

SUMMARY

NUTRIENT EXPORTATION FROM Pinus Taeda L. PLANTATIONS THINNED AT DIFFERENT AGES

Nutrient contents were estimated for each component from above-stump parts of removed and remaining trees of three *Pinus taeda* L. plantations with 7, 10 and 14 years old, ready to be submitted to the first, second and third thinnings respectively. In the 7 years old plantation, before first thinning, were estimated the following nutrient contents in kg/ha: 355.0 of N, 21.3 of P, 114.8 of K, 88.7 of Ca, 24.1 of Mg, 4.5 of Fe, 7.0 of Mn, 0.4 of Cu, 0.7 of Zn and 0.8 of B. In the 10 years old plantation, before second thinning, were estimated in kg/ha: 417.2 of N, 32.2 of P, 144.0 of K, 152.2 of Ca, 37.7 of Mg, 8.9 of Fe, 7.9 of Mn, 0.6 of Cu, 1.0 of Zn and 1.3 of B. In the 14 years old plantations, before third thinning, were estimated in kg/ha: 422.5 of N, 26.5 of P, 120.7 of K, 190.9 of Ca, 45.2 of Mg, 9.2 of Fe, 10.0 of Mn, 0.7 of Cu, 1.0 of Zn and 1.5 of B. The removings of stem wood with bark through thinnings of 38.4, 40.7 and 39.3% trees exported 46, 124 and 139 kg/ha of evaluated nutrients in the first, second and third thinnings respectively. The branches and needle, as slash of thinning operations, contained 110, 132 and 134 kg/ha of evaluated nutrients in the 7, 10 and 14 years old plantations respectively.

1. INTRODUÇÃO

A exportação de nutrientes que ocorre durante a exploração florestal depende fundamentalmente, da espécie, idade de corte, densidade das árvores, biomassa produzida, quantidades de nutrientes acumuladas em cada um dos componentes das árvores e das técnicas e intensidade de exploração florestal (MALKONEN, 1976; CASTRO et alii, 1980; PHILLIPS & VAN LEAR, 1984; REIS et alii, 1985).

HANSEN & BAKER (1979) consideram povoamentos de curta rotação aqueles exploráveis até 20 anos de idade e MORRISON & FOSTER (1979) consideram de rotação média os povoamentos exploráveis na faixa etária de 25 a 75 anos. No Brasil, a rotação dos povoamentos de *Pinus taeda* tem sido aos 25 anos. São plantadas cerca de 2.350 árvores por hectare e durante sua rotação, o número de árvores vai sendo reduzido gradativamente com a realização de cinco desbastes periódicos, restando para o corte final, aos 25 anos, cerca de 250 árvores por hectare. O manejo adotado nestes povoamentos visa a produção de fibras a partir das árvores retiradas nos primeiros desbastes, e de madeira para serraria e laminados, a

partir das árvores de maior diâmetro e provenientes dos últimos desbastes e corte final. Recentemente existe o interesse em utilizar os resíduos da exploração para energia.

Estudos vem sendo realizados para avaliar o impacto que as rotações curtas, aliadas aos espaçamentos reduzidos de plantio e à exploração intensiva, causam nos ecossistemas florestais.

O conhecimento da quantidade de nutrientes exportados e remanescentes nas operações de exploração florestal, seja nos desbastes ou corte final, é importante para o planejamento de manejo que visa garantir a fertilidade do solo nas rotações subsequentes (MALKONEN, 1976; CASTRO et alii, 1980; REIS et alii, 1985).

Trabalhos realizados em diversos povoamentos de coníferas têm mostrado que a exploração apenas da madeira não chega a empobrecer o solo, uma vez que o teor de nutrientes da madeira é muito baixo. Em comparação com a exploração que remove apenas a madeira comercial do talhão, a exploração total da árvores resulta numa perda de nutrientes ao final da rotação, que varia de 2 a 4 vezes para o N, de 2 a 5 vezes para o P, de 1,5 a 3,5 vezes para o K e de 1,5 a 2,5 vezes para o Ca

1 Prof. Assistente Doutor - Universidade Estadual Paulista FCAVJ. CEP 14870 - Jaboticabal, SP.
2 PROFESSOR, Adjunto IV. Universidade Federal do Paraná - sca. Caixa. Postal 2959 - 80030 Curitiba-Pr.
3 PROFESSOR, Adjunto IV. Universidade Federal do Paraná - sca. Caixa. Postal 2959 - 80030 Curitiba-Pr.

