

## EXPORTAÇÃO DE NUTRIENTES EM FUNÇÃO DO TIPO DE EXPLORAÇÃO EM UM POVOAMENTO DE *Acacia mearnsii* DE WILD

Marcos Vinicius Winckler Caldeira<sup>1</sup>  
Rubens Marques Rondon Neto<sup>1</sup>  
Mauro Valdir Schumacher<sup>2</sup>  
Luciano Farinha Watzlavick<sup>1</sup>

### RESUMO

O estudo objetivou quantificar a exportação de nutrientes em decorrência de diferentes modalidades de colheita em um povoamento de *Acacia mearnsii*, aos 2,4 anos de idade. As maiores exportações em percentagem de N, P, K, Ca e Mg, respectivamente 26; 27; 38; 32; 30 e 25 ocorreram com a colheita da madeira com casca. A exportação de N aumenta em mais de duas vezes e de Ca em mais de três vezes, quando ocorre a colheita da madeira com casca em relação à colheita da madeira sem casca.

**Palavras-chaves:** *Acacia mearnsii*, exportação de nutrientes, colheita florestal

### ABSTRACT

#### NUTRIENTS EXPORTS AS A FUNCTION OF EXPLORATION IN A STAND OF *ACACIA MEARNsii* DE WILD

The study aimed to quantify the nutrients exportation due to different intensities of harvest in a 2,4 years old *Acacia mearnsii* stand. The most exportations in percent of N, P, K, Ca and Mg, respectively 26; 27; 38; 32; 30 and 25 occurred with bark log harvest. The N exportation rises twice and the Ca three times when bark log harvest occur comparing to the log harvest.

**Key Words:** *Acacia mearnsii*, nutrients exportation, forest harvest

### INTRODUÇÃO

A colheita é sem dúvida o principal meio de exportação de nutrientes do ecossistema florestal, pois além da retirada de partes da árvore, a atividade pode propiciar condições para a ocorrência dos demais fatores como erosão, lixiviação, volatilização e retirada da manta orgânica (Sant'ana, 1999). As

quantidades exportadas, dependem principalmente do nutriente, do componente da árvore a ser colhido, da idade de corte do povoamento, das condições edafoclimáticas, da espécie e da eficiência dos processos de ciclagem de nutrientes (Reis & Barros, 1990; Valeri, 1988; Caldeira, 1998).

A quantidade de nutrientes removidos para

<sup>1</sup> Centro de Ciências Florestais da Madeira/UFPR. Rua Prof. Lothário Meissner, 3400 – Jardim Botânico; CEP: 80210-170. Curitiba/PR. Bolsista do CNPq. caldeira@floresta.ufpr.br

<sup>2</sup> Departamento de Ciências Florestais/Centro de Ciências Rurais/Universidade Federal de Santa Maria - 97105-900 – Santa Maria/RS. schuma@ccr.ufsm.br

Recebido para publicação em 2000.

fora do sítio através da colheita florestal não é proporcional à quantidade de biomassa. Isto porque as concentrações de nutrientes nos tecidos são diferentes em cada componente de uma árvore (Binkley, 1986; Kimmins, 1987; Schumacher, 1995; 1996; Caldeira 1998; Caldeira & Schumacher, 1999; Pereira et al., 1999). A exportação de nutrientes também depende fundamentalmente, da espécie, idade de corte, densidade das árvores, biomassa produzida e das técnicas e intensidade de exploração (Phillips & Van Lear, 1984; Sant`ana, 1999; Wisniewski et al., 1999).

Estimar a exportação de nutrientes através das diferentes intensidades de utilização da biomassa acima do solo é importante para a compreensão e definição do manejo a ser adotado, visando a manutenção da capacidade de produção dos povoamentos nos diferentes tipos de solos em uso. Contudo, a fertilidade solo pode ser diminuída pela remoção excessiva de biomassa viva, particularmente se as copas das árvores forem removidas na colheita ou na preparação do sítio (Gomes et al., 1997; Wisniewski et al., 1999).

Durante a colheita florestal dependendo da intensidade de aproveitamento da biomassa florestal produzida pode-se causar grandes e diferentes impactos sobre a fertilidade do solo nos diferentes sítios. Medidas especiais devem ser tomadas sobre a quantidade e forma de adubação de reposição para que seja assegurada um produtividade sustentável a longo prazo.

