

Artigo Científico

Nutrientes foliares e do fuste em clones de Eucalipto submetidos ao desbaste

Resumo

O melhoramento genético tem contribuído significativamente para o incremento da produtividade do Eucalipto, sendo generalizada a utilização de clones nas áreas de produção. Mas a produtividade dos diferentes clones pode ser diferenciada, assim como a sua demanda e ciclagem de nutrientes, tornando-se necessários estudos que avaliem a incorporação dos nutrientes na planta, sob diferentes condições de manejo dos povoamentos florestais. Os objetivos específicos foram em plantios com diferentes materiais genéticos de eucalipto avaliar os teores de nutrientes na madeira e nas folhas e avaliar o efeito do desbaste florestal e dos materiais genéticos sobre estes teores. O trabalho foi conduzido em área no município de Itatinga-SP. O experimento foi conduzido em delineamento de parcelas subdivididas compostas por 8 clones e um plantio semental em áreas com e sem desbaste. Foi realizada uma coleta de tecido vegetal vivo das folhas para caracterização nutricional das plantas. Em amostras de madeira coletadas na ocasião do desbaste foram também determinados os teores de nutrientes, nos materiais de cerne, alburno e casca. Os materiais coletados foram secos, moídos e submetidos às determinações de macronutrientes. Em relação aos teores de nutrientes na madeira, houve pouca influência do tipo de tecido vegetal (cerne, alburno ou casca). A sequência de teores de nutrientes foi: N > Ca > K > Mg > P. O desbaste não influenciou a sequência decrescente dos teores dos nutrientes nas folhas, a qual foi semelhante à observada nos tecidos do tronco mas influenciou os teores foliares de Mg, sendo observados teores mais elevados deste elemento nas áreas com desbaste.

Palavras-chave: *Eucalyptus grandis*, clones, análise foliar, análise nutricional de madeira.

Foliar and wood nutrient content of different eucalyptus clones under thinning or no thinning management

Abstract

The genetic enhancement has contributed significantly to the increase of *Eucalyptus* productivity and the use of clones in the plantations is widespread nowadays. However, different clones can present different productivity as well variations on nutrient demand and cycling, becoming necessary studies to evaluate it under different forest management. In plantations with different eucalyptus genetic materials and managed with thinning or no thinning we evaluate the nutrient content of leaves and of the wood. The work was carried out in the County of Itatinga-SP, climate classified as Cwa. The experiment was conducted in a subdivided plot design composed of 8 clones and of a stallion planting of *Eucalyptus grandis*. Leaves sampling was performed for nutritional characterization of the plants. Wood samples were collected by the time of thinning and nutrient contents were determined in the core, sapwood and bark materials. Samples were dried, milled and submitted to nutrient analysis. There was small influence of the plant tissue (heartwood,

Received at: 27/10/2018

Accepted for publication at: 14/02/2019

1 - Eng. Agr., Mestre em Agronomia, Universidade Estadual de Ponta Grossa, Ponta Grossa, PR-Brasil, e-mail: iohannbauchrowitz@gmail.com

2 - Eng. Agr., Mestranda em Agronomia, Instituto Agrônomo do Paraná, Londrina, PR-Brasil, e-mail: maira.tiaki@gmail.com

3 - Eng. Agr., pós-graduado em estatística e mestrando em Agronomia, Universidade Estadual de Londrina, Londrina, PR-Brasil, e-mail: gabrield.shimizu@gmail.com

4 - Eng. Agr., Doutor em Agronomia, Instituto Agrônomo do Paraná, Londrina, PR-Brasil, e-mail: claudio@iapar.br

5 - Eng. Agr., Mestre em Agronomia, Centro de Ensino dos Campos Gerais, Ponta Grossa, PR-Brasil, e-mail: alfrancisco@iapar.br

sapwood or bark) on nutrient contents, which could be explained by the young age of plants with tissues presenting few structural differences. The sequence of nutrient content was: N> Ca> K> Mg> P. Thinning did not influence the decreasing sequence of nutrient contents in the leaves, which was similar to that observed in the wood tissues. But influenced the leaf content of Mg, which was higher under thinning in comparison with no thinning management.

Keywords: *Eucalyptus grandis*, clones, leaf analysis, nutritional analysis of wood.

Nutrientes de hojas y tallos en clones de eucalipto sometidos a desbaste

Resumen

La mejora genética ha contribuido significativamente al aumento de la productividad del eucalipto, siendo generalizado el uso de clones en las áreas de producción. Sin embargo, la productividad de diferentes clones puede diferenciarse, así como su demanda de nutrientes y su ciclo, lo que hace necesario estudiar la incorporación de nutrientes en la planta bajo diferentes condiciones de manejo forestales. Los objetivos específicos fueron en plantaciones con diferentes materiales genéticos de eucalipto evaluar el contenido de nutrientes en la madera y hojas y el efecto del desbaste de los bosques y el material genético sobre estos contenidos. El trabajo se realizó en un área del municipio de Itatinga-SP. El experimento se realizó en un diseño de parcela subdividida compuesto por 8 clones y siembra en áreas con y sin desbaste. Se recolectó tejido vegetal vivo de las hojas para la caracterización nutricional de las plantas. En las muestras de madera recolectadas en el momento del desbaste también se determinó el contenido de nutrientes en los materiales de duramen, albura y corteza. Los materiales recogidos fueran secados, molidos y sometidos a determinaciones de macronutrientes. Con respecto al contenido de nutrientes en la madera, hubo poca influencia del tipo de tejido vegetal (duramen, albura o corteza). La secuencia del contenido de nutrientes fue: N> Ca> K> Mg> P. El desbaste no influyó en la secuencia decreciente del contenido de nutrientes de la hoja, que fue similar a la observada en los tejidos del tronco pero influyó en el Mg de la hoja, en que se observaron niveles más altos de este elemento en las áreas con desbaste.