(MALKONEN, 1976).

WELLS & JORGENSEN (1977) constataram que a redução da rotação do povoamento de *P. taeda* de 32 para 16 anos aumentou a taxa de exportação de nutrientes e que os métodos de controle de erosão e lixiviação, o uso de fertilizantes minerais e o plantio de vegetais fixadores de nitrogênio compensam a exportação de nutrientes.

Em povoamentos de rotação acima de 35 anos, WELLS & JORGENSEN (1979) consideram que a exploração convencional do fuste comercial exporta uma quantidade de nutrientes equivalente a que é introduzida no sistema. MARION (1979) conclui que as florestas de coníferas de clima temperado de rotação longa (acima de 75 anos) são mais apropriados para a exploração intensiva, em relação aos outros tipos de florestas (tropicais, boreais e folhosas).

Durante o período de rotação, as árvores utilizam os nutrientes disponíveis do solo, existindo entradas de nutrientes através de precipitação, retorno de nutrientes através da decomposição da manta florestal e perdas pela lixiviação. Com base nestes princípios, MARRISON & FOSTER (1979) ressaltam o conceito da rotação ecológica, que é aquela que permite o retorno e adição de nutrientes ao sítio, de modo que as condições ecológicas sejam as mesmas da rotação anterior. O período da rotação ecológica depende da espécie, dos fatores ambientais e das características do sítio.

Em vista do que foi exposto, tem o presente trabalho a finalidade de estimar a quantidade de nutrientes exportados e remanescentes de três povoamentos de *Pinus taeda* L., por ocasião do 1º, 2º e 3º desbaste, aos 7, 10 e 14 anos de idade respectivamente.

2. MATERIAIS E MÉTODOS

2.1. CARACTERÍSTICAS DOS POVOAMENTOS

Foram utilizados três povoamentos de *P. taeda* L., por ocasião do 1º, 2º e 3º desbaste, aos 7, 10 e 14 anos de idade, respectivamente, situados na Fazenda Monte Alegre da KLABIN do Paraná Agro-Florestal S/A, no Município de Telêmaco Borba - PR.

O estudo foi conduzido durante o período de junho a agosto de 1985, nas unidades de área de 3.060 m², 10.200 m² e 10.000 m², localizadas nos povoamentos de 7, 10 e 14 anos de idade, onde ocorrem, respectivamente, os solos Terra Roxa Estruturada, com base em BRASIL (1960), Podzólico Vermelho Escuro e Podzólico Vermelho Escuro Latossólico, ambos com base em EMBRAPA (1983) e EMBRAPA & IAPAR (1984). A descrição dos

perfis de solo, bem como os resultados das análises físicas e químicas foram apresentados por VALERI (1988).

Para fins de avaliar a fertilidade do solo foi feita amostragem de solo a 0-10 cm de profundidade em cada unidade de área, de acordo com VAN RAIJ (1981) e as análises químicas das amostras foram feitas de acordo com metodologia descrita pela EMBRAPA (1979).

Antes do 1º, 2º e 3º desbaste existiam, em cada povoamento, cerca de 2.062, 1.240 e 731 árvores/ha, sendo que as alturas médias das árvores dominantes foram de 12,3 m, 18,6 m e 22,0 m, respectivamente.

2.2. AMOSTRAGEM DAS ÁRVORES

Primeiramente, foi realizada a marcação das árvores a serem desbastadas, utilizando-se as intensidades de desbaste de 38,4%, 40,7% e 39,3% das árvores existentes nos povoamentos de 7, 10 e 14 anos, respectivamente. Após a marcação, foi feita a medição de diâmetro a altura do peito (DAP) das árvores a serem retiradas e remanescentes.