Em povoamentos florestais jovens a razão de alburno/cerne é maior que em povoamentos velhos. O alburno é constituído por tecidos jovens, geralmente possui maior concentração de nutrientes que o cerne. Entretanto, através da exploração de povoamentos com idades jovens, regime de mini-rotações, ocorre uma grande exportação de nutrientes, principalmente do P (Schumacher, 1996). O Ca também é muito exportado nesta condição dada a alta percentagem de casca (Caldeira, 1998). Além do que a exploração total em povoamentos de rotação mais curta diminuem mais rapidamente a reserva de nutrientes do solo do que nos de rotação

mais longa (Webber & Madgwick, 1983).

A *Acacia mearnsii* De Wild., é considerada uma essência florestal consolidada no Rio Grande do Sul, pois ao longo dos anos, vem aumentando cada vez mais a sua contribuição para o setor florestal como um todo. Neste sentido, o presente estudo teve como objetivo quantificar e analisar a exportação de nutrientes em decorrência de diferentes modalidades de colheita da biomassa de *Acacia mearnsii*, procedência Bodalla, com 2,4 anos de idade.

## MATERIAL E MÉTODOS

O presente estudo foi desenvolvido no município de Butiá, RS, localizado na região fisionômica denominada Serra do Sudeste (Escudo Rio-grandense) do Estado do Rio Grande do Sul, tendo as seguintes coordenadas geográficas: Latitude 30°07' 12" Sul e Longitude 51°57'45" Oeste de Greenwich e altitude de 35 m.

O clima da região da região é do tipo Cfa, subtropical pelo sistema de classificação Koeppen (Moreno, 1961). A temperatura média do mês mais quente (janeiro) é de 24 °C; temperatura média do mês mais frio (julho) de 13 °C e a temperatura média anual entre 18-19 °C; a temperatura média das máximas no ano fica em torno de 24 °C e a temperatura média das mínimas no ano de 14 °C. A precipitação pluvial no mês de janeiro, julho e a precipitação anual são, respectivamente, 120-140, 120 e 1400 mm (IPAGRO, 1989).

De acordo com o Boletim Técnico da EMBRAPA (1973), o solo da região em estudo pertence à Unidade de Mapeamento São Jerônimo, classificada como Argissolo Vermelho Escuro (EMBRAPA, 1999) textura argilosa, relevo ondulado e substrato granito (Oliveira et al., 1992). Esta Unidade de Mapeamento, é formada na sua maior parte, por solos profundos, bem drenados, de coloração avermelhada, textura franco argilosa a argilosa com cascalhos, porosos e desenvolvimento a partir de granitos. Os solos desta Unidade

normalmente, são fortemente ácidos, com saturação e soma de bases baixas e com baixos teores de matéria orgânica (EMBRAPA, 1973).

A *Acacia mearnsii* utilizada no presente estudo é procedente de Bodalla, New South Wales, Austrália, localizada a 36°11' latitude Sul e a 149°58' longitude leste e altitude de 15 m.

O plantio do povoamento foi realizado de agosto/setembro de 1994 com o espaçamento de 1,7 x 3,0 m e no momento da coleta dos dados o mesmo apresentava-se com 2,4 anos de idade.

Inicialmente foi escolhida uma área homogênea quanto às condições de sítio, tais como: característica edafoclimáticas, e desenvolvimento. Nesta área foram demarcadas 4 parcelas de formato retangular de 18 x 24 m. Nestas foram medidos os diâmetros à altura do peito (DAP) de todas as árvores com o uso de suta e a altura de 10 % das mesmas através de um hipsômetro de Blume-Leiss.

Os diâmetros das árvores foram agrupados em classes, de tal maneira a abranger todas as variações do povoamento. As estimativas da altura das árvores nas parcelas, que não foram medidas no campo, foram feitas a partir de um modelo de relação hipsométrica ( $\log h = 1,02377831 + (-0,58398977)/DAP$ ), onde:  $h$  = altura (em m) e  $DAP$  = diâmetro à altura do peito (em cm); sendo o coeficiente de determinação ajustado ( $R^2_{aj}$ ) = 19,96 e o erro padrão da estimativa ( $S_{yx}$ ) = 5,09 (Caldeira, 1998).

