

**UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ**  
**CURSO DE BACHARELADO EM ENGENHARIA FLORESTAL**  
**Câmpus DOIS VIZINHOS**

**RAQUEL ROSSI RIBEIRO**

**STATUS NUTRICIONAL DE DIFERENTES MATERIAIS GENÉTICOS  
DE *Eucalyptus* sp. PLANTADOS EM DOIS VIZINHOS-PR**

**TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO**

**DOIS VIZINHOS**

**2013**

**RAQUEL ROSSI RIBEIRO**

**STATUS NUTRICIONAL DE DIFERENTES MATERIAIS GENÉTICOS  
DE *Eucalyptus* sp. PLANTADOS EM DOIS VIZINHOS-PR**

Trabalho de Conclusão de Curso de graduação, apresentado ao Curso Superior em Engenharia Florestal, da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Câmpus Dois Vizinhos, como requisito parcial para obtenção do Título de Engenheiro Florestal.

Orientador: Prof. Dr. Eleandro José Brun

**DOIS VIZINHOS**

**2013**

R484s Ribeiro, Raquel Rossi.  
Status nutricional de diferentes materiais genéticos  
de *Eucalyptus sp.* plantados em Dois Vizinhos-PR /  
Raquel Rossi Ribeiro – Dois Vizinhos :[s.n], 2013.

49f.:il.

Orientador: Eleandro José Brun  
Trabalho de Conclusão de Curso (graduação) -  
Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Curso de  
Engenharia Florestal. Dois Vizinhos, 2013.  
Bibliografia p.44-49

1.Florestas plantadas. 2.*Eucalyptus sp.* 3.Nutrição  
I.Brun, Eleandro José, orient.II.Universidade  
Tecnológica Federal do Paraná– Dois Vizinhos.III.Título  
CDD: 634.9

Ficha catalográfica elaborada por Rosana Oliveira da Silva CRB: 9/1745

Biblioteca da UTFPR-Dois Vizinhos



Ministério da Educação  
Universidade Tecnológica Federal do Paraná  
Câmpus Dois Vizinhos  
Curso de Engenharia Florestal



---

## TERMO DE APROVAÇÃO

STATUS NUTRICIONAL DE DIFERENTES MATERIAIS GENÉTICOS DE  
*Eucalyptus* sp. PLANTADOS EM DOIS VIZINHOS-PR

por

RAQUEL ROSSI RIBEIRO

Este Trabalho de Conclusão de Curso foi apresentado em 10 de abril de 2013 como requisito parcial para a obtenção do título de Bacharel em Engenharia Florestal. A candidata foi arguida pela Banca Examinadora composta pelos professores abaixo assinados. Após deliberação, a Banca Examinadora considerou o trabalho aprovado.

---

Prof. Dr. Eleandro José Brun  
Orientador

---

Prof. Dr. Laércio Ricardo Sartor  
Membro titular (UTFPR)

---

Prof. Dr. Augusto Vaghetti Luchese  
Membro titular (UTFPR)

- O Termo de Aprovação assinado encontra-se na Coordenação do Curso -

A Deus nosso pai que sempre guiou meus passos, e me deu oportunidade de realizar mais uma importante etapa em minha vida.

A minha família, em especial aos meus pais Sebastião Alves Ribeiro e Assunta Rossi Ribeiro, pelos ensinamentos de caráter e honestidade e aos meus irmãos Ronaldo e Robson, pela amizade e companheirismo.

**Dedico esse trabalho**

## AGRADECIMENTOS

À Deus, que pela sua infinita bondade me deu saúde, força e coragem e sempre me guiou pelos caminhos corretos.

Ao Prof. Dr. Eleandro José Brun, pela orientação, pelos ensinamentos, confiança, amizade e paciência.

A Universidade Tecnológica Federal do Paraná, pela oportunidade que me foi concedida de cursar Graduação em Engenharia Florestal, de forma gratuita e com qualidade.

A todos os meus amigos e colegas que ajudaram e auxiliaram na realização deste trabalho, em especial Carlos Cesar Mezzalira, Gilvanei Candioto, Nilson Marcos Balin, Tiago Habitzreiter, Taciana Frigotto pelas incessantes horas de laboratório, aos colegas do grupo de trabalho Lucas Ueda Gonçalves, Yan Rafael de Barba, Anderson Pires de Lima, Jeferson Dorini Junior, pelo apoio na condução das atividades de campo.

Aos meus pais e irmãos que mesmo estando longe, sempre me apoiaram e não mediram esforços para a conquista de mais esta etapa de minha vida.

Ao meu grande companheiro, esposo e eterno namorado Jhony Alex, por apoiar-me sem hesitar, pelos momentos de dificuldade e de alegria compartilhados juntos.

Ao Pós-Doutorando Augusto Luchese pela paciência, orientação e ajuda nas análises laboratoriais.

Aos meus colegas de turma pela amizade, companheirismo nesses longos anos de caminhada.

## RESUMO

RIBEIRO, Raquel R. **Status Nutricional de diferentes materiais genéticos de *Eucalyptus* sp. plantados em Dois Vizinhos-PR.** 2013. 51 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia Florestal) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Dois Vizinhos, 2013.

As florestas plantadas e nativas são um importante patrimônio do Brasil. o objetivo desse trabalho foi avaliar o status nutricional de diferentes materiais genéticos de *Eucalyptus* sp., (incluindo espécies, híbridos e clones) plantados em Dois Vizinhos –PR e identificar possíveis deficiências nutricionais e a influencia dessas no desenvolvimento das espécies. Com ênfase em avaliar a adaptação desses materiais genéticos na região Sudoeste do Paraná. foi implantado o Projeto TUME (Teste de Uso Múltiplo de Eucalipto), na UNEPE-Povoamento Florestal da UTFPR- Câmpus Dois Vizinhos. O TUME foi implantado com uso de 14 diferentes materiais genéticos de *Eucalyptus* sp., em parcelas demonstrativas contendo 160 plantas cada, plantadas em espaçamento 3 m x 2 m. O status nutricional dos diferentes materiais genéticos foi avaliado em duas idades aos 12 meses e aos 31 meses de idade das plantas, através de análises foliares. Os resultados obtidos permitiram concluir que: os nutrientes que podem limitar o crescimento das diferentes espécies de *Eucalyptus* sp., são P e K, estes nutrientes se encontram na faixa deficiente. O N aos 12 meses de idade foi maior para o clone GFMO-27 e menor para *E. pellita x terecticornis*, *E. robusta*, *E. pellita* e *E. exserta*. Aos 31 meses de idade das plantas o clone *E. urophylla* clone floração e *E. exserta* foram os materiais genéticos com os maiores teores de N no tecido foliar, em contrapartida, os menores teores foram encontrados no *E. pellita x terecticornis*, *E. robusta*. O Ca e Mg são altos para todos os materiais genéticos. Os diferentes materiais genéticos apresentam teores foliares médios decrescentes para os seguintes macronutrientes: N>Ca>Mg>K>P. Os materiais genéticos que apresentem os melhores resultados são os clones e híbridos, com destaque para clone H-13, *E. saligna x botryoides*, *E. urophylla* clone floração, clone GFMO-27, clone I-224 e *E. grandis x camaldulensis*. Nesse contexto, os clones e híbridos tem se destacado como maior potencial de crescimento e adaptação às condições de solo e clima da região sudoeste do Paraná e com maior exigência nutricional.

**Palavras-chave:** Florestas plantadas. TUME. Vigor Nutricional. Eucalipto.

## ABSTRACT

RIBEIRO, Raquel R. **Nutritional Status of different genetic materials in *Eucalyptus* sp., planted in Dois Vizinhas-PR.** 2013. 51 f. Trabalho de Conclusão (Bacharelado em Engenharia Florestal) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Dois Vizinhas, 2013.

The planted and native forests are an important heritage of Brazil. The aim of this study was to evaluate the nutritional status of different genetic materials of *Eucalyptus* sp. (including species, hybrids and clones) planted in Dois Vizinhas-PR and identify possible deficiencies and nutritional influences on the development of these species. With an emphasis on evaluating of the genetic adaptation of these materials in the Southwest Region of Paraná. The project was implemented, called TUME (Eucalyptus Multiple Use Test), in the Unity of Learning and Research in Planted Forest of the UTFPR –Câmpus Dois Vizinhas. The TUME was implemented with the use of 14 different genetic materials of *Eucalyptus* sp., in demonstration plots each containing 160 plants, planted at 3 m x 2 m spacing. The nutritional status of different genetic materials was evaluated in two ages, 12 months and 31 months of old, with use of leaf analyzes. The results showed that: the nutrients that can limit the growth of different species of *Eucalyptus* sp., are P and K, these nutrients are in deficient level. The N, at 12 months of age was higher for clone GFMO-27 and smaller in *E. pellita x terecticornis*, *E. robusta*, *E. pellita* and *E. exserta*. At the 31 month of old, the *E. urophylla* clone floração and *E. exserta* were genetic materials with the highest levels of N in the leaf tissue, in contrast, the lowest levels were found in *E. pellita x terecticornis* and *E. robusta*. The Ca and Mg are high for all the genetic materials. The different genetic materials showed decrease average leaf content, with the following sequence: N > Ca > Mg > K > P. Genetic materials that present the best results are clones and hybrids, especially clone H-13, *E. saligna x botryoides*, *E. urophylla* clone floração, clone GFMO-27, clone I-224 and *E. grandis x camaldulensis*. In this context, clones and hybrids has excelled as the greatest potential for growth and adaptation to soil and climate of the southwest region of Paraná and greater nutritional requirement.

**Keywords:** Planted Forest. TUME. Nutritional Existing. Eucalyptus.



## LISTA DE TABELAS

- Tabela 1: Resumo da metodologia utilizada para análise foliar e de solo em área experimental com diferentes espécies de *Eucalyptus* sp., plantados em Dois Vizinhos, PR. 2013.....27
- Tabela 2: Faixas de teores foliares de nutrientes considerados adequados e faixa deficiente para *Eucalyptus* sp. ....27
- Tabela 3: Teores de alguns macronutrientes e atributos químicos em Latossolo, Nitossolo e Cambissolo com plantio experimental de diferentes espécies de *Eucalyptus* sp. Dois Vizinhos. PR, 2013. .... 32
- Tabela 4: Teores médios de macronutrientes em folhas maduras de diferentes espécies de *Eucalyptus* sp., plantados em área experimental da UTFPR Câmpus Dois Vizinhos, aos 12 meses de idade das plantas. Dois Vizinhos- PR.2013. .... 37
- Tabela 5: Teores médios de macronutrientes N, P, K, Ca e Mg em folhas maduras de diferentes espécies de *Eucalyptus* plantadas em área experimental na UTFPR Câmpus Dois Vizinhos, aos 31 meses de idades das plantas. Dois Vizinhos- PR. 2013..... 39
- Tabela 6: Crescimento das diferentes espécies de *Eucalyptus* sp., aos 12, 26 e 35 meses de idade das plantas, plantados em área experimental na UTFPR. Dois Vizinhos, PR. 2013..... 40

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO</b> .....	<b>9</b>
1.1 HIPÓTESES .....	11
1.2 OBJETIVO GERAL .....	11
1.2.1 Objetivos Específicos .....	11
1.3 JUSTIFICATIVA .....	12
<b>2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA</b> .....	<b>13</b>
<b>3 MATERIAL E MÉTODOS</b> .....	<b>20</b>
3.1 LOCALIZAÇÃO E CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO .....	20
3.3 DESCRIÇÃO DAS ESPÉCIES .....	20
3.4 COLETA DAS AMOSTRAS .....	21
3.4.1 Amostragem de solo .....	21
3.4.2 Amostragem foliar .....	21
3.5 PROCESSAMENTO E ANÁLISE DAS AMOSTRAS DE SOLO E TECIDO VEGETAL .....	22
<b>4 RESULTADOS E DISCUSSÃO</b> .....	<b>29</b>
4.1 CARACTERIZAÇÃO DA CONDIÇÃO QUÍMICA DO SOLO SOB PLANTIO DE DIFERENTES MATERIAIS GENÉTICOS DE EUCALYPTUS SP. ....	29
4.2 VARIAÇÃO TEMPORAL NO STATUS NUTRICIONAL DE DIFERENTES MATERIAIS GENÉTICOS DE Eucalyptus sp.....	35
<b>5 CONCLUSÕES</b> .....	<b>42</b>
<b>CONSIDERAÇÕES FINAIS</b> .....	<b>43</b>
<b>RECOMENDAÇÕES</b> .....	<b>44</b>
<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b> .....	<b>45</b>

## 1 INTRODUÇÃO

O setor de florestas plantadas vem desempenhando importante papel no cenário socioeconômico do país, contribuindo com a produção de bens e serviços, agregação de valor aos produtos florestais e para a geração de empregos e renda a todos os envolvidos na atividade. Deve-se destacar a forte influência que exerce no desenvolvimento sustentável graças ao destaque dado em termos econômicos, ambientais e sociais, dedicado à cadeia produtiva e indústrias de base florestal, ao desenvolvimento de pesquisas, formação de profissionais, capacidade empreendedora, disponibilidade de terras e de mão de obra e condições edafoclimáticas favoráveis, resultando no presente sucesso. Seguramente, o Brasil detém uma das mais avançadas técnicas de cultivo de florestas plantadas do mundo, sendo o eucalipto o seu principal componente (AHRENS, 2010, p.1).

O plantio de florestas de rápido crescimento em propriedades rurais traz consigo uma série de benefícios, tais como ocupação dos solos não agricultáveis, proteção de nascentes e cursos d' água, recuperação do solo, entre outros (HIGA; MORA; HIGA, 2006, p.29). Contudo, a cultura da floresta é também uma atividade econômica, tal como uma cultura agrícola tradicional, uma propriedade bem planejada, tem perfeitas condições de manter áreas com floresta plantada, dessa maneira o agricultor tem uma poupança verde em sua propriedade que pode ser explorada ao longo dos anos.

A cobertura florestal do território brasileiro, associada às excelentes condições edafoclimáticas (solo e clima), confere ao país grandes vantagens comparativas para a atividade florestal. Esses fatores, aliados ao desenvolvimento tecnológico no plantio de florestas, transformam as vantagens naturais em competitividade real.