Palabras clave: *Eucalyptus grandis*, clones, análisis de hojas, análisis nutricional de madera.

Introdução

A utilização de clones em plantios de eucalipto no Brasil já se tornou prática usual e ganhos consideráveis de produção foram alcançados pela utilização de materiais clonais nos plantios desta espécie (PINTO et al., 2011). A utilização de clones propicia maior produção e melhor qualidade de madeira, redução na idade do corte e dos custos de exploração e transporte durante a colheita, além de maximizar os ganhos; principalmente por manter características favoráveis nas plantas e evitar a variabilidade que ocorre quando da utilização de sementes (LOPES, 2008). Técnicas como a utilização de clones, demonstram grandes avanços nos programas de melhoramento que buscam o aumento da produtividade de madeira (GARCIA e NOGUEIRA, 2005).

O rápido crescimento destas florestas faz com que ocorra elevada demanda sobre os recursos do solo, em especial água e nutrientes (BELLÓTE et al.,

2008). A produção de eucalipto varia entre diferentes ambientes, e as características dos solos e das plantas desempenham um importante papel na determinação de diferenças em produtividade. A escolha de plantas eficientes em utilizar nutrientes, que conservem os resíduos das culturas na área por mais tempo, e de ciclo de crescimento longo o suficiente para permitir a máxima eficiência da ciclagem de nutrientes faz com que ocorra maior conservação do ecossistema e maior produtividade (MELO et al., 1995; ZAIA e GAMA-RODRIGUES, 2004), o que pode ser obtido através da escolha correta do material genético, e pelo manejo adequado do solo e da população de plantas.

Existem alguns trabalhos comparando o desempenho de diferentes materiais genéticos de eucalipto quanto à produtividade (FERNANDES et al., 2011; STAPE et al., 2010; GADELHA et al., 2015; SILVA et al., 2013). Mais raros são os trabalhos buscando caracterizar nutricionalmente espécies florestais (GONÇALVES et al., 2000; FREITAS, 2000), principalmente com respeito a diferentes

materiais genéticos. Ainda há questões a serem respondidas quanto à capacidade de incorporação dos nutrientes nos diferentes tecidos vegetais das árvores de diferentes materiais genéticos disponíveis no mercado. E também quanto ao efeito do desbaste, por exemplo, sobre a composição nutricional das folhas de eucalipto. A melhor compreensão do funcionamento biogeoquímico dos plantios clonais de eucalipto pode subsidiar ações de manejo em prol tanto da produtividade das plantas quanto da sustentabilidade do ecossistema.

Neste contexto, o objetivo deste trabalho, em plantios com diferentes materiais genéticos de eucalipto, em áreas submetidas ou não ao desbaste florestal, foi avaliar os teores de nutrientes na madeira e nos tecidos foliares das árvores.

Materiais e métodos

Localização e caracterização da área de estudo

Este projeto foi desenvolvido na Estação Experimental de Ciências Florestais de Itatinga (EECFI), pertencente à Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” (ESALQ) da Universidade de São

Paulo (USP), a qual está situada na região centro-sul do interior do estado de São Paulo, coordenadas 23°10' S e 48°40' W, no município de Itatinga.

A área da EECFI é de aproximadamente 2119,6 ha. O relevo da área é em sua maioria suave ondulado, com altitude aproximada de 850 m, tendo predominantemente solos classificados como Latossolos Vermelhos de textura arenosa. O clima é definido como temperado úmido com Inverno seco (Cwa), segundo a classificação de Köppen. A temperatura média anual da área é próxima dos 20 °C com temperaturas mínimas durante o ano em torno de 5 °C e temperaturas máximas em torno de 30 °C (INMET, 2017; CLIMATE-DATA, 2016). A precipitação média anual é de 1300 mm (Figura 1) e a região faz parte da bacia hidrográfica do Rio Paranapanema (ESALQ, 2014).

A vegetação original da região é classificada como Floresta Estacional Semidecidual, pertencente predominantemente ao bioma Mata Atlântica (PISANI, 2009). Especificamente a área da EECFI é composta por diversos experimentos da área florestal com predominância de plantios clonais de espécies do gênero *Eucalyptus*.

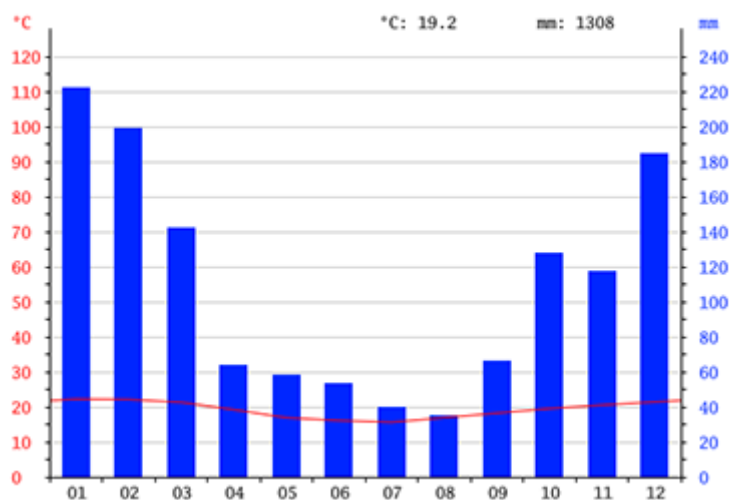


Figura 1. Precipitação e Temperatura média em Itatinga no ano de 2014 (CLIMATE-DATA, 2016).

