

UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ

DIEGO MAICON SCHEIS

**CRESCIMENTO DAS ÁRVORES E FERTILIDADE DO SOLO EM PLANTIOS DE
DIFERENTES MATERIAIS GENÉTICOS DE *Eucalyptus* spp.**

DOIS VIZINHOS

2019

DIEGO MAICON SCHEIS

**CRESCIMENTO DAS ÁRVORES E FERTILIDADE DO SOLO EM PLANTIOS DE
DIFERENTES MATERIAIS GENÉTICOS DE *Eucalyptus* spp.**

**Trees growth and soil fertility in plants of different genetic materials of
Eucalyptus spp.**

Dissertação apresentada como requisito para
obtenção do título de Mestre em Ciências Agrárias -
Área de Concentração: Manejo e Conservação de
Agroecossistemas da Universidade Tecnológica
Federal do Paraná (UTFPR).

Orientador: Eleandro José Brun

Coorientadores: Maurício Romero Gorenstein e
Solon Jonas Longhi

DOIS VIZINHOS

2019



[4.0 Internacional](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/)

Esta licença permite download e compartilhamento do trabalho desde que sejam atribuídos créditos ao(s) autor(es), sem a possibilidade de alterá-lo ou utilizá-lo para fins comerciais. Conteúdos elaborados por terceiros, citados e referenciados nesta obra não são cobertos pela licença.



Ministério da Educação
Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Câmpus Dois Vizinhos
Diretoria de Pesquisa e Pós-Graduação
Programa de Pós-Graduação em Agroecossistemas



TERMO DE APROVAÇÃO

Título da Dissertação nº 36

Crescimento das árvores e fertilidade do solo em plantios de diferentes materiais genéticos de *Eucalyptus* spp.

Diego Maicon Scheis

Dissertação apresentada às 08:30 h do dia 29 de março de dois mil e dezenove, como requisito parcial para obtenção do título de MESTRE EM AGROECOSSISTEMAS, Linha de Pesquisa - Manejo e Conservação de Agroecossistemas, Programa de Pós-Graduação em Agroecossistemas (Área de Concentração: Agroecossistemas), Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Câmpus Dois Vizinhos. O candidato foi arguido pela Banca Examinadora composta pelos professores abaixo assinados. Após deliberação, a Banca Examinadora considerou o trabalho aprovado.

Banca examinadora:

Dr. Eleandro José Brun
UTFPR-DV

Dr. Evandro Alcir Meyer
UFSM Santa Maria

Dra. Denise Andreia Szymczak
UTFPR-FB

Reservado à Coordenação

*A Folha de Aprovação assinada encontra-se na Coordenação do Programa de Pós-Graduação em Agroecossistemas.

Dedico este trabalho a Deus em primeiro lugar, por me dar saúde e força, para começar e poder concluir esta conquista na minha vida. Dedico a todos que de alguma forma me ajudaram e incentivaram nas horas de maiores dificuldades, pequenas palavras, mas de grande valia.

AGRADECIMENTOS

Agradeço minha esposa Camila Machado, por sempre estar ao meu lado me incentivando e dando força a vencer mais esta etapa da vida.

Agradeço minha família, em especial meus pais Sady Scheis e Maria Lucia Scheis, pelo apoio e dedicação.

Agradeço em especial ao professor Dr. Eleandro José Brun, pelo seu conhecimento transmitido e exemplo de professor que pretendo seguir, pela paciência, orientação e dedicação para o término deste trabalho meu muito obrigado de coração.

Agradeço ao Prof. Dr. Maurício Romero Gorenstein, pela ajuda de grande fundamento, muito obrigado.

Agradeço ao Prof. Dr. Solon Jonas Longhi, pelas suas colaborações e estando à disposição para ajudar neste trabalho.

Agradeço ao CAPS pela força e incentivo, onde adquirimos produtos químicos onde compramos reagentes para fazer as análises de solos

Agradeço ao meu colega de mestrado Paulo Roberto e de graduação Luan Luchese, Lucas Castilho e Paulo Eugênio aonde foram de grande ajuda.

Ao grupo de pesquisa em Silvicultura e Sistemas Integrados de Produção, por me ajudarem nas coletas de dados sem eles não teria como fazer, obrigado.

Aos laboratoristas que me deram atenção onde eu não tinha muita prática e vivência em laboratório.

Enfim, a todos que de uma forma ou outra colaboraram e me ajudaram. Obrigado!

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES).

“ A persistência é o maior caminho do êxito”.
(Charles Chaplin)

RESUMO

Nativo da Austrália, do Timor e da Indonésia, o eucalipto é uma árvore exótica em todas as demais partes do mundo. O gênero *Eucalyptus* spp. pertence à família das Mirtáceas e possui mais de 700 espécies catalogadas. O objetivo do estudo foi avaliar o crescimento e a adaptação de diferentes materiais genéticos de *Eucalyptus* spp. às condições edafoclimáticas da região de Dois Vizinhos - Paraná. Os 5 materiais genéticos selecionados de *Eucalyptus* spp. (entre espécies, clones ou híbridos), neste trabalho, são provenientes de mudas clonais e seminais da Estação Experimental de Ciências Florestais de Itatinga, São Paulo (ESALQ/USP), compostas por: *Eucalyptus urophylla*, *E. pellita*, clone GFMO27, clone I224 e clone H13. Cada material genético foi plantado em uma parcela de 10 linhas e com 16 plantas/linha, em espaçamento de 3 m x 2 m, somente o H13 foi plantado com 5 linhas e 16 plantas/linha, no mesmo espaçamento. Foram mensurados a campo: DAP, altura total e dois diâmetros de copa e, posteriormente, calculados área basal, volume do tronco e área de copa, nas idades de 24, 36, 48, 60, 72 e 108 meses, considerando cada árvore como uma unidade amostral, de forma inteiramente casualizada. Os materiais genéticos foram comparados entre si através de análise de variância e teste de comparação de médias para DAP, área basal, altura, volume do tronco e área de copa. O solo da área de cada material genético foi caracterizado quimicamente com base na coleta de quatro amostras compostas de solo, em cinco diferentes profundidades (0-5; 5-10; 10-20; 20-40 e 40-60 cm) coletadas em setembro de 2018 e analisadas em laboratório. Com os dados de profundidade, Al, Ca, Mg, N, MO, pH, P, K, DAP (cm), g (m² árv.⁻¹), ht (m), v (m³ árv.⁻¹), hc (m) e ac (m² árv.⁻¹) foram construídas correlações de Pearson. O crescimento dos clones H13, I224 e GFMO 27 foi superior às espécies *E. pellita* e *E. urophylla*. Os teores de N e MO tiveram forte correlação com volume de madeira. O teor de Al⁺³ apresentou correlação com DAP. O H13 apresentou valores superiores aos demais materiais, em todas as variáveis analisadas, alcançando um volume individual de 1,27 m³ aos 108 meses de idade. Os demais materiais genéticos (GFMO27, I244 e Urophylla) mostraram-se variáveis em seu comportamento de crescimento nas diferentes idades de avaliação e o *E. pellita* teve crescimento inferior. Em termos gerais, a qualidade do solo apresenta-se com carência de diversos elementos químicos, os quais encontram-se em níveis baixos no solo. Os materiais genéticos recomendados para plantio em novos testes regionalizados e em escala operacional são o clone H13 e o *E. urophylla*, havendo também a possibilidade de recomendação dos clones GFMO27 e I244, os quais também tem crescimento elevado. O *E. pellita* não apresentou crescimento satisfatório em Dois Vizinhos, não sendo recomendado o seu plantio.

Palavras-chave: TUME; floresta plantada; eucalipto; melhoramento genético florestal.

ABSTRACT

Native of Australia, Timor and Indonesia, eucalyptus is an exotic tree in all other parts of the world. The genus *Eucalyptus* sp. belongs to the Myrtaceae family and has more than 700 species cataloged. The objective of this study was to evaluate the growth and adaptation of different genetic materials of *Eucalyptus* spp. to the edaphoclimatic conditions of the region of Dois Vizinhos - Paraná. The five genetic materials selected from *Eucalyptus* spp. (among species, clones or hybrids) in this work come from clonal and seminal seedlings of the Experimental Station of Forest Sciences of Itatinga, São Paulo (ESALQ/USP), composed of: *Eucalyptus urophylla*, *E. pellita*, GFMO27 clone, I224 clone and H13 clone. Each genetic material was planted in a plot of 10 lines and with 16 plants / row, spaced 3 m x 2 m, only H13 was planted with 5 rows and 16 plants / row, in the same spacing. Data were collected in the field: DBH, total height and two crown diameters and, later, calculated basal area, stem volume and crown area, at ages 24, 36, 48, 60, 72 and 108 months, considering each tree as sample unit, in a completely randomized way. The genetic materials were compared by analysis of variance and comparison test of means for DBH, basal area, height, stem volume and crown area. The soil of the area of each genetic material was chemically characterized based on the collection of four soil samples at five different depths (0-5, 5-10, 10-20, 20-40 and 40-60 cm) collected in September 2018 and analyzed in the laboratory. With depth data and content of Al, Ca, Mg, N, MO, pH, P, K and values of DAP (cm), g (m² tree⁻¹), ht (m), v (m³ tree⁻¹) hc (m) and ac (m² tree⁻¹) Pearson correlations were constructed for each depth. The growth of clones H13, I224 and GFMO 27 was superior to the species *E. pellita* and *E. urophylla*. The N and MO contents had a strong correlation with the volume of wood. The content of Al³⁺ presented correlation with DAP. The H13 presented higher values than the other materials in all analyzed variables, reaching an individual volume of 1.27 m³ at 108 months of age. The other genetic materials (GFMO27, I244 and *E. urophylla*) showed variables in their growth behavior at the different ages of evaluation and *E. pellita* showed lower growth. In general terms, soil quality is lacking in several chemical elements, which are at low levels in the soil. The recommended genetic material for planting in new regional scale and operational tests are clone H13 and *E. urophylla*. There is also the possibility of recommending clones GFMO27 and I244, which also present high growth. *E. pellita* did not show satisfactory growth in Dois Vizinhos, and its planting was not recommended.

Keywords: TUME; planted forest; Eucalyptus; forest genetic improvement.

LISTA DE TABELAS

- Tabela 1 - Valor médios, mínimos e máximos de DAP (cm), número de árvores medidas (N), desvio padrão (DP, cm) e coeficiente de variação (CV%) em 5 materiais genéticos de *Eucalyptus* spp., em Dois Vizinhos - Paraná. UTFPR, Dois Vizinhos - PR, 2019 29
- Tabela 2 - Comparação de crescimento em DAP (cm) entre as idades de 24 até 108 meses de idade para materiais genéticos de *Eucalyptus* spp., em plantio em Dois Vizinhos - Paraná. UTFPR, Dois Vizinhos - PR, 2019 32
- Tabela 3 - Médias de altura total mínima, média e máxima (m), número de árvores medidas (N), desvio padrão (DP, cm) e coeficiente de variação (CV%) dos materiais genéticos de *Eucalyptus* spp., dos 24 aos 108 meses de idade em Dois Vizinhos - Paraná. UTFPR, Dois Vizinhos - PR, 2019. 35
- Tabela 4 - Crescimento em altura (m) entre as idades de 24 até 108 meses para materiais genéticos de *Eucalyptus* spp. em plantio em Dois Vizinhos - Paraná. UTFPR, Dois Vizinhos - PR, 2019. 36
- Tabela 5 - Médias de volume mínimo, médio máximo por árvore ($m^3 \text{ árv}^{-1}$), número de árvores medidas (N), desvio padrão do volume (DP) e (CV%) coeficiente de variação em porcentagem, dos 24 aos 108 meses de idade em diferentes materiais genéticos plantados em Dois Vizinhos - Paraná. UTFPR, Dois Vizinhos - PR, 2019 39
- Tabela 6 - Comparação de crescimento em volume ($m^3 \text{ árv}^{-1}$) entre as idades de 24 até 108 meses para materiais genéticos de *Eucalyptus* spp. em plantio em Dois Vizinhos - Paraná. UTFPR, Dois Vizinhos - PR, 2019. 40
- Tabela 7 - Volume do povoamento ($m^3 \text{ 960 m}^2$) (parcela) e volume por hectare em Dois Vizinhos - Paraná. UTFPR, Dois Vizinhos - PR, 2019. 41
- Tabela 8 - Valores médios de área de copa (mínima, média e máxima) ($m^2 \text{ árv}^{-1}$), número de árvores medidas (N), desvio padrão do volume (DP) e coeficiente de variação (CV%), dos 24 aos 108 meses de idade em diferentes materiais genéticos de *Eucalyptus* spp. plantados em Dois Vizinhos - Paraná. UTFPR, Dois Vizinhos - PR, 2019. 44
- Tabela 9 - Comparação de crescimento em área de copa ($m^2 \text{ árv}^{-1}$) dos 24 aos 108 meses de idade, para materiais genéticos de *Eucalyptus* spp. em plantio em Dois Vizinhos - Paraná. UTFPR, Dois Vizinhos - PR, 2019. 45
- Tabela 10 - Qualidade química do solo nas diferentes profundidades aos 108 meses de idade para os diferentes materiais genéticos de *Eucalyptus* spp., em Dois Vizinhos - Paraná. UTFPR, Dois Vizinhos - PR, 2019 46
- Tabela 11 - Correlação de Pearson entre variáveis dendrométricas e atributos químicos do solo na profundidade de 0-5 cm, realizadas em diferentes materiais genéticos de *Eucalyptus* spp. aos 108 meses

	de idade Dois Vizinhos - Paraná. UTFPR, Dois Vizinhos - PR, 2019	49
Tabela 12 -	Correlação de Pearson entre variáveis dendrométricas e atributos químicos do solo na profundidade de 5-10 cm, realizadas em diferentes materiais genéticos de <i>Eucalyptus</i> spp. aos 108 meses de idade em plantio em Dois Vizinhos - Paraná. UTFPR, Dois Vizinhos - PR, 2019	50
Tabela 13 -	Correlação de Pearson entre variáveis dendrométricas e atributos químicos do solo na profundidade de 10 - 20 cm, realizadas em diferentes materiais genéticos de <i>Eucalyptus</i> spp. aos 108 meses de idade. em plantio em Dois Vizinhos - Paraná. UTFPR, Dois Vizinhos - PR, 2019	53
Tabela 14 -	Correlação de Pearson entre variáveis dendrométricas e atributos químicos do solo na profundidade de 20-40 cm, realizadas em diferentes materiais genéticos de <i>Eucalyptus</i> spp. aos 108 meses de idade em plantio em Dois Vizinhos - Paraná. UTFPR, Dois Vizinhos - PR, 2019	54
Tabela 15 -	Correlação de Pearson entre variáveis dendrométricas e atributos químicos do solo na profundidade de 40-60 cm, realizadas em diferentes materiais genéticos de <i>Eucalyptus</i> spp. aos 108 meses de idade em Dois Vizinhos - Paraná. UTFPR, Dois Vizinhos - PR, 2019.	55

LISTA DE SIMBOLOS

m ³	Metros cúbicos
DAP	Diâmetro altura do peito (1,30 m)
Hdom	Altura dominante
IS	Índice de Sítio
I	Idade
D	Diâmetro
H	alturas comerciais
V	Volume
%	Porcentagem
ha	Hectare
cm	Centímetro
m	Metros
h	Altura total

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	13
2	OBJETIVOS	15
2.1	Objetivo geral	15
2.2	Objetivos específicos	15
3	REVISÃO DE LITERATURA	16
3.1	Melhoramento genético	16
3.2	Espécies, híbridos e clones de <i>Eucalyptus</i> spp.	18
3.2.1	<i>Eucalyptus camaldulensis</i> Dehn.....	18
3.2.2	<i>Eucalyptus urophylla</i> S. T. Blake.....	19
3.2.3	<i>Eucalyptus propinqua</i> Deane & Maiden	20
3.2.4	<i>Eucalyptus pellita</i> F. Muel.....	20
3.2.5	<i>Eucalyptus</i> spp. clone	21
3.3	Avaliação da qualidade e produtividade das florestas plantadas de <i>Eucalyptus</i> spp.	21
3.4	Relação dos nutrientes do solo com o crescimento de variáveis dendrométricas de <i>Eucalyptus</i> spp.	22
4	MATERIAL E MÉTODOS	24
4.1	Caracterização da área de estudo	24
4.2	Obtenção e análise dos dados dendrométricos.....	26
4.3	Avaliação da fertilidade do solo.....	27
4.4	Análise dos dados.....	28
5	RESULTADOS E DISCUSSÃO	29
5.1	Crescimento em DAP	29
5.2	Crescimento em altura total (Ht)	34
5.3	Crescimento em volume	38
5.4	Crescimento em área de copa.....	43
5.5	Qualidade química do solo	45
5.4.1	Correlação entre variáveis dendrométricas e atributos químicos do solo	48
6	CONCLUSÕES	56
7	CONSIDERAÇÕES FINAIS	57
	REFERÊNCIAS	58
	APÊNDICE A - Gráfico da relação diâmetro altura do peito (DAP) em função da idade dos materiais genéticos	62

APÊNDICE B - Gráfico da altura em função da idade dos materiais genéticos	64
APÊNDICE C -.. Gráfico da área transversal em função da idade dos materiais genéticos.....	66
APÊNDICE D - Gráfico do volume, em função da idade dos materiais genéticos.....	68
APÊNDICE E -Gráfico da área de copa, em função da idade dos materiais genéticos.....	70

1 INTRODUÇÃO

A preocupação mundial com a utilização sustentável dos recursos naturais tem influenciado de forma decisiva a atividade florestal. O mercado madeireiro tem sofrido uma reestruturação, tanto na área de produção e beneficiamento como na industrialização dos produtos. O uso de produtos advindos de florestas plantadas tem aumentado nos últimos tempos em função de aumentos na demanda e efetiva diminuição da oferta de madeira originada de florestas nativas (DIAS, 2005).