O eucalipto é a essência florestal mais utilizada nas florestas plantadas no Brasil, ocupando cerca de 4,75 milhões de hectares, aproximadamente 68,2% da área de florestas plantadas no país (SBS, 2010, p.27). O gênero *Eucalyptus* envolve mais de 600 espécies que estão adaptadas a diferentes climas e solos, podendo ser utilizadas para as mais diversas finalidades. No Brasil, das mais de 100 espécies introduzidas, o *E. grandis* ainda é o mais plantado, seguido pelo *E. saligna* e *E. urophylla*, cabendo ainda destacar os resultados satisfatórios com a introdução de novas espécies na região como *E. camaldulensis*, *E. benthami*, *E. viminalis*, *E. citriodora*, além de clones e híbridos que tem apresentado bom desempenho e adaptação as diversas condições edafoclimáticas da região.

É reconhecida a grande importância do melhoramento genético de plantas para o desenvolvimento do setor florestal. A existência de variabilidade entre espécies, procedências, famílias e indivíduos (clones), asseguram a possibilidade de obtenção de produtos de alta qualidade. A escolha da espécie é fundamental para se obter o produto de qualidade, uma vez que a variabilidade entre as espécies é grande e de fácil percepção (FILHO VILLELA, 2006, p.1).

As variações entre as procedências podem ser significativas quanto às propriedades da madeira, adaptação e desenvolvimento. As procedências de *Eucalyptus grandis*, da região de Atherton, Norte de Queensland, na Austrália, adaptam-se melhor em ambientes com déficit hídrico, crescem mais e apresentam uma madeira de maior densidade do que outras procedências de *Eucalyptus grandis* do sul da Austrália (MORA; GARCIA, 2000, p.28).

No Brasil, o melhoramento genético do eucalipto alcançou enorme sucesso, e contribuiu para o expressivo aumento da produtividade. Segundo Filho Villela (2006, p.1) a produtividade de alguns híbridos de eucalipto é atualmente de até 80 m<sup>3</sup> ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup>. Essa alta produtividade das florestas brasileiras, não só do eucalipto, deve-se as condições favoráveis de clima e solo e alto nível tecnológico da silvicultura (OLIVEIRA, 2006, p. 22). Mesmo assim há uma busca continua por novas tecnologias dada a importância cada vez maior da cultura.

O desenvolvimento agroindustrial da região Sudoeste do Paraná traz consigo um grande aumento da demanda de energia. Segundo dados empíricos a Emater, estima-se que cerca de 70% da madeira consumida ainda seja proveniente de florestas nativas, a maioria de cortes ilegais. Dessa forma, pesquisas devem ser realizadas para buscar novas fontes de madeira para energia, minimizando a pressão de uso sobre as florestas nativas. Isso coloca, em nível regional, as espécies do gênero *Eucalyptus*, por apresentarem as vantagens já mencionadas, como muito promissoras.

Apesar dos plantios de florestas com finalidades energéticas terem aumentado regionalmente nos últimos anos, as técnicas silviculturais e as espécies utilizadas ainda deixam muito a desejar. O uso de espécies não adaptadas, associado a áreas plantadas sobre solos de baixa fertilidade, sem a devida reposição nutricional e com o uso de técnicas rudimentares de implantação e condução, levam a baixas produtividades, conseqüentemente não atendendo a demanda por madeira da região.

Assim sendo, é fundamental que sejam testadas e difundidas as espécies, híbridos ou clones mais adaptados ao clima regional tanto em nível de crescimento como em qualidade da

madeira, não somente para energia, mas sendo já um indicativo de possibilidades de madeiras para usos nobres, como a construção civil e a indústria moveleira.

## 1.1 HIPÓTESES

Frente aos aspectos levantados, esse estudo teve como hipóteses:

- Existem diferenças significativas nos teores foliares de nutrientes entre os materiais genéticos;
- Existem diferenças entre as idades de avaliação dos materiais genéticos;

## 1.2 OBJETIVO GERAL

- Avaliar o status nutricional de diferentes materiais genéticos de *Eucalyptus* sp., plantados em Dois Vizinhos - PR, e identificar possíveis deficiências nutricionais e a influência dessas deficiências no desenvolvimento das espécies.

### 1.2.1 Objetivos Específicos

- Comparar o status nutricional de diferentes materiais genéticos de *Eucalyptus* sp., plantados em área experimental da Universidade Tecnológica Federal do Paraná- Câmpus Dois Vizinhos de acordo com o avanço da idade do plantio;
- Diagnosticar possíveis deficiências nutricionais nos materiais genéticos plantados comparados com intervalos de valores presentes na literatura atual;
- Relacionar os teores encontrados no tecido foliar, com o crescimento dos diferentes materiais genéticos.

### 1.3 JUSTIFICATIVA

O reflorestamento de pequenas e médias propriedades rurais é de interesse público. Ele é uma fonte de renda, contribui para evitar o êxodo rural e o desemprego e, simultaneamente, possibilita inúmeros e imprescindíveis benefícios ambientais (FERREIRA; GALVÃO, 2000, p.11). A crescente demanda de matéria-prima visando o suprimento regional e também industrial do Paraná, bem como a pouca informação em nível regional quanto à potencialidade de diferentes materiais genéticos existentes no Brasil e sua adaptação na região de Dois Vizinhos, destacam a necessidade de estudo, além do crescimento, também da nutrição dos materiais genéticos, visando a sustentabilidade ambiental dos plantios. Ainda há uma grande carência de informações, no que diz respeito à difusão de novas tecnologias para o setor florestal na região, essas informações muitas vezes não chegam aos produtores rurais, ou se chegam muitas vezes, não são compreendidas e aplicadas de forma correta.

## 2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

A disseminação de sementes de eucalipto no mundo começou no início do séc. XIX. Na América do Sul, o primeiro país a introduzir o eucalipto foi o Chile em 1823 e, posteriormente, Argentina e Uruguai (LIMA, 1993, p.38). Segundo Ferreira (1993, p.17), a silvicultura intensiva teve sua origem nos trabalhos do engenheiro agrônomo Edmundo Navarro de Andrade, contratado pela Companhia Paulista de Estradas de Ferro, viajou até a Austrália em busca de uma árvore que fornecesse carvão para as locomotivas e madeira para os dormentes das estradas de ferro da região Sudeste.

Em 1909 a Companhia Paulista iniciou a implantação do Horto Florestal de Rio Claro com o objetivo de expandir a cultura do eucalipto. Foram importadas sementes, escolhendo-se regiões ecológicas semelhantes à Austrália e plantadas inicialmente 144 espécies, totalizando 40 milhões de árvores. A partir de 2002, por meio de um decreto estadual, o antigo Horto Florestal de Rio Claro tornou-se a FEENA (Floresta Estadual Edmundo Navarro de Andrade). A FEENA é conhecida internacionalmente e é considerada o “Berço do Eucalipto” no Brasil, representando a maior área de concentração de espécies diferentes de eucalipto fora de seu país de origem (GARCIA; PEREIRA, 2010, p.7).

Na década de 40, iniciaram-se os primeiros estudos com o eucalipto no Brasil pela empresa Cia. Melhoramentos, com objetivo de obter celulose a partir do eucalipto, obtendo-se os primeiros resultados no ano de 1946 com uma produção de 45.400 kg de celulose (MORA; GARCIA, 2000, p.36). Frente a essas conquistas geradas a partir do eucalipto, novas empresas passaram a investir na produção de papel e celulose a partir do eucalipto. Nos anos 70 a elevada expansão dos plantios ocorreu devido aos incentivos fiscais concedidos pelo governo aos produtores rurais.

A partir dos anos 80, começaram-se os trabalhos de propagação vegetativa do eucalipto, plantios clonais foram realizados e o melhoramento genético passou a ser mais influente no meio florestal. Com o fim do subsídio para o setor florestal no final de 1986, as pesquisas básicas deixam de ser prioridade e o enfoque passa a ser a busca pela árvore superior, como unidade de propagação clonal, concentrando-se as pesquisas na propagação por estaquia, nas técnicas de micropropagação e nos estudos com a microestaquia (BORÉM, 2007, p.125).

Nos anos 90, as atenções se voltaram para a utilização racional dos recursos naturais, procurando-se preservar, conservar, manter a produtividade florestal, promover o uso múltiplo da floresta e desenvolver novas tecnologias visando à minimização dos impactos sobre o solo e ecossistemas naturais (BORÉM, 2007, p.126).

A importação de sementes de eucalipto das melhores procedências, dentro das melhores origens, e o estabelecimento de testes de espécies/ procedência/progênes proporcionaram uma seleção de materiais genéticos com potencial para adaptação e produtividade nas condições edafoclimáticas de diferentes regiões do Brasil. Segundo Ferreira (1992, p.16), o programa tradicional de melhoramento deve priorizar a adaptação, plasticidade e produtividade das espécies florestais e não apenas atuar intensivamente na variabilidade natural ainda existente, visando produzir a “super árvore” para futuros plantios clonais.

Muitos estudos têm mostrado, tanto no caso de espécies florestais como de plantas cultivadas, que as interações entre materiais genéticos e diferentes ambientes apresentam respostas diferenciadas às condições de solo e clima de cada local. Segundo Mori, Lello e Kageyama (1986, p.11), a produtividade da floresta está diretamente relacionada à qualidade do material genético utilizado, tendo sua produtividade maximizada quando bem adaptado às condições ecológicas locais. Também é importante ressaltar que a máxima produtividade está ligada a boas práticas silviculturais empregadas em cada plantio.

Estudos sobre estimativas de parâmetros genéticos, considerando a interação Genótipo x Ambiente, foram realizados por Kageyama (1980, p.31), com *Eucalyptus grandis* (origem Coff's Harbour / Austrália) em cinco locais – Agudos, Anhembi, Brotas, Lençóis Paulista e Resende (SP); Mori, Lello e Kageyama (1986, p.11), com *Eucalyptus saligna* (procedência Itatinga/ SP) em três locais, a saber: General Câmara (RS), Brotas (SP) e Bom Despacho (MG); Mori, Kageyama e Ferreira (1988, p.20), com *Eucalyptus urophylla*, aos sete anos de idade, procedentes da Ilha Flores (Indonésia) em quatro locais: Aracruz (ES), Belo Oriente (MG), Bom Despacho (MG) e Grão Mogol (MG); Carvalho (1989, p.41), com *Eucalyptus grandis*, na região de São Mateus (ES). Estes estudos mostram que os efeitos da interação G x A devem ser considerados nos programas de melhoramento, uma vez que podem ocorrer perdas e ganhos esperados na seleção de genótipos.

O processo de escolha de espécies de eucalipto, potencialmente aptas para plantio no Brasil, tem se baseado, primeiramente, em critérios climáticos (BARROS; NOVAIS, 1990, p.2). A geada é um fator ambiental muito importante na adaptação dos eucaliptos na região Sul do Brasil. Porém, outros fatores, tais como as variações do solo, a ocorrência de estiagem prolongada, ataque de pragas e doenças, também podem afetar a adaptabilidade das espécies



em um novo local de cultivo. Assim, a relação de cada espécie a todos esses fatores precisa ser avaliada para que os plantios florestais tenham êxito (HIGA et al., 1997, p.108; HIGA; HIGA, 2000, p.15).

Segundo Gonçalves e Stape (2002, p. 49), as áreas de produção florestal no Brasil apresentam um cenário com variados contrastes, formando um mosaico rico de ambientes, onde os diferentes ambientes podem ser diferenciados por meio de características climáticas, edáficas, fisiográficas, bióticas e de uso sócio-econômico da terra. Nesse contexto, a produção florestal encontra-se condicionada às condições climáticas (pluviosidade e temperatura), plantações florestais em terrenos acidentados, solos de baixa fertilidade natural e pobres em minerais primários. Portanto, com baixas reservas de nutrientes, plantios em áreas agrícolas degradadas, com perda significativa ao longo do tempo da capacidade de reposição dos nutrientes minerais do solo e biodiversidade dos ecossistemas baixa, devido aos históricos de mau uso do solo, como desmatamento, emprego de práticas inadequadas de manejo agropecuário, resultando na sobra de pequenos fragmentos florestais.

A produtividade dessas áreas, segundo Gonçalves e Benedetti (2005, p. 3), esta aquém de seu potencial, podendo ser elevada a patamares de larga escala, com adequada alocação do genótipo ao ambiente, aliado ao uso de práticas corretas de manejo de solo. O grande desafio está em identificar o equilíbrio entre as estratégias e métodos silviculturais que mantenham ou elevem a produtividade a médio e longo prazo, com o mínimo de impactos ao ambiente.

Ao longo dos ciclos de um plantio florestal, vários podem ser os problemas observados, como o declínio da produção de madeira ao longo de sucessivas rotações com uma mesma espécie. Esse fato pode estar associado a um declínio da fertilidade do solo, causado por um manejo inadequado, que inclui práticas de conservação e preparo de solo, fertilização desbalanceada ou insuficiente e manejo errôneo dos resíduos culturais (GONÇALVES; BENEDETTI, 2005, p 3-4).

A produtividade de uma floresta é determinada, dentre outros fatores, pelo balanço de nutrientes no sistema solo-planta. Evidências da interação entre água e nutrientes influenciando a produção de biomassa têm sido obtidas em experimentos de longa duração com *Pinus radiata* na Austrália (RAISON; MYERS; BENSON; 1992, p.141) e com *E. globulus* em Portugal (PEREIRA et al., 1994, p. 23). Respostas positivas à adição de diferentes nutrientes e, ou, às suas interações com a água têm sido relatadas para plantios de eucalipto no Brasil (BARROS; COMERFORD, 2002, p.489).