Áreas de estudo

As áreas escolhidas para a realização da pesquisa são parcelas plantadas no ano de 2009, compostas por oito plantios clonais e um plantio

semental de eucalipto com e sem desbaste. O desbaste foi feito durante os meses de outubro e novembro de 2013. Foram escolhidos oito clones para o experimento, sendo estes definidos como C219,

I-042, 1277, H13, GG100, I224, URO CAM, I144 e um plantio semental chamado de *E. Grandis*.

Para cada plantio clonal, foram consideradas 26 linhas com 20 árvores em cada linha, com espaçamento de 3,0 x 2,0 m entre si antes do desbaste e 26 x 10 plantas e espaçamento 3,0 x 4,0 m na área em que foi realizado desbaste. O plantio semental possui

20 linhas com 20 plantas em cada linha. Cada plantio clonal (parcela) é dividido em duas subparcelas de 13 linhas, onde nas 13 primeiras linhas de cada parcela não foi realizado o desbaste e nas 13 últimas linhas foi realizado o desbaste, o plantio semental é dividido da mesma maneira, mas com subparcelas de 10 linhas cada (Figura 2).

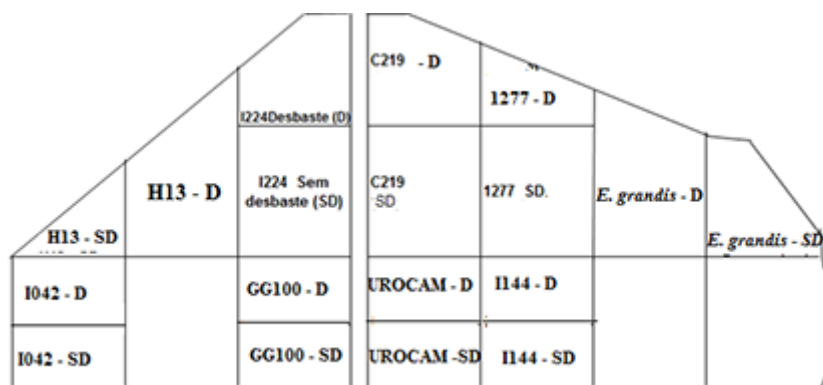


Figura 2. Croqui do posicionamento dos plantios no campo.

As principais características dos materiais genéticos selecionados para realização do projeto (Figura 2) são descritas a seguir (SILVA, 2017):

I144: Boa adaptação a várias condições edafoclimáticas; bom incremento de madeira; não possui desrama natural; floração precoce; apresenta seca de ponteiro com perda de dominância apical; apresenta tortuosidade no terço superior; tolerância média à estiagem; tolerante à ferrugem; densidade 515 Kg m⁻³; susceptível a geadas.

I224: Boa adaptação a várias condições edafoclimáticas; bom incremento de madeira; não possui desrama natural; floração tardia; apresenta quebra de ponteiro com perda de dominância apical; tolerância média à estiagem; susceptível à ferrugem; apresenta regeneração natural; densidade 498 Kg m⁻³; susceptível a geadas.

C219: Boa adaptação a várias condições edafoclimáticas; bom incremento de madeira; não possui desrama natural; floração tardia; apresenta quebra de ponteiro com perda de dominância apical; tolerância à estiagem; tolerante à ferrugem; tolerância média a geadas.

H13: Boa adaptação a várias condições edafoclimáticas; bom incremento de madeira; não possui desrama natural; floração normal; tolerância

à estiagem; muito susceptível à ferrugem; média tolerância ao Psilídeo de concha; densidade 520 Kg m⁻³; susceptível a geadas.

1277: Boa adaptação a várias condições edafoclimáticas; bom incremento de madeira; floração tardia; muito tolerante à estiagem; tolerante à ferrugem; altamente susceptível ao Psilídeo de concha; densidade 490 Kg m⁻³; tolera geadas; altamente susceptível à Vespa da galha.

I042: Boa adaptação a várias condições edafoclimáticas; híbrido natural de *E. urophylla*, plantado em várias regiões do Brasil; apresenta bom desenvolvimento em solos argilosos; madeira de boa qualidade e pode ser destinada para energia, serraria entre outros fins; densidade: 498 Kg m⁻³, teor de lignina: 26,49%.

UROCAM: Boa adaptação a várias condições edafoclimáticas; tolerância à estiagem; híbrido de *E. urophylla* x *E. camaldulensis*; plantado em várias regiões do Brasil; madeira de boa qualidade e pode ser destinada para energia, serraria entre outros fins; densidade: 490 Kg m⁻³.

GG100: Híbrido espontâneo de *Eucalyptus urophylla*; Usos: lenha, carvão, cavaco, pellets, serraria, madeira tratada (estacas, mourões, postes etc.); Incremento Médio Anual (IMA) potencial: 41

$\text{m}^3 \text{ha}^{-1} \text{ano}^{-1}$; densidade: 450 kg/m^3 ; tolerante ao psilídeo de concha; tolerante à ferrugem do eucalipto; não recomendado para solos com teores de argila menores que 10%; indicado para regiões com baixo déficit hídrico.

Eucalyptus grandis: Plantio semental, Árvore muito alta (45 a 55 m) e grossa (1,2 a 2 m DAP); desenvolve melhor em climas quentes e úmidos; densidade $0,700 \text{ g/cm}^3$; madeira de construção quando oriunda de plantações de ciclo longo; em ciclos curtos é utilizada para caixotaria; plantações, convenientemente manejadas, podem produzir madeira excelente para serraria e laminação; susceptível ao cancro do eucalipto (*Cryphonectria cubensis* Bruner); não apresenta limitações em relação aos solos e possui resistência moderada à estiagem.