Neste contexto, nota-se um aumento das áreas de plantios, principalmente do gênero *Eucalyptus* spp., devido ao preço e à dificuldade de obter outros tipos de madeira (SERPA, 2003). A produtividade pode também ser destacada como uma vantagem deste grupo de espécies em relação às demais, chegando a atingir valores da ordem de 45-60 m³ ha⁻¹ano⁻¹ (ALFENAS *et al.*, 2004).

Para Dias (2005), no Brasil, a maior parte da madeira provenientes dos plantios de eucalipto tem finalidade econômica, na produção de biomassa energética, moirões, postes, construção rural, carvão vegetal, fabricação de celulose e papel e, mais recentemente, tem sido utilizado como matéria prima na construção civil e na indústria moveleira.

A crescente demanda por estes produtos florestais oriundos de florestas plantadas e o aumento no valor dos produtos faz com que seja necessário um maior controle da produção florestal. Neste sentido, o inventário florestal visa obter informações qualitativas e quantitativas dos recursos florestais existentes em uma área pré-especificada (PÉLLICO NETTO; BRENA, 1997).

O profissional florestal necessita ter uma visão global de planejamento florestal, utilizando para tal modelos matemáticos que possibilitem a previsão da produção, assim como o gerenciamento de toda essa gama de informações, por meio de planos de manejo em que a otimização seja a tônica do processo. Naturalmente que, seja em florestas plantadas, seja em florestas, o manejador florestal deve balizar suas decisões em informações biológicas, econômicas, sociais e ambientais, de modo que a sustentabilidade dessa prática perpetue a atividade florestal no local onde o empreendimento estiver sendo executado (YOSHITANI JUNIOR *et al.*, 2012).

Atividades como o manejo florestal sustentável e outras decisões como plantios e tratamentos silviculturais (desbastes e podas) dependem de um perfeito mapeamento de uso e cobertura do solo.

O movimento de nutrientes nos povoamentos florestais se dá com a sua absorção pelas plantas em camadas mais profundas do solo e o seu retorno à superfície pela lavagem da parte aérea e pelo ciclo biogeoquímico, liberando nutrientes do material vegetal depositado na superfície do solo, por meio da decomposição microbiana. A exsudação de substâncias pelas raízes também pode ser distinta, o que propicia maior diversidade e atividade dos microrganismos do solo, afetando a decomposição e liberação de nutrientes (VEZZANI; TEDESCO; BARROS 2001).

O preparo do solo e o manejo podem influenciar as taxas de erosão hídrica ocorridas em um solo, expondo-o em maior ou menor intensidade ao impacto das gotas de chuva e a ação da enxurrada, propiciando a ocorrência de erosão, a qual pode acarretar degradação da estrutura do solo, perdas de solo, água, nutrientes e matéria orgânica, com diminuição da fertilidade química, física e biológica, acarretando sérios danos ao povoamento florestal (OLIVEIRA *et al.*, 2012), principalmente pela perda de vigor e crescimento.

Enfatizando a qualidade do solo, o uso de indicadores apresenta suma importância nos sistemas de produção sustentável, fornecendo as informações de mensuração físico-químico-biológicas e as limitações, melhorando o uso e a ocupação dos solos sem que ocorra a perda do mesmo (ARAGÃO *et al.*, 2012), propiciando indicadores e métodos de uso sustentável do solo.

A atividade florestal, tanto na pequena propriedade rural como em grandes empreendimentos, deve levar em conta, sempre, a relação solo x planta, de forma a embasar a tomada de decisões frente à qualidade e às limitações de cada tipo de solo, bem como a adaptação de diferentes materiais genéticos aos mesmos, buscando a situação ideal onde cada material genético deva estar alocado dentro do solo mais adequado ao mesmo e as limitações de cada solo sejam tratadas com estratégias de manejo a longo prazo.

2 OBJETIVOS

2.1 Objetivo geral

O objetivo geral do estudo foi avaliar o crescimento e a adaptação de diferentes materiais genéticos de *Eucalyptus* spp. as condições edafoclimáticas da região de Dois Vizinhos - Paraná.

2.2 Objetivos específicos

Estimar a relação das variáveis dendrométricas x idade dos materiais genéticos, dando base para indicações deles ao cultivo regional;

Aferir a qualidade química do solo nos plantios; e

Estabelecer relações entre a qualidade química do solo e a produtividade dos diferentes materiais genéticos de *Eucalyptus* spp.

3 REVISÃO DE LITERATURA

3.1 Melhoramento genético

No Brasil, ao longo dos anos, como consequência dos trabalhos de melhoramento genético e uso de avançadas técnicas silviculturais, conseguimos aumentar a capacidade de produção de biomassa expressivamente. Plantios de árvores a partir de sementes geneticamente melhoradas asseguram melhores rendimentos em matéria-prima florestal em diversos ambientes (EMBRAPA, 2006).

Os plantios florestais desempenham um papel de extrema importância do ponto de vista econômico, social e ambiental (FERREIRA; SILVA, 2008). Com o aumento da demanda por madeira, vem aumentando a pressão sobre espécies florestais remanescentes, principalmente florestas nativas. Os grandes plantios comerciais, constituídos essencialmente de espécies exóticas de rápido crescimento, têm grande importância na moderação da exploração e manutenção das espécies nativas (FERREIRA; SILVA, 2008).

O melhoramento genético tem papel importante no aumento da produtividade por área e a consequente redução de custos de produção, além de considerar características relevantes para o processo industrial ou que agreguem maior qualidade ao produto final (ASSIS; ABAD; AGUIAR, 2015).

O enraizamento de estacas ou (clone) de *Eucalyptus* tem sido a técnica de multiplicação vegetativa mais utilizada para a propagação clonal de árvores selecionadas, principalmente em se tratando da planta na idade adulta. O processo consiste em decepar a árvore selecionada, buscando propiciar a emissão de brotações na base da planta, as quais são posteriormente coletadas e estaqueadas, visando a obtenção de brotações em porções com maior grau de juvenilidade daquela planta, uma vez que, em espécies florestais, há um gradiente de maturação em função da maior proximidade com a meristema apical com o envelhecimento ontogenético (XAVIER; SILVA, 2010).

Para definição de hibridação, trata-se fusão de gametas geneticamente diferentes, que resulta em indivíduos híbridos heterozigóticos para um ou mais locos. O objetivo do melhoramento por hibridação é reunir, em uma nova linhagem pura, alelos favoráveis presentes em dois ou mais genótipos (BORÉM; MIRANDA, 2009).

O objetivo básico do melhoramento genético é garantir o aumento da

produtividade e da qualidade da madeira a cada ciclo de seleção, sem com isso comprometer a base genética da população. Com os avanços tecnológicos e o desenvolvimento de pesquisas na área, não só o eucalipto, mas a atividade florestal como um todo, apresentou um grande crescimento, principalmente no que diz respeito ao processo produtivo, sendo desenvolvido de maneira a causar o mínimo de impactos ambientais e com um alto nível de produtividade (MOREIRA, 2010).

Nos trabalhos de melhoramento, a seleção é uma ferramenta de considerável importância, pois a obtenção de fenótipos superiores passa pela seleção e recombinação de famílias e indivíduos. Neste contexto, a seleção baseada em uma ou poucas características pode se mostrar inadequada por não levar a um produto final superior com relação a vários caracteres. Uma alternativa seria a adoção da teoria de índices de seleção, a qual permite combinar as múltiplas informações contidas nas unidades experimentais, de modo a selecionar com base em um grupo de características (MARTINS; MARTINS; PINHO, 2006).

No Brasil, a eucaliptocultura é intensiva e baseada principalmente em florestas clonais formadas com materiais-elite e de elevada produtividade média, chegando a atingir valores da ordem de 45-60 m³ ha⁻¹ ano⁻¹ (ALFENAS *et al.*, 2004).

Segundo Moreira (2010), em 1970 foram iniciados, em larga escala, os plantios de *E. grandis*. Até aquela data, os rendimentos volumétricos médios das plantações estavam em torno de 17 a 30 m³ ha⁻¹ ano⁻¹. Os primeiros plantios *E. grandis* com sementes australianas elevaram este rendimento para 30 a 50 m³/ha/ano.

De 1970 a 1984, 2.200 lotes de sementes de 55 espécies foram incluídos na pesquisa florestal brasileira, fora as grandes importações de sementes comerciais oriundas da África do Sul, Zimbábue e Austrália para atendimento dos plantios comerciais. A importação de sementes, em escala comercial, sem a adequada certificação e adaptação da procedência passa, em 1977, a ser controlada pelo IBDF (FERREIRA, 1992).

A área de plantios clonais de *Eucalyptus* vem sendo ampliada cada vez mais em todo o território brasileiro, graças à disponibilidade de clones selecionados para as mais diversas regiões e propósitos comerciais, aliado a um custo competitivo. Além disso, tem possibilitado a implantação de projetos de reflorestamento em áreas até então não indicadas em função da limitação de material genético via semente (XAVIER; SILVA, 2010).

No Brasil, o melhoramento genético do eucalipto alcançou enorme sucesso e

contribuiu para o expressivo aumento da produtividade. Segundo Villela Filho (2006), a produtividade de alguns híbridos de eucalipto é atualmente de até 80 m³ ha⁻¹ ano⁻¹. Essa alta produtividade das florestas brasileiras, não só do eucalipto, deve-se às condições favoráveis de clima e solo e ao alto nível tecnológico da silvicultura (MENDONÇA *et al.*, 2007).

3.2 Espécies, híbridos e clones de *Eucalyptus* spp.

O eucalipto é uma árvore de rápido crescimento, sendo uma alternativa para a produção de madeira não somente por sua capacidade produtiva e adaptação aos mais diversos ambientes de clima e solo, mas, principalmente, pela grande diversidade de espécies, tornando possível atender aos requisitos tecnológicos dos mais diferentes segmentos da atividade industrial, lenha, carvão, celulose, painéis, postes, construções, móveis, embalagens e muitos outros usos (SILVA, 2008).

Nativo da Austrália, do Timor e da Indonésia, o eucalipto é uma árvore exótica em todas as demais partes do mundo. O gênero *Eucalyptus* spp. pertence à família das Mirtáceas e possui mais de 700 espécies catalogadas, adaptando-se praticamente a todas as condições climáticas. A descrição dos materiais genéticos usados no presente estudo foi baseada na obra de Lima (1993).

3.2.1 *Eucalyptus camaldulensis* Dehn

Nas áreas de ocorrência natural na Austrália, a espécie é encontrada entre as latitudes 15,5° a 38° S, nas altitudes variando de 30 a 600 metros, caracterizando-se como uma espécie frequente nas margens dos rios. Nas condições naturais, a precipitação média anual varia de 250 a 650 mm, em regime bem concentrado. A temperatura média máxima se situa entre 29 a 35 °C e a temperatura média mínima varia entre 11 e 20 °C. A espécie convive com geadas, na Região Sul, e com extrema seca, podendo suportar até oito meses sem chuva, nas regiões tropicais.

O *Eucalyptus camaldulensis* é uma das espécies mais adequadas para zonas críticas de reflorestamento, onde ocorrem deficiências hídricas e edáficas severas, situações consideradas extremamente limitantes para o desenvolvimento para outras espécies.

A madeira é utilizada na serraria, dormentes, mourões, postes, lenha e carvão. Não é recomendada a sua utilização na indústria de celulose e papel. As propriedades de resistência mecânica da madeira são elevadas e apresenta baixa permeabilidade.

A espécie já foi introduzida, com relativo sucesso, em vários países e, de regra geral, apresentou comportamento de boa adaptação em regiões com solos pobres e estação seca prolongada; moderada resistência a geadas e a inundações periódicas. As árvores tendem a terem bifurcações e são, em geral, tortuosas. A madeira é, em geral, pesada e densa, com cerne diferenciado e colorido. A regeneração, através da brotação de cepas, é considerada boa. O ritmo de crescimento e o rendimento volumétrico são, geralmente, inferiores, quando comparados a outras espécies convencionais (EIDRIDGE *et al.*, 1993).

3.2.2 *Eucalyptus urophylla* S. T. Blake

É uma das duas espécies de ocorrência natural fora do território australiano, ocorrendo, naturalmente, na ilha de Timor e outras ilhas a leste do arquipélago indonésio, entre as latitudes de 8 a 10°S, com altitudes variando de 400 a 3.000 metros.

A precipitação pluviométrica média anual varia de 1.000 a 1.500 mm, com chuvas concentradas no verão. O período seco não ultrapassa quatro meses. A temperatura média máxima se situa em torno de 32 °C e a temperatura média mínima varia entre 8 e 12 °C. As geadas podem ocorrer em alguns dias do ano, nas zonas de maior altitude.

A madeira é considerada medianamente leve, onde as propriedades de resistência mecânica são moderadas. É uma madeira de relativa estabilidade e alta permeabilidade.

No Brasil, é indicada para usos gerais e muito utilizada em laminação, componentes estruturais para construção, caixotaria, mourões, escoras, celulose e papel, chapas duras, painéis, lenha e carvão. Inúmeros esforços são realizados para a introdução da espécie fora das condições de sua zona natural; os resultados são bastante satisfatórios, com a espécie apresentando alta plasticidade, adaptando-se a solos franco arenosos, em diferentes altitudes.

É considerada apta para regiões onde não ocorrem geadas e situações de

déficits hídricos severos. No Brasil, a espécie tem sido plantada intensivamente em programas de melhoramento genético, principalmente de hibridação. É uma espécie que apresenta boa capacidade de regeneração por brotação (RUY; FERREIRA; TOMAZELLO FILHO, 2001).

3.2.3 *Eucalyptus propinqua* Deane & Maiden

Ocorre naturalmente em zonas próximas do litoral na região norte de New South Wales e ao sul de Queensland, na Austrália, nas latitudes entre 24 e 33°S, em altitudes variando desde o nível do mar até 350 m. A precipitação pluviométrica média anual varia de 875 a 1.400 mm, com chuvas concentradas no verão. O período seco não ultrapassa quatro meses.

A temperatura média máxima fica entre 27 e 33 °C e a temperatura média mínima varia entre 4 e 10 °C. As geadas podem ocorrer até dez dias por ano. A madeira é levemente pesada, de boa estabilidade dimensional e de média permeabilidade.

Em nível industrial, é utilizada para a fabricações de caixotaria, dormentes, postes, mourões, lenha e carvão.

Não é recomendada para regiões onde ocorrem geadas e déficit hídrico, e apresenta boa capacidade de regeneração por brotação das cepas.

No Brasil, a espécie não tem sido plantada intensivamente e poucos trabalhos têm sido realizados com a espécie, (ASSIS, 1996).

3.2.4 *Eucalyptus pellita* F. Muel

Na Austrália, a espécie ocorre em duas regiões, nas latitudes de 12 a 18° S e 27 a 36°S, em altitudes que podem variar desde o nível do mar até 600 m.

A precipitação pluviométrica média anual varia de 900 a 2.400 mm, distribuídas uniformemente durante o ano, com maior concentração no verão. A temperatura máxima média varia de 24 a 33° e a temperatura mínima média varia de 12 a 16°C. As geadas quase inexistem em ambas as regiões.

A madeira é considerada levemente pesada, onde as propriedades de resistência mecânica são elevadas. É uma madeira da alta estabilidade, mas de baixa

permeabilidade, sendo muito utilizada em componentes estruturais para construção, caixotaria, postes, mourões, dormentes, lenha e carvão.

É considerada apta para regiões onde não ocorrem geadas. No Brasil, a espécie não tem sido plantada intensivamente e poucos trabalhos têm sido realizados com ela.

3.2.5 *Eucalyptus* spp. Clone

Para a obtenção da variedade do material genético H13, foi realizado um cruzamento de *E. grandis* x *E. urophylla*, para obtenção do (clone I224) foi através do cruzamento de *E. grandis* x *E. camaldulensis* (GUERREIRO; NICODEMO; SILVA, 2015).

3.3 Avaliação da qualidade e produtividade das florestas plantadas de *Eucalyptus* spp.

De acordo com Husch, Beers e Kershaw Jr. (2003), os inventários florestais são um conjunto de ferramentas e procedimentos para a obtenção de informações sobre quantidades e qualidades dos recursos florestais, caracterizando as áreas sobre as quais a floresta está localizada. Os inventários florestais fornecem os subsídios necessários para o planejamento das atividades de exploração e do manejo propriamente dito, tais como: espécies a explorar, intensidades e ciclos de corte, tratamentos silviculturais a serem conduzidos, necessidade de plantios de enriquecimento, etc. (ARAUJO, 2006).