Para estimar a biomassa e quantidade de nutrientes dos componentes das árvores, foram utilizadas 51 árvores no povoamento de 7 anos, 39 árvores no de 10 anos e 25 árvores no de 14 anos, abrangendo toda a variação do diâmetro das árvores em cada unidade de área. A amostragem das árvores baseou-se na metodologia descrita por ALEMDAG (1980), PINHEIRO (1980) e VAN LEAR et alii (1984).

As árvores amostras foram abatidas e medidas quanto a altura total, altura comercial e comprimento da copa viva. Em seguida, procedeu-se o desgalhamento e a copa foi dividida em ramos mortos, ramos vivos e acículas.

Os ramos foram sub-divididos em ramos finos (diâmetro menor que 0,7 cm), ramos médios (diâmetro entre 0,7 e 2,5 cm) e ramos grossos (diâmetro entre 2,5 e 7,6 cm). O caule foi seccionado nas alturas de 0,1; 1,3; 2,0 e a seguir de 2 em 2 m até alcançar o limite de diâmetro com casca de 7 cm. O ponteiro (parte do caule com diâmetro com casca entre 7 e 2,5 cm) foi seccionado ao meio e na extremidade de diâmetro de 2,5 cm. O fuste da árvore foi dividido em inferior e superior. Os toretes do fuste inferior foram todos aqueles toretes situados abaixo da metade da altura comercial. Quando a metade da altura comercial atingiu parte de um torete, este, integralmente, fez parte do fuste superior. Em cada seção do caule foi retirado um disco de aproximadamente 2,5 cm de espessura para determinar a porcentagem de casca de cada torete, que foi estimada através de pesagens dos discos

verdes com e sem casca. Em seguida, retirou-se uma cunha de madeira e uma porção de casca de cada disco do fuste com diâmetro superior a 7 cm, como amostras.

O peso de matéria verde total de cada componente da copa e dos toretes com casca foram determinados no campo. Uma amostra representativa de cada um dos componentes de uma árvore foi obtida para determinar o peso de matéria seca total do componente em estufa a 80° C e para determinar os teores de nutrientes.

Para avaliar o estado nutricional dos povoamentos, em cada área de amostragem foram coletadas acéculas do segundo lançamento de ramos de exposição norte (de intensa exposição à luz) e pertencentes ao segundo verticilo superior de dez árvores, incluindo dominantes e codominantes, de acordo com ZÓTTL (1973).

2.3. BIOMASSA E NUTRIENTES DOS COMPONENTES DAS ÁRVORES

A partir dos dados de peso de matéria seca dos componentes das árvores abatidas e de seus valores de diâmetro a altura do peito (DAP), foram desenvolvidas equações de regressão baseadas no modelo $\ln P = a + b \ln DAP$, onde \ln = logaritmo natural no sistema de base e, e P = peso de matéria seca de cada componente da árvore. As equações obtidas e que foram utilizadas para determinar o peso de matéria seca dos componentes das árvores retiradas e remanescentes foram apresentadas por VALERI (1988).

Os pesos de matéria seca dos ramos vivos e grossos do povoamento de 7 anos e dos ramos mortos dos três povoamentos não foram estimados, pois estes componentes apareceram em quantidades pequenas e não apresentaram correlação com nenhuma variável independente testada. Os pesos de matéria seca da casca e madeira dos ponteiros por unidade de área foram estimados multiplicando-se o peso médio de cada um destes componentes das árvores abatidas pelo número total de árvores existentes na área.