Coletas de madeira e de tecido foliar

As amostras de madeira, para determinação dos nutrientes incorporados nestes tecidos vegetais foram coletadas por ocasião do desbaste realizado entre outubro e novembro de 2013. Foram selecionadas três árvores saudáveis de cada parcela, logo após o desbaste, das quais foram retirados três discos ao longo dos seus troncos: sendo um na altura de 30 cm a partir da base do tronco, um na altura do DAP (130 cm) e um disco na altura de 230 cm de cada árvore. Cada disco foi dividido em cerne, alburno e casca para que, na sequência, as amostras fossem moídas para a realização das análises químicas dos nutrientes.

Para as análises químicas dos tecidos foliares, as coletas de folhas seguiram recomendações de Bellote e Silva (2000), com algumas adaptações. Foram selecionadas seis árvores dominantes, nas linhas centrais onde encontram-se instalados os coletores em cada subparcela, das quais foram coletadas, no terço superior das copas, na face Norte, em torno de dez folhas saudáveis recém-maduras dos ramos primários. Na sequência, as folhas foram agrupadas, resultando em uma amostra composta para cada árvore coletada. A coleta foi efetuada ao fim do outono de 2016. Uma vez no laboratório, o material foi lavado em água deionizada e seco, sendo posteriormente moído para a realização das análises químicas.

Análises químicas

Uma vez na forma de pó, as amostras foram submetidas às determinações de nitrogênio (N), fósforo (P), potássio (K), cálcio (Ca) e magnésio

(Mg). O teor de N foi determinado por combustão em analisador CNHOS, marca ELEMENTAR, modelo Vario EL III. Os demais macronutrientes foram determinados pelo processo de digestão via seca, por meio da queima de o material vegetal em mufla a 500°C e posterior solubilização dos elementos químicos nas cinzas em HCl 3 mol L^{-1} . O P foi determinado por colorimetria com vanadato-molibdato de amônio e leitura em espectrofotômetro Shimadzu, modelo UV/Vis 1240 Mini. As determinações de K foram realizadas por fotometria de chama. Os elementos Ca e Mg foram determinados por espectrofotometria de absorção atômica (MARTINS e REISSMANN, 2007).

Tratamento dos dados e análises estatísticas

O experimento foi conduzido sob um delineamento de parcelas subdivididas, para fins de comparação dos tratamentos “clones” e “desbaste”. As parcelas foram compostas pelos oito diferentes plantios clonais e o plantio semental, sendo suas subparcelas as áreas em que foi realizado o desbaste (D) e as áreas sem desbaste (SD). Para a comparação dos teores foliares entre tratamentos, cada árvore foi considerada uma repetição, totalizando assim 6 repetições por tratamento. Para a comparação dos teores nutricionais da madeira, entre os tratamentos, cada árvore foi considerada uma repetição, totalizando assim 3 repetições por tratamento (clones). Os resultados, quando possível, foram submetidos à análise de variância e teste de Tukey (5% de significância), para comparação das médias (PIMENTEL-GOMES, 2009). As análises estatísticas foram realizadas com o emprego do software ASSISTAT, versão 7.7, desenvolvido no Centro de Tecnologia e Recursos Naturais da Universidade Federal de Campina Grande/PB.

Resultados e discussão

Teores de nutrientes nos diferentes compartimentos

Os teores de nutrientes no cerne e alburno, de maneira geral, seguiram a sequência: $\text{N} > \text{Ca} > \text{K} > \text{Mg} > \text{P}$ (Tabelas 1 e 2). Os valores obtidos corroboram o que foi observado por Andrade et al. (2011), exceto pela inversão da ordem entre Ca e K em experimento com clones de eucalipto visando produção de cogumelo nas toras. Sequência de teores de macronutrientes semelhantes na madeira foram observadas por Freitas (2000) em experimento com *Eucalyptus grandis* e por Schumacher e Caldeira (2001) em experimento com *Eucalyptus globulus* aos quatro

anos de idade. Na casca a sequência observada para os macronutrientes foi: N > Ca > Mg > K > P (Tabelas 17 e 18).

Ao se comparar os teores de N e P na madeira, entre os diferentes compartimentos, não são observadas diferenças significativas, apenas diferenças entre alguns materiais genéticos, para os teores de nitrogênio. N variou entre 9,1 e 15,1 g kg⁻¹, entre diferentes materiais genéticos e tecidos vegetais. P variou bem menos, entre 0,3 e 0,5 g kg⁻¹.

Para o K, comparando-se os compartimentos

entre si, identifica-se um comportamento bem variável (entre 1,2 e 4,3 g kg⁻¹), com alguns materiais genéticos (1277, H13, I-042 I224, *E. grandis*) apresentando teores semelhantes entre os diferentes tecidos vegetais e outros com maiores teores de K no alburno (I144), no cerne e alburno (GG100, C219) ou no alburno e casca (UROCAM). Estes resultados em parte discordam dos resultados obtidos por Bellote e Silva (2004) que observaram maiores teores na casca em relação à madeira. Entre os diferentes materiais genéticos, os teores de K também variaram bastante, com alguns

Tabela 1. Teores de N, P e K em 3 compartimentos do tronco e diferentes materiais genéticos de eucalipto.

CLONES	N			P			K		
	cerne	alburno	casca	cerne	alburno	casca	cerne	alburno	casca
	g kg ⁻¹			g kg ⁻¹			g kg ⁻¹		
1277	9,1 b	13,9 a	11,2 a	0,5	0,4	0,3	1,2 c	2,2 b	1,7 a
GG 100	10,0 b	9,1 b	10,6 a	0,4	0,5	0,4	3,1 a A	4,1 a A	1,9 a B
C219	10,2 b	14,0 a	11,4 a	0,4	0,5	0,2	3,8 a A	4,3 a A	2,0 a B
H13	13,7 a	15,1 a	11,5 a	0,5	0,3	0,3	2,3 b	2,3 b	2,1 a
I - 042	11,9 b	10,7 b	13,7 a	0,3	0,3	0,4	1,4 c	2,5 b	1,8 a
I - 224	13,8 a	16,1 a	12,7 a	0,3	0,3	0,4	2,2 b	3,0 b	2,3 a
UROCAM	13,0 a	10,1 b	13,1 a	0,3	0,5	0,4	1,2 c B	2,9 b A	2,3 a A
I - 144	15,1 a	9,1 b	12,0 a	0,6	0,4	0,3	1,1 c B	4,3 a A	2,1 a B
<i>E. grandis</i>	15,0 a	15,1 a	13,6 a	0,5	0,4	0,3	1,5 c	2,3 b	2,4 a