O profissional florestal necessita ter uma visão global de planejamento florestal, utilizando para tal modelos matemáticos que possibilitem a previsão da produção, assim como o gerenciamento de toda essa gama de informações, por meio de planos de manejo em que a otimização seja a tônica do processo. Naturalmente que, seja em cultivos florestais, seja em florestas nativas, o manejador florestal deve balizar suas decisões em informações biológicas, econômicas, sociais e ambientais, de modo que a sustentabilidade dessa prática perpetue a atividade florestal no local onde o empreendimento estiver sendo executado (YOSHITANI JUNIOR *et al.*, 2012).

Os inventários florestais fornecem os subsídios necessários para o

planejamento das atividades de exploração e do manejo propriamente dito, tais como: espécies a explorar, intensidades e ciclos de corte, tratamentos silviculturais a serem conduzidos, necessidade de plantios de enriquecimento, etc. (ARAÚJO, 2006).

Com relação ao custo-benefício, algumas empresas florestais têm buscado desenvolver pesquisas voltadas à seleção de materiais genéticos, adaptados às diversas condições climáticas e ambientais, possibilitando escolher materiais com adaptação a diferentes condições edafoclimáticas.

Uma das principais informações a serem obtidas e analisadas, quando se trata de avaliação da qualidade dos materiais genéticos florestais, é o volume das árvores. Para Machado e Figueiredo Filho (2009), estimar o volume das árvores é, na maioria das vezes, a principal finalidade dos levantamentos florestais, notadamente quando se trata de povoamentos destinados para fins comerciais.

De acordo com Scolforo e Figueiredo Filho (1993), a forma da árvore varia com a espécie, o espaçamento, a idade, o sítio e os tratamentos silviculturais. Como no Brasil o ritmo de crescimento das florestas plantadas e o manejo aplicado aos plantios de *Pinus* e *Eucalyptus* é completamente diferente do aplicado nas coníferas e folhosas do Hemisfério Norte, é imprescindível avaliar se métodos que são adequados naquelas regiões também o são para nossas condições e qual o nível de compatibilidade destes em plantios no Brasil.

Tendo em vista que a forma de árvores não é perfeitamente regular, o uso de métodos de cubagem implica na divisão do fuste das árvores em n seções (toras). Isto leva à medição de diâmetros sucessivos ao longo do tronco e emprego dessas fórmulas para obtenção dos volumes das várias seções estabelecidas previamente. A medição dos diâmetros ao longo do fuste pode ser feita em alturas absolutas ou relativas da árvore, ou uma combinação de ambas. A soma dos volumes de todas as seções resultará no volume da árvore (MACHADO; FIGUEIREDO FILHO, 2009).

3.4 Relação dos nutrientes do solo com o crescimento de variáveis dendrométricas de *Eucalyptus* spp.

O solo é o meio do qual o sistema radicular obtém os elementos minerais essenciais para o crescimento. Quando o meio não tem a capacidade de fornecer nutrientes, ou fornece-os em quantidade inadequada, haverá, portanto, redução do crescimento e produção das culturas devido à deficiência nutricional (FAQUIN, 2005).

Segundo Novais, Barros e Neves (1986), o nível crítico de manutenção refere-se ao teor do elemento que o solo deve ter, além do requerido para o crescimento e desenvolvimento inicial da muda, em condições de campo, para atingir determinada produtividade ao final do ciclo.

O conhecimento da alocação de nutrientes nos componentes das plantas permite ao silvicultor optar por técnicas de colheita que reduzam a exportação de nutrientes do sítio. Com o aumento da idade, há uma tendência de redução dos nutrientes alocados na copa e aumento dos nutrientes alocados no tronco (CAMPOS SANTANA *et al.*, 2008).

Para a imobilização de maior proporção de nutrientes na biomassa em relação à camada superficial do solo, pode ser considerado um mecanismo de conservação de nutrientes em florestas tropicais. Esta imobilização pode evitar perdas por erosão e lixiviação (CUEVAS; LUGO, 1998) e contribui para aumentar o teor de nutrientes das suas camadas superficiais, visto que o sistema radicular do eucalipto explora camadas profundas do seu perfil e pode realocar os nutrientes para as camadas superficiais. A intensidade da colheita florestal adotada determina a quantidade de nutrientes exportados do sítio.

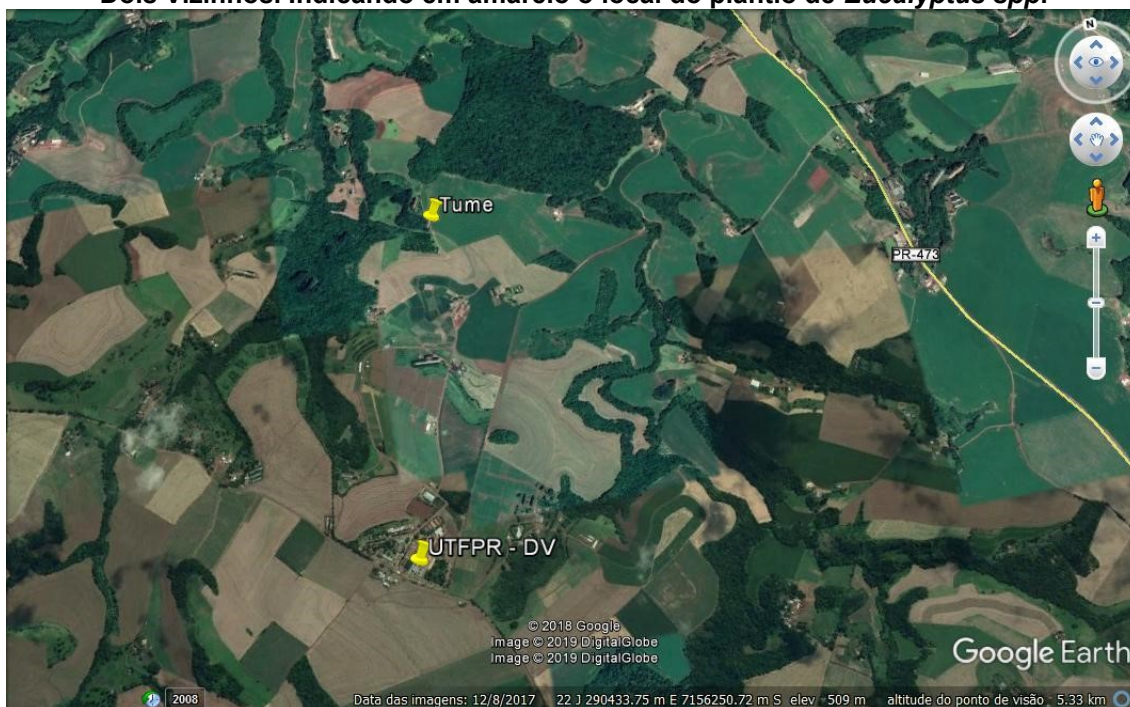
A adubação decorre do fato de que nem sempre o solo é capaz de fornecer todos os nutrientes que as plantas necessitam para seu crescimento. As características e quantidade de adubos a aplicar dependerão das necessidades nutricionais das espécies florestais e da fertilidade do solo, da solubilidade dos adubos com o solo, da eficiência dos adubos e de fatores de ordem econômica (GONÇALVES, 1995).

4 MATERIAL E MÉTODOS

4.1 Caracterização da área de estudo

O presente estudo teve por base a Unidade de Ensino e Pesquisa em Povoamentos Florestais da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Câmpus Dois Vizinhos, Paraná, onde o Projeto TUME (Teste de Uso Múltiplo de Eucalipto) foi instalado em dezembro de 2009. O município de Dois Vizinhos está localizado na região sudoeste do Paraná, com altitude média de 509 metros acima do nível do mar, Latitudes entre 25° 44' 03" e 25° 46' 05" Sul e Longitudes entre 53° 03' 01" e 53° 03' 10" Oeste - GR.

Figura 1 - Croqui representativo da Universidade Tecnológica Federal do Paraná - Câmpus Dois Vizinhos. Indicando em amarelo o local do plantio de *Eucalyptus spp.*



Fonte: Autoria própria (2019)

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 (ALVAREZ *et al.* 2013). O relevo é constituído por planaltos com altitudes médias de 500 metros. O solo da área experimental é classificado como Nitossolo Vermelho Distroférico típico, os quis são profundos ou medianamente profundos, bem drenados, com textura argilosa ou muito

argilosa ao longo do perfil e reduzido gradiente textural, são solos com boas condições físicas e apresentam como principais limitações a baixa saturação por bases e, no caso de relevo ondulado, a suscetibilidade à erosão e a presença de pedregosidade e rochosidade (EMBRAPA, 2013).

Em 2009, através de uma parceria firmada entre a UTFPR Campus Dois Vizinhos e a Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiróz (ESALQ/USP), através do Departamento de Ciências Florestais da mesma, foram cedidos à UTFPR-DV 14 diferentes materiais genéticos de *Eucalyptus* sp., entre espécies de origem seminal, híbridos e clones, todos de domínio público e produzidos no viveiro da Estação Experimental de Itatinga-SP, pertencente à ESALQ.

A área onde foi implantado o TUME era usada com agricultura convencional até 2009, principalmente com cultivos anuais, com práticas mecanizadas de preparo do solo e plantio, aplicação de herbicidas e adubos químicos, geralmente em safra e safrinha.

Para a implantação do TUME, três meses antes do plantio foram iniciadas as atividades de controle de formigas cortadeiras na área e seu entorno, através do uso, inicialmente, de iscas granuladas, na dosagem de 10 g/m² ou por olheiro, conforme o nível de ocorrência de formigueiros em cada.

Em função do uso anterior da área, não houve a necessidade de limpeza da mesma no sentido de destocamento, somente de uma roçada mecanizada visando a trituração de restos culturais de milho e da vegetação espontânea crescida logo após a colheita, durante o período de inverno/primavera. Cerca de 15 dias após a roçada, quando da rebrota da vegetação ocorrente, ocorreu a aplicação de herbicida, na dosagem de 3 L/ha, conforme recomendação do fabricante.

O preparo do solo foi realizado em nível, na forma de cultivo mínimo, somente com a escarificação na linha de plantio, a cada 3 m, até cerca de 30 cm de profundidade.

Aos 2 anos de idade, foi realizada a primeira desrama nas plantas do TUME, porém, somente nos materiais genéticos mais promissores, os quais já apresentavam um certo nível de competição entre plantas, o que era passível de visualização em função da ocorrência de galhos secos na parte basal da copa das plantas. Essa desrama foi realizada até 50% da altura total das plantas, com a retirada de galhos secos e também dos verdes, com uso de serrote de poda, de forma a evitar a formação de nós e manter um núcleo enodado de pequena dimensão.

Os cinco materiais genéticos selecionados de *Eucalyptus* spp, (entre espécies, clones ou híbridos), neste trabalho, provenientes de mudas clonais da Estação Experimental de Ciências Florestais de Itatinga, São Paulo (ESALQ/USP), são compostas por: *Eucalyptus urophylla*, *E. pellita*, clone GFMO27, clone I224 e clone H13. Cada material genético foi plantado em uma parcela de 10 linhas e com 16 plantas/linha, em espaçamento de 3 metros entre linhas e 2 metros entre plantas.

4.2 Obtenção e análise dos dados dendrométricos

Nas parcelas experimentais dos diferentes materiais genéticos, foram medidos, aos 24; 36; 48; 60; 72 e 108 meses de idade, todas as árvores contidas na área útil de cada parcela, desconsiderando as árvores de bordas de estradas e floresta nativa: a circunferência à altura do peito (CAP), tomada com trena milimétrica a 1,3 m do solo, a qual foi posteriormente convertida para diâmetro a altura do peito (DAP) através da divisão do CAP por Pi (3,141593), e a altura total (h) de todas as árvores, com hipsômetro digital.

O número de árvores por hectare (N, ha) de cada parcela foi estimado pela equação (BRENA, 1997):

$$N = 10000 \cdot N_i / a_i$$

Sendo:

N_i = número de árvores existentes na parcela i no momento da medição;

a_i = área da parcela i em m^2 .

A área basal individual (g) de cada árvore, em metros quadrados, foi calculada pela equação (FINGER, 1992):

$$g = \pi \cdot dap^2 / 4$$

Sendo:

g = área basal individual (m^2);

π = 3,141593;

dap = diâmetro à altura do peito (m).

A área basal por hectare por material genético (g_i) foi determinada através da soma das áreas basais individuais, calculando a área da parcela, e em seguida extrapolando para hectare.

O volume total da área (V) foi calculado pela equação de volume e usado fator

de forma de (f) de 0,46 (fator de forma médio calculado com base em 50 árvores colhidas e cubadas rigorosamente, de todos os materiais genéticos em estudo, aos 60 meses de idade).

$$V = \pi . dap^2 / 40000 . h . f$$

Sendo:

V = volume da área (m³);

π = 3,141593;

dap = diâmetro à altura do peito (cm);

h = altura total da árvore (m)

f = fator de forma (0,46).

A área de copa foi calculada através da equação:

$$AC = Dcopa^2 * \pi / 4$$

Sendo:

AC : Área de copa (m² árv.⁻¹);

$Dcopa$: diâmetro de copa médio (m);

π = constante de 3,141593.

4.3 Avaliação da fertilidade do solo

O solo da área de cada material genético foi caracterizado quimicamente com base na coleta de 12 amostras simples de solo, em cinco diferentes profundidades (0-5; 5-10; 10-20; 20-40 e 40-60 cm), as quais foram misturadas, obtendo-se quatro amostras compostas, cada amostra com base em três amostras simples na mesma profundidade, totalizando 60 amostras coletadas em cada material genético e 20 amostras compostas para análise laboratorial, as quais foram coletadas em setembro de 2018.

As amostras de solo foram secas em estufa de circulação e renovação de ar a uma temperatura de 45 °C, sendo monitoradas através de pesagens rotineiras até quando se obteve peso constante, em torno de 75 horas após a colocação na estufa, sendo então retiradas.

Após isso, as mesmas foram moídas manualmente com uso de gral e pistilo. As amostras moídas foram acondicionadas em recipientes, protegidos da luz, umidade e variação de temperatura até o momento da análise laboratorial, a qual foi

realizada no Laboratório de Análise de Solos da Universidade Tecnológica Federal do Paraná - Campus Dois Vizinhos (C, matéria orgânica, pH, K e N) e no Laboratório Maravilha de Pato Branco - Paraná (para os elementos Al, Ca e Mg).

As análises realizadas seguiram metodologia própria dos respectivos laboratórios, as quais são baseadas nas metodologias de Tedesco *et al.* (1995) e Embrapa (2017).

4.4 Análise dos dados

A área experimental foi implantada na forma de talhões para cada espécie, cada uma contendo 10 linhas de 16 plantas cada, em espaçamento 3 x 2 m.

Para o estudo, apesar de terem sido plantados diversos materiais genéticos de *Eucalyptus* spp. na área, foram escolhidos os 5 materiais genéticos mais expressivos em termos de crescimento e de sobrevivência para a análise dos dados para este estudo.

Para esta análise, o delineamento experimental foi o inteiramente casualizado, cada material genético considerado como tratamento e cada árvore sendo considerada uma repetição. Em função da mortalidade ocorrida durante os 108 meses de idade dos materiais genéticos em estudo, o número de repetições (árvores) por tratamento foi diferente.

Os dados foram tabulados e analisados, de maneira prévia, em planilha eletrônica Excel, sendo posteriormente processados no programa estatístico R, sendo usadas como principais variáveis o diâmetro à altura do peito, a altura total, volume com casca e área de copa.

As amostras de solo, após obtidos os resultados em laboratório, foram calculadas as suas médias e desvios de valores entre as repetições, sendo posteriormente comparados os seus valores, para cada parâmetro analisado, através de análise de variância e teste de comparação de médias entre o solo dos diferentes materiais genéticos.

Como fechamento da análise de dados, foi calculada uma matriz de correlação entre o crescimento das árvores e a qualidade do solo dos diferentes materiais genéticos, de forma a determinar relações significativas, diretas e inversas, entre qualidade do solo e crescimento.

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1 Crescimento em DAP

O coeficiente de variação dos materiais ao longo do tempo (Tabela 1), mostra que o *E. pellita* apresentou a maior variação dos dados, dos 24 até os 108 meses de idade, com uma variação de 37,16%, configurando crescimento heterogêneo das árvores dessa espécie.