Dentre as quatro parcelas estabelecidas foi selecionada uma árvore de cada classe diamétrica (9 classes) obtidas no inventário florestal, de forma que toda amplitude dos dados fosse contemplada. Uma vez identificadas, as árvores foram abatidas e cubadas rigorosamente, de acordo com a metodologia proposta por Smalian e descrita por Finger (1992). Os galhos foram separados do tronco e classificados como vivos (verdes) e mortos (secos). Dos galhos vivos foram coletadas todas as folhas. O peso fresco total das folhas, galhos vivos e mortos, casca e madeira do tronco das árvores amostradas, foi determinado no campo.

De cada componente (folhas, galhos vivos e mortos, tronco e casca) foram retiradas amostras,

as quais tiveram sua massa fresca aferida no campo. O tronco foi amostrado a partir de um disco de 5,0 cm de espessura retirado na metade da altura total da árvore, conforme a metodologia proposta por Young & Carpenter (1976). Em seguida foram acondicionadas em sacos plásticos, devidamente identificados e posteriormente levadas ao laboratório e acondicionadas em sacos de papel pardo e depois de levadas a uma estufa de ventilação forçada para posterior secagem a uma temperatura de 75 °C, por 72 horas, até atingirem peso constante e pesadas em balança de precisão para obter a massa seca. Na parte intermediária da copa das árvores, nos quatro pontos cardeais, foram coletadas folhas para análise química.

As amostras secas de madeira e cascas foram picadas para facilitar a moagem; enquanto que as demais amostras foram moídas em moinho do tipo Wiley e passadas na peneira com malha 1,0 mm. Após retirou-se uma amostra de 50 g de cada componente para a determinação da concentração dos nutrientes na matéria seca. As concentrações de N, P, K, Ca, Mg e S foram determinadas de acordo com a metodologia proposta por TEDESCO et al. (1995).

Através de modelos de regressão utilizando-se nove árvores, isto é, uma árvore por classe diamétrica, estimou-se a biomassa acima do solo dos diferentes componentes das árvores que não foram pesadas dentro de cada parcela. A biomassa biomassa acima do solo por hectare foi calculada a partir da biomassa média das parcelas amostradas.

Para cada componente das árvores foram testados em média oito modelos de regressão. O programa utilizado para este fim foi o SPSS (Statistical Package for the Social Science) versão 7.5 para Windows. Os modelos foram comparados entre si, com a finalidade de selecionar o melhor entre eles através do coeficiente de determinação ajustado ( $R^2$ ) e, do erro padrão da estimativa ( $S_{yx}$ ) (Schneider, 1997).

O estoque dos macronutrientes ( $\text{kg ha}^{-1}$ ) nos componentes da biomassa acima do solo foi obtido a partir da biomassa e do teor dos macronutrientes

determinada para cada componente (folhas, galhos vivos e mortos, madeira e casca) (Caldeira, 1998).

A partir das informações a respeito da biomassa total produzida na procedência australiana de *Acacia mearnsii* Bodalla foram avaliadas duas modalidades de colheita florestal: 1º colheita da madeira sem casca e 2º colheita da madeira com casca.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Através dos critérios descritos por Schneider (1997) para os componentes (folhas, galhos vivos, casca e madeira) foi utilizado o modelo alométrico:  $lnY = a + b \times lnDAP$ , onde:  $lnY$  = logaritmo natural do peso seco (biomassa) dos componentes (em kg),  $a$  e  $b$  = coeficientes do modelo,  $lnDAP$  = logaritmo natural do diâmetro à altura do peito (DAP) (em cm). Para quantificar os galhos mortos, utilizou-se o mesmo critério descrito acima, porém o modelo

alométrico utilizado foi:  $lnY = a + b \times lnDAP + c \times lnH$ , onde:  $lnY$  = logaritmo natural do peso seco (biomassa) dos galhos mortos (em kg),  $a$ ,  $b$  e  $c$  = coeficientes do modelo,  $lnDAP$  = logaritmo natural do diâmetro à altura do peito (DAP) (em cm),  $lnH$  = logaritmo natural da altura total (em m) (Tabela 1) (Caldeira, 1998).