Médias seguidas de mesma letra na linha e na coluna não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey à 5% de probabilidade. Quando há diferenças, letras minúsculas comparam os clones entre si, letras maiúsculas demonstram as diferenças entre os compartimentos do tronco dentro de cada clone.

clones (GG100 e C219) mostrando maiores teores no cerne e alburno ou só no alburno (I144).

No caso do Ca, para boa parte dos materiais genéticos, os teores na casca se mostraram superiores aos valores obtidos para cerne e alburno, variando de 4,3 a 10,2 g kg⁻¹ entre os diferentes materiais genéticos e compartimentos do tronco. Teores maiores de Ca na casca são comuns neste tipo de análise. Resultados semelhantes ao deste caso foram obtidos por Viera et al. (2011) em análises nutricionais de árvores desbastadas de *Pinus* no RS, Corrêa (2007) em plantios de *Pinus caribea* em Curitiba-PR, Caldeira et al. (1999) em plantios jovens de Acácia negra na região Sul do Brasil e Andrade et al. (2011) em Eucalipto; e por Witschoreck e Schumacher (2013)

em plantios de *Platanus x acerifolia*.

Para Mg, apenas os materiais genéticos I042 e I144 tiveram valores inferiores deste elemento no cerne, comparativamente à casca e alburno. Nos demais clones e compartimentos os valores variaram entre si, com tendência de valores menores no cerne na maioria dos materiais genéticos, mas próximo dos demais compartimentos de maneira geral com os valores variando pouco também dentro de cada compartimento.

De maneira geral, os teores variaram entre 1,3 e 3,6 g kg⁻¹ entre diferentes clones e compartimentos da madeira. Os clones I-042 e I144 se destacam com maiores teores deste elemento no cerne e alburno.

As poucas diferenças observadas entre cerne e

Tabela 2. Teores de Ca e Mg em 3 compartimentos do tronco e diferentes materiais genéticos de eucalipto.

CLONES	Ca			Mg		
	cerne	alburn	casca	cerne	alburn	casca
	g kg ⁻¹			g kg ⁻¹		
1277	4,3 b B	4,7 b B	8,5 A	1,6 b	1,8 b	2,1
GG 100	7,2 a A	4,6 b B	8,6 A	1,5 b	1,9 b	2,2
C219	7,0 a	5,8 ab	9,1	2,2 a	1,9 b	2,3
H13	7,5 a A	4,5 b B	10,1 A	1,8 b	2,4 b	2,2
I - 042	4,4 b B	5,0 b B	9,3 A	1,7 b B	2,5 b A	2,7 A
I - 224	4,5 b B	4,4b B	10,2 A	2,5 a	3,4 a	2,7
UROCAM	9,2 a	5,2 b	8,7	2,4 a	2,2 b	2,2
I - 144	5,5 b	8,7a	9,5	1,4 b B	3,6 a A	2,6 A
<i>E. grandis</i>	4,9 b B	7,9 a A	9,7 A	1,3 b	1,7 b	2,1

Médias seguidas de mesma letra na linha e na coluna não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey à 5% de probabilidade. Quando há diferenças, letras minúsculas comparam os clones entre si, letras maiúsculas demonstram as diferenças entre os compartimentos do tronco dentro de cada clone.

alburno quanto aos teores dos nutrientes podem ser explicadas pela idade dos tecidos vegetais, os quais foram amostrados na época dos desbaste, quando as plantas tinham em torno de 4 anos de idade, havendo pouca diferenciação anatômica entre estes tecidos nesta idade das árvores. O que se espera é que com o passar do tempo e aumento da idade da planta, os teores de alguns nutrientes variem entre estes tecidos, principalmente para os elementos móveis nos tecidos vegetais, conforme observado por Attiwill (1980) em povoamentos de *Eucalyptus obliqua* com 22 anos de idade e também por Harrison et al. (2000) para *Eucalyptus urophylla*, *E. pellita* e *E. camaldulensis*.

Segundo HERNÁNDEZ et al. (2009), os teores de nutrientes nos componentes das árvores, bem como o desenvolvimento das plantas, têm relação direta com densidade de plantio e a fertilidade do solo. Além destes fatores, Schumacher e Poggiani (1993), relatam que características das espécies e a idade de corte influenciam no acúmulo de nutrientes ao longo da planta.

Estado nutricional de tecido foliar

A sequência decrescente dos teores foliares de macronutrientes, tanto no tratamento D como no SD foi: N > Ca > Mg > K > P (Tabela 3). As sequências

encontram-se dentro do comumente observado na literatura para a maioria dos trabalhos com eucalipto (HAAG et al., 1978; POGGIANI et al., 1983; SILVEIRA et al., 2000).

No tratamento D, os teores de N variaram entre 15,1 e 18,9 g kg⁻¹ sem diferenças estatísticas entre materiais genéticos. Já em SD, os teores de N variaram entre 14,1 e 18,6 g kg⁻¹, sendo este menor valor obtido no clone 1277 e valor equivalente (14, 2 g kg⁻¹) no material semental, com os demais materiais genéticos mostrando teores considerados similares, entre 15,8 e 18,6 g kg⁻¹. Estes valores estão abaixo da faixa adequada de N em compilação feita por Silveira et al. (2000).