Tabela 1 - Valor médios, mínimos e máximos de DAP (cm), número de árvores medidas (N), desvio padrão (DP, cm) e coeficiente de variação (CV%) em 5 materiais genéticos de *Eucalyptus* spp., em Dois Vizinhos - Paraná. UTFPR, Dois Vizinhos - PR, 2019

Material	Idade (mês)	DAP (cm)			N	DP	CV(%)
		Min.	Méd.)	Máx.			
GFMO 27	24	4,2	8,36	11,90	91	1,84	22,02
H13	24	7,3	8,88	11,80	31	1,09	12,29
I224	24	1,8	8,81	12,40	59	2,22	25,21
PELLITA	24	1,9	6,09	12,70	109	2,18	35,79
UROPHILA	24	3,2	7,98	12,70	37	1,96	24,54
GFMO 27	36	5,2	11,56	16,00	90	2,57	22,30
H13	36	10,7	12,70	16,50	31	1,33	10,48
I224	36	4,0	11,74	17,00	70	3,05	25,97
PELLITA	36	1,9	8,44	16,00	103	2,91	34,51
UROPHILA	36	6,4	12,78	18,00	39	2,52	19,77
GFMO 27	48	6	14,30	20,50	97	2,97	20,79
H13	48	13,4	15,74	18,90	31	1,49	9,47
I224	48	3,9	14,69	21,20	65	3,18	21,68
PELLITA	48	3,8	9,665	19,90	97	3,57	36,93
UROPHILA	48	7,3	14,85	21,20	41	3,10	20,90
GFMO 27	60	4,9	14,98	20,50	64	3,29	22,00
H13	60	14,7	17,67	21,20	31	1,65	9,35
I224	60	4,5	15,01	22,90	50	3,73	24,87
PELLITA	60	4,1	10,29	20,40	89	3,92	38,16
UROPHILA	60	8,2	16,61	23,10	36	3,58	21,58
GFMO 27	72	5,1	16,68	24,50	89	3,67	22,05
H13	72	17,2	21,04	25,50	32	1,82	8,69
I224	72	7,6	16,94	25,80	65	3,94	23,30
PELLITA	72	5,7	12,18	23,90	88	4,35	35,75
UROPHILA	72	7,3	18,66	28,00	39	4,13	22,17
GFMO 27	108	7,3	24,45	35,80	58	7,56	30,93
H13	108	25,5	34,01	42,30	23	4,39	12,92
I224	108	13,1	26,53	36,00	65	4,76	17,96
PELLITA	108	7	18,18	31,50	67	7,61	41,86
UROPHILA	108	7,6	28,82	45,50	40	8,51	29,54

Nota: DAP (min., méd. e máx.): menor, médio e maior diâmetro à altura do peito do material genético, a cada idade, respectivamente, em cm; N: número de árvores medidas; DP: desvio padrão (cm); CV%: coeficiente de variação em porcentagem.

Fonte: Autoria própria (2019)

Já o material que obteve a menor variação ao longo dos 108 meses foi o clone H13, com média do coeficiente de variação de 10,53%, indicando crescimento homogêneo das árvores e a se adaptando bem a região do estudo, onde os híbridos se demonstram superior na produção comparado com a população seminal.

Com coeficiente de variação médio, os materiais genéticos GFMO 27 (23,35%), I224 (23,17%) e *E. urophylla* (23,08%) ficaram com uma variação intermediária, tudo indica com que o desenvolvimento desses materiais, entre eles são parecidos.

Para a idade de 24 meses, os materiais I224 e o pellita foram os que tiveram crescimento menor em DAP (1,8 cm e 1,9 cm). O H13 apareceu com seu menor DAP (7,3 cm), mesmo assim ficando muito superior aos demais. Para GFMO27 e *urophylla* (4,2 e 3,2 cm) foram valores intermediários com diâmetro altura do peito.

Já os materiais com maior crescimento foram para pellita e *urophylla*, ambos com o maior diâmetro altura do peito (12,70 cm). O pellita, devido ter apresentado o maior e o menor diâmetro altura do peito nos primeiros 24 meses de idade, ocorreu um aumento do coeficiente de variação dos dados, os híbridos, H13, I224 e GFMO 27 ficaram com os DAPs (8,88; 8,81 e 8,36 cm), ficando superior aos materiais genéticos pellita e *Urophylla*. Isso indica que o fator genético influencia no crescimento dos diâmetros nos primeiros 24 meses.

Com a idade de 36 meses, o H13 demonstrou um desenvolvimento superior aos demais em DAP, com 10,70 cm. Para o menor crescimento, o pellita também ocorreu aos 36 meses, tendo o DAP de (1,9 cm), materiais genéticos.

Em relação ao diâmetro máximo, o *urophylla* ficou com o maior DAP (18,00 cm), os demais materiais genéticos tiveram valores próximos, GFMO27 (16,00 cm) H13 (16,50 cm), I224 (17,00 cm) e pellita (16,00 cm) aos 36 meses de idade.

Para as médias do diâmetro, o pellita continuou tendo a menor média 8,44 (cm) dos diâmetros com 36 meses em relação aos demais materiais genéticos, com as maiores médias, os materiais genéticos *urophylla* (12,78 cm) e H13 (12,70 cm) ficaram superior aos demais, o crescimento de GFMO27 (11,56 cm) e I224 (11,74 cm) ficaram com desenvolvimento muito próximo na idade de 3 anos.

Com a idade de 48 meses, o pellita e o I224 tiveram o menor DAP (3,8 e 3,9 cm), onde no H13, seu diâmetro mínimo foi de 13,40 cm, muito superior aos demais, com seu desenvolvimento. Para o diâmetro máximo, apresentaram valores iguais os

materiais genéticos urophylla (21,20 cm) e I224 (21,20 cm), no seu desenvolvimento de 48 meses.

O pellita (9,66 cm) apresentou um desenvolvimento muito inferior em relação aos outros, com a maior média no H13 (15,74 cm). Os demais materiais genéticos apresentaram crescimento intermediário, com urophylla (14,85 cm), I224 (14,69 cm) e GFMO27 (14,30 cm) com as médias muito próximas, entre si, aos 48 meses.

Aos 60 meses, os materiais genéticos pellita (4,1 cm), I224 (4,5 cm), e GFMO27 (4,9 cm) foram os que tiveram os menores DAPs. O H13, com o seu DAP (14,7 cm), se mostra que está se adaptando melhor em relação aos demais. Com a maior média, o H13 (17,67 cm) e o pellita (10,29 cm) com a menor, foram os materiais com crescimento extremo aos 60 meses de idade.

Para o diâmetro máximo, o urophylla (23,10 cm) mostrou ter um desenvolvimento pouco homogêneo, apresentando árvores com diâmetros elevados e pequenos diâmetros.

Com a idade de 72 meses, o GFMO27 (5,1 cm) e o pellita (5,7cm) ficaram com o menor DAP. O diâmetro mínimo de 17,20 cm do H13 foi muito superior aos demais.

Para DAP máximo, os materiais genéticos não mostraram diferenças grandes como o DAP mínimo, mas o urophylla (28,00 cm), sempre apresentou os maiores diâmetros das árvores.

Para a média do crescimento em DAP, o H13 (21,04 cm) mostrou ter um crescimento superior aos demais materiais genéticos aos 72 meses de idade, e a menor média ficou com o pellita (12,18 cm).

Com idade de 108 meses (9 anos) os materiais genéticos estudados de *Eucalyptus* spp. demonstraram que tem em cada povoamento, árvores com baixo potencial de desenvolvimento, com DAP mínimo muitos inferiores e pequenos para a idade, tais como ocorrido com o GFMO27 (7,3 cm), pellita (7,00 cm) e urophylla (7,60 cm), muito abaixo da média geral.

O clone H13 é também um híbrido de *E urograndis*, sendo um dos mais plantados no mundo para a extração de celulose. Não se adapta a climas muito frios, apresentando, em condições ideais, o maior crescimento e rendimento volumétrico dentre os demais. É uma das principais fontes de matéria prima para a indústria nacional de celulose.

Com média superior às demais, o H13 (34,01 cm) mostrou que foi o melhor

material genético do povoamento, onde suas árvores obtiveram crescimento homogêneo. O pellita (18,18 cm) com o passar dos meses, mostrou-se sempre inferior aos demais materiais genéticos. I224 (26,56 cm), urophylla (28,82 cm) e GFMO27 (24,45 cm) apresentaram desenvolvimento intermediário.

Na Tabela 2, o teste de Tukey para a Comparação de crescimento em DAP (cm) entre as idades de 24 até 108 meses de idade para materiais genéticos de *Eucalyptus* spp.

Tabela 2 - Comparação de crescimento em DAP (cm) entre as idades de 24 até 108 meses de idade para materiais genéticos de *Eucalyptus* spp., em plantio em Dois Vizinhos - Paraná. UTFPR, Dois Vizinhos - PR, 2019

Material	Idade (meses)					
	24	36	48	60	72	108
H13	8,9 F a*	12,7 E a	15,7 D a	17,7 C a	21,0 B a	34,0 A a
UROPHYLLA	8,0 E a	12,8 D a	14,8 CD a	16,6 BC a	18,7 B ab	28,8 A b
I224	8,8 E a	12,3 D a	14,7 C a	15,0 BC a	16,9 B b	26,5 A bc
GFMO 27	8,4 E a	11,6 D a	14,3 C a	15,0 BC a	16,7 B b	24,5 A c
PELLITA	6,1 E b	8,4 D b	9,7 CD b	10,3 C b	12,2 B c	18,2 A d
CV	9,38					

Nota: *médias seguidas por letras diferentes (minúscula na coluna e maiúsculas na linha) diferem entre si pelo teste de Tukey a 5 % de probabilidade de erro.

Fonte: Autoria própria (2019)

Em relação aos materiais genéticos onde o H13, urophylla, GFMO27 e I224 não apresentaram diferença significativa entre eles, somente diferiram do Pellita. O mesmo resultado foi observado nos 24, 36, 48 e 60 meses.

Aos 72 meses, H13 e urophylla não diferiram significante entre si. Urophylla, I224 e GFMO27 não diferiram entre si, mas I224 e GFMO27 diferiram de H13, e pellita foi o material genético inferior a todos os outros.

Aos 108 meses, o H13 foi o melhor material, seguido de urophylla e I224, que não diferiram. Mas I224 diferiu de H13. GFMO27 não diferiu de I224, mas diferiu de urophylla e o pellita apresentou o pior resultado.

O pellita foi o que menos se desenvolveu no crescimento em relação aos outros em todo o decorrer dos meses sempre esteve abaixo dos outros. Ferreira *et al.* (2017) estudaram o crescimento e produção de Eucalipto na Região do Médio Paraíba do Sul-RJ onde as espécies utilizadas foram *Eucalyptus grandis*, *E. pellita*, *E. saligna* e *E. urophylla*, procedentes de Anhembi, SP, nível de melhoramento de área de produção de sementes (APS) F1, e o híbrido *Eucalyptus urophylla* x *E. grandis*, procedente de Itirapina-SP. O *E. pellita*, aos 18 meses, apresentou DAP de 3,7 cm e, aos 80 meses, de 10,1 cm. O híbrido de *Eucalyptus urophylla* x *E. grandis* apresentou,

para 18 e 80 meses, 5,3 e 14,4 (cm) de DAP, demonstrando a capacidade superior que o híbrido tem de crescimento em relação ao povoamento seminal.

O clone GG100 é um híbrido de *E. grandis* x *E. urophylla*, e foi desenvolvido pela empresa Gerdau, sendo atualmente plantado em várias regiões do Brasil. Seu desenvolvimento é muito favorável, mas em locais de menor umidade tem encontrado dificuldades para a sua sobrevivência, vindo a morrer no segundo ano de vida. Seus fins de utilização são para serraria, biomassa, energia, dentre outros. Seu incremento médio anual chega a 45 m³ ha⁻¹ ano⁻¹ (PORTAL FLORESTAL, 2014).

Segundo Vera (2016), os resultados de pesquisas mostram que, independentemente do sistema adotado, o clone I144 apresenta bom crescimento, como no trabalho realizado pelo autor, que, ao estudar clones de eucalipto aos 32 meses de idade, encontrou DAP, para o I144, 18% superior ao observado para o clone I277.

Para Santos *et al.* (2013), que testaram a adaptabilidade de diversos híbridos de *E. urophylla* x (*E. camaldulensis* x *E. grandis*), *E. grandis* x *E. maidenii*, *E. saligna* x (*E. grandis* x *E. urophylla*), (*E. grandis* x *E. urophylla*,) x (*E. urophylla* x *E. globulus*), (*E. grandis* x *E. urophylla*) x *E. robusta* *E. grandis* x *E. dunnii*, *E. grandis* x *E. globulus*, *E. pellita*, (*E. grandis* x *E. urophylla*) x *E. grandis* (*E. grandis* x *E. urophylla*) x *E. urophylla*, *E. globulus* x *E. grandis*, *E. grandis* x (*E. dunnii* x *E. grandis*), *E. grandis* x (*E. grandis* x *E. urophylla*), *E. maidenii* x (*E. grandis* x *E. urophylla*), *E. saligna* x (*E. urophylla* x *E. grandis*), *E. urophylla* x (*E. grandis* x *E. globulus*), *E. urophylla* x (*E. tereticornis* x *E. saligna*), *E. urophylla* x (*E. urophylla* x *E. grandis*), *E. urophylla* x *E. deanei*, no estado do Rio Grande do Sul, obtendo resultados de 34 espécies e híbridos avaliados, onde 15 deles (44%) fizeram-se presentes entre os 30 melhores clones, com volumes de 20,8; 20,6; 19,9; 19,7 17,3 17,2 17,1 16,6 16,5 16,3 16,0 15,9 15,3 14,9 14,9 14,8 14,7 14,4 14,1 13,9 13,8 13,3 13,2 13,1 13,0 13,0 12,9 12,9 12,4 (m³ ha⁻¹ano). Dessa maneira, ele pode afirmar que, de cada 10 espécies e híbridos testados, seis não apresentaram boa adaptação aos ambientes avaliados.

De acordo com Beltrame (2012), em seu estudo de materiais genéticos de *Eucalyptus*, realizaram teste clonal de híbridos interespecíficos de *Eucalyptus urophylla* S.T. Blake, *E. globulus* Labill., *E. maidenii* F. Muell., *E. saligna* Smith, *E. grandis* W. Hill ex Maiden, *E. pellita* F. Muell., *E. resinifera* Smith in J. White, *E. kirtoniana* F. Muell. e *E. dunnii* Maiden com geradores de 138 clones de *Eucalyptus*. Com base em inventários florestais aos 3 anos e aos 7 anos, no Rio grande do Sul,

foi possível dividir os resultados em 5 grupos, onde obteve médias de diâmetro, aos 3 anos de idade, com DAP médio 14,84 cm para o primeiro grupo e 13,77 cm para o segundo grupo, o terceiro grupo com 12,90 cm, o quarto grupo com 12,09 cm e o quinto grupo com 10,91 cm e, aos 7 anos, 24,66 cm, 21,43 cm, 17,88 cm, 14,72 cm, 12,32 cm, comparados com dados do estudo, aos 108 meses GFMO 27 24,45 cm, H13 31,04 cm, I224 26,53 cm *E. pellita* 18,18 *E. urophylla* 28,82 cm o *E. pellita* com maior idade teve menor crescimento que híbridos aos 7 anos.

Queiroz *et al.* (2007) estudaram o comportamento de espécies de *Eucalyptus* em Paty do Alferes, Rio de Janeiro, até a idade de 18 meses, onde o *Eucalyptus urograndis*, *E. grandis* e *E. urophylla* foram as espécies que apresentaram melhor estabelecimento e crescimento para as condições edafoclimáticas da região de Paty do Alferes-RJ. Já o *Eucalyptus (Corymba citriodora)* foi a espécie que apresentou a menor taxa de sobrevivência e menor crescimento.

De acordo com a literatura, o presente estudo se mostrou competitivo os híbridos e *E urophylla*, onde melhoramento genéticos estão com crescimentos superiores comparados com espécies puras.

5.2 Crescimento em altura total (Ht)

O material genético com o maior crescimento, aos 24 meses, foi o H13, uma média de altura de 9,08 m e altura máxima de 12,7 m, tendo um coeficiente de variação de 19,21%. Sua menor média foi 6,4 metros, superior aos outros materiais genéticos. A menor média de altura ocorreu com o pellita 1,8 m e com média de 5,5 m, com um coeficiente de variação de 27,28 %, já com a menor altura foi o GFMO27 com altura de 1,7 m (Tabela 3).

Aos 36 meses, o material que teve a maior média de crescimento em altura foi o GFMO27, com altura de 14,91 m, com coeficiente de variação de 17,71%, e altura máxima de 20 m. A menor média foi do I224, com 4,28 m, com uma variação de 24,88%, com a menor altura 1,65 m. O H13 ficou com uma média de crescimento de altura de 12,71 m e o pellita com 8,65 m.

O H13, aos 48 meses, foi o que cresceu mais, tendo um coeficiente de variação de 11%, ele alcançou média de altura de 15,86 m. O GFMO27 alcançou altura de 14,78 m e coeficiente de variação de 18,43%. O I224 alcançou 14,05 m, com coeficiente de variação 18,98%, já o pellita continuou com o um desenvolvimento

inferior aos dos outros materiais, alcançou média de 10,1 m de altura, com coeficiente de variação de 23,08%, onde a menor altura foi com *E urophylla*, com apenas 1 m, possivelmente decorrente de problemas abióticos (ventos). Nessa idade, a altura máxima ocorreu com GFMO27 com 20 m.