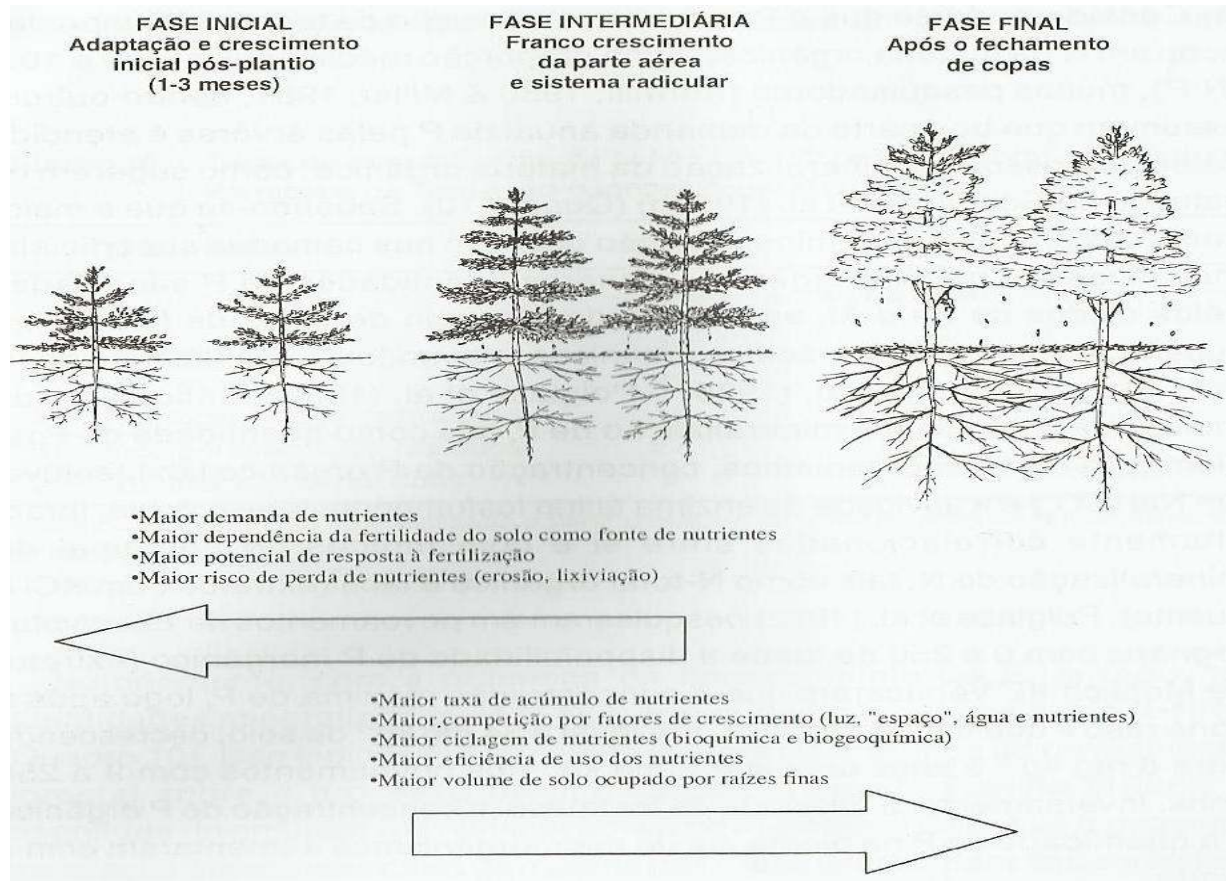
São quatro os fatores que influenciam na quantidade de nutrientes absorvidos pelas árvores: necessidades totais de nutrientes, velocidade de crescimento, eficiência de uso dos nutrientes no processo metabólico e capacidade de absorção de nutrientes do solo (GONÇALVES, 1988, p.16). As maiores diferenças em necessidades de nutrientes são observadas em espécies e pouco entre variações genotípicas de uma mesma espécie. A principal razão está na maior diferença de produção de biomassa entre as espécies. As espécies que apresentam crescimento lento, em especial da parte aérea, têm maior capacidade de suprir suas necessidades de nutrientes sob condições de solos de baixa fertilidade. Já em condições de boa fertilidade do solo, as espécies de crescimento lento sofrem mais com a competição por água e nutrientes com as plantas invasoras (GONÇALVES et al., 2005, p. 15).

Em plantios de eucalipto, a quantidade, a distribuição relativa e a eficiência de utilização de nutrientes dependem da espécie, da idade, do manejo e das condições edafoclimáticas (MORAIS et al., 1990, p.355; PEREIRA, 1990, p.120; REIS e BARROS, 1990, p.266; SANTANA et al., 1999, p.158; GAMA-RODRIGUES e BARROS, 2002, p.198). Ainda podemos considerar que a eficiência da utilização dos nutrientes depende do estágio nutricional em que se encontram as árvores, esse pode ser dividido em antes e depois do fechamento das copas, conforme Figura 1.

Nos primeiros meses de adaptação no campo, um a três meses pós- plantio, as taxas de acúmulo de nutrientes são pequenas, nessa fase as plantas, para assegurar o suprimento de água e nutrientes necessários para seu desenvolvimento, direcionam grande parte dos fotoassimilados e nutrientes para a copa, garantindo assim a síntese de raízes. Frente a esse aspecto, muitas vezes é observado a campo que as plantas perdem seu vigor e é nessa fase que são observados os sintomas de deficiência de nutrientes. Com o suprimento da água e nutrientes assegurado, a atividade fotossintética é intensificada, nessa fase se observa o crescimento da muda e aumento da área foliar. Após os três meses a campo as mudas já estão adaptadas, nessa fase ainda o crescimento e o acúmulo de nutrientes é intenso, com elevadas taxas de absorção que se relacionam diretamente com a idade. É também nessa fase que ocorre a formação das copas (expansão da área foliar) e sistema radicular, principalmente as raízes finas (raízes com função de absorção de água e nutrientes) (GONÇALVES et al., 2005, p. 35).

As respostas à fertilização são melhor observadas antes do fechamento das copas. Nessas condições, as respostas positivas à fertilização devem-se ao fato que as taxas de absorção de nutrientes e a atividade metabólica dos componentes da árvore são elevadas,

geralmente como efeito imediato da fertilização, há elevação do conteúdo de nutrientes nas folhas. Não necessariamente, há uma elevação dos teores de nutrientes nas folhas, porque seu crescimento pode compensar a assimilação e absorção dos nutrientes (GONÇALVES et al., 2005, p. 37).



**Figura 1:** Algumas características dos estágios nutricionais de um povoamento florestal ao longo de seu desenvolvimento.

Fonte: GONÇALVES e BENEDETTI (2005, p. 36).

Após o fechamento das copas, estas já estão totalmente desenvolvidas e a ciclagem de nutrientes está estabelecida, tornando pouco provável respostas a fertilização nessa fase. Ocorrem pequenas variações nas quantidades de nutrientes acumulados, ora com elevação, ora com redução. Esse comportamento, normalmente é associado às condições ambientais, que atuam sobre a estabilidade dos órgãos mais ativos e dinâmicos das árvores: folhas e raízes finas. Em plantações de eucalipto, o pico de absorção de N e P ocorre entre os 2 e 4 anos de idade das plantas. A demanda de nutrientes das árvores é, em grande parte, atendida por

nutrientes, disponibilizados pela mineralização da serapilheira (ciclagem biogeoquímica de nutrientes) e pela retranslocação interna de nutrientes (ciclagem bioquímica). Quanto mais intensos forem os processos de ciclagem de nutrientes, menor é a dependência da árvore do suprimento de nutrientes obtidos do solo. Vale ressaltar que esse comportamento varia muito entre as espécies, condições climáticas, edáficas e manejo florestal (GONÇALVES et al., 2005, p. 37).

O manejo nutricional de um povoamento florestal requer a quantificação dos estoques e dos fluxos de nutrientes no ecossistema. Em florestas plantadas, como nas de eucalipto, a quantidade de nutrientes existentes no solo e a exportada durante a exploração florestal são de grande importância na definição do balanço de nutrientes e da eventual necessidade de aplicação de fertilizantes (MELO et al., 1995, p.12). A quantidade de nutrientes a ser reposta via fertilizante será menor se durante uma exploração florestal, deixarem-se a casca e os componentes da copa, retirando-se somente a madeira (TEIXEIRA, 1987, p.52; MELO et al., 1995, p.15; GAMA-RODRIGUES e BARROS, 2002, p.199; MIRANDA et al., 2002, p.152).

A necessidade de buscar a otimização da relação custo-benefício tem levado algumas empresas florestais a desenvolver pesquisas voltadas à seleção de materiais genéticos adaptados às diversas condições ambientais. Alguns trabalhos indicam diferenças consideráveis quanto à absorção e utilização de nutrientes (FURTINI NETO, 1994, p.65; SILVA et al., 1996, p.261), mostrando a possibilidade de seleção e adaptação de diferentes materiais genéticos a distintas condições edafoclimáticas.

A necessidade de adubação decorre do fato de que nem sempre o solo é capaz de fornecer todos os nutrientes que as plantas necessitam para seu crescimento. As características e quantidade de adubos a aplicar dependerão das necessidades nutricionais das espécies florestais, da fertilidade do solo, da solubilidade dos adubos com o solo, da eficiência dos adubos e de fatores de ordem econômica (GONÇALVES, 2005, p.10).

O solo é o meio do qual as plantas, por meio da absorção radicular, obtêm os elementos minerais essenciais para seu desenvolvimento. Quando o meio não tem e, ou, não fornece as quantidades adequadas dos nutrientes, o que tem sido avaliado pela análise química do solo, as plantas não terão as suas exigências nutricionais atendidas. Haverá, portanto, redução do crescimento e produção das culturas devido à deficiência nutricional (FAQUIN, 2002, p.4).

Assim, a avaliação do estado nutricional das plantas objetiva identificar os nutrientes que estariam limitando o crescimento e produção das culturas. A técnica, nos seus diversos

métodos, consiste basicamente, em se comparar uma planta, uma população de plantas ou uma amostra dessa população com um padrão da cultura em questão. O padrão seria uma planta “normal”, sem nenhuma limitação do ponto de vista nutricional e capaz de altas produções. De acordo com Malavolta, Vitti e Oliveira (1997, p.115), pode-se considerar como “padrão” culturas que apresentem uma produtividade de pelo menos três vezes a média nacional. Tais plantas, certamente, devem ter nos seus tecidos, todos os nutrientes em quantidades e proporções adequadas, não mostrando sintomas visíveis de deficiência desses nutrientes (FAQUIN, 2002, p. 8).

Para um adequado monitoramento da fertilidade do solo e da nutrição vegetal, recomenda-se conciliar os métodos da análise de solo e da diagnose do estado nutricional das plantas. A análise química de solo é de fácil execução, baixo custo e possibilidade de obtenção dos dados antes do plantio ou durante qualquer estágio de desenvolvimento e nutricional da floresta, é um método eficiente e viável de avaliar a fertilidade do solo. Já a diagnose foliar é um método de avaliação do estado nutricional, segundo Malavolta et al., (1997, p.116), que se analisam determinadas folhas em períodos definidos da vida da planta e compara-se com padrões nutricionais da literatura, a escolha deste órgão é devido ao fato de ocorrerem os processos fisiológicos mais importantes, portanto, é o que melhor representa o estado nutricional da planta.

### 3 MATERIAL E MÉTODOS

#### 3.1 LOCALIZAÇÃO E CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

O experimento foi desenvolvido na Unidade de Ensino e Pesquisa Povoamentos Florestais da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Câmpus Dois Vizinhos, Paraná, onde o TUME (Teste de Uso Múltiplo de Eucalipto) foi instalado com plantio em dezembro de 2009.

O clima característico da região é o Cfa, subtropical com chuvas bem distribuídas durante o verão e verões quentes. A região registra temperaturas médias anuais de 19°C e pluviosidade média de 2025 mm anuais (IAPAR, 2008). O solo é classificado como transição entre Latossolo, Nitossolo e Cambissolo (EMBRAPA, 2006, p.171), o relevo é constituído por planaltos com altitudes médias de 509 metros. O município de Dois Vizinhos está localizado na região Sudoeste do Estado do Paraná, com altitude média de 509 metros acima do nível do mar, latitudes entre 25° 45' 04" Sul e longitudes entre 53° 03' 05" Oeste- GR.

#### 3.3 DESCRIÇÃO DAS ESPÉCIES

As 14 espécies, clones ou híbridos (denominados genericamente aqui como materiais genéticos) utilizadas no trabalho são oriundas de mudas clonais adquiridas da Estação Experimental de Ciências Florestais de Itatinga, SP, pertencente à Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiróz/USP, sendo compostas por: *Eucalyptus urophylla*, *E. camaldulensis*, *E. pellita*, clone GFMO-27, clone I224, *E. urophylla* clone floração, *E. exserta*, *E. propinqua*, híbrido *E. saligna x botryoides*, híbrido *E. pellita x terecticornis*, híbrido *E. grandis X camadulensis*, clone H13, *E. citriodora* e *E. robusta*.

A área de lavoura era utilizada principalmente para cultivos anuais, com práticas mecanizadas de preparo do solo e plantio, aplicação de herbicidas e adubos químicos durante

o plantio, geralmente em safra e safrinha. Desde 2009, em função da instalação da área experimental do TUME e da cedência da área total para a UNEPE Povoamentos Florestais, a lavoura tem sofrido apenas roçadas mecanizadas, aguardando a implantação de outros experimentos da Unepe citada.

O fragmento florestal estudado como testemunha encontra-se na forma de um mosaico de diferentes estágios de regeneração, principalmente inicial e médio, fazendo parte da fitofisionomia denominada Floresta Estacional Semidecidual em transição para a Floresta Ombrófila Mista (ecótono) (GORESTEIN et al., 2010, p.2)

### 3.4 COLETA DAS AMOSTRAS

#### 3.4.1 Amostragem de solo

Em cada uma das espécies utilizadas no estudo, no centro de cada parcela, foram abertas mini-trincheiras, onde em cada uma delas foi coletado o solo nas profundidades, 0-10 cm, 10-20 cm, 20-40 cm e 40-60 cm, totalizando dezesseis (16) mini-trincheiras.