Assim como no caso do N, para o K, os valores ficaram abaixo do normalmente observado na literatura, ou considerado adequado para eucalipto e para outras espécies florestais (BERTALOT, 1987, SILVEIRA et al. 2000; WITSCHORECK e SCHUMACHER, 2013). Houveram algumas variações dentro dos diferentes materiais genéticos, mas de maneira geral nenhuma tendência bem definida foi observada. O maior teor (3,7 g kg⁻¹) foi identificado para o clone I-144 e o menor valor (2,0 g kg⁻¹) para o clone 1277. Cabe destacar aqui também que os teores foliares de N e K estão dentro

Tabela 3. Teores de macronutrientes nos tecidos foliares.

CLONES	N		P		K		Ca		Mg	
	D	SD	D	SD	D	SD	D	SD	D	SD
$g\ kg^{-1}$										
1277	15,1	14,1b	1,4	1,3	2,8	2,0b	12,6a	10,1a	4,4a A	2,9a B
GG 100	16,4	15,8a	1,0	1,2	3,1	3,5a	10,4a	10,3a	4,5a A	3,4a A
C219	15,6	17,8a	1,0	1,2	3,1	2,8a	11,4a	11,6a	3,6b A	2,8a A
H13	16,2	16,6a	1,0	1,0	2,9	2,1b	8,3b	7,2b	4,5a A	2,9a B
I - 042	18,5	17,4a	1,2	1,2	2,7	3,2a	11,2a	7,5b	4,9a A	3,6a A
I - 224	16,9	18,6a	0,9	1,4	2,8	2,0b	10,1a	7,6b	5,0a A	3,3a B
UROCAM	17,8	16,3a	1,1	1,5	3,0	3,0a	8,5b	7,9b	4,3a A	2,8a B
I - 144	18,9	15,9a	1,2	1,3	3,2	3,7a	9,9a	10,2a	4,9a A	3,2a B
<i>E. grandis</i>	15,3	14,2b	1,0	1,1	2,8	2,9a	7,9b	11,5a	4,7a A	2,7a B

Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey à 5% de probabilidade. Quando há diferenças letras minúsculas comparam os clones entre si; Letras maiúsculas comparam área com e sem desbaste em cada clone.

da mesma faixa de grandeza dos teores no tronco e casca (Tabela 1), o que demonstra, neste caso, que a madeira apresenta ainda, nesta idade (4 anos) uma concentração elevada de nutrientes, o que poderia resultar em elevadas exportações de nutrientes no caso de colheita do tronco nesta idade.

Em relação ao P, os valores ficaram bem próximos entre si, tanto em área com desbaste quanto em área sem desbaste, com variação entre 0,9 e 1,5 $g\ kg^{-1}$, valores inferiores ao de outros trabalhos na literatura (BERTALOT, 1987; SILVA et al., 1998; SILVEIRA et al., 2000; WITSCHORECK e SCHUMACHER, 2013). O P possui algumas características peculiares em plantios florestais, de maneira que é um elemento que possui normalmente alta eficiência de absorção e utilização (MADEIRA et al., 2009), mesmo quando da sua baixa disponibilidade no solo.

Depois do N, o Ca foi o nutriente com maiores teores nos tecidos foliares. Os valores mais baixos de Ca ficaram entre 7,2 e 8,5 $g\ kg^{-1}$ e os mais elevados entre 9,9 e 12,6 $g\ kg^{-1}$, não havendo efeito do desbaste sobre os teores foliares e sem tendência clara ao se comparar os diferentes materiais genéticos. Os valores de Ca ficaram próximos de valores encontrados na literatura (HAAG et al., 1978; POGGIANI et al., 1983; SILVEIRA et al., 2000; MADEIRA et al., 2009).

Em relação ao Mg, os teores foliares variaram entre 2,7 e 3,6 $g\ kg^{-1}$ em SD, e entre 3,6 e 5,0 $g\ kg^{-1}$ em D. Observa-se que para a maior parte dos materiais genéticos, os teores foram maiores na área com desbaste, com apenas uma diferença entre materiais genéticos – valor mais baixo (3,6 $g\ kg^{-1}$) para o clone C219. Os teores mais elevados nas folhas das plantas

onde houve desbaste poderia ser explicado pelo aumento da luminosidade que elevaria a produção de clorofila e consequentemente a absorção de Mg que faz parte da estrutura da clorofila, o que curiosamente não aconteceu com o N, que também é um dos elementos principais na estrutura da clorofila (HEWITT e SMITH, 1975). A faixa de variação dos teores de Mg está próxima daquelas encontradas na literatura (POGGIANI et al., 1983; BERTALOT, 1987; SILVEIRA et al., 2000; MADEIRA et al., 2009; WITSCHORECK e SCHUMACHER, 2013).

Além da dinâmica nutricional, outro fator importante no estado nutricional das árvores é o material genético utilizado. Normalmente algumas espécies de eucalipto e mesmo procedências podem ter comportamento diferente em relação às necessidades e em relação a absorção de nutrientes, o que reflete no estado nutricional das mesmas (SCHUMACHER et al., 2013).

Conclusões

Em relação aos teores de nutrientes na madeira, houve pouca influência do tipo de tecido vegetal (cerne, albúrnio ou casca) nos teores dos nutrientes, o que poderia ser explicado por se tratarem de tecidos ainda jovens com poucas diferenças estruturais.

A sequência de teores de nutrientes foi: N > Ca > K > Mg > P. O desbaste não influenciou a sequência decrescente dos teores dos nutrientes nas folhas, a qual foi semelhante à observada nos tecidos do tronco; mas influenciou os teores foliares de Mg, favorecendo a absorção do elemento nas áreas com desbaste.