Foram feitas análises químicas de amostras compostas representativas dos componentes das árvores. Cada amostra composta foi obtida a partir de um componente das árvores pertencentes a uma classe de DAP com intervalo de 5 cm. As amostras secas foram trituradas e passadas em peneira de 2 mm. Foram determinados os teores de N, P, K, Ca, Mg, Fe, Mn, Cu, Zn e B das amostras, seguindo metodologia descrita por HILDEBRAND et alii (1976/77). O N foi determinado pelo método de Kjeldahl. No extrato resultante da digestão total com HCl a 10%, determinou-se P por colorimetria com vanadato-molibdato de amônio (cor azul). Os demais

nutrientes, com exceção do B, foram determinados em espectrofotômetro de absorção atômica modelo 2380 da Perkin-Elmer. A extração de B foi feita através de incineração até 500°C e banho maria com HCl 1N de acordo com FIALA (1973) e a sua determinação por colorimetria com azomethine-II (cor amarela) em espectrofotômetro UV/VIS 540, da Perkin-Elmer, segundo BASSON (1969).

Os pesos de nutrientes em kg/ha para macronutrientes e g/ha para micronutrientes, dos componentes das árvores retiradas e remanescentes foram estimados multiplicando-se os pesos de matéria seca pelos respectivos teores de nutrientes de cada componente. Somando-se, foram estimados os pesos por hectare dos nutrientes dos componentes das árvores existentes nos debastes.

Os pesos por hectare dos nutrientes dos ramos de diferentes classes de diâmetro foram somados aos pesos dos nutrientes da madeira e da casca do ponteiro, em vista da semelhança destes resíduos de exploração florestal. Também somaram-se os pesos de nutrientes por hectare do fuste inferior com os do fuste superior, tanto com relação aos nutrientes da casca como da madeira.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1. FERTILIDADE DOS SOLOS E ESTADO NUTRICIONAL DOS POVOAMENTOS

Comparando os resultados analíticos dos solos estudados (Quadro 1), observa-se que o solo que ocorre no povoamento de 7 anos apresentou maior porcentagem de saturação de bases, indicando um estado de fertilidade superior aos demais solos.

Chama a atenção o baixo teor de K do solo sob o povoamento de 14 anos de idade.

Quanto aos teores dos nutrientes nas acéculas do 2° verticilo superior apresentados no Quadro 2, observa-se que os teores de N, Fe, Mn e B foram superiores no povoamento de 7 anos em relação aos. Constatou-se uma relação de dependência entre os teores de K do solo e os teores do elemento nas acéculas. O baixo teor de K do solo no povoamento de 14 anos refletiu em um baixo teor do elemento nas acéculas.

Também observou-se uma certa relação entre os teores de Ca trocável do solo e os teores do elemento nas acéculas.

Com base nos teores de nutrientes de acéculas de *Pinus spp* apresentados por ZÓTTL (1973), REISSMANN (1981), VAN LEAR et alii (1984) e DOLDÁN (1987), concluiu-se que o estado nutricional dos povoamentos foi considerado bom com relação ao N, Ca, Fe, Mn, Cu e B. Os teores de P, K e Mg das acéculas foram considerados baixos,

sendo que no povoamento do 3º desbaste constatou-se deficiência de K.

3.2. DISTRIBUIÇÃO E EXPORTAÇÃO DE NUTRIENTES

Os valores de peso de matéria seca e os teores de nutrientes dos componentes das árvores foram apresentados por VALERI (1988).

No povoamento de 7 anos, o N foi o nutriente que apresentou-se em maior quantidade na parte aérea das árvores, seguido, em ordem decrescente, do K, Ca, Mg, P, Mn, Fe, Zn, B e Cu. No povoamento de 10 anos, a ordem decrescente dos elementos acumulados na parte aérea das árvores foi a seguinte: N, Ca, K, Mg, P, Fe, Mn, B, Zn e Cu. A única diferença em que esta última ordem dos elementos sofreu no povoamento de 14 anos foi que o Mn apareceu em maior quantidade que o Fe (Quadros 3 e 4).

PEHL et alii (1984) estimaram, num povoamento de *P. taeda* com 25 anos, as quantidades de 209 kg/ha de N, 196 kg/ha de Ca, 97 kg/ha de K, 63,2 kg/ha de Mg e 24,7 kg/ha de P. Em solo erodido, VAN LEAR et alii (1984) estimaram, para *P. taeda* aos 25 anos, as quantidades de 123,2 kg/ha de N, 110,8 kg/ha de Ca, 56,5 kg/ha de K e 10,5 kg/ha de P. Observa-se que a ordem com que os macronutrientes apareceram, com relação à quantidade acumulada na parte aérea das árvores, foi a mesma observada no povoamento de 14 anos do presente trabalho.