Através das informações da biomassa acima do solo de cada componente, bem como do teor e da quantidade de nutrientes na procedência de *Acacia mearnsii* (Tabela 2), e considerando-se as duas diferentes modalidades de colheita florestal é possível observar, na Tabela 3 uma grande variação entre estes métodos de colheita no que se refere à quantidade de nutrientes exportados.

O melhor sistema de colheita, isto é, que menos exportaria nutrientes em povoamentos jovens seria aquele que se utiliza a madeira do tronco sem casca, mas cabe aqui ressaltar que em povoamentos de acácia-negra, a casca tem uma grande importância comercial.

**Tabela 1.** Modelos de regressão utilizados para quantificar biomassa acima do solo dos componentes de *Acacia mearnsii*.

**Table 1.** Regression models used to quantify above-ground biomass of the components of *Acacia mearnsii*.

Componentes	Coeficientes/modelo de regressão				
	$lnY = a + b \times lnDAP$				
	<i>a</i>	<i>b</i>	R <sup>2</sup> aj (%)*	Syx**	
Folhas	-3,86517911	2,51263115	95,7	0,21	
Galhos Vivos	-3,15257297	2,09792656	84,3	0,36	
Casca	-3,35399324	1,96770251	94,9	0,18	
Madeira	-2,76006018	2,30969222	97,8	0,14	
	$lnY = a + b \times lnDAP + c \times lnH$				
	<i>a</i>	<i>b</i>	<i>c</i>	R <sup>2</sup> (%)*	Syx**
Galhos Mortos	-13,77568817	-0,82334779	5,75599967	37,4	0,86

\*Coeficiente de determinação ajustado e \*\*Erro padrão da estimativa.

Dos sistemas de exploração, o mais usual em acácia-negra, na idade de corte (7 - 9 anos de idade) é aquele que explora o tronco por inteiro, até o diâmetro mínimo de 6,0 cm, deixando madeira e casca inferiores a essa medida, ou seja, (“a ponteira”) no campo, juntamente com galhos e folhas. Esse sistema de exploração possibilita um grande volume de resíduos sob o solo e, assim, uma grande quantidade de nutrientes, que serão liberados dessa biomassa. Contudo, ao utilizar esse sistema os nutrientes mais exportados são N (59 %), Ca (50 %) e Mg (44 %), pois tais elementos possuem seus maiores teores nas folhas, casca e galhos, respectivamente (Pereira et al., 1999).

A permanência dos resíduos de exploração florestal no campo, segundo Valeri (1988) como adubo orgânico, é de grande importância para ciclagem de nutrientes, pois eles acumularam cerca de 17,8 %; 16,4 % e 16,2 % do total dos nutrientes

estimados na parte aérea das árvores de *Pinus taeda* com diferentes idades (7, 10 e 14 anos) antes do 1º, 2º e 3º desbaste, respectivamente. Entre os resíduos de exploração, as acículas são de maior importância para a ciclagem de nutrientes, principalmente com relação ao N, P, K, Mg, Mn, Cu e Zn. Além das acículas apresentarem a maior proporção destes nutrientes, a velocidade de decomposição das mesmas é mais rápida do que a dos ramos (Barber & Van Lear, 1984; Baker & Attiwill, 1985).

Caldeira (1998) observou que as folhas de *Acacia mearnsii* possuem as maiores concentrações de N, P, K, Mg e S em relação aos outros componentes. Portanto, isso comprova que as maiores concentrações de N nas folhas de *Acacia mearnsii* demonstram um maior potencial de ciclagem de nutrientes desta espécie, via serapilheira. Os maiores teores de nutrientes, especialmente de N encontrados nas folhas *Albizia*