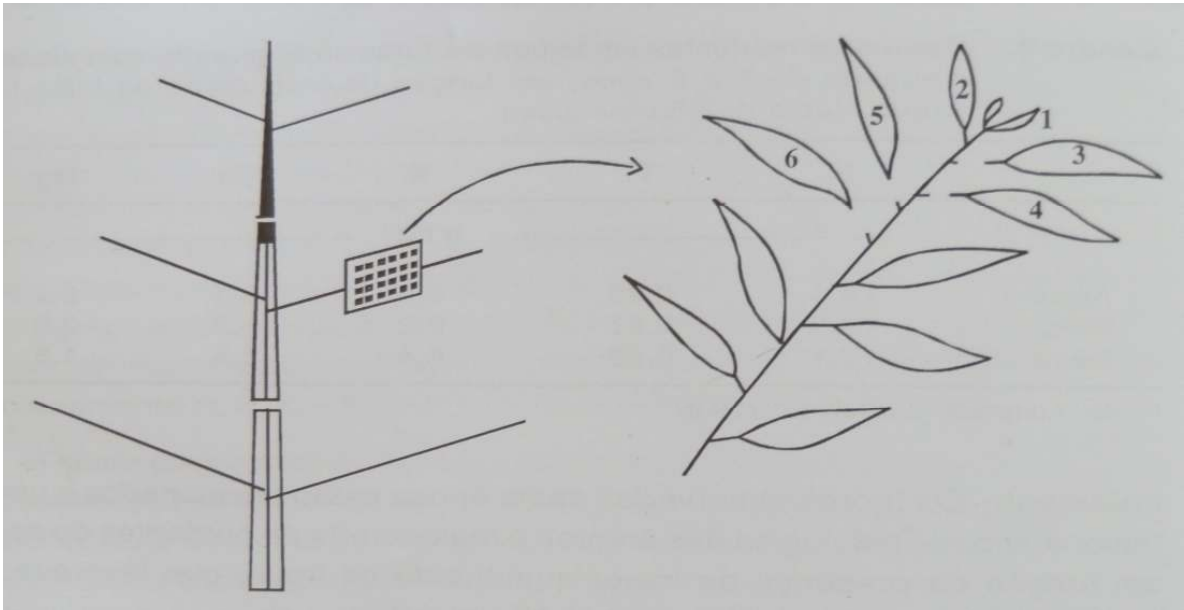
As amostras de solo para análise química foram coletadas com o uso de espátula e acondicionadas em sacos plásticos devidamente identificados com os dados do material genético (tratamento), mini-trincheiras (parcela) e profundidade.

#### 3.4.2 Amostragem foliar

Foram realizadas duas coletas de amostras foliares, uma aos 12 meses de idade das plantas e outra aos 31 meses idade, segundo metodologia descrita por Gonçalves e Benedetti (2005, p.112).

As amostras foliares foram rigorosamente padronizadas, coletando-se as folhas de ramos situados no terço superior da copa da árvore, folhas 3,4,5 e 6 conforme figura 2. Para a obtenção das amostras compostas foram coletadas 12 folhas recém maduras e inteiras de nove

em cada parcela. A cada três sub-amostras as folhas foram homogeneizadas formando uma amostra composta. Num total de três amostras compostas por espécie. As folhas foram coletadas nos quatro raios equidistantes da árvore em três diferentes alturas: altura da copa inferior, meio da copa e altura superior da copa.



**Figura 2:** Esquema ilustrativo da região de seleção de galhos e posição das folhas recém-maduras de *Eucalyptus*, para avaliações nutricionais.

**Fonte:** Gonçalves e Benedetti (2005, p. 112).

### 3.5 PROCESSAMENTO E ANÁLISE DAS AMOSTRAS DE SOLO E TECIDO VEGETAL

As amostras foram analisadas no Laboratório de Análise de Solos e Plantas da Universidade Tecnológica Federal do Paraná - Câmpus Dois Vizinhos. Um resumo dos métodos de determinação de nutrientes e demais atributos encontra-se na Tabela 1.

As amostras de solo foram secas em estufa de circulação e renovação de ar a uma temperatura de 45°C, por aproximadamente 72 horas. Após isso, as mesmas foram moídas em moinho de martelo, passando em peneira de 2 mm de malha (20 *mesh*), formando a Terra Fina seca ao Ar (TFSA). As amostras moídas foram acondicionadas em recipientes, protegidos da luz, umidade e temperatura até o momento da análise laboratorial.



Os atributos químicos do solo analisados foram N total ( $\text{g kg}^{-1}$ ), extraído por digestão sulfúrica, carbono orgânico ( $\text{C}_{\text{org}}$  %), P ( $\text{mg dm}^{-3}$ ),  $\text{K}^+$  ( $\text{cmol}_c \text{ dm}^{-3}$ ) extraídos pelo método Mehlich<sup>-1</sup>,  $\text{Ca}^2$  ( $\text{cmol}_c \text{ dm}^{-3}$ ) e  $\text{Mg}^2$  ( $\text{cmol}_c \text{ dm}^{-3}$ ),  $\text{Al}^3$  ( $\text{cmol}_c \text{ dm}^{-3}$ ), extraídos por KCl 1M, , H+Al ( $\text{cmol}_c \text{ dm}^{-3}$ ) extraídos por SMP, e pH em  $\text{CaCl}_2$  0,01M. Com base nestes dados foram calculados a CTC, os valores V%, m% e MO ( $\text{g kg}^{-1}$ ). A metodologia utilizada para a determinação destes atributos foi baseada em EMBRAPA (1997).

**a)** Para determinação de N total foram adotados os seguintes passos:

- Pesado 0,7 g de solo (precisão de 0,001g) e colocado em tubos de ensaio;
- Adicionado 10 ml da solução digestora ( $\text{Na}_2\text{SO}_4$ ,  $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{H}_2\text{SO}_4$ );
- Aquecer em bloco digestor a uma temperatura de  $80^\circ\text{C}$  por 30 minutos, aumentando a temperatura gradativamente até  $350^\circ\text{C}$  e manter nessa temperatura por 1 hora;

- Destilar com NaOH e titular com HCl  $0,05 \text{ mol L}^{-1}$ ;

O cálculo para obtenção do teor de N total no solo é o seguinte:

$$\text{N g kg}^{-1} = 7000 * (\text{ml de HCl gastos na titulação da amostra} - \text{ml de HCl gastos na titulação do branco}) / 1000 \quad (1)$$

**b)** Para a determinação do carbono orgânico:

- Pesado 0,5 gramas de solo (com precisão de 0,001 g) e colocado em tubo de ensaio
- Adicionado 5 ml da solução de dicromato de potássio e 7,5 ml de ácido sulfúrico;
- Aquecido em bloco digestor a  $170^\circ\text{C}$  por 30 minutos.
- Titular com sulfato ferroso ( $\text{FeSO}_4$   $0,25 \text{ mol L}^{-1}$ ).

O cálculo para obtenção do  $\text{C}_{\text{org}}$  do solo foi o seguinte:

$$A = (V_B - V_A) * (V_{BF} - V_B) + (V_B - V_A) \quad (2)$$

$$\text{CO (dag kg}^{-1}\text{)} = A * \text{Molaridade do Sulfato Ferroso} * 3 * 100 / \text{Peso da amostra (mg)} \quad (3)$$

$$\text{C}_{\text{org}} (\text{g kg}^{-1}) = \text{CO} * 1,72 * 10 \quad (4)$$

**c)** Para determinação de P:

- Mediu-se  $5 \text{ cm}^3$  de TFSA (terra fina seca ao ar) e colocado em frasco extrator;
- Adicionando 50 ml da solução extratora Mehlich<sup>-1</sup>;
- Agitado por 15 minutos e deixado em repouso por 12 horas;
- Pipetou-se 5 ml da solução sobrenadante, adicionado 10 ml da solução de molibdato de amônio de trabalho e 1 ml da solução de ácido ascórbico 1%;
- A leitura foi efetuada no espectrofotômetro UV-VIS com comprimento de onda em 660 nm.

O teor de P foi determinado pelo seguinte cálculo:

$$\text{P mg dm}^{-3} = \text{P.concentração} * 10 \quad (5)$$

Onde P concentração=  $(= (1,4359 * (\text{Leitura da amostra}^2)) + (5,506 * (\text{Leitura da amostra})) - 0,1897$  (6)

O valor de P concentração é obtido a partir dos valores da curva padrão.

**d) Para determinação de K:**

- Pipetado 20 ml da solução sobrenadante extraído de Mehlich<sup>-1</sup>
- Leitura direta do Fotômetro de Chama.

O teor de K foi determinado pelo seguinte cálculo:

$$K \text{ mg dm}^{-3} = \text{leitura de K no fotômetro de chama} / 39 * 10 \quad (7)$$

**e) Para determinação de Ca e Mg:**

- Mediu-se 10 cm<sup>3</sup> de TFSA (Terra Fina Seca ao Ar) e colocado em frasco extrator;
- Adicionado 100 ml da solução de KCl;
- Agitado por 15 minutos e deixado em repouso por 24 horas

Para determinação de Ca+Mg:

- Pipetado 20 ml do extrato sobrenadante, adicionado 5 ml da Solução Tampão de Ca+Mg, e 5 gotas da solução indicadora de Ca+Mg;

- Titulado com EDTA 0,01 mol L<sup>-1</sup>.

Para determinação de Ca:

- Pipetado 20 ml do extrato sobrenadante, adicionado 5 ml da Solução Tampão de Ca, e 5 gotas da solução indicadora de Ca;

- Titulado com EDTA 0,01 mol L<sup>-1</sup>.

Os cálculos para obtenção dos teores de Ca e Mg são baseados no volume da titulação de EDTA 0,01 mol L<sup>-1</sup>, onde:

$$Ca \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3} = \text{ml de EDTA } 0,01 \text{ mol L}^{-1} \text{ gastos na titulação} \quad (8)$$

$$Mg \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3} = \text{ml de EDTA } 0,01 \text{ mol L}^{-1} \text{ gastos na titulação} - \text{ml de EDTA } 0,01 \text{ mol L}^{-1} \text{ gastos na titulação de Ca+Mg} \quad (9)$$

**f) Para determinação de Al:**

- Pipetado 20 ml do extrato sobrenadante adicionado 3 gotas da solução indicadora;
- Titulado com NaOH 0,025 mol l<sup>-1</sup>;

O cálculo para determinação de Al foi o seguinte:

$$Al \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3} = \text{mL de NaOH } 0,025 \text{ mol L}^{-1} \text{ gastos na titulação} * 2,7 \quad (10)$$

**g) Para determinação do pH em CaCl<sub>2</sub>:**

- Mediu-se 8 cm<sup>3</sup> de TFSA (Terra Fina Seca ao Ar) e colocado em frasco extrator;
- Adicionado 20 mL da solução extratora CaCl<sub>2</sub> 0,01 mol L<sup>-1</sup>.
- Agitado por 15 minutos e deixado em repouso por 1 hora;

- Leitura em potenciômetro de eletrodo combinado.

**h) Para determinação de H+Al:**

- Adicionado 4 ml da solução de SMP no frasco extrator onde foi feita leitura de pH;
- Agitado por 15 minutos e deixado em repouso por 1 hora;
- Leitura em potenciômetro de eletrodo combinado.

As amostras de tecido vegetal, após coletadas, foram acondicionadas em sacos de papel devidamente identificados e secos em estufa de circulação e renovação de ar a uma temperatura de 65° C por aproximadamente 72 horas. Após isso, as mesmas foram moídas em moinho de facas tipo Willey, passando em peneira de malha de 30 *mesh*. As amostras moídas foram acondicionadas em recipientes, protegidos da luz, umidade e temperatura até o momento da análise laboratorial. Foram determinados em tecido vegetal N (g kg<sup>-1</sup>), P (g kg<sup>-1</sup>), K (g kg<sup>-1</sup>), Ca (g kg<sup>-1</sup>) e Mg (g kg<sup>-1</sup>).

**a) Para determinação de N total:**

- Pesado 0,1 g de tecido (com precisão de 0,001 g) e colocado em tubos de ensaio;
- Adicionado ao tubo 10 ml da solução digestora (Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, CuSO<sub>4</sub> 5H<sub>2</sub>O);
- Aquecer em bloco digestor e aquecer a uma temperatura de 80°C por 30 minutos, aumentando a temperatura gradativamente até 350°C e manter nessa temperatura por 1 hora;
- Destilar com NaOH e titular com HCl 0,05 mol L<sup>-1</sup>;

O cálculo para obtenção do teor de N total no tecido foliar é o seguinte:

$$N \text{ g kg}^{-1} = 7000 * (\text{ml de HCl gastos na titulação da amostra} - \text{ml de HCl gastos na titulação do branco}) / 1000 \quad (\text{Equação 1})$$

As amostras foram solubilizadas com ácidos nítrico e perclórico (Digestão nitro-perclórica) para determinação dos elementos P, K, Ca e Mg.

- Pesado 0,5 g de material vegetal seco e moído e colocado em tubos de ensaio;
- Adicionado 8 ml da solução digestora;
- Aquecer em bloco digestor até 200°C, por aproximadamente 6 horas.
- Transferido a solução para frascos de vidro hermeticamente fechados e completado seu volume para 100 ml com água destilada.

**b) Para determinação de P:**

- Pipetado 5 ml da solução adicionado 10 ml da solução de molibdato de amônio de trabalho e 1 ml da solução de ácido ascórbico 1% ;
- A leitura foi efetuada no espectrofotômetro UV-VIS, com comprimento de onda em 660 nm.

O teor de P foi determinado pelo seguinte cálculo:

$$P \text{ g kg}^{-1} = P \text{ concentração} * 0,2 \quad (11)$$

$$\text{Onde } P \text{ concentração} = ((1,4359 * (\text{Leitura da amostra} - \text{Leitura do branco})^2) + (5,506 * (\text{Leitura da amostra} - \text{Leitura do branco}))) - 0,1897 \quad (12)$$

**c)** Para determinação de K:

- Pipetado 5 ml do extrato;
- Leitura no Fotômetro de Chama.

O teor de K foi determinado pelo seguinte cálculo:

$$K \text{ g kg}^{-1} = ((\text{leitura} - \text{leitura branco}) * 200) / 1000 \quad (13)$$

Para determinação de Ca+Mg:

- Pipetado 5 ml do extrato, adicionado 5 ml da Solução Tampão de Ca+Mg e 5 gotas da solução indicadora de Ca+Mg ;

- Titulado com EDTA 0,01 mol L<sup>-1</sup>,

**d)** Para determinação de Ca e Mg:

- Pipetado 5 ml do extrato, adicionado 5 ml da Solução Tampão de Ca e 5 gotas da solução indicadora de Ca;

- Titulado com EDTA 0,01 mol L<sup>-1</sup>.