Com base nos dados apresentados nos Quadros 3 e 4, verifica-se que no 1º desbaste a exploração total da parte aérea das árvores exportaria cerca de 3,4 vezes a quantidade de nutrientes que seriam retiradas em uma exploração convencional de fuste comercial (madeira e casca). No 2º e 3º desbaste esse aumento de exportação de nutrientes com a exploração total em relação à convencional seria de aproximadamente duas vezes, semelhantes aos resultados de pesquisas desenvolvidas com *Pinus spp.*, no sul dos Estados Unidos da América (PRITCHETT, 1979).

No povoamento de 7 anos, as quantidades de nutrientes exportadas com a retirada da madeira com casca foram inferiores às quantidades presentes nos resíduos de exploração florestal. Com relação ao P, no povoamento de 14 anos, e aos nutrientes K, Ca, Mg, Fe, Cu, Zn e B nos povoamentos de 10 e 14 anos, as quantidades exportadas com a retirada da madeira com casca foram superiores às quantidades presentes nos resíduos. CASTRO et alii (1980) também verificaram alto acúmulo de determinados nutrientes, principalmente o Ca, no caule de *P. oocarpa* dos povoamentos mais velhos (14 e 18 anos de idade) do que no mais jovem (8 anos de idade).

A permanência dos resíduos de exploração florestal no campo, como adubo orgânico, é de grande importância para a ciclagem de nutrientes, pois eles acumularam cerca de 17,8%, 16,4% e 16,2% do total dos dez nutrientes estimados na parte aérea das árvores existentes antes do 1º, 2º e 3º desbaste. 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 & ATTWILL, 1985).

A decisão para utilizar a prática de exploração total da árvore depende de vários fatores, entre eles da qualidade do sítio e período de rotação (PHILLIPS & VAN LEAR, 1984). A exploração intensiva em solos de baixa fertilidade pode acarretar em deficiências de nutrientes nas rotações subsequentes, tornando necessário o emprego de fertilizantes para manter a produtividade (MALKONEN (1976), WELLS & JORGENSEN (1979)). Também 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 & MADWICK, 1983).