**Tabela 2.** Biomassa acima do solo, teor e quantidade dos nutrientes nos componentes de *Acacia mearnsii*.

**Table 2.** Above-ground biomass, content and amount of the nutrients in the components of *Acacia mearnsii*.

Componentes/Biomassa (kg.ha <sup>-1</sup> )												
Folhas	Galhos Vivos		Galhos Mortos		Casca		Madeira		Total (Mg ha <sup>-1</sup> )			
4376,77	3850,74		75,44		2421,32		8751,32		19,4			
(9,73) <sub>1</sub>	(10,61)		(9,10)		(10,80)		(10,15)					
(4,87) <sub>2</sub>	(5,30)		(7,47)		(5,45)		(5,08)					
Nutrientes												
Componentes	N		P		K		Ca		Mg		S	
	g kg <sup>-1</sup>	kg ha <sup>-1</sup>	g kg <sup>-1</sup>	kg ha <sup>-1</sup>	g kg <sup>-1</sup>	kg ha <sup>-1</sup>	g kg <sup>-1</sup>	kg ha <sup>-1</sup>	g kg <sup>-1</sup>	kg ha <sup>-1</sup>	g kg <sup>-1</sup>	kg ha <sup>-1</sup>
Folhas	23,56	103,3	1,00	4,38	9,22	40,35	6,81	29,80	1,64	7,18	1,18	5,16
Galhos Vivos	7,96	30,65	0,40	1,54	6,24	24,03	3,94	15,17	10,3	3,97	0,60	2,31
Galhos Mortos	4,54	0,34	0,10	0,007	2,31	0,17	4,21	0,32	0,72	0,05	0,20	0,015
Casca	11,38	27,55	0,40	1,02	4,63	11,21	6,23	15,08	1,14	2,76	0,62	1,50
Madeira	2,23	20,3	0,14	1,22	3,27	28,62	0,72	6,30	0,24	2,10	0,12	1,05

<sup>1 e 2</sup> Valores entre os parênteses representam respectivamente, os coeficientes de variação (em %) e o erro padrão da média (em %) entre as parcelas.

*guachapele*, segundo Froufe et al. (1998) demonstram que esta espécie possui um maior potencial de ciclagem nutriente, via serapilheira, do que outras espécies como por exemplo, eucalipto.

O elevado teor de nutrientes nas folhas de acordo com Kramer & Kozlowski (1979) torna este componente muito importante para a ciclagem de nutrientes, embora represente um pequeno percentual em relação à biomassa total das árvores.

A retirada de madeira com casca do sítio, deixando no solo como resíduo de colheita apenas galhos e folhas, é o sistema que exporta maiores quantidades de todos os nutrientes analisados principalmente, K, Ca e Mg (Tabela 3). Resultados similares foram encontrados por Caldeira & Schumacher (1999) com *Acacia mearnsii* procedência australiana Lake George Bunge Dore.

Pereira et al. (1999) trabalhando com *Acacia mearnsii*, aos nove anos de idade, verificaram que mediante a retirada de madeira com casca, os nutrientes mais exportados são N (83 %), Ca (72 %) e Mg (63 %). Em povoamentos de eucaliptos, o N é o mais exportado pela colheita de madeira do tronco,

o P é o menos exportado (Sant`ana, 1999).

Comparando-se o 1º com o 2º sistema, verifica-se que o maior aumento da exportação foi do N, passando de 11 para 26 %; o Ca de 9 para 32 % e o Mg passou de 13 para 30 %. Resultados semelhantes foram obtidos por Caldeira & Schumacher (1999). Porém, Pereira et al. (1999) também comparando o 1º sistema com o 2º sistema, verificaram que as maiores exportações ocorreram para o K, que triplica, passando de 13 para 39 % e o P mais que duplica passando de 16 para 38 %.

A variação na quantidade de nutrientes exportados por *Acacia mearnsii* pode ser resultante da quantidade de biomassa produzida, capacidade de absorção, distribuição e utilização de nutrientes. Pois, quanto maior a quantidade de biomassa retirada do povoamento, a tendência é ser maior a exportação de nutrientes do sistema (Caldeira, 1998). A remoção dos nutrientes para fora do sítio mediante a colheita de madeira com casca está fortemente relacionada com a idade das árvores e com a concentração dos nutrientes nos componentes da biomassa acima do solo.

**Tabela 3.** Exportação de nutrientes em decorrência da utilização da biomassa acima do solo de *Acacia mearnsii*.

**Table 3.** Export of nutrients due to the use of the Above-ground biomass of *Acacia mearnsii*.

Nutrientes	Madeira do tronco sem casca			Madeira do tronco com casca		
	Exportado (kg ha <sup>-1</sup> )	Exportado (%)*	Remanescente (kg ha <sup>-1</sup> )	Exportado (kg ha <sup>-1</sup> )	Exportado (%)*	Remanescente (kg ha <sup>-1</sup> )
N	20,30	11	161,84	47,85	26	134,29
P	1,22	15	6,95	2,24	27	5,93
K	28,62	27	75,76	39,83	38	64,55
Ca	6,30	9	60,37	21,38	32	45,29
Mg	2,10	13	13,96	4,86	30	11,20
S	1,05	10	8,98	2,55	25	7,48

\*Os valores em %, referem-se a quantidade de nutrientes exportados, considerando-se o estoque total de nutrientes da biomassa acima do solo.