Os cálculos para obtenção dos teores de Ca e Mg são baseados no volume da titulação de EDTA 0,01 mol L<sup>-1</sup>, onde:

$$Ca \text{ g kg}^{-1} = ((\text{ml de EDTA } 0,01 \text{ mol L}^{-1} \text{ gastos na titulação da amostra} - \text{ml de EDTA } 0,01 \text{ mol L}^{-1} \text{ gastos na titulação do branco}) * 0,4) * 40 \quad (14)$$

$$Mg \text{ g kg}^{-1} = ((\text{ml de EDTA } 0,01 \text{ mol L}^{-1} \text{ gastos na titulação da amostra} - \text{ml de EDTA } 0,01 \text{ mol L}^{-1} \text{ gastos na titulação do branco}) * 0,4) * 24,3 \quad (15)$$

**Tabela 1: Resumo da metodologia utilizada para análise foliar e de solo em área experimental com diferentes espécies de *Eucalyptus* sp., plantados em Dois Vizinhos, PR. 2013.**

Material	Atributo/ Nutriente	Extração, dispersão ou secagem	Determinação
Folhas	N	Digestão sulfúrica	Método Kjeldahl
	P	Digestão nítro-perclórica	Espectrofotômetro UV-VIS
	K	Digestão nítro-perclórica	Fotômetro de chama
	Ca	Digestão nítro-perclórica	Volumetria de complexação- EDTA
	Mg	Digestão nítro-perclórica	Volumetria de complexação- EDTA
Solo	N	Digestão sulfúrica	Método Kjeldahl
	P	Mehlich-1	Espectrofotômetro UV-VIS
	K	Mehlich-1	Fotômetro de chama
	Ca	KCl	Volumetria de complexação- EDTA
	Mg	KCl	Volumetria de complexação- EDTA
	C <sub>org</sub>	Oxidação via úmida	Volumetria de óxido-redução
	pH	CaCl <sub>2</sub>	Potenciômetro

Gonçalves (1995, p.6) e Malavolta, Vitti e Oliveira (1997, p.160) apresentam, como uma primeira aproximação, os teores foliares dos nutrientes para a cultura do eucalipto (Tabela 2).

**Tabela 2: Faixas de teores foliares de nutrientes considerados adequados e faixa deficiente para *Eucalyptus* sp.**

Referência	Faixa adequada		Faixa deficiente
	Malavolta et al. (1997)	Gonçalves (1995)	Malavolta et al. (1997)
Nutriente	g kg <sup>-1</sup>		
N	21 – 23	13,5 – 18	8 – 13
P	1,3 – 1,4	0,9 – 1,3	0,4 – 0,8
K	9 – 10	9 – 13	6 – 8
Ca	5 – 6	6 – 10	2 – 4
Mg	2,5 - 3	3,5 - 5	1,5 – 2,0

Fonte: Gonçalves e Benedetti (1995, p. 91)

### 3.6 DELINEAMENTO EXPERIMENTAL

O delineamento experimental utilizado foi inteiramente casualizado, considerando cada material genético como tratamento e cada árvore como repetição. Para análise estatística dos dados, foi utilizado o software Assistat 7.6 Beta. Para efeito de comparação, foram usados os parâmetros dendrométricos altura total (m) e diâmetro altura do peito - DAP (cm), obtidos em inventário florestal realizado aos 31 meses de idade das plantas, relacionando os dados de crescimento com os teores nutricionais encontrados em cada material genético.

A altura total (m) foi determinada com auxílio do hipsômetro Vertex IV e o DAP determinado com suta, obtendo-se duas medidas e fazendo a média entre das mesmas.

## 4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 4.1 CARACTERIZAÇÃO DA CONDIÇÃO QUÍMICA DO SOLO SOB PLANTIO DE DIFERENTES MATERIAIS GENÉTICOS DE EUCALYPTUS SP.

A Tabela 3 apresenta os dados relativos aos atributos químicos do solo para os diferentes tratamentos e nas diferentes profundidades estudadas. O pH do solo apresentou variações entre as diferentes camadas, sendo levemente superior na de 0-10 cm, aumentando a acidez com a profundidade para as espécies *E. urophylla* e clone GFMO-27. O *E. exserta* apresentou aumento do pH para as camadas 0-10 cm, 10-20 cm e 20-40 cm de forma gradativa, entretanto, para a camada 40-60 cm houve diminuição do pH de 5,1 (20-40 cm) para 4,94. Tomé Jr. (1997, p.168) afirma que, em condições naturais, a acidez aumenta à medida que se aprofunda no solo. Nos solos sob floresta, a liberação de nutrientes pela serapilheira vai interferir nos valores de pH.

Um leve aumento do pH foi observado para a camada de 40-60 cm para os materiais genéticos clone H-13, *E. camaldulensis*, *E. propinqua*, *E. pellita*, *E. saligna x botryoides*, *E. pellita x terecticornis*, *E. grandis x camaldulensis* e na mata nativa, em relação às demais camadas de solo. Em geral, a camada de solo na profundidade 0-10 cm foi a que apresentou maior valor de pH para a maioria das espécies, esse fato pode ser correlacionado ao fato dessa camada ser a que tem contato direto com o material orgânico da serapilheira e sub-bosque, este último tendo sido roçado por 3 ocasiões desde a implantação até o momento da coleta de dados, causando uma maior concentração de húmus nessa camada. O *E. exserta*, *E. citriodora*, clone GFMO-27 e *E. urophylla* clone floração apresentaram os maiores valores de pH na camada 10-20 cm.

Segundo Tomé Jr. (1997, p.171), um pH é muito ácido quando atinge valores inferiores a 5,0 comprometendo muito a absorção de nutrientes pelas plantas. Os valores encontrados para esta variável podem ser considerados limitantes para absorção de nutrientes pelas plantas, uma vez que a maior parte dos valores de pH estão abaixo dos valores médios encontrados na literatura (pH CaCl<sub>2</sub> entre 5,3-5,8). E ainda, pode-se notar que a maioria dos valores de pH se encontram abaixo do mínimo recomendado por Tomé Jr (1997, p.172), podendo vir a comprometer a absorção dos nutrientes pelas plantas de forma acentuada.

O N é melhor aproveitado pela planta em solo com pH acima de 5,5. O P tem melhor disponibilidade para as plantas em pH 6 a 6,5 e o K é melhor aproveitado em solo com pH maior que 5,5 (MALAVOLTA; VITTI; OLIVEIRA, 1997, p.68).

Ao analisar os teores de nutrientes no solo das diferentes espécies de *Eucalyptus*, nota-se que o clone H-13 apresentou teores de N maiores para todas as profundidades analisadas, exceto para a camada de 0-10 cm, onde a mata nativa apresenta maior teor, fato atribuído à diversidade do material de origem dessa fração, predominantemente serapilheira formada por uma significativa variedade de espécies, inclusive da família Fabaceae (material rico em N), pode ter influenciado no valor do N para a mata nativa, visto que para as demais camadas os valores não variam muito em relação aos teores encontrados para o clone H-13.

Os teores de Ca encontrados no solo dos diferentes materiais genéticos de *Eucalyptus* são considerados altos ( $> 4,0 \text{ cmol}_c/\text{dm}^3$ ) para as espécies *E. urophylla*, *E. exserta*, clone H-13, *E. camaldulensis*, *E. grandis* x *camaldulensis*, clone I-224 e *E. urophylla* clone floração. Não foram observados valores baixos para Ca no solo em nenhum material genético. Nota-se que os valores médios ( $2,1 - 4,0 \text{ cmol}_c/\text{dm}^3$ ) de Ca foram observados nas camadas 20-40 cm e 40-60 cm para as espécies *E. citriodora*, *E. robusta*, clone GFMO-27, *E. pellita* x *terecticornis*. Para o *E. propinqua*, *E. saligna* x *botryoides* o teor médio de Ca foi observado na camada de 0-10 cm, para o *E. pellita* na camada 20-40 cm, e para as áreas de lavoura e mata nativa os valores médios de Ca são observados para a camada 40-60 cm.

Quanto a  $\text{CTC}_{\text{pH } 7,0}$  (Capacidade de Troca de Cátions) não foram observados valores baixos, 54,7% dos valores de  $\text{CTC}_{\text{pH } 7,0}$  se encontram na faixa média ( $5,1 - 15 \text{ cmol}_c/\text{dm}^3$ ) e 45,3% na faixa considerada alta ( $>15 \text{ cmol}_c/\text{dm}^3$ ). As espécies *E. pellita*, clone GFMO-27, *E. pellita* x *terecticornis* e na mata nativa, apresentaram CTC alta na camada 0-10 cm e CTC média para as demais camadas. As espécies *E. exserta* e *E. urophylla* clone floração apresentaram CTC alta para todas as camadas analisadas. As espécies *E. saligna* x *botryoides*, *E. robusta*, clone I-224 apresentaram valores médios de CTC para todas as profundidades analisadas. Em geral, não foram observadas grandes variações para  $\text{CTC}_{\text{pH } 7,0}$  entre as diferentes espécies, sendo que todas ficaram com valores entre médios a altos.

Já para saturação por bases (V%) 82,8% dos teores se encontram na faixa baixa, 12,5% na faixa considerada média e 4,7% na faixa muito baixa. As espécies *E. propinqua*, *E. citriodora*, *E. saligna* x *botryoides*, *E. grandis* x *camaldulensis*, área de lavoura e mata nativa apresentaram valores baixos para todas as profundidades analisadas.

A avaliação dos teores de alumínio trocável nem sempre é suficiente para caracterizar sua toxidez para as plantas, pois esta depende da proporção que o Al ocupa na CTC efetiva



(TOMÉ Jr., 1997, 180). Dessa forma, a saturação por alumínio (%) avalia de forma mais correta este aspecto. Os níveis encontrados na camada 20-40 cm da espécie *E. camaldulensis*, *E. citriodora*, camada 40-60 cm *E. pellita x terecticornis* podem ser considerados prejudiciais. Em contrapartida, destaca-se que a lavoura apresentou, em todas as camadas, saturação por alumínio elevada, em índices que podem ser considerados prejudiciais para as plantas. Genéricamente, Tomé Jr. (1997, p.182) destaca que valores de saturação por Al menores que 15% podem ser considerados baixos e não prejudiciais. No entanto, devem ser consideradas as características de cada espécie, uma vez que os níveis de tolerância podem variar. Nesse sentido destaca-se que mesmo alguns materiais genéticos apresentarem teores de saturação por alumínio, estes não trarão problemas, pois seus teores são considerados baixos.

O alumínio é constituinte obrigatório do solo, em condições neutras sua solubilidade é praticamente desprezível, entretanto, em solos com pH abaixo de 5,5, especialmente abaixo de 5,0, maior parte das amostras observadas neste estudo, a sua solubilidade aumenta rapidamente e uma parte da CTC do solo pode ser ocupada por esse elemento, em substituição ao Ca, Mg e K. O Al de troca ( $Al^{3+}$ ) está em equilíbrio com o  $Al^{3+}$  da solução do solo, nessas condições o  $Al^{3+}$  pode ser hidrolisado e liberar íons de  $H^+$  que reduz o pH, ou seja, aumenta a acidez do solo, comprometendo a absorção de outros elementos (BARROS; NOVAIS; NEVES, 1990, p. 156). O efeito do alumínio sobre o crescimento e absorção de fósforo e alumínio por mudas de *Eucalyptus grandis*, *E. urphylla*, *E. paniculata* e *E. cloeziana* foi estudado por Neves, Novais e Barros (1982, p.26), nesse estudo foram observados que ligeiras modificações nas concentrações de cálcio, nitrogênio e ferro, a pH 4,5, com cinco concentrações de alumínio 0, 3, 9, 27 e 81  $\mu g/ml$ . Essa eficiência do eucalipto em se adaptar-se a solos ácidos, pode ser reflexo da adaptação ecológica das espécies (VALE et al., 1984, p.126).

**Tabela 3: Teores de alguns macronutrientes e atributos químicos em Latossolo, Nitossolo e Cambissolo com plantio experimental de diferentes espécies de *Eucalyptus* sp. Dois Vizinhos. PR, 2013.**

Espécie	Prof. (cm)	pH CaCl <sub>2</sub>	MO g kg <sup>-1</sup>	N g kg <sup>-1</sup>	P mg dm <sup>-3</sup>	K	Ca	Mg cmolc dm <sup>3</sup>	CTC pH 7,0	V%	m%
<i>E. urophylla</i>	0-10	5,76	22,9	3,1	5,50	2,1	6,2	2,8	14,48	63,6	-
	10-20	5,43	27,0	2,3	3,17	1,5	5,2	7,6	18,58	69,7	-
	20-40	4,86	17,6	1,6	2,60	0,5	6	2,8	14,12	62,7	-
	40-60	4,79	25,9	1,7	1,46	1,3	5,4	0,5	11,96	50,4	-
<i>E. exserta</i>	0-10	4,47	28,3	3,1	5,50	4,7	8,1	3,1	17,43	67,0	-
	10-20	4,76	21,3	2,8	4,92	3,2	8,3	3,2	19,08	62,0	-
	20-40	5,1	15,5	1,8	4,33	1,1	8,4	2,2	17,81	60,2	-
	40-60	4,94	18,1	1,9	3,75	2,5	7,2	2	15,70	60,2	-
Clone H-13	0-10	4,6	30,9	3,2	5,15	2,0	7,4	4,1	17,21	68,0	-
	10-20	4,33	21,9	2,8	5,03	1,5	6,3	2,8	16,04	57,7	-
	20-40	4,21	33,6	2,8	5,44	1,3	5,1	2,4	15,39	49,6	-
	40-60	4,39	30,4	2,9	8,24	1,6	6,8	0,6	13,11	57,7	-
<i>E. camaldulensis</i>	0-10	5,46	22,4	2,5	2,60	1,8	8	3,7	20,43	58,2	-
	10-20	4,92	17,1	2,1	0,89	1,2	4,5	2,7	17,24	42,5	-
	20-40	4,57	12,8	1,7	1,46	0,6	4,2	2,1	14,91	42,7	10,5
	40-60	4,69	14,4	2	3,75	1,1	5,6	2,4	15,31	53,0	-
<i>E. propinqua</i>	0-10	4,57	22,4	2,7	6,15	1,6	3,8	5,8	17,57	55,5	-
	10-20	4,22	19,7	2,4	5,27	1,0	5,5	3,2	16,73	52,6	-
	20-40	4,51	12,8	1,7	5,03	0,6	6,2	2,1	13,47	62,0	-
	40-60	4,73	16,5	1,7	5,33	1,1	5,2	0,9	11,44	54,3	-