4. RESUMO

Estimou-se o peso de nutrientes dos componentes vivos da parte aérea das árvores retiradas e remanescentes de três povoamentos de *Pinus taeda* L., por ocasião do 1º, 2º e 3º desbaste, com 7, 10 e 14 anos de idade, respectivamente. No povoamento de 7 anos, antes do 1º desbaste, foram estimados os seguintes pesos de nutrientes, em kg/ha: 355,0 de N; 21,3 de P; 114,8 de K; 88,7 de Ca; 24,1 de Mg; 4,5 de Fe; 7,0 de Mn; 0,4 de Cu; 0,7 de Zn e 0,8 de B. No povoamento de 10 anos, antes do 2º desbaste, foram estimados, em kg/ha: 417,2 de N; 32,2 de P; 144,0 de K; 152,2 de Ca; 37,7 de Mg; 8,9 de Fe; 7,9 de Mn; 0,6 de Cu; 1,0 de Zn e 1,3 de B. No povoamento de 14 anos, antes do 3º desbaste, foram estimados, em kg/ha: 422,5 de N; 26,5 de P; 120,7 de K; 109,9 de Ca; 45,2 de Mg; 9,2 de Fe; 10,0 de Mn; 0,7 de Cu; 1,0 de Zn e 1,5 de B. As exportações dos nutrientes analisados com a retirada de 38,4, 40,7 e 39,3% das árvores existentes, respectivamente no 1º, 2º e 3º desbaste, foram de aproximadamente 46, 124 e 139 kg/ha. As quantidades desses nutrientes presentes nos ramos e acículas, como resíduos da operação de desbaste, foram de aproximadamente 110, 132 e 134 kg/ha, respectivamente nos povoamentos de 7, 10 e 14 anos.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALEMDAG, I.S. Manual of data collection and processing for the development of forest biomass relationships. Petawawa National Forestry Institute, 1980. 38p. (Information Report PI-X.4).
- 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, 15(3):309-19, 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, 48(4):906-10, 1984.
- BASSON, W.D. et alii. An automated procedure for the determination of boron in plant tissue. Analyst, 94:1135-41, 1969.
- BRASIL. Levantamentos de reconhecimento dos solos do Estado de São Paulo (Contribuição à carta de solos do Brasil). Rio de Janeiro, 1960. 634p. (Boletim do Serviço Nacional de Pesquisas Agrônomicas, 12).
- CASTRO, C.F. de A. et alii. Distribuição da fitomassa e nutrientes em talhões de *Pinus oocarpa* com diferentes idades. IPPE, 20:61-74, 1980.
- DOLDÁN, M.E.O. Desenvolvimento da altura dominante de Pinus taeda L. como resposta aos estímulos dos fatores de meio, na região de Ponta Grossa. Curitiba, 1987. 119p. Dissertação. Mestrado. Universidade Federal do Paraná. Setor de Ciências Agrárias. Curso de Pós-Graduação em Engenharia Florestal.
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Serviço Nacional de Levantamento e Conservação de Solos. In: REUNIÃO DE CLASSIFICAÇÃO, CORRELAÇÃO DE SOLOS E INTERPRETAÇÃO DE APDIDÃO AGRÍCOLA, 2ª. Rio de Janeiro, 1983. Anais. Rio de Janeiro, EMBRAPA/SNCS-SBCS, 1983. p. 60-8.
- & Serviço Nacional de Levantamento e Conservação de Solos. Manual de métodos de análise de solo. Rio de Janeiro, 1979. 46p.
- & FUNDAÇÃO INSTITUTO AGRONÔMICO DO PARANÁ. Levantamento de reconhecimento dos solos do Estado do Paraná, Londrina, 1984. 791p. 2v. (Boletim Técnico, 16).
- FIALA, K. Direkte Bestimmung von Bor in pflanzenmaterial nach der kukuminmethode. Plant and Soil, 38:473-6, 1973.
- HANSEN, E.A. & BAKER, J.B. Biomass and nutrient removal in short rotation intensively cultured plantations. In: IMPACT OF INTENSIVE HARVESTING ON FOREST NUTRIENT CYCLING. Syracuse, 1979. Proceeding. Syracuse, College of Environmental Science and Forestry, 1979. p. 130-51.
- HILDEBRAND, C. et alii. Manual de análise química de solos e plantas. Curitiba, UFPR. - Setor de Ciências Agrárias, 1976/77. 255p.
- MALKONEN, E. Effect of whole-tree harvesting on soil fertility. Silva Fennica, 10(3):157-64, 1976.
- MARION, G.M. Biomass and nutrient removal in long-rotation stands. In: IMPACT OF INTENSIVE HARVESTING ON FOREST NUTRIENT CYCLING. Syracuse, 1979. Proceedings. Syracuse, College of Environmental Science and Forestry, 1979. p. 28-110.
- MORRISON, I.K. & FOSTER, N.K. Biomass and element removal by complete-tree harvesting of medium rotation forest stands. In: IMPACT OF INTENSIVE HARVESTING ON FOREST NUTRIENT CYCLING. Syracuse, 1979. Proceedings. Syracuse, College of Environmental Science and Forestry, 1979. p. 111-29.
- PEHL, C.E. et alii. Total biomass and nutrients of 25-year-old loblolly pine (*Pinus taeda* L.). Forest Ecology and Management, 9(3):155-60, 1984.
- PHILLIPS, D.R. & VAN-LEAR, D.H. Biomass removal and nutrient drain as affected by total-tree harvest in southern pine and hardwood stands. Journal of Forestry, 82(9):547-50, 1984.
- PINHEIRO, G.S. Estimativa do peso de copas de Pinus caribaea Morelet variedade hondurensis Barr. et Golf. e Pinus oocarpa Shiede, através de parâmetros dendrométricos. Curitiba, 1980. 105p. Dissertação. Mestrado. Universidade Federal do Paraná. Setor de Ciências Agrárias. Curso de Pós-Graduação em Engenharia Florestal.
- PRITCHETT, W.L. Properties and management of forest soils. New York, John Wiley & Sons, 1979, 500p.