## CONCLUSÕES

A madeira de *Acacia mearnsii* apresenta menos teores de N, Ca Mg e S quando comparada como os demais componentes da árvore (folhas, galhos vivos, galhos mortos e casca).

O sistema de colheita da madeira com casca deixando no sítio os resíduos (galhos e folhas), apresenta as maiores exportações de nutrientes em relação a colheita de madeira sem casca. Portanto, em rotações futuras o sítio pode apresentar possíveis deficiências desses nutrientes.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BAKER, T.G.; ATTIWILL, P.M. Loss of organic matter and elements from decomposing litter of *Eucalyptus obliqua* L'Hérit. and *Pinus radiata* D. Don. **Australian Forest Research**, v.15, n.3, p.309-319, 1985.
- BARBER, B.L.; VAN LEAR, D.A. Weight loss and nutrient dynamics in decomposing woody loblolly pine logging slash. **Soil Science Society of America Journal**, v.48, n.4, p.906-910, 1984.
- BINKLEY, D. **Forest nutrition management**, Jonh Wiley & Sons, Inc. 1986. 290p.
- CALDEIRA, M.V.W. **Quantificação da biomassa e do conteúdo de nutrientes em diferentes procedências de Acácia-negra (*Acacia mearnsii* De Wild.)**. Santa Maria, 1998. 96p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal). Universidade Federal de Santa Maria.
- CALDEIRA, M.V.W.; SCHUMACHER, M.V. Exportação de macronutrientes em função da exploração em uma procedência australiana de *Acacia mearnsii* De Wild. In: CICLO DE ATUALIZAÇÃO FLORESTAL DO CONE-SUL, 1999. Santa Maria. **Anais...** Santa Maria: UFSM, 1999, p.143-149.
- EMBRAPA - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Sistema brasileiro de classificação levantamento de solos**: EMBRAPA/SNPS. Rio de Janeiro, 1999. 327p.
- EMBRAPA - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Levantamento de reconhecimento dos solos do Estado do Rio Grande do Sul**. Recife, 1973. (Boletim Técnico, 30).
- FINGER, C.A.G. **Fundamentos de biometria florestal**. Santa Maria: UFSM/CEPEF/FATEC. 1992. 292p.
- FROUFE, L.C.M; FRANCO, A.A.; FARIA, S.M.; CAMPELLO, E.F.C. Reciclagem de nutrientes via folhas - serapilheira de *Eucalyptus grandis* e *Albizia guachapele* cultivados em sistemas puros e consorciados. FertBio 98: REUNIÃO BRASILEIRA DE FERTILIDADE DO SOLO E NUTRIÇÃO DE PLANTAS; 23; REUNIÃO BRASILEIRA SOBRE MICORRIZAS, 7; SIMPÓSIO BRASILEIRO DE MICRO-BIOLOGIA DO SOLO, 5; REUNIÃO BRASILEIRA DE BIOLOGIA DO SOLO, 2, Caxambú, 1998. **Resumos expandidos...** Caxambú, 1998, p.559.
- GOMES, F.S., PESSOTTI, J.E.S., PACHECO, R.M. Exportação de nutrientes por clones de *Eucalyptus urophylla*, em três unidades de solo no Vale do Rio Jari. In: IUFRO CONFERENCE ON SILVICULTURE AND IMPROVEMENT OF EUCALYPT, 1997. Salvador, BA. **Anais...** Salvador, 1997, v.3, p.209-214.
- IPAGRO – Instituto de Pesquisas Agronômicas: Seção de Ecologia Agrícola (Porto Alegre, RS). **Atlas agroclimático do Estado do Rio Grande do Sul**. Porto Alegre, 1989. 3v.
- KIMMINS, J.P. **Forest ecology**. Collier Macmillan Canada Inc. New York, 1987. 531p.