Tabela 3 - Médias de altura total mínima, média e máxima (m), número de árvores medidas (N), desvio padrão (DP, cm) e coeficiente de variação (CV%) dos materiais genéticos de *Eucalyptus* ssp., dos 24 aos 108 meses de idade em Dois Vizinhos - Paraná. UTFPR, Dois Vizinhos - PR, 2019

Material	Idade (meses)	Ht (cm)			N	DP	CV(%)
		Min.	Méd.	Máx.			
GFMO 27	24	1,7	7,8	12,5	91	2,14	27,41
H13	24	6,4	9,1	12,7	31	1,74	19,21
I224	24	1,8	6,9	11,0	59	1,99	28,90
PELLITA	24	1,8	5,5	9,6	109	1,50	27,28
UROPHILLA	24	3,0	6,9	9,3	37	1,43	20,93
GFMO 27	36	7,8	14,9	20,0	90	2,64	17,71
H13	36	9,0	12,7	15,7	31	1,30	10,26
I224	36	1,2	4,3	10,0	70	1,06	24,88
PELLITA	36	3,0	8,7	13,5	103	2,09	24,18
UROPHILLA	36	5,0	10,3	15,2	39	2,29	22,30
GFMO 27	48	7,1	14,8	20,0	97	2,72	18,43
H13	48	11,4	15,9	18,8	31	1,74	11,00
I224	48	6,5	14,1	19,8	65	2,66	18,98
PELLITA	48	3,9	10,1	16,1	97	2,33	23,08
UROPHILLA	48	1,0	12,2	16,4	41	2,54	20,87
GFMO 27	60	7,3	13,7	17,2	64	2,45	17,88
H13	60	12,1	15,2	16,4	31	0,93	6,18
I224	60	6,5	13,6	18,7	50	2,77	20,46
PELLITA	60	4,8	10,4	17,0	89	2,60	25,06
UROPHILLA	60	8,9	12,3	15,7	36	1,65	13,48
GFMO 27	72	8,0	15,9	24,3	89	4,08	25,76
H13	72	16,7	20,2	25,0	32	1,93	9,60
I224	72	9,1	16,3	22,1	65	3,70	22,77
PELLITA	72	6,9	14,2	22,0	88	3,47	24,48
UROPHILLA	72	7,8	19,7	26,7	39	3,65	18,59
GFMO 27	108	7,6	23,1	34,6	58	7,08	30,63
H13	108	28,1	31,9	34,7	23	1,60	5,01
I224	108	7,5	28,7	30,2	69	5,95	32,56
PELLITA	108	14,0	18,3	36,1	65	4,53	15,76
UROPHILLA	108	12,3	23,3	30,4	40	5,61	24,12

Nota: Idade: meses, Ht (min.): altura mínima (m), Ht (med.): médias das alturas; Ht (max.): altura máxima (m), N: números de árvores observadas; DP: desvio padrão da altura (m), CV%: coeficiente de variação.

Fonte: Autoria própria (2019)

Aos 60 meses, o H13 continuou a figurar com as médias das árvores mais altas, com 15,22 m e coeficiente de variação pequeno, de 6,18%. A altura máxima foi

encontrada com o I224, com 18,7 m e o pellita continuou com as médias de alturas mais baixas, 10,38 m e coeficiente de variação mais elevado, de 25,06%.

Observou-se desenvolvimento similar aos 72 meses, com o H13 com as maiores médias de altura, de 20,15 m e coeficiente de variação de 9,06%, e altura máxima de 25 m. O pellita novamente apresentou-se com a menor média, de 14,21 m e coeficiente de variação mais elevado, de 24,48%. Nessa idade, o GFMO27 apresentou altura intermediária, com 8 m e coeficiente de variação de 25,76%.

Para os 108 meses, o H13 alcançou altura média de 31,95 m com um coeficiente de variação de 5,01%. O pellita, de forma de forma como sempre esteve menor que os outros em relação aos crescimentos continuou com o menor crescimento em altura 18,3 m, com uma variação de 15,76% e tendo a máxima de altura de 36,1 m. Com a menor média de desenvolvimento, o I224 teve uma média de altura de 28,7 m, com um coeficiente de variação relativamente elevado, de 32,53%.

De acordo com a Tabela 4, na comparação de médias de Tukey para a idade de 24 meses, o H13, com 9,08 m de altura foi o superior aos demais, seguido do GFMO27 com 7,82 m, I224 com 6,91 m e Urophilla com 6,87 m que não diferiram entre si e, por último, o pellita, com altura média de 5,91 m.

Tabela 4 - Crescimento em altura (m) entre as idades de 24 até 108 meses para materiais genéticos de *Eucalyptus* spp. em plantio em Dois Vizinhos - Paraná. UTFPR, Dois Vizinhos - PR, 2019.

Espécie	Idade (meses)					
	24	36	48	60	72	108
GFMO 27	7,8 C b	14,9 B a	14,8 B ab	13,7 B b	15,87 B b	24,76 A b
H13	9,1 E a	12,7 D b	15,9 C a	15,2 C a	20,15 B a	31,95 A a
I224	6,9 E e	4,2 D e	14,1 C b	13,6 C bc	16,25 B b	28,74 A a
PELLITA	5,5 E d	8,7 D d	10,1 C d	10,4 C d	14,21 B c	18,3 A c
UROPHILLA	6,9 D c	10,3 C c	12,2 C c	12,3 C c	19,67 B a	23,26 A b

Nota: *médias seguidas por letras diferentes (minúscula na coluna e maiúsculas na linha) diferem entre si pelo teste de Tukey a 5 % de probabilidade de erro.

Fonte: Autoria própria (2019)

Para a idade de 36 meses, o GFMO27, com 14,9 m obteve desenvolvimento superior, seguido de H13 com 12,70 m, urophylla com 10,28 m, pellita com 8,65 m e I224 com apenas 4,17 m.

Na idade de 48 meses, o H13 e o GFMO27 foram superiores, com média de 15,9 m e 14,9 m, respectivamente. O I224 apresentou 14,1 m, não diferindo de GFMO27, mas diferindo do H13. O urophylla, com 12,2 m, não apresentou diferença estatística do I224. O pellita demonstrou-se inferior a todos os demais materiais.

Com 60 meses, meses o H13 e GFMO27 foram superiores, com média de altura de 15,2 m e 14,8 m, respectivamente. O I224, com 13,6 m, não diferiu do GFMO27 mas diferiu de H13. O urophylla, com 12,3 m foi superior ao pellita e inferior aos demais. O pellita se demonstra inferior a todos os demais materiais com média de altura de 10,4 m nesta idade.

Com 72 meses de idade, o H13 e urophylla se mostraram superiores em crescimento em altura, com 20,25 m e 19,67 m, respectivamente, seguidos do GMFO27 com 15,87 m e do I224 com 16,25, tendo novamente o pellita como inferior estatisticamente a todos os demais.

Para os 108 meses, o desenvolvimento em altura, mostrou que H13 e I224 apresentou 31,9 m e I224 28,7 m, com desenvolvimento em altura superior aos demais, seguidos do GFMO27 com 24,76 m e Urophylla, com 23,26 m e o pellita se mostrando, em todas as idades, inferior em crescimento de altura aos demais materiais genéticos.

Queiroz *et al.* (2007), em estudo de crescimento de espécies de *Eucalyptus*, encontraram crescimento em altura para 6 e 18 meses de idade, onde o *E. urophylla*, *E. urograndis* e *E. grandis* foram as espécies que alcançaram maior crescimento em altura, de 2,3; 2,1 e 2,0 e 6,3; 5,7 e 6,1 metros de altura aos 6 e 18 meses e *E. citriodora* foi a espécie de altura inferior, nas duas épocas de avaliação. As plantas de *E. camaldulensis* 5,2 m também estavam no grupo das espécies de maior crescimento aos seis meses, porém aos 18 meses apresentou crescimento no grupo das espécies de crescimento intermediário, juntamente com *E. saligna* 5,2 m e *E. pellita* 4,6 m.

Para Abrantes (2015), em estudo de produtividade e avaliação econômica de sistemas de integração lavoura-pecuária-floresta, em Campo Grande-MS, a altura não apresentou diferença entre os espaçamentos testados, em *E. urophylla* x *E. grandis* - clone H 13, sendo 20,66 m para o espaçamento de ILPF 14 m x 2 m, e ILPF 22 m x 2 m) 21,61 m, para o espaçamento maior em 8 anos de idade.

Em estudos de análise silvicultural de clones de eucalipto cultivados em sistemas de integração lavoura pecuária floresta (ILPF), as alturas do clone I144 foram de 21,34 m, seguido pelos clones GG100 com 23,43 m e H13 com 23,53 m e o clone 1277 com 22,51 m. Para a variável altura total, as médias não tiveram diferença estatística entre si (CELLA, 2017).

Ferreira *et al.* (2017) estudaram o crescimento e a produção de *Eucalyptus*

spp. na Região do Médio Paraíba do Sul-RJ, onde as espécies utilizadas foram *E. grandis*, *E. pellita*, *E. saligna* e *E. urophylla*, procedentes de Anhembi-SP, de um nível de melhoramento de área de produção de sementes (APS) F1, e o híbrido *E. urophylla* x *E. grandis*, procedente de Itirapina-SP. Os resultados mostraram, para o maior e o menor, *E. pellita*, aos 18 meses, altura de 4,6 m e, aos 80 meses, altura 16,7 m. Neste estudo, o híbrido de *E. urophylla* x *E. grandis* apresentou, para 18 e 80 meses, 6,7 e 23,5 m de altura, respectivamente.

De acordo Carvalho *et al.* (2010), em seu estudo de correlações da altura e diâmetro com tensões de crescimento em árvores de *Corymbia citriodora* e *E. urophylla* em Seropédica-RJ, *Corymbia citriodora* atingiu 32,02 m e *E. urophylla* 31 m, em altura superiores, assim as análises anteriores foram obtidas maiores variações, se mantiveram no geral medianos nas classes de alturas de *E. urophylla*.

5.3 Crescimento em volume

De acordo com a Tabela 5, para a idade de 24 meses o coeficiente de variação do *pellita* foi elevado, de 92,56%, superior aos outros, pois o *pellita* mostra valores de volume muito inferiores, tanto no volume mínimo (0,0002 m³) como também no volume máximo (0,0526 m³), causando muita variação dentro do povoamento.

A média do volume máximo, encontrado aos 24 meses, foi superior no I224 com 0,0541 m³, com valores similares no GFMO27, *urophylla* e *pellita*, seguido do H13 (Tabela 5).

Com 36 meses o *pellita* continuou com alto coeficiente de variação entre volumes, com 86,50%, onde H13 teve o menor coeficiente de variação, de 22,17%, indicando que o crescimento do H13 está ocorrendo de forma mais uniforme entre as árvores (Tabela 5).

Os volumes individuais do *pellita* e I224, ambos com médias iguais de volume mínimo 0,0006 m³. A média máxima obteve o *urophylla* 0,1522 m³, seguido do GFMO27 0,1498 m³, os demais não tiveram variação significativa (Tabela 5).

Tabela 5 - Médias de volume mínimo, médio máximo por árvore ($m^3 \text{ árv}^{-1}$), número de árvores medidas (N), desvio padrão do volume (DP) e (CV%) coeficiente de variação em porcentagem, dos 24 aos 108 meses de idade em diferentes materiais genéticos plantados em Dois Vizinhos - Paraná. UTFPR, Dois Vizinhos - PR, 2019

Material	Idade (meses)	V (m^3)			N	DP	CV(%)
		Min.	Méd.	Máx.			
GFMO 27	24	0,0026	0,0203	0,0505	91	0,0112	55,18
H13	24	0,0136	0,0245	0,0395	31	0,0074	29,98
I224	24	0,0002	0,0208	0,0541	59	0,0133	63,87
PELLITA	24	0,0002	0,0089	0,0526	109	0,0082	92,53
UROPHILA	24	0,0010	0,0165	0,0509	37	0,0098	59,25
GFMO 27	36	0,0158	0,0704	0,1498	90	0,0317	45,08
H13	36	0,0450	0,0698	0,1149	31	0,0155	22,17
I224	36	0,0006	0,0235	0,1163	70	0,0163	69,70
PELLITA	36	0,0006	0,0259	0,1167	103	0,0224	86,50
UROPHILA	36	0,0068	0,0623	0,1522	39	0,0333	53,46
GFMO 27	48	0,0107	0,1093	0,2819	97	0,0505	46,22
H13	48	0,0721	0,1339	0,1879	31	0,0287	21,46
I224	48	0,0034	0,1122	0,2936	65	0,0589	52,47
PELLITA	48	0,0026	0,0413	0,2145	97	0,0388	93,99
UROPHILA	48	0,0022	0,0999	0,2227	41	0,0509	50,92
GFMO 27	60	0,0089	0,1128	0,2290	64	0,0528	46,78
H13	60	0,0982	0,1625	0,2371	31	0,0346	21,30
I224	60	0,0083	0,1159	0,2937	50	0,0663	57,14
PELLITA	60	0,0032	0,0488	0,2383	89	0,0463	94,88
UROPHILA	60	0,0241	0,1239	0,2632	36	0,0612	49,37
GFMO 27	72	0,0108	0,1640	0,4626	89	0,0923	56,26
H13	72	0,1922	0,3035	0,4941	32	0,0610	20,09
I224	72	0,0201	0,1767	0,4506	65	0,1082	61,21
PELLITA	72	0,0089	0,0913	0,4215	88	0,0855	93,66
UROPHILA	72	0,0141	0,2495	0,5962	39	0,1239	49,66
GFMO 27	108	0,0207	0,5857	1,2516	58	0,3604	61,52
H13	108	0,6482	1,2692	2,0277	23	0,3339	26,31
I224	108	0,0805	0,7257	1,4730	69	0,3074	42,36
PELLITA	108	0,0124	0,2912	1,032	65	0,3423	117,55
UROPHILA	108	0,0522	0,7492	2,1272	40	0,4967	66,30

Nota: Idade: meses, V (min.): volume mínimo (m^3); V (med.): volume médio (m^3); V (max.): volume máximo (m^3); N: números de árvores observadas; DP: desvio padrão da altura (m); CV%: coeficiente de variação.

Fonte: Autoria própria (2019)

O H13 começou a se destacar aos 48 meses em relação aos demais, onde seu volume mínimo de $0,0721 m^3$ foi superior aos demais. Seu volume máximo não teve grandes variações, com coeficiente de variação de 21,46%. O volume máximo ocorreu no I224, com $0,2936 m^3$, seguido de GFMO27 com $0,2819 m^3$ (Tabela 5).

O pellita, aos 60 meses, continuou com altos coeficiente de variação, de

94,88%, devido à grande variação do volume mínimo e máximo. No sentido contrário, o H13 continuou com o menor coeficiente de variação, de 21,30% (Tabela 6).

O maior volume máximo ocorreu no I224, com 0,2937 m³, mas com um coeficiente de variação de 57,14 %, os demais materiais genéticos não tiveram grandes variações de volume (Tabela 5).

Para a idade de 72 meses, o H13 continuou mostrando o menor coeficiente de variação, de 20,09%, em sentido contrário, o pellita continuou com a maior variação de dados, igual a 93,66%. O volume máximo foi o urophylla 0,5962 m³, aos 72 meses sendo superior, seguido de H13 0,4951 m³ (Tabela 5).

Aos 108 meses, o menor coeficiente de variação foi o clone H13, com variação de 26,32%, seguido do pellita com um alto coeficiente de variação, de 117,55%, mostrando que ele tem a menor média de volume mínimo, de 0,124 m³, e sua média de volume máximo 1,032 m³, onde o urophylla mostrou o maior média em volume máximo 2,1272 m³, seguido do H13 com 2,0277 m³ (Tabela 5).

O H 13, com 0,025 m³, o I224 com 0,021 m³ e GFMO27 com 0,020 m³, foram os materiais que tiveram as maiores médias de crescimento em volume, seguido de Urophila, com 0,017 m³, que não diferenciou do GFMO27 e I224. O pellita se mostrou inferior a todos os demais aos 24 meses (Tabela 6).

Tabela 6 - Comparação de crescimento em volume (m³ árv-1) entre as idades de 24 até 108 meses para materiais genéticos de *Eucalyptus* spp. em plantio em Dois Vizinhos - Paraná. UTFPR, Dois Vizinhos - PR, 2019

Espécie	Idade (meses)					
	24	36	48	60	72	108
GFMO 27	0,020 E ab	0,070 D a	0,109 C ab	0,113 C ab	0,164 B b	0,586 A b
H13	0,025 E a	0,070 DE a	0,134 CD a	0,162 C a	0,304 B a	1,269 A a
I224	0,021 C ab	0,023 C b	0,112 B ab	0,116 B b	0,177 B b	0,726 A b
PELLITA	0,009 C c	0,026 C b	0,041 BC c	0,049 BC c	0,091 B c	0,291 A c
UROPHYLLA	0,017 C b	0,062 C a	0,100 C b	0,124 BC b	0,250 B b	0,749 A b

Nota: *médias seguidas por letras diferentes (minúscula na coluna e maiúsculas na linha) diferem entre si pelo teste de Tukey a 5 % de probabilidade de erro.

Fonte: A autoria própria (2019)

Para a idade de 36 meses, os materiais H13 e GFMO27, ambos com média de 0,070 m³, além do Urophila com 0,0062 m² foram superiores aos demais materiais genéticos, os quais não diferiram significativamente entre si (Pellita e I244).

Aos 48 meses, o clone H13, com 0,162 m³, o I224 com 0,112 m³ e o GFMO27 com 0,109 m³, foram os melhores, porém o urophylla não diferiu do I224 e do GFMO27, ficando somente inferior ao H13.

Os clones H13 e GFMO27, aos 60 meses, apresentaram o maior

desenvolvimento em volume. urophylla e o clone I224, ambos tiveram crescimento inferior ao H13, mas não se diferenciaram do GMFO27.