(Continuação)

Espécies	Prof. (cm)	pH	MO	N	P	K	Ca	Mg	CTC pH 7,0	V%	m%
		CaCl <sub>2</sub>	g kg <sup>-1</sup>	g kg <sup>-1</sup>	cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup>						
<i>E. citriodora</i>	0-10	4,92	26,0	3,2	2,60	2,1	7	0,2	13,76	53,9	-
	10-20	5,14	20,2	2,7	4,33	2,3	5,8	6,6	21,51	58,7	-
	20-40	4,97	13,5	2,2	1,46	0,9	3,1	6,2	19,61	47,9	7,3
	40-60	4,87	19,7	2,4	1,46	1,0	3,7	4,8	17,03	50,5	-
<i>E. pellita</i>	0-10	5,36	34,6	2,6	5,44	1,9	6,4	5	16,37	70,8	-
	10-20	5,03	29,3	2,1	5,86	3,7	4,5	2,7	13,33	56,8	-
	20-40	4,43	27,7	1,5	6,09	3,5	3,3	3,4	13,74	51,3	-
	40-60	4,53	30,3	0,9	5,80	3,1	5,2	2,4	14,07	56,2	-
<i>E. saligna x botryoides</i>	0-10	4,19	20,8	2,2	3,17	1,9	3,8	2,2	11,78	52,5	-
	10-20	4,05	19,2	2	2,03	1,8	4,5	1,7	12,91	49,4	-
	20-40	3,9	16,1	1,9	2,03	0,7	4,5	0,7	11,07	47,6	-
	40-60	4,24	14,0	1,5	1,46	1,1	4,3	1	11,60	46,9	-
<i>E. robusta</i>	0-10	4,67	18,7	2,1	1,46	1,0	5,8	2,7	14,19	60,6	-
	10-20	4,45	20,7	2,5	1,46	0,9	4	3,1	13,04	55,2	-
	20-40	4,61	13,5	2,5	4,92	0,4	3,1	1,4	9,77	46,5	-
	40-60	4,63	14,0	2,1	5,15	0,6	3,7	1,6	10,92	49,1	-
Clone GFMO- 27	0-10	5,02	20,2	2,9	1,46	1,5	9,5	3,3	20,00	64,8	-
	10-20	5,15	14,5	2,2	0,89	1,5	5,9	2,4	14,00	60,4	-
	20-40	4,64	11,4	1,4	1,46	0,6	3,5	1,3	9,98	48,7	-
	40-60	4,49	16,1	1,9	2,60	1,2	3,9	3,3	12,67	57,8	-
<i>E. pellita x terecticornis</i>	0-10	5,03	24,4	2,9	3,17	0,3	6,5	2,4	15,97	55,9	-
	10-20	4,7	14,5	2,2	5,50	1,5	6	1,2	13,04	47,2	-
<b>(Conclusão)</b>											
Espécies	Prof (cm)	pH	MO	N	P	K	Ca	Mg	CTC pH 7,0	V%	m%
		CaCl <sub>2</sub>	g kg <sup>-1</sup>	g kg <sup>-1</sup>	Cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup>						

<i>E. pellita x terecticornis</i>	20-40	4,48	16,6	1,7	3,17	0,6	3,9	1,6	12,45	44,7	-
	40-60	4,54	21,8	1,6	9,08	1,4	3,6	1,9	11,66	48,3	3,8
<i>E. grandis x camaldulensis</i>	0-10	4,82	20,8	2,7	5,33	0,9	6,1	3,6	16,52	59,2	-
	10-20	4,28	16,5	1,7	5,80	0,4	5,9	1,3	14,28	50,7	-
	20-40	4,24	16,5	1,9	5,62	0,2	4,1	2,3	12,82	50,1	-
	40-60	4,4	19,2	2,3	5,86	0,9	6,9	2,4	15,02	62,5	-
<b>Clone I-224</b>	0-10	4,75	21,9	2,6	1,46	2,1	5,9	2,4	13,01	65,4	-
	10-20	4,67	22,9	2,7	0,89	1,6	5,2	2,8	13,47	60,6	-
	20-40	4,35	12,3	1,4	0,89	0,9	7,6	1,2	14,08	63,1	-
	40-60	4,35	14,4	1,7	0,89	0,9	4,3	1,9	12,36	50,9	-
<i>E. urophylla floração</i>	0-10	5,31	31,4	2,7	6,51	2,0	8,2	3,2	18,70	62,0	-
	10-20	5,81	27,1	2,8	6,69	1,8	13,6	4,8	25,58	72,7	-
	20-40	5,24	31,4	2,5	5,21	1,2	8,2	3,3	17,60	66,0	-
	40-60	4,63	18,1	1,8	5,44	1,0	7,1	3,6	16,78	64,4	-
<b>Lavoura (testemunha)</b>	0-10	4,83	22,4	2,7	2,4	1,7	6,37	3,25	16,1	57,6	1,6
	10-20	4,46	22,4	2,5	3,8	2,3	6,93	2,13	15,8	59,1	1,2
	20-40	4,63	17,2	1,9	3,0	6,3	5,63	3,4	15,8	58,1	1,7
	40-60	4,69	18,2	1,4	2,6	1,6	3,9	2,63	13,5	49,5	1,1
<b>Mata Nativa (testemunha)</b>	0-10	5,19	24,4	4,1	4,92	0,7	7,2	2,2	15,59	60,8	-
	10-20	4,63	19,2	2,6	4,92	0,6	5,8	1,9	14,60	53,2	-
	20-40	3,93	18,2	2,2	5,86	0,5	5,6	1,3	13,07	53,2	-
	40-60	4,2	17,2	2	5,15	0,4	2,6	3,6	12,63	49,4	-

#### 4.2 VARIAÇÃO TEMPORAL NO STATUS NUTRICIONAL DE DIFERENTES MATERIAIS GENÉTICOS DE *Eucalyptus* sp.

Os teores dos nutrientes na planta refletem diretamente o estado nutricional das mesmas, assim como a fertilidade do solo em que se encontram as plantas. Segundo Novais, Barros e Neves (1990, p.27), os teores dos nutrientes presentes no solo vão interferir diretamente no desenvolvimento inicial das mudas em condições de campo e com consequente influência na produtividade final.

As concentrações de nutrientes variam de espécie para espécie e sofrem influencia do solo, umidade, capacidade de absorção de nutrientes, época do ano, tipo de amostragem e também da parte da árvore que foi retirada a amostra. De modo geral, as concentrações de nutrientes apresentam ordem decrescente: folhas, ramos, casca e lenho. As diferenças nutricionais entre clones, híbridos de duas espécies ou clones de uma mesma espécie, normalmente, são atribuídas ou a diferentes capacidades de absorção dos nutrientes ou a diferentes taxas de utilização dos nutrientes pelas plantas (NOVAIS; BARROS; NEVES, 1990, p.26).

A determinações dos nutrientes absorvidos ao longo dos anos de idade das plantas é importante para determinar a fase de maior demanda de nutrientes e se necessário efetuar a fertilização das plantas, é importante que essa necessidade seja feita nos primeiros anos do plantio, uma vez que a capacidade de absorções dos nutrientes pela planta vai depender do estágio sucessional que a planta se encontra, principalmente no que se relaciona ao fechamento da copa, sendo que após o fechamento das copas, a resposta à fertilização pode ficar comprometida.

Na Tabela 4 são observados os teores médios de macronutrientes para as folhas das diferentes espécies de *Eucalyptus* plantados em área experimental, destaca-se que, aos 12 meses de idade das plantas, o clone GFMO-27 apresentou maior teor de N em relação às demais espécies, em contrapartida, este clone não apresentou o maior crescimento aos 12 meses de idade, como pode ser observado na Tabela 5. Já aos 31 meses, nota-se que houve uma diminuição do teor de N para este clone. Segundo Ribeiro et al. (2012, p.6) este clone tem apresentado bons resultados, uma vez que está entre os materiais genéticos com as melhores médias para as variáveis analisadas Altura (m), DAP (cm), Área de copa (m<sup>2</sup>) e tem apresentado elevado potencial de indicação para a região Sudoeste do Paraná.

Ainda com relação ao N, as espécies que apresentaram os menores teores desse nutriente aos 12 meses de idade foram *E. robusta*, *E. pellita*, *E.pellita* x *terecticornis* e *E.*

*exserta*. Pode-se enfatizar que a espécie *E. pellita* pode apresentar limitações quanto a absorção desse nutriente ou apresentar baixo potencial de adaptação às condições de solo e clima da região. Essa espécie tem apresentado os menores valores para Altura total (m), DAP (cm) e Área de copa (m<sup>2</sup>) em estudo realizado por Ribeiro et al. (2012, p.5). Ainda são desconhecidos registros de plantio dessa espécie na região Sudoeste do Paraná, dessa forma, vários são os fatores que podem acarretar seu baixo crescimento e adaptação, principalmente relacionados a fatores climáticos e edáficos.

Para P, embora não sejam observadas diferenças significativas entre as espécies, deve-se destacar que segundo Gonçalves (1995, p.6) os teores encontrados para as diferentes espécies de *Eucalyptus* estão situados na faixa deficiente (0,4 g kg<sup>-1</sup> a 0,8 g kg<sup>-1</sup>). Esse resultado indica que a adubação fosfatada fornecida as mudas no momento do plantio e a ciclagem de nutrientes, não tem sido suficiente para suprir a demanda das espécies. Novais, Barros e Neves (1990, p.138) afirmam que em povoamentos de eucalipto, no Brasil, o fósforo tem sido o elemento mais limitante do crescimento vegetal. Somente uma pequena porção do fósforo total está disponível na solução do solo e disponível para as plantas. O restante está na composição estrutural de minerais primários ou imobilizado na matéria orgânica, retido em compostos, mais ou menos solúveis, principalmente de cálcio, alumínio e ferro.

Em relação à análise de solo obtida nesse estudo (Tabela 3), pode-se notar que os teores de P no solo tem ampla variação, indo de alto a baixo. A indisponibilização desse nutriente às plantas pode ser explicada por vários fatores, como a imobilização do mesmo na biomassa das plantas, variações no enraizamento e/ou possíveis alterações metabólicas das plantas no decorrer da idade (NOVAIS, BARROS, NEVES, 1990, p.45). Brun (2004, p.77), destaca que o P tem ampla mobilidade dentro da planta, acarretando em uma maior concentração nos órgãos mais novos da planta, sendo ciclado bioquimicamente visando a manutenção na planta, sendo participante ativo dos compostos ricos em energia (ATP), apesar do seu baixo suprimento por parte do solo.

Novais, Barros e Neves (1990, p.154) afirmam que nos solos tropicais, em especial os solos que são utilizados para o plantio de eucalipto, as perdas de potássio por lixiviação podem ser consideráveis, em razão da baixa retenção desse elemento no solo. A aplicação excessiva desse nutriente pode disponibilizar uma grande quantidade, mas no decorrer do tempo, com a ocorrência de chuvas, grande parte desse nutriente pode ser perdido por lixiviação para as camadas mais profundas do solo. Estudos indicam que a necessidade de potássio das plantas de eucalipto aumenta com o acúmulo de biomassa e portanto com a idade da planta.

**Tabela 4: Teores médios de macronutrientes em folhas maduras de diferentes espécies de *Eucalyptus* sp., plantados em área experimental da UTFPR Câmpus Dois Vizinhos, aos 12 meses de idade das plantas. Dois Vizinhos- PR.2013.**

	N	P	K	Ca	Mg
	g kg <sup>-1</sup>				
<i>E. urophylla</i>	18,08 ± 1,80 bc*	0,53 ± 0,02 a	0,59 ± 0,24 a	7,20 ± 0,80 a	2,92 ± 1,68 a
<i>E. exserta</i>	14,58 ± 1,99 c	0,61 ± 0,09 a	0,57 ± 0,14 a	9,87 ± 0,46 a	3,24 ± 1,13 a
<b>Clone H-13</b>	17,50 ± 0,70 bc	0,45 ± 0,19 a	0,72 ± 0,16 a	5,07 ± 2,01 a	3,59 ± 0,52 a
<i>E. camaldulensis</i>	16,8 ± 1,21 bc	0,50 ± 0,13 a	0,79 ± 0,19 a	12,80 ± 4,8 a	3,56 ± 2,02 a
<i>E. propinqua</i>	17,73 ± 1,46 bc	0,64 ± 0,05 a	0,47 ± 0,28 a	4,80 ± 3,2 a	5,97 ± 1,45 a
<i>E. citriodora</i>	16,22 ± 2,33 bc	0,63 ± 0,05 a	0,85 ± 0,28 a	6,67 ± 3,23 a	2,42 ± 1,46 a
<i>E. pellita</i>	14,23 ± 0,81 c	0,65 ± 0,02 a	0,59 ± 0,12 a	6,40 ± 1,60 a	4,86 ± 1,68 a
<i>E. saligna x botryoides</i>	17,97 ± 10,7 bc	0,61 ± 0,05 a	0,78 ± 0,25 a	6,93 ± 0,92 a	3,56 ± 1,48 a
<i>E. robusta</i>	14,12 ± 1,23 c	0,59 ± 0,08 a	0,75 ± 0,16 a	8,80 ± 5,25 a	3,56 ± 2,97 a
<b>Clone GFMO- 27</b>	23,10 ± 2,10 a	0,56 ± 0,12 a	0,64 ± 0,18 a	7,47 ± 4,89 a	3,56 ± 0,56 a
<i>E. pellita x terecticornis</i>	13,42 ± 1,23 c	0,53 ± 0,10 a	0,56 ± 0,06 a	8,27 ± 1,67 a	3,56 ± 2,02 a
<i>E. grandis x camaldulensis</i>	15,63 ± 1,07 bc	0,64 ± 0,14 a	0,61 ± 0,08 a	8,00 ± 2,77 a	4,86 ± 0,97 a
<b>Clone I-224</b>	19,60 ± 1,21 ab	0,6 ± 0,11 a	0,68 ± 0,12 a	4,73 ± 3,19 a	5,69 ± 2,74 a
<i>E. urophylla</i> clone floração	19,83 ± 2,65 ab	0,7 ± 0,06 a	0,73 ± 0,12 a	10,13 ± 2,44 a	3,49 ± 1,25 a

\* médias seguidas pelas mesma letra, na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 1% de probabilidade de erro.

