^{-1}) dos respectivos componentes, por classe diamétrica. O total por hectare foi obtido pela somatória dos valores por classe diamétrica.

Resultados e Discussão

O uso dos diferentes componentes da biomassa faz com que sejam exportadas do sítio diferentes quantidades de nutrientes (Tabela

3). O componente madeira contém 64% da biomassa, 50% de Ca, 21% de N, 27% de P, 30% de K, 37% de Mg e 45% de S para os macronutrientes e 25% de B, 37% de Cu, 9% de Fe, 26% de Mn e 41% de Zn dos micronutrientes. Enquanto a folha, que contém 3% da biomassa total, contém 20; 18; 12; 5; 10 e 10% para os macronutrientes N, P, K, Ca, Mg e S respectivamente e 17; 18; 5; 19 e 6% para os micronutrientes B, Cu, Fe, Mn e Zn respectivamente.

Tabela 3. Distribuição percentual do estoque dos nutrientes nos componentes da biomassa da *Acacia mearnsii* De Wild., com quatro anos de idade, Arroio dos Ratos, RS.

Componente	N	P	K	Ca	Mg	S	B	Cu	Fe	Mn	Zn
	%										
Folha	20	18	12	5	10	10	17	18	5	19	6
Raiz	14	11	11	8	7	15	17	14	66	14	14
Madeira	21	27	30	50	37	45	25	37	9	26	41
Casca	22	17	21	21	22	10	20	10	10	20	12
Galho Morto	8	6	4	7	11	8	8	11	5	9	11
Galho Vivo	15	21	22	9	13	12	13	10	5	12	16

Com isso, constata-se que o uso apenas da madeira e da casca do sistema causa uma menor exportação dos nutrientes. Isto também foi observado por Barrichello (2003), segundo o qual o processo que menos exportou nutrientes durante o manejo de uma floresta de acácia-negra foi aquele em que foi utilizado como produto da floresta a madeira e a casca até um diâmetro mínimo de 9 cm, deixando, no sítio, os demais componentes (folhas, galhos e ponteiros) como resíduos para as próximas rotações, pois, com a colheita desses, a produção do sítio fica significativamente comprometida.

A colheita da madeira mais a casca resulta nas seguintes exportações de macronutrientes: 73% do C, 43% do N, 44% do P, 51% do K, 71% do Ca, 59% do Mg, 55% do S e 45% do B, 47% do Cu, 19% do Fe, 46% do Mn e 53% do Zn, para os micronutrientes (Figura 2). Fica evidenciado assim como ocorreu para os macronutrientes que a conservação dos demais resíduos no sítio é de grande importância, pois conserva grande quantidade de micronutrientes, sendo que para o B, Cu, Fe e Mn essa conservação está acima de 50%.

Para Caldeira et al. (2003) do total de micronutrientes acumulados nas árvores, a participação na copa (folhas, galhos vivos e

galhos mortos) foi de 15,07% do Fe, 7,49% do Zn, 2,53% do B, 2,48% do Mn, 0,91% do Cu e 37,36% do Na, que representa 43% da biomassa total do povoamento e contém 65,86% do total de micronutrientes que se acumularam na biomassa acima do solo. Na casca e na madeira, do total acumulado, apresentaram 6,71% do Fe, 2,11% do Mn, 1,66% do Zn, 1,58% do B, 0,63% do Cu e 21,47% do Na.

O acúmulo de biomassa e nutrientes na madeira e casca em *Acacia mearnsii* corrobora àqueles encontrados por outros autores (Caldeira et al, 1999; Calil, 2003; Barichello, 2003) (Tabela 4). Para Poggiani et al. (1984), a exportação de nutrientes está diretamente relacionada com a quantidade de biomassa de cada componente e com o respectivo teor de cada elemento. Este aspecto salienta a necessidade de explorar apenas o tronco das árvores e de deixar os resíduos no campo para que eles possam melhorar as características físicas, químicas e biológicas do solo, com a adição de matéria orgânica.

Em trabalho realizado com árvores dos diferentes tipos de vegetação, Drumond et al. (1997), verificaram que estas apresentaram, em média, 80% da sua biomassa no lenho e que este apresentou um acúmulo médio de 47% de N,

36% de P, 40% de K, 32% de Ca e 30% de Mg. Em caso de exploração, recomenda-se que apenas o lenho deveria ser retirado das áreas, deixando

os resíduos (folhas, galhos e casca) no local para que eles possam garantir uma parcial reposição dos nutrientes.