Na idade de 72 meses, o clone H13 foi superior estatisticamente aos demais materiais genéticos, seguido dos clones I224 e GMFO27 e do urophylla. O pellita mostrou, em todas as idades, ser inferior a todos os demais materiais.

De acordo com a Tabela 8, os volumes das árvores das parcelas, no povoamento de *Eucalyptus* spp. em Dois Vizinhos, extrapolados para hectare, aos 24 meses, GMFO27 foi o povoamento com maior volume, seguido de H13, *E. pellita* e I224 *E. urophylla*.

Tabela 7 - Volume do povoamento (m³ 960 m²) (parcela) e volume por hectare em Dois Vizinhos - Paraná. UTFPR, Dois Vizinhos - PR, 2019

Material	Idade	N	V. POV (m ³ 960 m ²)	V (m ³ ha ⁻¹)
GMFO 27	24	91	1,85	19,22
H13	24	31	0,76	16,36
I224	24	59	1,23	12,76
PELLITA	24	109	0,97	10,07
UROPHYLLA	24	37	0,61	6,37
GMFO 27	36	90	6,33	65,91
H13	36	31	2,16	46,50
I224	36	70	1,64	17,09
PELLITA	36	103	2,67	27,76
UROPHYLLA	36	39	2,43	25,31
GMFO 27	48	97	10,60	110,38
H13	48	31	4,15	89,27
I224	48	65	7,29	75,90
PELLITA	48	97	4,00	41,68
UROPHYLLA	48	41	4,10	42,64
GMFO 27	60	64	7,22	75,14
H13	60	31	5,04	108,31
I224	60	50	5,80	60,35
PELLITA	60	89	4,34	45,18
UROPHYLLA	60	36	4,46	46,45
GMFO 27	72	89	14,60	151,96
H13	72	32	9,71	208,89
I224	72	65	11,49	119,59
PELLITA	72	88	8,04	83,66
UROPHYLLA	72	39	9,73	101,31
GMFO 27	108	58	33,97	353,66
H13	108	23	29,19	627,78
I224	108	69	50,07	521,23
PELLITA	108	65	18,93	197,05
UROPHYLLA	108	40	29,97	311,94

Nota: número de árvores (N); volume da parcela (V. POV (m³-960 m²) volume extrapolado para hectare (m³ ha⁻¹).

Fonte: Autoria própria (2019)

Na idade de 36 meses, GFMO27, com 65,91 m³, se destacou em seu crescimento, sendo muito superior ao H13, que teve o segundo melhor volume, com o menor volume I224 17,09 m³.

Com 48 meses o GMFO27 110,38 m³ continuou se destacando em relação aos demais, seguido de H13 onde teve um crescimento de 89,27 m³.

Na idade de 60 meses, ocorreu um desbaste, devido a densidade nos povoamentos de GFMO 27 e I224, onde a área teve uma diminuição dos seus volumes.

Com a idade de 72 meses o mesmo mudou o ocorrido da medição anterior, o clone H13 208,89 m³, seguido de GFMO 27 151,96 m³. Com o menor volume por hectare ficou o *E pellita* 83,66 m³.

Para o volume aos 108 meses, os clones se mostram superiores aos puros, onde o H13 tem volume consideravelmente alto 627,78 m³, e os demais materiais genéticos. I224 521,23 m³ e GFMO 27 353,66 m³ se mostraram sempre superior aos materiais puros, onde *E urophylla* 311,94 m³ e com o menor volume ficou o *E pellita* 197,05 m³.

Em estudo de comparação do desempenho silvicultural de clones de eucalipto em ILPF, estudaram-se o GG 100 - *Eucalyptus urophylla*, AEC144 - *Eucalyptus urophylla*, COP1277 - *Eucalyptus grandis* x *Eucalyptus camaldulensis*, Clone 58 - *Eucalyptus camaldulensis* x *Eucalyptus grandis*, AEC 224 - *Eucalyptus urophylla*, *Eucalyptus grandis* (sementes), *Eucalyptus urophylla* (sementes), *Eucalyptus urophylla* x *Eucalyptus grandis* (sementes), chegando-se a resultados em que o clone GG100 apresentou os menores valores de, área basal e volume por planta e destacou o clone I144 25% de volume por hectare a mais. O clone I144 apresentou bons níveis de adaptação e produtividade às condições ambientais. Desta forma, o uso desse clone em plantios comerciais deve proporcionar bons níveis de produtividade, desde que aplicadas adequadas técnicas silviculturais (REIS; SANTOS; PALUDZYSZYN FILHO, 2014).

Abrantes (2015), com área útil menor por planta no ILPF1 (28 m² em relação a 44 m² no ILPF2), esperava um aumento no diâmetro e, conseqüentemente, do volume das árvores para o espaçamento com maior área útil (ILPF2). Porém isso não foi observado, com a produtividade, aos 6 anos de idade, chegando a 141,74 m³ ha⁻¹ para o ILPF1 e de 90,90 m³ ha⁻¹ para o ILPF2.

De acordo com Scheeren; Schneider; Finger (2004), em seu estudo de

crescimento e produção de povoamentos monoclonais de *Eucalyptus saligna* manejados com desbaste, na região sudeste do estado do Rio Grande do Sul, Os resultados obtidos no, desenvolvido para o clone 4013 de *Eucalyptus saligna*, em tratamentos com desbastes, apresentaram ganho significativo no diâmetro médio em relação à testemunha sem desbaste, sendo esse ganho de 30% para o tratamento com desbastes mais leves (S% = 16), chegando até 72,8% para o tratamento com desbastes mais pesados (S% = 33).

Ferreira *et al.* (2017), em seu estudo de crescimento e produção de *Eucalyptus* spp. na Região do Médio Paraíba do Sul-RJ, relataram que as espécies utilizadas foram *Eucalyptus grandis*, *E. pellita*, *E. saligna* e *E. urophylla*, procedentes de Anhembi-SP, nível de melhoramento de área de produção de sementes (APS) F1, e o híbrido *Eucalyptus urophylla* x *E. grandis*, procedente de Itirapina-SP. O *E. pellita*, aos 80 meses, apresentou volume de 0,08 m³/árvore e o híbrido de *Eucalyptus urophylla* x *E. grandis* apresentou volume de 0,15 m³/arvore, praticamente o dobro da produção do primeiro.

5.4 Crescimento em área de copa

De acordo com a Tabela 8, as áreas de copas tiveram grandes coeficientes de variação indicado que as árvores estão com crescimentos de copas muito desuniformes. Na idade de 24 meses, notou-se que *urophylla* obteve CV de 352,64%, sendo superior aos demais materiais genéticos, em contrapartida, o GFMO27 foi mais uniforme e teve o menor CV%, de 37,80%.

O menor coeficiente de variação aos 36 meses ocorreu no H13, com 13,57% e *Urophylla*, com 33,52%. A maior variação ocorreu no *Pellita*, com 433 %, seguido do I224 com 402,34% e pelo GFMO27, com 253,75 %.

De acordo com a Tabela 10, o teste de Tukey para área de copa m², mostrou que GFMO 27 com área de copa de 8,71 m² não diferiu do *Urophylla*, 8,69 m², o clone H13 com área de copa de 7,38 m², diferiu de GMFO 27, e se comparando igualmente estatisticamente com *Urophylla*, seguido de I224, com a menor área de copa ficou o *Pellita*, para 24 meses de idade.

Tabela 8 - Valores médios de área de copa (mínima, média e máxima) (m² árv.⁻¹), número de árvores medidas (N), desvio padrão do volume (DP) e coeficiente de variação (CV%), dos 24 aos 108 meses de idade em diferentes materiais genéticos de *Eucalyptus* ssp. plantados em Dois Vizinhos - Paraná. UTFPR, Dois Vizinhos - PR, 2019

Material	Idade (meses)	A (m ² árv. ⁻¹)			N	DP	CV%
		Min.	Méd.	Máx.			
GFMO 27	24	1,32	8,71	17,70	91	3,29	37,80
H13	24	4,78	7,38	9,90	31	13,31	180,27
I224	24	1,41	5,73	8,28	59	14,23	248,19
PELLITA	24	1,32	5,52	9,88	109	15,32	277,36
UROPHYLLA	24	3,89	8,69	13,43	37	30,63	352,64
GFMO 27	36	5,36	15,76	29,15	90	39,98	253,75
H13	36	15,27	19,41	24,19	31	2,63	13,57
I224	36	3,14	13,42	25,73	70	53,99	402,34
PELLITA	36	1,76	9,71	23,00	103	42,12	433,73
UROPHYLLA	36	6,28	14,36	23,09	39	4,81	33,52
GFMO 27	48	8,72	18,83	39,03	97	59,00	313,35
H13	48	8,03	13,54	20,01	31	29,53	218,13
I224	48	4,71	20,69	30,16	65	5,17	24,98
PELLITA	48	3,96	8,45	12,57	97	19,81	234,45
UROPHYLLA	48	6,33	13,06	22,06	41	36,90	282,51
GFMO 27	60	11,95	21,73	37,39	64	47,95	220,64
H13	60	11,03	18,35	28,27	31	46,00	250,65
I224	60	9,62	25,85	35,23	50	52,64	203,58
PELLITA	60	6,83	11,81	16,59	89	19,17	162,30
UROPHYLLA	60	9,07	18,13	40,71	36	60,76	335,16
GFMO 27	72	4,49	21,59	53,89	89	86,84	402,15
H13	72	18,06	37,01	48,40	32	79,51	214,83
I224	72	4,52	23,48	51,53	65	10,61	45,18
PELLITA	72	0,79	15,22	52,07	88	92,86	609,99
UROPHYLLA	72	11,64	25,58	37,84	39	67,20	262,73
GFMO 27	108	9,85	62,24	148,17	58	38,01	61,08
H13	108	7,48	18,29	35,74	23	76,35	417,50
I224	108	4,91	23,54	60,08	69	13,07	55,51
PELLITA	108	0,38	11,64	96,13	65	14,23	122,29
UROPHYLLA	108	4,91	62,87	206,09	40	55,64	88,50

Nota: Idade: meses, A (min.): área da copa mínimo (m² árv.⁻¹); A (med.): área da copa médio (m² árv.⁻¹); A (max.): área da copa máximo (m² árv.⁻¹); N: números de árvores observadas; DP: desvio padrão da altura (m); CV%: coeficiente de variação.

Fonte: Autoria própria (2019)

Com idade de 36 meses o urophylla em área de copa 19,41 m², foi superior aos demais materiais genéticos, seguido de H13 15,76 m², o I224 e pellita não diferenciaram estatisticamente 13,42 m² e 14,36 m², e sendo inferior a todos GFMO 27 9,71 m². Para idade de 48 meses I224 e H13 foram os superiores em área basal, 20,69 m² e 18,83, seguidos de urophylla e pellita 13,54 m² e 13,06 m², sendo o mais inferior de todos foram GFMO 27 8,45 m².

O I224 foi o superior a todos os outros materiais genéticos, seguido de H13,

o urophylla e pellita não diferenciaram entre si, onde o GFMO 27, tendo ao pior desenvolvimento em 60 meses de idade.

Para os 72 meses H13 foi o superior em área de copa 37,01 m² seguido dos materiais genéticos Urophylla, I224 e GFMO 27, com 25,57 m², 23,48 m² e 21,59 m² sendo o inferior aos demais pellita 15,27 m². Aos 108 meses o pellita e H13 foram os superiores aos demais materiais genéticos, 62,87 m² e 62,24 m², em área de copa, seguidos dos demais que não tiveram diferença significativa entre si.

Tabela 9 - Comparação de crescimento em área de copa (m² árv⁻¹) dos 24 aos 108 meses de idade, para materiais genéticos de *Eucalyptus* spp. em plantio em Dois Vizinhos - Paraná. UTFPR, Dois Vizinhos - PR, 2019

Material	Idade (meses)					
	24	36	48	60	72	108
UROPHILA	8,69 C ab	15,76 B b	18,83 B a	21,73 B b	37,01 B a	62,24 A a
H13	7,38 D b	19,41 B a	13,54 C b	18,35 B c	25,57 A b	18,29 B b
I224	5,73 D c	13,42 C c	20,69 B a	25,85 A a	23,48 AB b	23,54 AB b
GFMO 27	8,71 C a	9,71 C d	8,45 BC c	11,81 B d	21,59 A b	11,64 B b
PELLITA	5,52 D d	14,36 BC bc	13,06 BC b	18,13 BC c	15,27 B c	62,87 A a

Nota: *médias seguidas por letras diferentes (minúscula na coluna e maiúsculas na linha) diferem entre si pelo teste de Tukey a 5 % de probabilidade de erro.

Fonte: A autoria própria (2019)

Wink *et al.* (2012), em seu estudo de parâmetros da copa e a sua relação com o diâmetro e altura das árvores de eucalipto em diferentes idades, realizado em plantações florestais homogêneas de eucalipto com 20, 44 e 240 meses de idade, implantadas na Fundação Estadual de Pesquisa Agropecuária, em Santa Maria-RS, constataram que a relação entre DAP, altura e comprimento de copa (cc) aumentou com a idade das florestas e com o DAP das árvores. Esse mesmo aumento foi verificado para o diâmetro, a área de projeção e para a percentagem de copa, para o diâmetro da copa (dc) e para a área de projeção de copa observou-se que as florestas jovens (Euc20 e Euc44) diferem significativamente da floresta madura (Euc240).

5.5 Qualidade química do solo

Para *E. urophylla*, I224 e *pellita* conforme foi aumentando a profundidade, ocorreu diminuição no pH. Para o pH no H13 e GFMO27, nas profundidades avaliadas, são perceptíveis variações, porém não proporcionais ao aumento da profundidade (Tabela 10).

Tabela 10 - Qualidade química do solo nas diferentes profundidades aos 108 meses de idade para os diferentes materiais genéticos de *Eucalyptus* spp., em Dois Vizinhos - Paraná. UTFPR, Dois Vizinhos - PR, 2019

Espécie	Prof. (cm)	Al	Ca	Mg	K	pH	P	N	MO	CTC	V%	AI %
		cmol _c dm ⁻³					(água 1:1)	mg dm ⁻³	g kg ⁻¹	g kg ⁻¹		
Urophylla	0-5	0,17	4,16	1,65	0,12	5,31	4,61	1,13	22,70	7,93	97,21	2,79
I224	0-5	0,25	3,95	1,62	0,08	5,08	4,44	0,93	18,50	7,67	95,76	4,24
GFMO27	0-5	0,20	5,71	2,29	0,05	5,71	4,32	0,93	18,50	10,73	97,58	2,42
Pellita	0-5	0,13	4,64	2,22	0,05	5,07	4,23	0,80	16,00	9,15	98,15	1,85
H13	0-5	0,30	4,97	2,16	0,04	4,77	4,67	0,52	10,30	9,71	95,98	4,02
Urophylla	5-10	0,13	5,67	2,37	0,09	5,22	4,14	1,24	24,70	10,74	98,43	1,57
I224	5-10	0,32	3,17	1,58	0,09	4,81	4,17	0,47	9,30	6,71	93,80	6,20
GFMO27	5-10	0,20	4,76	2,10	0,08	5,61	3,67	1,39	27,70	9,28	97,20	2,80
Pellita	5-10	0,15	4,63	2,19	0,08	5,37	4,65	1,65	33,00	9,17	97,87	2,13
H13	5-10	0,25	3,43	1,70	0,04	4,63	4,50	1,48	29,70	7,05	95,39	4,61
Urophylla	10-20	0,15	4,90	2,19	0,10	5,39	2,89	1,22	24,30	9,54	97,96	2,04
I224	10-20	0,32	3,08	1,23	0,04	5,12	1,65	1,08	21,50	6,07	93,15	6,85
GFMO27	10-20	0,17	4,10	1,92	0,06	5,59	1,45	0,73	14,60	8,13	97,28	2,72
Pellita	10-20	0,40	2,98	1,08	0,02	4,78	5,04	1,44	28,90	5,82	91,07	8,93
H13	10-20	0,30	3,37	1,62	0,02	4,82	1,11	0,87	17,50	6,90	94,35	5,65
Urophylla	20-40	0,15	5,28	2,06	0,05	5,88	3,14	0,81	16,20	9,80	98,01	1,99
I224	20-40	0,80	2,09	1,16	0,07	5,11	4,32	0,66	13,10	5,36	80,58	19,42
GFMO27	20-40	0,13	4,59	2,23	0,03	5,91	3,28	0,64	12,70	9,07	98,14	1,86
Pellita	20-40	0,15	2,69	1,22	0,02	4,97	3,45	1,03	20,70	5,30	96,32	3,68
H13	20-40	0,30	3,23	1,45	0,01	4,71	2,78	1,53	30,50	6,49	93,99	6,01
Urophylla	40-60	0,20	4,44	1,66	0,03	5,75	4,34	0,76	15,10	8,23	96,84	3,16
I224	40-60	0,15	3,83	1,19	0,02	5,48	4,24	0,82	16,30	6,75	97,11	2,89
GFMO27	40-60	0,15	3,36	1,40	0,02	5,50	3,90	1,14	22,90	6,41	96,96	3,04
Pellita	40-60	0,20	2,70	1,18	0,02	5,03	4,21	0,77	15,40	5,33	95,12	4,88
H13	40-60	0,17	3,25	1,34	0,01	4,84	2,32	1,03	20,60	6,20	96,44	3,56

Nota: Al: % de saturação da CTC; K ,Ca e Mg: cmol_c dm⁻³, e P mg dm⁻³.