- REIS, M.G.F.; KIMMINS, J.P.; REZENDE, G.C.; BARROS, N.F. Acúmulo de biomassa em uma seqüência de idade de *Eucalyptus grandis* plantado no cerrado em duas áreas com diferentes produtividades. *Revista Árvore*, 9(2):149-62, 1985.
- REISSMANN, C.B. Nährelementversorgung und Wachstumsleistung von Kiefernbeständen in Südbra-silien. Freiburg, 1981. 159p. Tese. Doutorado. Albert - Ludurgs - Universität.
- VALERI, S.V. Exportação de biomassa e nutrientes de povoamentos de *Pinus taeda* L. desbastados em diferentes idades. Curitiba, 1988. 164p. Tese. Doutorado. Universidade Federal do Paraná. Setor de Ciências Agrárias. Curso de Pós-Graduação em Engenharia Florestal.
- VAN LEAR, D.H. et alii. Biomass and nutrient content of a 41-year-old loblolly pine (*Pinus taeda* L.) plantation on a poor site in South Carolina. *Forest Science*, 30(2):395-404, 1984.
- VAN RAH, B. Avaliação da fertilidade do solo. Piracicaba, Instituto de Potássio & Fósforo, 1981, 142p.
- WEBBER, B. & MADGWICK, H.A.I. Biomass and nutrient content of a 29-year-old *Pinus radiata* stand. *New Zealand Journal of Forest Science*, 13(2):222-8, 1983.
- WELLS, C.G. & JORGENSEN, J.R. Effect of intensive harvesting on nutrient supply and sustained productivity. In: IMPACT OF INTENSIVE HARVESTING ON FOREST NUTRIENT CYCLING. New York, State University of New York, 1979. p: 212-30.
- & —. Nutrient cycling in loblolly pine-silvicultural implications. In: TAPPI CONFERENCE PAPERS, Madison, Wis., 1977. Madison, Wis., TAPPI, 1977. p.89-93.
- ZÖTTI, H.W. Diagnosis of nutritional disturbances in forest stands. In: INTERNATIONAL SYM-POSIUM ON FOREST FERTILIZATION. Paris, Ministère de l'Agriculture, 1973. p.75-95.

QUADRO 1. Composição química dos solos de 0 a 10 cm de profundidade dos povoamentos de *P. taeda* aos 7, 10 e 14 anos de idade. Chemical composition of soils depth of 0 to 10 cm from the *P. taeda* plantations with 7, 10 and 14 years old.

Idade Age	% C	pH CaCl ₂ 0.01 M	P (ppm)	meq/100 g solo						V %
				Ca ⁺⁺	Mg ⁺²	K ⁺	Al ⁺³	H ⁺		
7	4.03	4.5	1	2.25	1.80	0.38	0.95	5.19	41.91	
10	3.65	4.2	1	0.95	0.75	0.08	2.85	7.19	15.06	
14	2.80	4.3	1	1.00	1.00	0.05	2.20	6.32	19.39	

V% = porcentagem de saturação de bases. Percent of base saturation = $(Ca^{+2} + Mg^{+2} + K^{+}) \cdot 100 / (Ca^{+2} + Mg^{+2} + K^{+} + Al^{+3} + H^{+})$.

QUADRO 2: Teores de nutrientes das acículas do segundo verticilo superior das árvores de *P. taeda* aos 7, 10 e 14 anos de idade. Nutrient contents of needles of upper second whorl of *P. taeda* trees with 7, 10 and 14 years old.