- KRAMER, P.J.; KOZLOWSKI, T.T.** Physiology of wood plants. **New York: Academic Press, 1979. 811p.**
- MORENO, J.A.** **Clima do Rio Grande do Sul.** Porto Alegre: Secretaria da Agricultura, 1961. 42p.
- OLIVEIRA, J.B., JACOMINE, P.K., CAMARGO, M.N.** **Classes gerais de solos do Brasil.** Jaboticabal, FUNEP. 201p. 1992.
- PEREIRA, J.C.; CALDEIRA, M.V.W.; SCHUMACHER, M.V.; HOPPE, J.M.; SANTOS, E.M.** Exportação de nutrientes em um povoamento de *Acacia mearnsii* De Wild. em idade de corte. In: CICLO DE ATUALIZAÇÃO FLORESTAL DO CONE-SUL, 1999. Santa Maria. **Anais...** Santa Maria: UFSM, 1999, p.158-164. 327p.
- PHILLIPS, D.R.; VAN LEAR, D.H.** Biomass removal and nutrient drain as affected by total-tree harvest in south ern pine and hardwood stands. **Journal of Forestry**, v.82, n.9, p.547-550, 1984.
- REIS, M.G.F.; BARROS, N.F.** Ciclagem de nutrientes em plantios de eucalipto. In: BARROS, N.F. NOVAIS, R.F. **Relação solo-eucalipto.** Viçosa: Folha de Viçosa, 1990. p.265-301.
- SANT'ANA, C.M.** Exportação de nutrientes na colheita de eucalipto. In: FOREST'99 - INTERNATIONAL CONGRESS AND EXHIBITION ON FOREST, 5, 1999, Curitiba. **Resumos expandidos ...** Curitiba, 1999. 1 CD-ROM.
- SCHNEIDER, P.R.** **Análise de regressão aplicada à engenharia florestal.** Santa Maria: UFSM/CEPEF, 1997. 217p.
- SCHUMACHER, M.V.** Ciclagem de nutrientes como base da produção sustentada em ecossistemas florestais. In: SIMPÓSIO SOBRE ECOSSIS-TEMAS NATURAIS DO MERCOSUL: O AMBIENTE DA FLORESTA, 1, 1996. **Anais...** Santa Maria: UFSM/CEPEF, 1996. p.65-77. 167p.
- SCHUMACHER, M.V.** **Naehrstoffkreislauf in verschiedenen Bestaenden von *Eucalyptus saligna* (Smith), *Eucalyptus dunnii* (Maiden) und *Eucalyptus globulus* (Labillardière) in Rio Grande do Sul, Brasilien.** Viena, 1995, 167 f. Tese (Doutorado) Universidade Rural de Viena.
- TEDESCO, M.J.; GIANELLO, C.; BISSANI, C.A.; BOHNEN, H.; VOLKWEISS, S.J.;** **Análise de solos, plantas e outros materiais.** Porto Alegre: UFRGS, Departamento de Solos/Faculdade de Agronomia, 1995. 174p. (Boletim Técnico, 5).
- VALERI, S.V.** **Exportação de biomassa e nutrientes de povoamentos de *Pinus taeda* L. desbastados em diferentes idades.** Curitiba, 1988. 164p. Tese (Doutorado em Engenharia Florestal). Universidade Federal do Paraná.
- WEBBER, B.; MADGWICK, H.A.I.** Biomass and nutrient content of a 29-year-old *Pinus radiata* stand. **New Zealand Journal of Forest Science**, v.13, n.2, p.222-228, 1983.
- WISNIEWSKI, C.; RACHWAL, M.F.G.; CURCIO, G.R.; GOMES, E.P.** Avaliação nutricional e exportação de nutrientes pela erva-mate plantada em diferentes ambientes. In: FOREST'99 - INTERNATIONAL CONGRESS AND EXHIBITION ON FOREST, 5, 1999, Curitiba. **Resumos expandidos ...** Curitiba, 1999. 1 CD-ROM.
- YOUNG, H.E.; CARPENTER, P.N.** Sampling variation of nutrient element content within and between trees of the same species. In: OSLO BIOMASS STUDIES, 1976. Oslo. **Proceedings...** Oslo, 1976. p.75-90.