Fonte: Autoria própria (2019)

Para a produção de *Eucalyptus* spp. o pH ideal para o cultivo é de 5 a 5,5 e, caso esteja abaixo deste intervalo, deve-se fazer a aplicação de corretivos. Com o aumento do pH, consegue-se aumentar a disponibilidade dos nutrientes para serem absorvidos pelas plantas (EMBRAPA, 2013).

De acordo com Tomé Jr. (1997), em condições naturais, a acidez aumenta à medida que se aprofunda no solo devido aos nutrientes que diminuem. Nos solos sob floresta, a liberação de nutrientes pela serapilheira vai interferir nos valores de pH, principalmente nas camadas superficiais pelo acúmulo de matéria orgânica.

Os teores de Ca encontrados no urophylla são considerados altos ($> 4,0 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$) em todas as profundidades ficaram com os teores acima deste limite. Nota-se que os valores médios ($2,1-4,0 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$) de Ca foram observados nas camadas de solo no clone I224 e valor considerado baixo somente na camada de 20 a 40 cm no I224.

A CTC ou capacidade de troca de cátions das condições de fertilidade de um solo. Em relação à CTC pH7,0 não foram observados valores baixos e nem valores altos, pois todos se encontraram na faixa média ($5,1-15 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$).

Solos com V% muito baixo requerem grandes quantidades de calcário para elevar a saturação de bases. Em regra, solos férteis são aqueles que apresentam saturação por bases (V) maior que 50%. Neste estudo, todos os valores se mostraram. O valor V% é muito usado em alguns estados brasileiros para calcular a necessidade de calagem.

De acordo com o manual de adubação e calagem do Paraná (PAVINATO *et al.*, 2017), a calagem é recomendada quando o solo for muito ácido ($\text{pH} < 5,0$) ou quando apresentar teores baixos de Ca e de Mg, a análise química do solo nos dá um ponto de partida da sua fertilidade, onde podemos entrar com correções, uma vez que os solos brasileiros, em geral, são ácidos e pobres em nutrientes.

Comparado com as análises de solos feita por Ribeiro (2013) em seu estudo do status nutricional de diferentes materiais genéticos de *Eucalyptus* spp., na mesma área do estudo atual, nota-se que obteve mudanças nos atributos químicos do solo, ocorrendo diminuição em todos os atributos, algo esperado, depois de 7 anos de crescimento dos materiais genéticos.

5.4.1 Correlação entre variáveis dendrométricas e atributos químicos do solo

Com os dados de profundidade e os teores de Al, Ca, Mg, N, MO, P, K, valor de pH e as variáveis dendrométricas: DAP (cm), g ($\text{m}^2 \text{árv.}^{-1}$), ht (m), v ($\text{m}^3 \text{árv.}^{-1}$), hc (m), ac ($\text{m}^2 \text{árv.}^{-1}$) foram construídas correlações de Pearson, de acordo com as Tabelas 11, 12, 13, 14 e 15, sendo que cada tabela apresenta as correlações para uma profundidade do solo estudada.

A análise de correlação presente na Tabela 11 mostrou que, para DAP (cm) e teor de Al^{+3} , na profundidade de 0-5 cm, houve uma forte correlação. O alumínio, mesmo sendo tóxico, de acordo com Pavinato *et al.* (2017), considera-se que espécies de *Eucalyptus spp.*, tem grande adaptabilidade e resistência a solos ácidos e com teor elevado de alumínio, mostrando que o crescimento das mesmas acontece apesar do solo ter essa característica.

A estocagem de nutrientes na biomassa vegetal depende da massa de vegetação produzida. Como o estoque de K, Ca e Mg (menor que N) em florestas maduras sob alta precipitação nos trópicos é comparável aquele nos 30 cm superiores do solo, os estoques desses elementos em pastos relativamente improdutivos é muito menor do que na superfície do solo, o K é uma exceção notável porque ele circula rapidamente no sistema solo planta (WHIT, 2009).

Para área basal e teor de cálcio houve uma forte correlação no estudo de Simonete *et al.* (2013), que testaram o fornecimento de cálcio para plantas de *Eucalyptus saligna* por meio de aplicação de resíduo industrial, lama de cal, porém ocorreu ausência de resposta na produção das plantas de eucalipto, nos tratamentos em Nitossolo Vermelho (NV), provavelmente deve-se ao fato de que os teores iniciais de Ca e Mg nesse solo ($9,7$ e $3,2 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$) já eram muito altos. Essa situação pode denotar a pouca correlação existente entre Ca e Mg com o crescimento dos materiais genéticos estudados neste estudo em voga.

Lima *et al.* (2018), em *E. urograndis*, em estudo de efeitos da fertilização nos teores de micronutrientes em eucalipto em segunda rotação, mostraram que houve nítida relação entre os teores acumulados nas folhas e os teores dos demais nutrientes. Os maiores teores de nutrientes ocorreram, principalmente, quando a assimilação dos demais nutrientes apresentava níveis críticos em *E. urograndis*.

Tabela 11 - Correlação de Pearson entre variáveis dendrométricas e atributos químicos do solo na profundidade de 0-5 cm, realizadas em diferentes materiais genéticos de *Eucalyptus* spp. aos 108 meses de idade Dois Vizinhos - Paraná. UTFPR, Dois Vizinhos - PR, 2019

	Al	Ca	Mg	N	MO	pH	P	K	DAP	Ht	V	AC
Al	1,0000											
Ca	0,0569	1,0000										
Mg	-0,0840	0,8753*	1,0000									
N	-0,5829	-0,3476	-0,5746	1,0000								
MO	-0,5829	-0,3476	-0,5746	1,0000	1,0000							
pH	-0,4572	0,4477	0,1250	0,6681	0,6681	1,0000						
P	0,6406	-0,2635	-0,4231	-0,1672	-0,1672	-0,4345	1,0000					
K	-0,2564	-0,6905	-0,8768*	0,8263	0,8263	0,2034	0,3417	1,0000				
DAP	0,8889*	0,3288	0,1347	-0,5182	-0,5182	-0,1339	0,2653	-0,4490	1,0000			
Ht	0,8236	0,0343	-0,3437	-0,0528	-0,0528	0,0261	0,6467	0,1609	0,7793	1,0000		
V	0,0807	0,8267	0,5112	0,0549	0,0549	0,7538	-0,3227	-0,3673	0,4568	0,3157	1,0000	
AC	0,7913	-0,1411	-0,3587	-0,2403	-0,2403	-0,3760	0,9686	0,2220	0,4907	0,8008	-0,1408	1,0000

Nota: *correlações significativas a 5% de probabilidade de erro; AC: área de copa ($m^2 \text{ árv.}^{-1}$); Hc: altura de copa (m); V: volume ($m^3 \text{ árv.}^{-1}$); Ht: altura total (m); g: área basal ($m^2 \text{ árv.}^{-1}$); DAP: diâmetro altura do peito (cm); K: potássio ($mg \text{ kg}^{-1}$); Ca: cálcio ($cmol_c \text{ dm}^{-3}$); Mg: magnésio ($cmol_c \text{ dm}^{-3}$); P: fósforo ($mg \text{ L}^{-1}$); Al: alumínio ($cmol_c \text{ dm}^{-3}$); N: nitrogênio total ($g \text{ kg}^{-1}$); MO: matéria orgânica ($g \text{ kg}^{-1}$); pH: potencial de hidrogênio.

Fonte: Autoria própria (2019)

Tabela 12 - Correlação de Pearson entre variáveis dendrométricas e atributos químicos do solo na profundidade de 5-10 cm, realizadas em diferentes materiais genéticos de *Eucalyptus* spp. aos 108 meses de idade em plantio em Dois Vizinhos - Paraná. UTFPR, Dois Vizinhos - PR, 2019

	Al	Ca	Mg	N	MO	pH	P	K	dap_cm	ht_m	V (m ³)	hc_m	ac_m
Al	1,0000												
Ca	-0,9242*	1,0000											
Mg	-0,9696*	0,9827	1,0000										
teor N	-0,7117	0,4536	0,5563	1,0000									
MO	-0,7117	0,4536	0,5563	1,0000	1,0000								
pH	-0,6568	0,7371	0,7623	0,3961	0,3961	1,0000							
P	-0,0701	-0,2623	-0,1291	0,2910	0,2910	-0,4783	1,0000						
K	-0,2041	0,4408	0,4039	-0,4588	-0,4588	0,5185	-0,3760	1,0000					
dap_cm	-0,0558	-0,0057	-0,0320	0,5492	0,5492	0,0302	-0,2615	-0,7444	1,0000				
ht_m	0,4886	-0,3149	-0,3663	-0,2566	-0,2566	0,2645	-0,7290	0,0281	0,3569	1,0000			
v(m3)	-0,0811	0,2442	0,1983	0,1683	0,1683	0,6802	-0,8237	0,1054	0,5211	0,8232	1,0000		
hc_m	0,7849	-0,7118	-0,7356	-0,3482	-0,3482	-0,1560	-0,3925	-0,2466	0,3205	0,8877	0,5030	1,0000	
ac_m	0,1922	-0,1315	-0,1605	0,2235	0,2235	0,3169	-0,6134	-0,3428	0,7682	0,8550	0,8794*	0,7256	1,0000

Nota: *correlações significativas a 5% de probabilidade de erro; AC: área de copa (m² árv.⁻¹); Hc: altura de copa (m); V: volume (m³ árv.⁻¹); Ht: altura total (m); g: área basal (m² árv.⁻¹); DAP: diâmetro altura do peito (cm); K: potássio (mg kg⁻¹); Ca: cálcio (cmol_c dm⁻³); Mg: magnésio (cmol_c dm⁻³); P: fósforo (mg L⁻¹); Al: alumínio (cmol_c dm⁻³); N: nitrogênio total (g kg⁻¹); MO: matéria orgânica (g kg⁻¹); pH: potencial de hidrogênio.

Fonte: Autoria própria (2019)

De acordo com a Tabela 13, a análise de correlação de Pearson mostrou que houve uma forte correlação entre Ca e Al^{+3} uma correlação de 0,02, e para Al^{+3} e Mg uma correlação de 0,01. Solos que possuam alta acidez e teores de alumínio altos, proporcionalmente estarão com Ca e Mg com teores baixos.

Também houve uma forte correlação com área de copa e área transversal m^2 uma correlação de 0,04 e ac_m com o volume $0,05 m^3$, estas variáveis estão sempre correlacionadas pois a altura de copa, área, basal e o volume sempre estão ligadas.

O alumínio no solo, em condições neutras sua solubilidade é praticamente desprezível, entretanto, em solos ácidos com pH abaixo de 5,5, especialmente abaixo de 5,0, em todas as partes das amostras observadas nestes estudos, 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, 1990).

Na Tabela 14, o Al^{+3} e o pH tiveram uma correlação de Al^{+3} e K, O pH teve aumento com a profundidade. Para esta situação, Tomé Jr. (1997) afirma que, em condições naturais, a acidez aumenta à medida que se aprofunda no solo.

O Al^{+3} é, sem dúvida, o efeito mais prejudicial da acidez do solo, além do efeito tóxico das formas catiônicas solúveis, o Al^{+3} está implicado na redução da disponibilidade e absorção de P do solo, e também na inibição competitiva da absorção de nutrientes catiônicos, como o Ca^{2+} , Mg^{2+} , K^+ e micronutrientes (FAQUIN, 2005).

Ainda não se conhece com exatidão as bases bioquímicas da fitotoxidez de alumínio. O que se sabe é que a sua ação é mais pronunciada no sistema radicular, o que torna as raízes, indistintamente, mais grossas e curtas. Como consequência da diminuição da proliferação das raízes, há redução na capacidade de exploração de água e de nutrientes presentes no solo (FAQUIN, 2005).

O potássio é o segundo nutriente para o qual se conseguiram respostas mais elevadas. Diante desses fatos, é indispensável o bom manejo nutricional das plantações de eucalipto, para que se obtenham produções elevadas em até $40 m^3 há^{-1}$.ano, assim, não é surpresa a obtenção de respostas elevadas do eucalipto, à aplicação de fertilizantes onde se faz o cultivo, podem ir de 20 % a mais de 100 %,

dependendo também do nutriente (BARROS; NEVES; NOVAIS, 2005).

Em seu estudo de, variabilidade espacial dos atributos químicos do solo, associada ao microrrelevo, Artur *et al.*, (2014) constataram que o pH mais elevado do solo favoreceu a troca de cátions e o aumento dos teores de K^+ e Mg^{2+} . Na área em estudo pode-se constatar que, mesmo não recebendo qualquer adubação ou correção de acidez, somente no plantio, os valores de cátions trocáveis foram elevados.

Para a profundidade de solo de 20-40 cm (Tabela 15), apresentou-se uma correlação forte de 0,05 foi o pH com magnésio, devido ao solo ser ácido ou ter alto teor de alumínio. A acidez diminui a população de microrganismos que são responsáveis pela decomposição da matéria orgânica, devido o pH ser baixo ele limita o cálcio (Ca) e o magnésio (Mg) (BARROS; NOVAIS, 1990).

Para Queiroz *et al.* (2007) em seu estudo sobre o comportamento de espécies de *Eucalyptus* em Paty do Alferes-RJ, constatou-se que houve diferença significativa entre os teores foliares de nitrogênio, potássio, cálcio e magnésio para as diferentes espécies, mesmo com crescimento similar, demonstrando que certas espécies são relativamente mais exigentes em determinados nutrientes do que outras.

De acordo com a Tabela 15, o volume teve forte correlação com o N uma correlação a mesma correlação foi encontrada com a matéria orgânica, de forma que o nitrogênio e matéria orgânica estão ligadas de forma direta e influenciam de forma semelhante o crescimento, através do fornecimento de nutrientes para as raízes.

O nitrogênio (N), macronutriente essencial para as plantas, é absorvido e exportado em grandes quantidades nas colheitas. A absorção do (N) ocorre principalmente na forma de nitrato (NO_3^-) ou de amônio (NH_4^+), sendo a primeira forma a mais frequente. Como parte da composição da clorofila, o nitrogênio participa diretamente da fotossíntese, desempenhando ainda, entre outros papéis, o de aumentar o teor de proteínas nas plantas (SOUZA; LOBATO, 2004).

De acordo com Jesus *et al.* (2012), em seu estudo, doses e fontes de nitrogênio na produtividade do eucalipto e nas frações da matéria orgânica em solo da região do Cerrado de Minas Gerais, houve efeito das doses de nitrogênio aplicado na forma de sulfato de amônio na produção volumétrica aos 30 meses de idade, a dose de 154 kg ha^{-1} de Nitrogênio proporcionou o volume máximo $95,22 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$.

Tabela 13 - Correlação de Pearson entre variáveis dendrométricas e atributos químicos do solo na profundidade de 10 - 20 cm, realizadas em diferentes materiais genéticos de *Eucalyptus* spp. aos 108 meses de idade. em plantio em Dois Vizinhos - Paraná. UTFPR, Dois Vizinhos - PR, 2019

	Al	Ca	Mg	teor N	MO	pH	P	K	dap_cm	ht_m	V (m ³)	hc_m	ac_m
Al	1,0000												
Ca	-0,9330*	1,0000											
Mg	-0,9614*	0,9580	1,0000										
teor N	0,5017	-0,1869	-0,4294	1,0000									
Mo	0,5017	-0,1869	-0,4294	1,0000	1,0000								
pH	-0,8881*	0,7522	0,7344	-0,4768	-0,4768	1,0000							
P	0,4466	-0,1540	-0,3819	0,9029*	0,9029*	-0,3650	1,0000						
K	-0,8734*	0,9287	0,8174	-0,0558	-0,0558	0,8278	-0,0811	1,0000					
dap_cm	-0,2911	0,2478	0,4711	-0,5520	-0,5520	-0,0615	-0,4339	-0,1174	1,0000				
ht_m	-0,1238	-0,0254	0,2493	-0,6974	-0,6974	-0,1679	-0,6925	-0,3241	0,8943	1,0000			
v(m3)	-0,5270	0,2896	0,4054	-0,7274	-0,7274	0,6828	-0,3932	0,2164	0,2887	0,2070	1,0000		
hc_m	0,0873	-0,0791	0,0881	-0,2083	-0,2083	-0,4640	-0,4652	-0,2783	0,5934	0,7537	-0,4589	1,0000	
ac_m	-0,8208	0,9600	0,8652	0,0453	0,0453	0,6189	-0,0137	0,9333	0,1027	-0,1601	0,0211	-0,0191	1,0000

Nota: *correlações significativas a 5% de probabilidade de erro; AC: área de copa (m² árv.⁻¹); Hc: altura de copa (m); V: volume (m³ árv.⁻¹); Ht: altura total (m); g: área basal (m² árv.⁻¹); DAP: diâmetro altura do peito (cm); K: potássio (mg kg⁻¹); Ca: cálcio (cmol_c dm⁻³); Mg: magnésio (cmol_c dm⁻³); P: fósforo (mg L⁻¹); Al: alumínio (cmol_c dm⁻³); N: nitrogênio total (g kg⁻¹); MO: matéria orgânica (g kg⁻¹); pH: potencial de hidrogênio.