Referências

- ANDRADE, M.C.N.; MINHONI, M.T.A.; SANSIGOLO, C.A.; ZIED, D.C.; SALES-CAMPOS, C. Estudo comparativo da constituição nutricional da madeira e casca de espécies e clones de eucalipto visando o cultivo de shiitake em toras. **Revista Árvore**, v.35 p.183-192, 2011.
- ANDRADE, A.G.; COSTA, G.S.; FARIA, S.M. Deposição e decomposição da serapilheira em povoamentos de *Mimosa caesalpinhiifolia*, *Acacia mangium* e *Acacia holosericea* com quatro anos de idade em planossolo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**. v.24 p.777-785, 2000.
- ATTIWILL, P. M. Nutrient cycling in a *Eucalyptus obliqua* (L'Hérit.) forest: IV nutrient uptake and nutrient return. **Australian Journal Botanic**. v.28 p.199-222, 1980.
- BELLOTE, A.F.G.; DEDECEK, R.A.; SILVA, H.D. Nutrientes minerais, biomassa e deposição de serapilheira em plantios de *Eucalyptus* com diferentes sistemas de manejo de resíduos florestais. **Pesquisa Florestal Brasileira**, v.56 p.31-41, 2008.
- BELLOTE, A. F. J.; SILVA, H. D. da. **Técnicas de amostragem e avaliações nutricionais em plantios de *Eucalyptus* spp.** In: GONÇALVES, J. L. DE M.; BENEDETTI, V. (Eds.). Nutrição e fertilização florestal. Piracicaba, IPEF - Instituto de Pesquisa e Estudos Florestais, 2000. p.105-133.
- BERNARDO, A.L.; REIS, M.G.F.; REIS, G.G.; HARRISON, R.B; FIRME, D.J. Effect of spacing on growth and biomass distribution in *Eucalyptus camaldulensis*, *E. pellita* and *E. urophylla* plantations southeastern Brazil. **Forest Ecology and Management**, v. 104 p.1-13, 1998.
- BERTALOT, M.J.A. **Crescimento e avaliação nutricional de leguminosas arbóreas potenciais para ecossistemas agroflorestais num solo de cerrado**. 1997. 69f. Dissertação (Mestrado em Agronomia), Universidade do Estado de São Paulo, Botucatu.
- CALDEIRA, M.V.W. PEREIRA, J.C.; SCHUMCHER, M.V.; DELLA-FLORA, J.B.; SANTOS, E.M. Comparações entre as concentrações de nutrientes nas folhas e no folheto em um povoamento de *Acacia mearnsii* De Wild. **Revista Arvore**, v.23 p.489-492, 1999.
- CALDEIRA, M.V.W. PEREIRA, J.C.; SCHUMACHER, M.V.; TEDESCO, N.; PEREIRA, J.C. SANTOS, E.M. Estimativa do conteúdo de nutrientes em um povoamento jovem de *Acacia mearnsii* De Wild. estabelecido na região sul do Brasil. **Floresta**, v.29 p.53-65, 1999.
- CLIMATE-DATA - **Dados climáticos para cidades no Brasil**. Disponível em: <www.climate-data.org> Acesso em 05/11/2016.
- CORRÊA, R.F. **Efeito dos atributos do solo na produtividade e qualidade da madeira de *Pinus caribaea* var. *hondurensis***. 2007. 102f. Dissertação (Mestrado em Ciência do Solo) - Universidade Federal do Paraná, UFPR, Curitiba.
- FERNANDES, D.E.; GOMIDE, J.L.; COLODETTE, J.L.; FERREIRA, M.Z. Influência da produtividade de clones híbridos de eucalipto na densidade da madeira e na polpação Kraft. **Scientia Forestalis**, v.39 p.143-150, 2011.
- FREITAS, R. A. **Estudo da biomassa e do conteúdo de nutrientes em um povoamento de *Eucalyptus grandis* Hill ex Maiden plantado em solo sujeito à arenização no município de Alegrete-RS**. 2000. 60f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) - Universidade Federal de Santa Maria - UFSM,
- GADELHA, F.H.L.; SILVA, J.A.A.; FERREIRA, R.L.C.; SANTOS, R.C.; TAVARES, J.A. Produtividade de clones de eucaliptos em diferentes sistemas de manejo para fins energéticos. **Pesquisa florestal brasileira**, v.35 p.263-270, 2015.
- GARCIA, C.H.; NOGUEIRA, M.C.S. Utilização da metodologia REML/BLUP na seleção de clones de eucalipto. **Scientia Forestalis**, v.68 p.107-112, 2005.
- GONÇALVES, J.L.M.; STAPE, J.L.; BENEDETTI, V.; FESSEL, V.A.G.; GAVA, J.L. **Reflexos do cultivo mínimo e intensivo do solo em sua fertilidade e na nutrição das árvores**. In: GONÇALVES, J.L.M.; BENEDETTI, V., ed. Nutrição e fertilização florestal. Piracicaba: IPEF, 2000. cap.1, p.1-57.
- HAAG, H.P.; ROCHA FILHO, J.V.C. e OLIVEIRA, G.D. Ciclagem de nutrientes em florestas implantadas de *Eucalyptus* e *Pinus*. Contribuição das espécies nos nutrientes na manta orgânica. **O Solo**, v.70 p.28-31, 1978.
- HARRISON, R.B.; REIS, G.G.; REIS, M.D.G.F.; BERNARDO, A.L.; FIRME, D.J. Effect of spacing and age on nitrogen and phosphorus distribution in biomass of *Eucalyptus camaldulensis*, *Eucalyptus pellita* and *Eucalyptus urophylla* plantations in southeastern Brazil **Forest Ecology and Management**, v.133 p.167-177, 2000.