Objetivando comprovar a hipótese que a necessidade de potássio aumenta com a idade das plantas, Novais, Barros e Neves (1990, p.155), realizaram dois experimentos com várias doses de cloreto de potássio aplicadas a lanço, seguido de incorporação na camada 0-20 cm e comprovaram que os volumes de madeira obtidos com doses extremas aumentaram com a idade das plantas.

O intervalo adequado para teor de K situa-se entre 9 – 13 g kg<sup>-1</sup>, conforme Tabela 2, observa-se que as espécies situaram-se todos na faixa deficiente para esse nutriente. O K é um elemento com grande capacidade de mobilidade, ele é redistribuído das folhas mais velhas para as mais novas em caso de carência. Os teores nas folhas se explicam devido a sua função da atividade de regulação de abertura e fechamento dos estômatos, sendo muito importante para a fotossíntese, e também, pela participação na síntese de alguns compostos como os carboidratos (MALAVOLTA, 1974, p.463).

Para a concentração de nutrientes nas folhas maduras das diferentes espécies de *Eucalyptus* sp., aos 12 e 31 meses de idade, das observa-se a seguinte ordem:  $N > Ca > Mg > K > P$ . Aos 31 meses, as espécies que apresentaram os maiores teores de nutrientes foram *E. exserta* e *E. urophylla* clone floração, as demais espécies não diferiram estatisticamente das com os maiores teores, exceto para *E. pellita x tereticornis* e *E. robusta*. Esse resultado demonstra que a espécie *E. exserta* exige uma maior quantidade de nitrogênio para seu desenvolvimento, dessa espécie pouco se conhece sobre seu comportamento na região, e portanto, deve-se dar atenção no decorrer dos próximos anos. Como destaca Ribeiro et al. (2012, p.5).

Em relação a Ca e Mg, pode-se notar que houve um pequeno aumento nos teores dos nutrientes na maioria das espécies, dos 12 para os 31 meses de idade das plantas. Esse fato pode ser explicado pelo, aumento da ciclagem de nutrientes e realocação dos nutrientes na árvore, destacando que os teores encontrados no solo são altos e o crescimento radicular nesse período pode aumentar a capacidade absorção desse nutriente pelas raízes

Os teores de P e K se encontram na faixa deficiente, embora tenha sido observado um leve aumento do decorrer da idade, assim como ocorreu para Ca e Mg. Em geral, para o eucalipto, a ciclagem bioquímica torna-se mais expressiva a partir de, aproximadamente 4,5 anos de idade das plantas, época em que a copa está totalmente desenvolvida e a ciclagem de nutrientes contribui expressivamente para a demanda nutricional (GONÇALVES, BENEDETTI, 2005, p. 43), passando a reduzir a pressão sobre as reservas do solo. Mello et al., (1995), afirma que após o estabelecimento da ciclagem bioquímica, até 66% da demanda de nutrientes considerados móveis pode ser suprida pela retranslocação, o que reduz a probabilidade de resposta à fertilização. Nesse contexto, pode-se afirmar que a aplicação de nutrientes que estão com níveis deficientes nas plantas, P e K principalmente, possivelmente ainda poderiam fazer com que as plantas respondessem de forma positiva, melhorando seus teores foliares e conseqüentemente, aumentando a taxa de crescimento.

Aos 31 meses de idade das plantas (Tabela 5), destaca-se que as espécies que se apresentam com os menores teores foliares de nutrientes foram o *E. robusta* e *E. pellita x tereticornis*, estando, segundo Gonçalves (1995, p.6), com teores de N abaixo dos adequados para as espécies de *Eucalyptus* mais cultivados no Brasil. As demais espécies apresentam um suprimento adequado de nitrogênio, com base nos intervalos nutricionais estabelecidos por Gonçalves (1995, p.6). As espécies *E. exserta* e *E. urophylla* clone floração se apresentaram estatisticamente superiores às demais espécies analisadas. O *E. exserta* pode apresentar uma



maior exigência para o elemento nitrogênio, visto que este não tem apresentado um bom crescimento (RIBEIRO et al., 2011, p.10).

**Tabela 5: Teores médios de macronutrientes N, P, K, Ca e Mg em folhas maduras de diferentes espécies de *Eucalyptus* plantadas em área experimental na UTFPR Câmpus Dois Vizinhos, aos 31 meses de idades das plantas. Dois Vizinhos- PR. 2013.**

	N	P	K	Ca	Mg
	g kg <sup>-1</sup>				
<i>E. urophylla</i>	16,57 ± 0,8 ab*	0,59 ± 0,14 a	0,77 ± 0,14 a	6,80 ± 3,27 a	3,66 ± 1,05 a
<i>E. exserta</i>	17,62 ± 1,46 a	0,58 ± 0,13 a	0,48 ± 0,03 a	9,87 ± 3,33 a	3,05 ± 0,78 a
<b>Clone H-13</b>	14,12 ± 1,65 ab	0,67 ± 0,09 a	0,85 ± 0,29 a	6,67 ± 3,03 a	3,89 ± 0,97 a
<i>E. camaldulensis</i>	15,52 ± 1,76 ab	0,64 ± 0,07 a	0,53 ± 0,16 a	7,07 ± 2,27 a	3,93 ± 0,81 a
<i>E. propinqua</i>	13,77 ± 2,58 ab	0,61 ± 0,17 a	0,76 ± 0,27 a	13,07 ± 1,22 a	2,92 ± 1,94 a
<i>E. citriodora</i>	14,82 ± 1,76 ab	0,6 ± 0,11 a	0,61 ± 0,26 a	8,8 ± 4,23 a	3,87 ± 2,51 a
<i>E. pellita</i>	14,58 ± 1,46 ab	0,61 ± 0,06 a	0,46 ± 0,04 a	8,8 ± 1,60 a	5,22 ± 2,22 a
<i>E. saligna x botryoides</i>	15,98 ± 1,93 ab	0,60 ± 0,06 a	0,65 ± 0,11 a	7,2 ± 2,88 a	4,54 ± 2,97 a
<i>E. robusta</i>	11,43 ± 1,41 b	0,66 ± 0,09 a	0,71 ± 0,05 a	7,47 ± 2,57 a	6,16 ± 2,02 a
<b>Clone GFMO- 27</b>	15,17 ± 0,2 ab	0,54 ± 0,19 a	0,73 ± 0,17 a	10,27 ± 1,80 a	1,94 ± 0,97 a
<i>E. pellita x terecicornis</i>	11,08 ± 1,07 b	0,48 ± 0,16 a	0,50 ± 0,1 a	9,87 ± 0,92 a	2,82 ± 0,44 a
<i>E. grandis x camaldulensis</i>	15,17 ± 2,28 ab	0,74 ± 0,04 a	0,72 ± 0,08 a	8,53 ± 1,22 a	3,24 ± 1,12 a
<b>Clone I-224</b>	14,82 ± 0,4 ab	0,63 ± 0,09 a	0,66 ± 0,22 a	7,80 ± 1,91 a	2,20 ± 0,63 a
<i>E. urophylla</i> clone <b>floração</b>	17,03 ± 3,93 a	0,56 ± 0,04 a	0,65 ± 0,18 a	11,20 ± 4,0 a	4,21 ± 1,48 a

\* médias seguidas pelas mesma letra, na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 1% de probabilidade de erro.

Na tabela 6 são observados os valores médios de crescimento das diferentes espécies de *Eucalyptus* sp., plantados em área experimental, onde destacam-se o bom desenvolvimento dos clones e híbridos. No inventário florestal realizado aos 35 meses de idade, destaca-se que o Clone H-13 apresentou a maior altura, seguido pelo híbrido *E. saligna x botryoides*, *E. urophylla* clone floração, clone GFMO-27, clone I-224 e híbrido *E. grandis x camaldulensis*.

**Tabela 6: Crescimento das diferentes espécies de *Eucalyptus* sp., aos 12, 26 e 35 meses de idade das plantas, plantados em área experimental na UTFPR. Dois Vizinhos, PR. 2013.**

Idade da medição	12 meses		26 meses		35 meses	
Espécie	Altura total (m)	DAP (cm)	Altura total (m)	DAP (cm)	Altura total (m)	DAP (cm)
<i>E. urophylla</i>	6,9	8,0	10,3	12,8	12,3	16,6
<i>E. exserta</i>	5,1	5,2	8,0	7,2	9,6	9,9
Clone H-13	9,1	8,9	12,7	12,7	15,2	17,7
<i>E. camaldulensis</i>	7,8	7,1	10,2	9,0	10,3	11,5
<i>E. propinqua</i>	8,3	8,0	10,5	10,4	11,6	13,2
<i>E. citriodora</i>	3,9	4,4	6,6	5,9	8,3	7,6
<i>E. pellita</i>	5,6	6,1	8,7	8,4	10,4	10,3
<i>E. saligna x botryoides</i>	8,8	8,5	11,8	11,9	14,7	14,9
<i>E. robusta</i>	4,7	6,5	8,6	8,2	10,7	11,6
Clone GFMO- 27	7,9	8,4	8,6	9,1	13,7	15,0
<i>E. pellita x terecticornis</i>	6,2	6,5	14,9	11,6	9,4	10,1
<i>E. grandis x camaldulensis</i>	8,6	9,0	10,5	11,9	13,0	13,9
Clone I-224	6,9	8,7	12,2	12,3	13,6	15,0
<i>E. urophylla</i> clone floração	8,1	9,3	12,2	13,4	14,6	16,5

Ainda pode-se evidenciar o bom crescimento dos clones, estes materiais genéticos por já terem sua carga genética melhorada, podem e segundo se observa no estudo tendem a exigir maiores quantidades de nutrientes do que as demais espécies.

Nesse contexto, destaca-se que os baixos teores de nutrientes, principalmente P, K podem ocasionar deficiências no crescimento dos materiais genéticos ao longo dos anos, uma vez que pouco se conhece sobre o crescimento e adaptação dessas espécies na região Sudoeste do Paraná. Ainda, pode-se notar que alguns materiais genéticos já expressam uma maior exigência de nutrientes, como é o caso do *E. exserta* que aos 12 meses de idade estava com os menores teores e já aos 31 meses se apresenta como um dos materiais genéticos com os teores mais altos, analisando os dados de crescimento dessa espécie pode-se ainda notar que não é uma que apresenta os maiores valores de altura e DAP, mas pode-se destacar que está ocorrendo um aumento gradativo no crescimento, demonstrando essa maior exigência nutricional.

Quanto aos clones a diferença de crescimento é ainda mais expressiva, novamente destacando que o crescimento desses materiais genéticos pode vir a ser afetado futuramente pelos baixos teores de nutrientes como P, K principalmente. Quanto aos teores de Ca e Mg, estes se apresentam na faixa adequada e portanto, não tendem a apresentar problemas de deficiência. Mas não se pode analisar esses nutrientes separadamente, por isso o acompanhamento do crescimento desses materiais genéticos vai mostrar se de fato, esses nutrientes estão causando deficiências que irão influenciar no desenvolvimento das espécies.

O conhecimento e acompanhamento do status nutricional desses materiais genéticos é de fundamental importância, uma vez, que estes materiais estão sendo testados quanto a sua adaptação e desenvolvimento na região, com vista a indicação das melhores espécies para o plantio regional, principalmente para os pequenos produtores rurais que visam a diversificação de suas propriedades. Nesse enfoque, o acompanhamento do estado nutricional dos materiais genéticos terá reflexo direto na recomendação adequada de adubação e práticas silviculturais que venham aumentar a produção.

## 5 CONCLUSÕES

Com base nos resultados obtidos nesse trabalho, pode-se concluir que:

- Para N aos 12 meses de idade das plantas o material genético que apresentou os maiores teores do nutriente nas folhas é o clone GFMO-27;
- Aos 31 meses de idade, os materiais genéticos *E. exserta* e *E. urophylla* clone floração tem os maiores teores de N;
- Os materiais genéticos que apresentam os menores teores de N no tecido vegetal são *E. pellita x terecticornis* e *E. robusta*;
- Os teores de P e K tem se mostrado baixos para ambas as idades avaliadas;
- Os teores de Ca e Mg encontrados nos materiais genéticos são considerados altos;

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

Ainda não se sabe quais os efeitos sobre o crescimento dos diferentes materiais genéticos que esses nutrientes podem ocasionar, uma vez que não se tem registros de plantio da maioria desses materiais na região, bem como seu comportamento em relação ao solo, clima, por isso a importância de continuar avaliando o crescimento e o estado nutricional dos mesmos no decorrer dos anos

Os clones e híbridos já tem se destacado em relação às espécies puras como os materiais genéticos com maior potencial de crescimento e adaptação nas condições de solo e clima e com maior exigência nutricional.

A hipótese inicial foi corroborada em partes, mostrando que há diferença entre os teores de nitrogênio nas diferentes espécies de *Eucalyptus* sp., para os demais nutrientes não houve diferença significativa. Ainda, há diferença nos teores de nutrientes entre as idades de avaliação dos materiais genéticos de *Eucalyptus* sp.

## **RECOMENDAÇÕES**

- Ampliar a amostragem de solo, coletando mais amostras e determinando os atributos químicos e físicos do solo;
- Coletar mais amostragens foliares no decorrer da idade das plantas e correlacionar com os atributos físicos e químicos do solo e o crescimento das plantas;
- Continuação da avaliação de crescimento dos diferentes materiais genéticos no decorrer da idade das plantas.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AHRENS, Sérgio; PINTO JÚNIOR, José E; Cultivo do eucalipto. 2 ed. Embrapa Florestas. Colombo, PR. 2010. **Sistemas de Produção**, 4 - 2ª edição ISSN 1678-8281 - Versão Eletrônica.

BARROS, Nairam F. de.; NOVAIS Roberto. F. de. **Relação Solo-Eucalipto**. Viçosa-MG, ed. Folha de Viçosa, 1990. 330 p.