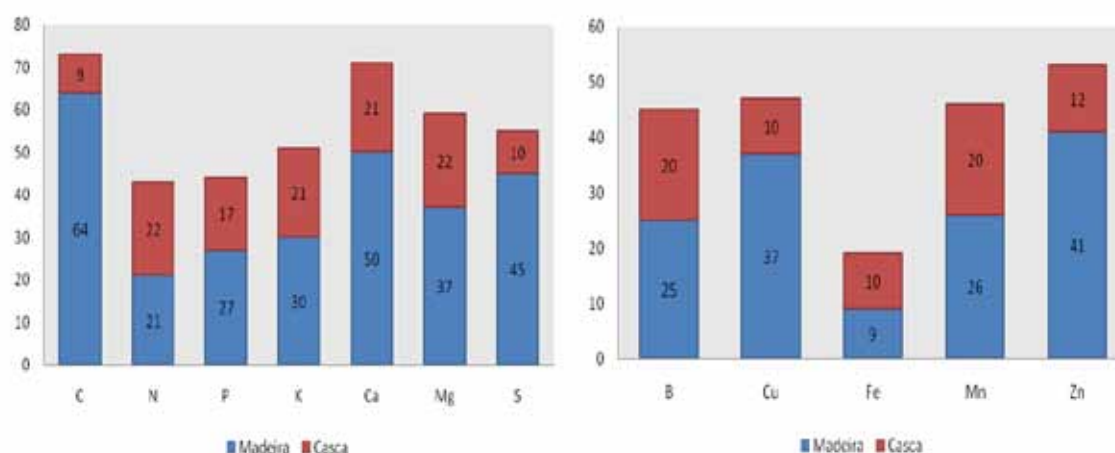


Figura 2. Percentagem de exportação de macronutrientes e micronutrientes com a colheita da madeira e da casca de *Acacia mearnsii* De Wild., com quatro anos de idade, Arroio dos Ratos, RS.

Tabela 4. Acúmulo de biomassa e macronutrientes na madeira e casca em *Acacia mearnsii*

Idade (anos)	Comp.	Biomassa (Mg ha ⁻¹)	Quantidade de Nutrientes (kg ha ⁻¹)					Ref.
			N	P	K	Ca	Mg	
2,4	M	20	39,5	4,3	59,8	14,2	4,9	(1)
	C	5	50,0	2,1	33,7	34,7	7,0	
4,0	M	47	73,7	4,2	60,6	133,8	21,0	(2)
	C	7	75,3	2,6	42,2	55,2	12,9	
6,0	M	79	95,2	10,4	44,3	57,0	16,1	(3)
	C	10	102,2	3,3	29,5	138,0	12,4	
8,0	M	82	153,7	5,4	107,2	110,7	37,1	(4)
	C	11	105,7	2,4	167,8	115,7	12,9	

M – Madeira e C – Casca. Fonte: (1) Caldeira et al. (1999); (2) Presente Trabalho; (3) Calil (2003); (4) Barichello (2003).

Nas folhas encontra-se a maioria das células vivas da árvore, que tendem a acumular maiores quantidades de nutrientes, em função dos processos de transpiração e fotossíntese (Kramer & Kozlowski, 1979). Mostrando a grande importância em se manter esse resíduo no sítio, sem a sua queima, pois contém uma grande quantidade de nutrientes que se tornam rapidamente disponíveis para as plantas (Caldeira et al., 2008; Pinto et al., 2009).

Foi observado que a *Acacia mearnsii* aos seis anos de idade (Calil, 2003), exporta pela colheita, da madeira mais a casca, 35% do N, 31% do P, 39% do K, 47% do Ca, 36% do Mg, 54% do S, 46% do B, 47% do Cu, 30% do Fe, 36% do Mn e 40% do Zn da biomassa total das árvores.

Conclusão

Pode se concluir com a elaboração deste trabalho a exportação de nutrientes por

meio da colheita pode ser minimizada com a permanência dos resíduos (folhas, galhos vivos e mortos, tocos e raízes) em campo, pois apesar de representarem uma fração menor da Biomassa, suas concentrações são muito superiores ao troco e a casca.

Referências

- ABRAF. 2012. *Anuário estatístico da ABRAF 2012 ano base 2011*. ABRAF, Brasília, Brasil. 150p.
- Barichello, L. 2003. *Quantificação da biomassa e dos nutrientes em floresta de Acacia mearnsii De Wild. na região sul do Brasil*. 58f. (Dissertação de Mestrado) - Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, Brasil.
- Bellote, A.F.J. 2006. Interação solo versus planta e a sustentabilidade da produção das florestas plantadas. *Revista opiniões* 003/11, mar-mai.
- Caldeira, M.V.W., Rondon Neto, R.M., Schumacher, M.V. 2003. Conteúdo e exportação de micronutrientes em acácia-negra (*Acacia*