- HERNÁNDEZ, J.; PINO, A.; SALVO, L.; ARRARTE, G. Nutrient export and harvest residue decomposition patterns of a *Eucalyptus dunnii* Maiden plantation in temperate climate of Uruguay. **Forest Ecology and Management**, v.258 p.92-99, 2009.
- HEWITT, E.J.; SMITH, T.A. Plant mineral nutrition. London: The English Universities, 1975. 298p.
- INMET. Instituto nacional de meteorologia. Disponível em <http://www.inmet.gov.br/>. Acesso em 11/01/2017.
- LOPES, J.L.W. **Qualidade de mudas clonais do híbrido de *Eucalyptus grandis* vs. *Eucalyptus urophylla*, submetidas a diferentes regimes hídricos**. 2008. 181f. Tese (Doutorado em Engenharia Florestal) - Universidade Estadual de São Paulo - UESP, São Paulo.
- MADEIRA, A.C.; CARNEIRO, M.; MARQUES, P.; MADEIRA, M. Avaliação do estado de nutrição de plantas jovens de *Eucalyptus globulus* por análise foliar e espectroradiométrica. **Revista de Ciências Agrárias**, v.31 p.3-26, 2009.
- MARTINS, A.P.L.; REISSMANN, C.B. Material vegetal e as rotinas laboratoriais nos procedimentos químico-analíticos. **Scientia Agraria**, v.8 p.1-17, 2007.
- MELO, V.F.; NOVAIS, R.F.; BARROS, N.F.; FONTES, M.P.F.; COSTA, L.M. Balanço nutricional, eficiência de utilização e avaliação da fertilidade do solo em P, K, Ca e Mg em plantios de eucalipto no Rio Grande do Sul. **IPEF**, v.49 p.8-17, 1995.
- PESTANA, M.; VARENNES, A.; GOSS, M.J.; ABADIA, J.; FARIA, E.A. Floral analysis as a tool to diagnose iron chlorosis in orange trees. **Plant and Soil**, v.259 p.287-295, 2004.
- PIMENTEL-GOMES, F. **Curso de estatística experimental**. 15ª Ed. Piracicaba, FEALQ - Fundação de Estudos Agrários Luiz de Queiroz, 2009, 451p.
- PINTO, S.I.C.; FURTINI NETO, A.E.; NEVES, J.C.L.; FAQUIN, V.; MORETTI, B.S. Eficiência nutricional de clones de eucalipto na fase de mudas cultivados em solução nutritiva. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.35 p.523-533, 2011.
- POGGIANI, F.; COUTO, H.T.Z.; CORRADINI, L.; FAZZIO, E.C.M. Exportação de biomassa e nutrientes através da exportação dos troncos e das copas de um povoamento de *Eucalyptus saligna*. **IPEF**, v.25 p.37-39, 1983.
- SCHUMACHER, M.V.; CALDEIRA, M.V.W. Estimativa da biomassa e do conteúdo de nutrientes de um povoamento de *Eucalyptus globulus* (Labillardière) sub-espécie maidenii. **Ciência Florestal**, v.11(1) p.45-53, 2001.
- SCHUMACHER M.V.; CORREA R.S.; VIERA M.; ARAUJO E.F. Produção e decomposição de serapilheira em um povoamento de *Eucalyptus urophylla* × *Eucalyptus globulus maidenii*. **Cerne**, v.19 p.509-508, 2013.
- SCHUMACHER, M.V.; POGGIANI, F. 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**, v.3 p.21-34, 1993.
- SILVA, J. A. A.; ROCHA, K. D.; FERREIRA, R. L. C.; TAVARES, J. A. Produtividade volumétrica de clones de *Eucalyptus* spp. no Polo Gesseiro do Araripe, Pernambuco. **Anais da Academia Pernambucana de Ciência Agronômica**, v.10 p.240-260, 2013.
- SILVEIRA, R.L.V.A.; HIGASHI, E.N.; GONÇALVES, A.N.; MOREIRA, A. **Avaliação do estado nutricional do *Eucalyptus*: diagnose visual, foliar e suas interpretações**. In: GONÇALVES, J.L.M.; BENEDETTI, V. (Ed.). Nutrição e fertilidade florestal. Piracicaba: Ipef, p.79-104, 2000.
- SILVA, A. C.; SANTOS, A.R.; PAIVA, A.V. Translocação de nutrientes em folhas de *Hevea brasiliensis* (clone) e em acículas de *Pinus oocarpa*. **Revista da Universidade de Alfenas**, v.4 p.11-18, 1998.
- STAPE, J.L.; BINKLEY, D.; RYAN, M.G.; FONSECA, S.; LOOS, R.A.; TAKAHASHI, E.N.; SILVA, C.R.; SILVA, S.R.; HAKAMADA, R.E.; FERREIRA, J.M.A.; LIMA, A.M.N.; GAVA, J.L.; LEITE, F.P.; ANDRADE, H.B.; ALVES, J.M.; SILVA, G.G.C.; AZEVEDO, M.R. The Brazil Eucalyptus Potential Productivity Project: Influence of water, nutrients and stand uniformity on wood production. **Forest Ecology Management**, v.259 p.1684-1694, 2010.
- VIERA, M.; SCHUMACHER, M.V.; BONACINA, D.M. Biomassa e nutrientes removidos no primeiro desbaste de um povoamento de *Pinus taeda* L. em Cambará do Sul, RS. **Revista Árvore**, v.35 p.371-379, 2011.
- WITSCHORECK, R.; SCHUMACHER, M.V. Teor e alocação de nutrientes em plantio de *Platanus* × *Acerifolia* (aiton) willd. em Dom Feliciano - RS. **Ciência Florestal**, v.23 p.667-678, 2013.
- ZAIA, F.A.; GAMA-RODRIGUES, A.C. Ciclagem e balanço de nutrientes em povoamentos de eucalipto na região norte-fluminense. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.28 p.843-852, 2004.