Idade Age	%					
	N	P	K	Ca	Mg	
7	2.03	0.140	0.569	0.215	0.089	
10	1.71	0.120	0.564	0.194	0.079	
14	1.72	0.117	0.390	0.187	0.087	
Idade Age	ppm					
	Fe	Mn	Cu	Zn	B	
7	166	386	13.7	30.0	25.0	
10	135	253	10.6	27.5	16.3	
14	141	274	8.8	22.5	17.5	

QUADRO 3: Pesos (kg/ha) de N, P, K, Ca e Mg dos componentes vivos das árvores de *P. taeda* aos 7, 10 e 14 anos de idade. N, P, K, Ca and Mg weights (kg/ha) of live components of *P. taeda* trees with 7, 10 and 14 years old.

Elemento Element	Idade Age	Árvores Retiradas Removed Trees				Árvores Remanescentes Remaining Trees				Total
		Acículas	Ramos	Casca	Madeira	Acículas	Ramos	Casca	Madeira	
		Needles	Branches	Bark	Wood	Needles	Branches	Bark	Wood	
N	7	46,5	21,2	5,6	15,9	141,5	56,9	17,1	50,3	355,0
	10	48,7	31,0	13,3	39,5	107,3	67,5	26,0	83,9	417,2
	14	45,9	34,8	13,2	45,1	96,5	72,7	25,0	89,3	422,5
P	7	2,3	1,3	0,5	1,2	7,0	3,5	1,6	3,9	21,3
	10	3,3	1,8	1,1	4,1	7,2	3,8	2,2	8,7	32,2
	14	2,7	1,6	1,1	3,3	5,7	3,3	2,1	6,7	26,5
K	7	12,1	7,6	2,9	6,6	36,7	19,2	8,9	20,9	114,9
	10	13,6	8,5	5,3	18,7	30,0	17,9	10,4	39,6	144,0
	14	10,1	7,2	4,7	18,0	21,2	14,8	9,0	35,7	120,7
Ca	7	6,6	6,0	2,6	7,1	20,0	16,2	7,8	22,4	88,7
	10	7,6	9,2	6,2	25,7	16,8	19,9	12,1	54,7	152,2
	14	8,7	13,1	6,5	34,8	18,3	27,7	12,3	69,5	190,9
Mg	7	2,2	1,8	0,6	1,5	6,8	4,7	1,8	4,7	24,1
	10	3,1	2,7	1,4	4,9	6,8	5,7	2,8	10,3	37,7
	14	3,2	3,6	1,9	6,2	6,7	7,6	3,7	12,3	45,2

QUADRO 4: Pesos (g/ha) de Fe, Mn, Cu, Zn e B dos componentes vivos das árvores de *P. taeda* aos 7, 10 e 14 anos de idade. Fe, Mn, Cu, Zn and B weights (g/ha) of live components of *P. taeda* trees with 7, 10 and 14 years old.

Elemento Element	Idade Age	Árvores Retiradas Removed Trees				Árvores Remanescentes Remaining Trees				Total
		Acículas	Ramos	Casca	Madeira	Acículas	Ramos	Casca	Madeira	
		Needles	Branches	Bark	Wood	Needles	Branches	Bark	Wood	
Fe	7	303	312	140	393	923	802	426	1.247	4.546
	10	359	481	347	1.672	791	1.033	680	3.544	8.907
	14	358	453	415	1.822	752	943	789	3.620	9.152
Mn	7	911	304	72	456	2.773	798	218	1.443	6.975
	10	937	324	103	1.130	2.067	708	203	2.400	7.872
	14	1.167	529	119	1.473	2.452	1.133	225	2.936	10.034
Cu	7	24	30	15	35	75	79	45	112	413
	10	35	32	32	88	78	67	62	187	581
	14	26	35	30	151	55	73	57	300	727
Zn	7	51	45	21	49	155	111	64	157	653
	10	61	53	49	155	135	114	96	328	991
	14	55	51	57	164	116	104	108	327	982
B	7	56	50	20	83	171	123	62	262	827
	10	52	77	48	248	115	170	95	527	1.332
	14	61	83	55	307	127	174	104	611	1.522