BARROS, Nairam. F.de.; NOVAIS, Roberto. F.de. NEVES, Júlio. C. Fertilização e correção do solo para o plantio de eucalipto. IN: BARROS, Nairam. F.de.; NOVAIS, Roberto.F de. **Relação Solo- Eucalipto**. Viçosa-MG, ed. Folha de Viçosa, 1990. 330p.

BARROS, Nairam F.; COMERFORD, Nicholas B. Sustentabilidade da produção de florestas plantadas na região tropical. In: ALVAREZ V., V.H.; SCHAEFER, C.E.G.R.; BARROS, N. F.; MELLO, J. W. V.; COSTA, L. M. **Tópicos em ciência do solo**. Viçosa, MG: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2002. v.2. p.487-592.

BORÉM, Aluízio. **Biotecnologia Florestal**. Viçosa- MG: [s. n.], 2007. 387 p.

BRUN, Eleandro. J. Biomassa e Nutrientes na Floresta Estacional Decidual, em Santa Tereza, RS. 2004. 152 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal)- UFSM, Santa Maria, 2004.

CARVALHO, Pedro L. P. T. de. **Interação genótipo x ambiente em clones de *Eucalyptus grandis* Hill ex Maiden**. 1989. 74 f. Dissertação (Mestrado em Genética e Melhoramento), Universidade Federal de Viçosa, Viçosa- MG. 1989.

EMBRAPA-CNPS- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA-CENTRO NACIONAL DE PESQUISA DE SOLOS. **Manual de métodos de análises de solo**. 2 ed. Rio de janeiro: EMBRAPA-SNLCS, 1997. 212 p.

EMBRAPA-CNPS- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA-CENTRO NACIONAL DE PESQUISA DE SOLOS. **Sistema Brasileiro de Classificação de solos**. Rio de janeiro: EMBRAPA-CNPS, 2006. 412 p.

FAQUIN, Valdemar. **Diagnose do estado nutricional das plantas**. 2002. 77 f. Monografia (Especialização em Fertilidade do Solo e Nutrição de Plantas no Agronegócio). UFLA/FAEPE, Lavras, 2002.

FERREIRA, Mário. Melhoramento e a silvicultura intensiva clonal. **IPEF**, Piracicaba, SP. 1992, n 45, p. 22- 30. Jan/dez. 1992.

FERREIRA, Mário. Contribuição do setor de sementes do IPEF/ LCF para a silvicultura intensiva brasileira. **IPEF.**, Piracicaba, SP. 1993, n.46, p. 8- 31. 1993.

FERREIRA, Carlos. A.; GALVÃO, ANTONIO. Importância da Atividade Florestal no Brasil. IN: GALVÃO, Antonio. P. M. (Ed.). **Reflorestamento de propriedades rurais para fins produtivos e ambientais: um guia para ações municipais e regionais**. Brasília: Embrapa Comunicação e Transparência de Tecnologia; Colombo-PR: Embrapa Florestas, 2000. p. 11-18.

FILHO VILLELA, Adhemar. **Silvicultura: Benefícios cada vez maiores**. Set - Nov, 2006. Disponível em: <http://ambienteduran.eng.br/silvicultura-beneficios-cada-vez-maiores>. Acesso em: 15 de março de 2012.

FURTINI NETO, Antonio E. **Eficiência nutricional, cinética de absorção e frações fosfatadas em *Eucalyptus ssp.*** 1994. 99 f. Tese (Doutorado em Solos e Nutrição de Plantas). Universidade Federal de Viçosa, Viçosa-MG, 1994.

GAMA-RODRIGUES, Antonio C.; BARROS, Nairam F. Ciclagem de nutrientes em floresta natural e em plantios de eucalipto e de dandá no sudeste da Bahia, Brasil. **Revista Árvore**, v.26, p.193- 207, 2002.

GARCIA, José N.; PEREIRA, Mariana G. **O eucalipto e a pequena propriedade rural**. Piracicaba-SP: Casa do Produtor Rural, 2010. 59 p.

GONÇALVES, José L. de M. **Propriedades físico-químicas dos solos vs. exigências nutricionais de espécies florestais de rápido crescimento**. Circular Técnica. Piracicaba. IPEF. n° 154. 1988. 12 p.

GONÇALVES, José L. de M. STAPE, José L. **Conservação e Cultivo de Solos para Plantações Florestais**. Piracicaba-SP: IPEF, 2002. 498 p.

GONÇALVES, José L. M. de.; BENEDETTI, Vanderlei. **Nutrição e Fertilização Florestal**. Piracicaba: IPEF, 2005. 427 p.

GOESNTEIN, Maurício, R.; BECHARA, Fernando, C.; ESTEVAN, Daniela. A.; SGARBI, Ana Suelem.; GALLO, Joseane. C. Estrutura e Diversidade da comunidade arbórea na Trilha



Ecológica da UTFPR, Campus Dois Vizinhos através do método de quadrantes. IN: Seminário de Produção Agropecuária: Ciências Agrárias, animais e Florestais, 2010, Dois Vizinhos. **Anais Eletrônicos...Dois Vizinhos:UTFPR, 2010.** Disponível em: <https://web.dv.utfpr.edu.br:448/seer/index.php/SSPA/article/viewFile/499/261>. Acesso em: 23 de março de 2013.

HIGA, Rosana C. V.; HIGA, Antonio R.; TREVISAN, Renato; SOUZA, Marcus V. Comportamento de vinte espécies de *Eucalyptus* em área de ocorrência de geadas na Região Sul do País. In: IUFRO CONFERENCE ON SILVICULTURE AND IMPROVEMENT OF EUCALYPTS, 1997, Salvador. **Anais...** Colombo: Embrapa, 1997. v. 1, p. 106- 110.

HIGA, Antonio R.; HIGA, Rosana C. V. Indicação de espécies para reflorestamento. In: GALVÃO, Antonio. P. M. (Ed.). **Reflorestamento de propriedades rurais para fins produtivos e ambientais: um guia para ações municipais e regionais.** Brasília: Embrapa Comunicação para Transferência de Tecnologia; Colombo: Embrapa Florestas, 2000. p. 101-124.

HIGA, Rosana C. V.; MORA, Admir L.; HIGA, Antonio R. **Plantio de Eucalipto na pequena propriedade rural.** 2 ed. Colombo: Embrapa Florestas. 2006.

INSTITUTO AGRONOMICO DO PARANÁ. **Sistema de Monitoramento Agroclimático do Paraná.** Disponível em: [www.iapar.br](http://www.iapar.br). Acesso em: 27/02/2008.

JACOMINE, Paulo. K.T. A nova Classificação Brasileira de Solos. **Anuais da Academia Pernambucana de Ciência Agronômica,** Recife- PE. v. 5 e 6, p. 161- 179, 2008-2009.

KAGEYAMA, Paulo Y. **Variação genética em progênies de uma população de *Eucalyptus grandis* Hill ex Maiden.** 1980. 125 f. Tese (Doutorado em Genética e Melhoramento de Plantas), Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Piracicaba.

LIMA, Walter de P. **Impacto Ambiental do Eucalipto.** 2 ed. São Paulo: Universidade de São Paulo, 1993. 301 p.

MALAVOLTA, Eurípedes. HAAS, H.P.; MELLO, Vander. F. BRASIL SOBRINHO, M.O.C. **Nutrição Mineral e adubação de plantas cultivadas.** São Paulo, Pioneira, 1974. 752 p.

MALAVOLTA, Eurípedes.; VITTI, Godofredo C.; OLIVEIRA, Sebastião A. **Avaliação do estado nutricional das plantas: princípios e aplicações.** 2. ed. Piracicaba- SP, POTAFOS, 1997. 319p.

MELO, Vander. F.; NOVAIS, Roberto. F.; BARROS, Nairm. F.; FONTES, Maurício .P.F.; COSTA, Liovando. 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.48/49, p.8-17, 1995.

MIRANDA, Gabriel M.; SILVA, Márcio L.; LEITE, Hélio G.; MACHADO, Carlos C. Estimativa do custo de reposição dos nutrientes exportados pela colheita da casca da madeira em povoamentos de eucalipto. **Revista Árvore**, v. 26, n.2, p.149-154, 2002.

MORA, Admir L.; GARCIA, Carlos H. **A cultura do eucalipto no Brasil**. São Paulo- SP: IPEF, 2000. 144 p.

MORAIS, Eduardo J.; BARROS, Nelson F.; NOVAIS, Roberto F.; BRANDI, Beatriz M. Biomassa e eficiência nutricional de espécies de eucalipto em duas regiões bioclimáticas de Minas Gerais. **Revista Brasileira Ciência do Solo**. v.14, n,4, p.353-362, 1990.

MORI, Edson. S.; LELLO, Luiz. R. B. de; KAGEYAMA, Paulo. Y. Efeitos da interação genótipo x ambiente em progênies de *Eucalyptus saligna* SMITH. **IPEF.**, v.33, p. 19- 25. 1986.

MORI, Edson S.; KAGEYAMA, Paulo Y.; FERREIRA, Mário. Variação genética e interação progênies x locais em *Eucalyptus urophylla*. **IPEF.**, v. 39, p. 53- 63. 1988.

NEVES, Júlio.C.L.; NOVAIS. Roberto.F.; BARROS, Nairam, F. Efeito do Alumínio no crescimento e absorção de nutrientes por *Eucalyptus* spp. **Revista Árvore**, Viçosa, v.6, p. 17-28, 1982.

NOVAIS. Roberto.F.; BARROS, Nairam, F.; NEVES, Júlio.C.L. Nutrição Mineral do Eucalipto. IN: BARROS, Nairam. F.de.; NOVAIS, Roberto.F de. **Relação Solo- Eucalipto**. Viçosa-MG, ed. Folha de Viçosa, 1990. 330p.

OLIVEIRA, Antonio. C. de.; Floresta plantada: Um caminho. **Revista Opiniões**. Ribeirão Preto, SP. v.5, p.22. Set.-Nov, 2006.

PEREIRA, Aline R. **Biomassa e ciclagem de nutrientes minerais em povoamentos jovens de *Eucalyptus grandis* e *Eucalyptus urophylla*, em região de cerrado**. 1990. 167 f. Tese (Doutorado em Solos e Nutrição de Plantas). Universidade Federal de Viçosa. Viçosa, MG, 1990.

PEREIRA, João S.; MADEIRA, M.V.; LINDER, S.; ERICSSON, T.; TOMEÂ, M. & ARAUÂ J.M.C. Biomass production with optimised nutrition in *Eucalyptus globulus* plantations. In: PERIERA, J.S. & PEREIRA, H., eds. **Eucalyptus for biomass production**. Brussels, Commission of the European Communities, 1994. p.13-30.

RAISON, R.J.; MYERS, B.J.; BENSON, M.L. Dynamics of *Pinus radiata* foliage in relation to water and nitrogen stress I. Needle production and properties. **Forest Ecology and Management**, v.2, p.139-158, 1992.

REIS, Maria G. F.; BARROS, Nairam F. Ciclagem de nutrientes em plantios de eucalipto. In: BARROS, N. F. & NOVAIS, R. F., eds. **Relação solo-eucalipto**. Viçosa, MG: Folha de Viçosa, 1990. 330p.

RIBEIRO, Raquel. R. SPELTZ, Felipe. R.; MEZZALIRA, Carlos. C.; BICHEL, Anathan.; BRUN, Eleandro, J. Análise do crescimento de diferentes materiais genéticos de *Eucalyptus* sp., visando indicação para cultivo regional. IN: Seminário de Extensão e Inovação da UTFPR, 2011, Dois Vizinhos. **Anais...** Dois Vizinhos:UTFPR, 2010. CD-ROM.

RIBEIRO, Raquel. R. SPELTZ, Felipe. R.; LIMA, Anderson, L.P.de.; GONÇALVES, Lucas. U.; BRUN, Eleandro, J. Evolução do crescimento de diferentes materiais genéticos de *Eucalyptus* sp., plantados no Sudoeste do Paraná. IN: Seminário de Extensão e Inovação da UTFPR, 2012, Dois Vizinhos. **Anais Eletrônicos...**Dois Vizinhos:UTFPR, 2010. Disponível em:

[http://www.sei.utfpr.edu.br/sei\\_anais/trabalhos/comunicacao\\_oral/Sala%20G/EVOLUCAO%20DO%20CRESCIMENTO%20DE%20DIFERENTES%20MATERIAIS%20GENETICOS%20DE%20Eucalyptus%20sp%20PLANTADOS%20NO%20SUDOESTE%20DO%20PARANA.pdf](http://www.sei.utfpr.edu.br/sei_anais/trabalhos/comunicacao_oral/Sala%20G/EVOLUCAO%20DO%20CRESCIMENTO%20DE%20DIFERENTES%20MATERIAIS%20GENETICOS%20DE%20Eucalyptus%20sp%20PLANTADOS%20NO%20SUDOESTE%20DO%20PARANA.pdf). Acesso em: 23 de março de 2013.

SANTANA, Reynaldo. C.; BARROS, Nairam. F.; NEVES, Júlio. C. L. Biomassa e conteúdo de procedências de *Eucalyptus grandis* e *Eucalyptus saligna* em alguns sítios florestais do estado de São Paulo. **Scientia Forestalis**, Piracicaba-SP, v. 56, p. 155-169, 1999.

SILVA, Ivo. R.; FURTINI NETO, Antonio. E.; VALE, Fábio. R.; CURI, Nilton. Eficiência nutricional para Potássio em espécies florestais nativas. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa- MG, v. 20, p. 257-264, 1996.

SOCIEDADE BRASILEIRA DE SILVICULTURA. **Fatos e números do Brasil florestal**. São Paulo: SBS. 2010. 93 p.

TEIXEIRA, José L. **Conteúdo de nutrientes e produção de eucalipto em diferentes ambientes do Rio Doce-MG**. Viçosa, MG, Universidade Federal de Viçosa, 1987. 70 f. Tese (Mestrado em Solos e Nutrição de Plantas).

TOMÉ JR., J. B. **Manual para interpretação de análise de solo.** Guaíba: Livraria e Editora Agropecuária. 1997. 247 p.

VALE, Fabiano. R.; NOVAIS, Roberto.F.; BARROS, Nairam. F.; SANT'ANA, Renato. Efeito do alumínio na presença de amônio e nitrato, sobre a cinética de absorção e translocação de fosfato em *E. alba*. **Revista Árvore**, Viçosa-MG, v.8, p. 133-141. 1984.