- mearnsii* De Wild.) procedência Batemans Bay (Austrália). *Revista Árvore* 27: 9-14.
- Caldeira, M.V.W., Schumacher, M.V., Santos, E.M., Tedesco, N, Pereira, J.C. 1999. Estimativa do conteúdo de nutrientes em um povoamento jovem de *Acacia mearnsii* De Wild. estabelecido na região sul do Brasil. *Floresta* 29: 53-65.
- Caldeira, M.V.W., Vitorino, M.D., Schaadt, S.S., Moraes, E., Balbinot, R. 2008. Quantificação de serapilheira e de nutrientes em uma Floresta Ombrófila Densa. *Semina: Ciências Agrárias* 29: 53-68.
- Calil, F.N. 2003. *Aspectos da ciclagem de nutrientes em um sistema silvipastoril com Acacia mearnsii* De Wild., no município de Tupanciretã, RS. 77f. (Dissertação de Mestrado) – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, Brasil.
- Carpanezi, A.A. 1998. Espécies para recuperação ambiental. In: GALVÃO, A.P.M. (ed.) *Espécies não tradicionais para plantios com finalidades produtivas e ambientais*. Colombo: Embrapa Florestas, Brasil. p. 43-53.
- Drumond, M.A., Barros, N.F.de, Souza, A.L.de, Silva, A.F.de. 1997. Distribuição de biomassa e de nutrientes em diferentes coberturas florestais e de pastagem na região do médio Rio Doce-MG. *Revista Árvore* 21: 187-199.
- Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – EMBRAPA. CultivodaAcácia-negra. In: *Sistemas de Produção* v.3. 2013. <http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/AcaciaNegra/CultivodaAcaciaNegra/>
- Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - EMBRAPA. 2006. *Sistema brasileiro de classificação de solos*. 2.ed. Rio de Janeiro: Embrapa Solos. 306p.
- Finger, C.A.G. 1992. *Fundamentos de biometria florestal*. Santa Maria: UFSM/CEPEF/FATEC. 201p.
- Gonçalves, E.O., Caldeira, M.V.W., Schumacher, M.V., Vieira, M., Godinho, T.O. 2011. Exportação de nutrientes pela colheita florestal. In: Caldeira, M.V.W., Garcia, G.O., Gonçalves, E.O., Arantes, M.D.C.; Fiedler, N.C. (eds) *Contexto e Perspectivas da Área Florestal no Brasil*. Suprema, Alegre, Brasil. 117-140.
- Kramer, P.J., Kozlowski, T.T. 1979. *Physiology of wood plants*. Academic Press, New York, EUA. 811p.
- Moreno, J.A. 1961. *Clima do Rio Grande do Sul*. Secretaria da Agricultura, Porto Alegre, Brasil. 42p.
- Oliveira, H.A. 1968. *Acácia-negra e tanino no Rio Grande do Sul*. La Salle, Canoas, Brasil. 121p.
- Pinto, S.I.C., Martins, S.V., Barros, N.F., Dias, H.C.T. 2009. Ciclagem de nutrientes em dois trechos de floresta Estacional Semidecidual na Reserva Florestal Mata do Paraíso em Viçosa, MG, Brasil. *Revista Árvore* 33: 653-663.
- Poggiani, F., Zen, S., Mendes, F.S., Spina-França, F. 1984. Ciclagem e exportação de nutrientes em florestas para fins energéticos. *IPEF* 27: 17-30.
- Schneider, P.R., Hosokawa, R.T. 1978. Estudo de equações volumétricas para Quadros de volume com e sem casca para Acácia Negra (*Acacia mearnsii* De Wild). In: Congresso florestal brasileiro, 3. *Programa e resumos...* Manaus, Brasil. p.90-95.
- Schumacher, M.V., Poggiani, F. 1993. Produção de biomassa e remoção de nutrientes em povoamentos de *Eucalyptus camaldulensis* Dehnh, *Eucalyptus grandis* Hill ex Maiden e *Eucalyptus torelliana* f. Muell, plantados em Anhembi, SP. *Ciência Florestal* 3: 9-18.
- Simon, A.A. 2005. A cadeia produtiva da acácia-negra, aspectos econômicos, sociais e ambientais. In: Reflorestamento e recuperação ambiental. *Ambiente e tecnologia: o desenvolvimento sustentável em foco*, 1. *Programa e resumos...* Lajeado, Brasil. p. 149-166.
- Tedesco, M.J., Gianello, C., Bissani, C.A. Bohnen, H., Volkweiss, S.J. 1995. *Análises de solos, plantas e outros materiais*. 2.ed. Porto Alegre: Universidade Federal do Rio Grande do Sul, (Boletim Técnico, 5). 174p.
- Viera, M.; Schumacher, M.V.; Banacina, D.M. 2011. Biomassa e nutrientes removidos no primeiro desbaste de um povoamento de *Pinus taeda* L. em Cambará do Sul, RS. *Revista Árvore*, 35: 371-379.