Fonte: Autoria própria (2019)

Tabela 14 - Correlação de Pearson entre variáveis dendrométricas e atributos químicos do solo na profundidade de 20-40 cm, realizadas em diferentes materiais genéticos de *Eucalyptus* spp. aos 108 meses de idade em plantio em Dois Vizinhos - Paraná. UTFPR, Dois Vizinhos - PR, 2019

	Al	Ca	Mg	N	MO	pH	P	K	dap_cm	ht_m	V (m ³)	hc_m	ac_m
Al	1,0000												
Ca	-0,6874	1,0000											
Mg	-0,6076	0,9449	1,0000										
teor N	-0,2024	-0,2007	-0,3440	1,0000									
Mo	-0,2024	-0,2007	-0,3440	1,0000	1,0000								
pH	-0,3797	0,8204	0,8791*	-0,7224	-0,7224	1,0000							
P	0,7848	-0,5788	-0,4660	-0,6516	-0,6516	-0,0390	1,0000						
K	0,5939	-0,0253	-0,0077	-0,7897	-0,7897	0,4142	0,7822	1,0000					
dap_cm	0,4154	-0,4361	-0,2668	0,4411	0,4411	-0,5360	-0,0622	-0,3691	1,0000				
ht_m	0,1967	0,1407	0,2166	0,3842	0,3842	-0,1114	-0,3654	-0,2312	0,7704	1,0000			
v(m3)	-0,2787	0,3574	0,6327	-0,3139	-0,3139	0,4803	-0,1666	-0,2095	0,3301	0,3219	1,0000		
hc_m	0,1227	0,0866	0,0835	0,6169	0,6169	-0,2916	-0,4981	-0,3780	0,7354	0,9580*	0,1105	1,0000	
ac_m	-0,2101	0,6600	0,4387	-0,2110	-0,2110	0,5479	-0,1676	0,4427	-0,6770	-0,0889	-0,3942	-0,0500	1,0000

Nota: *correlações significativas a 5% de probabilidade de erro; AC: área de copa (m² árv.⁻¹); Hc: altura de copa (m); V: volume (m³ árv.⁻¹); Ht: altura total (m); g: área basal (m² árv.⁻¹); DAP: diâmetro altura do peito (cm); K: potássio (mg kg⁻¹); Ca: cálcio (cmol_c dm⁻³); Mg: magnésio (cmol_c dm⁻³); P: fósforo (mg L⁻¹); Al: alumínio (cmol_c dm⁻³); N: nitrogênio total (g kg⁻¹); MO: matéria orgânica (g kg⁻¹); pH: potencial de hidrogênio.

Fonte: Autoria própria (2019)

Tabela 15 - Correlação de Pearson entre variáveis dendrométricas e atributos químicos do solo na profundidade de 40-60 cm, realizadas em diferentes materiais genéticos de *Eucalyptus* spp. aos 108 meses de idade em Dois Vizinhos - Paraná. UTFPR, Dois Vizinhos - PR, 2019

	Al	Ca	Mg	N	Mo	pH	P	K	dap_cm	ht_m	v(m3)	hc_m	ac_m
Al	1,0000												
Ca	0,0012	1,0000											
Mg	0,3217	0,7220	1,0000										
teor N	-0,6600	-0,2789	0,0083	1,0000									
Mo	-0,6600	-0,2789	0,0083	1,0000	1,0000								
pH	-0,0694	0,8021	0,5846	-0,2175	-0,2175	1,0000							
P	0,2083	0,3078	0,0712	-0,5713	-0,5713	0,7232	1,0000						
K	0,2169	0,7197	0,4950	-0,5265	-0,5265	0,9345	0,8714	1,0000					
dap_cm	0,0858	0,4834	0,2799	-0,1950	-0,1950	-0,1322	-0,5127	-0,1595	1,0000				
ht_m	-0,4712	-0,3303	-0,6100	0,2448	0,2448	-0,6828	-0,7022	-0,7559	0,4865	1,0000			
v(m3)	-0,7445	-0,0633	0,0754	0,9501*	0,9501*	-0,1557	-0,6501	-0,4963	0,0807	0,3892	1,0000		
hc_m	-0,1875	-0,4042	-0,6067	0,0467	0,0467	-0,7990	-0,6958	-0,7765	0,5336	0,9538	0,1678	1,0000	
ac_m	-0,7786	-0,4573	-0,3176	0,9284	0,9284	-0,2619	-0,4101	-0,5296	-0,3989	0,3256	0,8431	0,1116	1,0000

Nota: *correlações significativas a 5% de probabilidade de erro; AC: área de copa ($m^2 \text{ árv.}^{-1}$); Hc: altura de copa (m); V: volume ($m^3 \text{ árv.}^{-1}$); Ht: altura total (m); g: área basal ($m^2 \text{ árv.}^{-1}$); DAP: diâmetro altura do peito (cm); K: potássio ($mg \text{ kg}^{-1}$); Ca: cálcio ($cmol_c \text{ dm}^{-3}$); Mg: magnésio ($cmol_c \text{ dm}^{-3}$); P: fósforo ($mg \text{ L}^{-1}$); Al: alumínio ($cmol_c \text{ dm}^{-3}$); N: nitrogênio total ($g \text{ kg}^{-1}$); MO: matéria orgânica ($g \text{ kg}^{-1}$); pH: potencial de hidrogênio.

Fonte: Autoria própria (2019)

6 CONCLUSÕES

O material genético destacado em crescimento foi o clone H13, com valores superiores aos demais materiais, em todas as variáveis analisadas, alcançando um volume individual de 1,27 m³ aos 108 meses de idade.

A variação do crescimento dos materiais genéticos nas diferentes idades de avaliação se mostrou uniforme, com o clone H13 sendo superior em todas as avaliações e o *E. pellita* inferior em todas as medições. Os demais materiais genéticos (GFMO27, I244 e *E. urophylla*) se mostraram variáveis em seu comportamento de crescimento nas diferentes idades de avaliação, porém não ultrapassando os materiais superiores e inferiores citados.

Em termos gerais, a qualidade do solo apresenta-se com deficiência de diversos elementos químicos, os quais encontram-se em níveis baixos no solo, com pouca variação no pH e diminuição dos teores nutricionais de diversos elementos.

As variáveis edáficas mais influentes no crescimento dos materiais genéticos de *Eucalyptus* spp. foram os teores de Al, N e matéria orgânica, de forma diretamente proporcional.

Os materiais genéticos recomendados para plantio em novos testes regionalizados e em escala operacional, são, em sequência, o clone H13 e o *E. urophylla*, tendo também a possibilidade de recomendação dos clones GFMO27 e I244, os quais também tem crescimento elevado, apesar de inferior aos primeiros. O *E. pellita* não apresentou crescimento satisfatório em Dois Vizinhos, não sendo recomendado o seu plantio.

7 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Com base nos resultados obtidos em escala experimental, pode-se considerar que:

- Os materiais genéticos clonais tendem a apresentar bom crescimento na região, acentuadamente o clone H13, oriundo do híbrido *E. urograndis*;
- Novos estudos em escala regional são recomendados, testando-se os materiais genéticos em condições diferenciadas das encontradas em Dois Vizinhos;
- Recomendam-se estudos como: produção de biomassa e estoque de carbono e nutrientes na biomassa e no solo, ao final da rotação; avaliação de propriedades físico-mecânicas e energéticas da madeira dos materiais genéticos, visando indicações de uso deles; crescimento da rebrota dos materiais genéticos após a colheita (talhadia); entre outros estudos.

REFERÊNCIAS

- ABRANTES, K. K. B. **Produtividade e avaliação econômica de sistemas de integração lavoura-pecuária-floresta, em Campo Grande, MS**. 2015. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul, Aquidauana, 2015.
- ALFENAS, A.C.; ZAUZA, . E. A. V.; MAFIA, R.; ASSIS, T. F. **Clonagem e doenças do eucalipto**. Viçosa, MG: UFV, 2004. 442p.
- ARAGÃO, D. V.; CARVALHO, C. J. R.; KATO, O. R.; ARAÚJO, C. M.; SANTOS, M. T. P.; MOURÃO JÚNIOR, M. Avaliação de indicadores de qualidade do solo sob alternativas de recuperação do solo no Nordeste Paraense. **Acta Amazonica**, v. 42, n. 1, p. 11-18, 2012.
- ARAÚJO, H. J. B. Inventário florestal a 100% em pequenas áreas sob manejo florestal madeireiro. **Acta Amazonica**, v. 36, n. 4, p. 447-464, 2006.
- ARTUR, A. G.; OLIVEIRA, D. P.; COSTA, M. C. G.; ROMERO, R. E.; SILVA, M. V. C.; FERREIRA, T. O. Variabilidade espacial dos atributos químicos do solo, associada ao microrrelevo. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 18, n. 2, p. 141-149, 2014.
- ASSIS, T. F. de. Melhoramento genético do eucalipto. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 18, n. 185, p. 32-51, dez.1996.
- ASSIS, T. F.; ABAD, J. I. M.; AGUIAR, A. M. Melhoramento Genético do Eucalipto. *In*: SCHUMACHER, M. V.; VIEIRA, M. (Eds.). **Silvicultura do eucalipto no Brasil**. Santa Maria, RS: Ed. UFSM, 2015. p. 217-244.
- BARROS, N. F.; NEVES, J. C. L.; NOVAIS, R. F. Fertilidade de solos, nutrientes e produção florestal. **Visão Agrícola**, v. 4, p. 76-79, 2005.
- BARROS, N. F.; NOVAIS, R. F.; NEVES, J. C. L. Fertilização e correção do solo para o plantio de eucalipto. *In*: BARROS, N. F.; NOVAIS, R. F. (Eds.). **Relação solo-eucalipto**. Viçosa (MG): Folha de Viçosa, 1990. p. 127-186.
- BELTRAME, R. **Desempenho silvicultural e seleção de clones de *Eucalyptus* spp. para a qualidade da madeira**. 2012. Tese (Doutorado em Engenharia Florestal) - Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2012.
- BORÉM, A.; MIRANDA, G. V. **Melhoramento de plantas**. 5. ed. rev. e ampl., Viçosa: UFV, 2009. 529 p.
- CAMPOS SANTANA, R.; BARROS, N. F.; FERREIRA NOVAIS, R.; GARCIA LEITE, H.; COMERFORD, N. B. Alocação de nutrientes em plantios de eucalipto no Brasil **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 32, p. 2723-2733, 2008.

CARVALHO, A. M.; GONÇALVES, M. P. M.; AMPARADO, K. F.; LATORRACA, J. F. V.; GARCIA, R. A. Correlações da altura e diâmetro com tensões de crescimento em árvores de *Corymbia citriodora* e *Eucalyptus urophylla*. **Revista Árvore**, v. 34, n. 2, p. 323-331, 2010.

CUEVAS, E.; LUGO, A.E. Dynamics of organic matter and nutrient return from litterfall in stands of ten tropical tree plantation species. **Forest Ecology and Management**, v. 112, p. 263-279, 1998.

DIAS, A. N. **Um modelo para gerenciamento de plantações de eucalipto submetidas a desbaste**. 2005. Tese (Doutorado em Ciência Florestal) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2005.

ELDRIDGE, K.; DAVIDSON, I.; HARWOOD, C.; VAN WYK, G. Eucalypt domestication and breeding. New York: Oxford University Press, 1993. 288 p.

EMBRAPA (Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária). **Sistema brasileiro de classificação de solos**. Brasília: Embrapa, 2013.

FAQUIN, V. **Nutrição mineral de plantas**. Lavras: UFLA / FAEPE, 2005. v. 2, 186 p.

FERREIRA, C. A.; SILVA, H. D. **Formação de povoamentos florestais**. Colombo: Embrapa Florestas, 2008. 109p.

FERREIRA, D. H. A. A. D.; LELES, P. S. S.; OLIVEIRA NETO, S. N.; PAULA, T. R.; COUTINHO, R. P.; SILVA, R. L. Crescimento e produção de Eucalipto na Região do Médio Paraíba do Sul, RJ. **Floresta e Ambiente**, v. 24, e00131315. 2017.

FERREIRA, M. Melhoramento e a silvicultura intensiva clonal. **IPEF**, Piracicaba, v. 45, n. 45, p. 22-30, dez. 1992.

GONÇALVES, J. L. M. Recomendações de adubação para eucalyptus, pinus e espécies típicas da Mata Atlântica. **Documentos Florestais**, Piracicaba, v. 15, n. 15, p. 1-23, dez. 1995.

GUERREIRO, M. F.; NICODEMO, M. L. F.; SILVA, V. D. Vulnerability of ten eucalyptus varieties to predation by cattle in a silvopastoral system. **Agroforestry Systems**, v. 89, n. 4, p. 743-749, 2015.

HUSCH, B.; BEERS, T. W.; KERSHAW JUNIOR, J. A. **Forest mensuration**. 4 ed. Malabar: Krieger Publishing Company, 2003. 443 p.

JESUS, G. L.; BARROS, N. F.; SILVA, I. R.; NEVES, J. C. L.; HENRIQUES, E. P.; LIMA, V. C.; FERNANDES, L. V.; SOARES, E. M. B. Doses e fontes de nitrogênio na produtividade do eucalipto e nas frações da matéria orgânica em solo da Região do Cerrado de Minas Gerais. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 36, n. 1, p. 201-214, 2012.

LIMA, A. S. F.; GONÇALVES, J. L. M.; ROMANINI, J. R.; GONÇALVES, A. N. Efeitos da fertilização nos teores de micronutrientes em eucalipto em segunda rotação. **Revista Ciência, Tecnologia & Ambiente**, v. 5, n. 1, p. 8-14, 2018.

LIMA, W. P. **Impacto ambiental do eucalipto**. 2ª ed. São Paulo: editora da Universidade de São Paulo, 1993. 302p.

MACHADO, S. A. FIGUEIREDO FILHO, A. **Dendrometria**. 2. ed. 1. Reimpressão. Guarapuava: Unicentro, 2009. 219 p.

MARTINS, I. S.; MARTINS, R. C. C.; PINHO, D. S. Alternativas de índices de seleção em uma população de *Eucalyptus grandis* Hill ex Maiden. **Cerne**, v. 12, n. 3, p. 287-291, 2006.

MENDONÇA, A. R.; SILVA, G. F.; OLIVEIRA, J. T.S.; NOGUEIRA, G. S.; ASSIS, A. L. Avaliação de funções de afilamento visando a otimização de fustes de *Eucalyptus* sp. para multiprodutos. **Cerne**, v. 13, n. 1, p. 71-82, 2007.

MOREIRA, F. N. **Melhorias no processo de produção de mudas clonais: o caso da empresa plantar S/A**. 2010. Trabalho de Conclusão de Curso (Especialização em Gestão Florestal) - Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2010.

NOVAIS, R. F.; BARROS, N. F.; NEVES, J. C. L. Interpretação de análise química do solo para o crescimento de *Eucalyptus spp.* - níveis críticos de implantação e de manutenção. **Revista Árvore**, v. 10, p. 105-111, 1986.

OLIVEIRA, G. J. R.; RALISCH, R.; GUIMARÃES, M. F.; BARBOSA, G. M. C.; TAVARES FILHO, J. Erosão no plantio direto : perda de solo, água e nutrientes. **Boletim de Geografia**, v. 30, n. 3, p. 91-98, 2012.

PAVINATO, P. S.; PAULETTI, V.; MOTTA, A. C. V.; MOREIRA, A.; MOTTA, A. C. V. **Manual de adubação e calagem para o Estado do Paraná**. [S.l]: [s.n.], 2017.

PÉLLICO NETTO, S.; BRENA, D. A. **Inventário florestal**. Curitiba, 1997. 316 p.

QUEIROZ, M. M. LELES, P. S. S.; OLIVEIRA NETO, S. N.; FERREIRA, M. A. Comportamento de espécies de *Eucalyptus* em Paty do Alferes, RJ. **FLORAM**, v. 16, n. 1, p. 1-10, 2009.

REIS, C. A. F. R.; SANTOS, P. E. T; PALUDZYSZYN FILHO, E. Avaliação de clones de eucalipto em Ponta Porã, Mato Grosso do Sul. **Brazilian Journal of Forestry Research**, v. 34, n. 80, p. 263-269, 2014.

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

RUY, O. F.; FERREIRA, M.; TOMAZELLO FILHO, M. Variação da qualidade da

madeira em clones de *Eucalyptus urophylla* S. T. Blake da Ilha de Flores, Indonésia. **Scientia Forestalis**, Piracicaba, v. 28, n. 60, p. 21,27, dez. 2001.

SANTOS, G. RESENDE, M. D. V.; SILVA, L. D.; HIGA, A.; ASSIS, T. F. Adaptabilidade de híbridos multiespécies de *Eucalyptus* ao estado do Rio Grande do Sul. **Revista Árvore**, v. 37, n. 4, p. 759-769, 2013.

SCHEEREN, L. W.; SCHNEIDER, P. R.; FINGER, C. A. G. Crescimento e produção de povoamentos monoclonais de *Eucalyptus saligna* Smith manejados com desbaste, na região Sudeste do estado do Rio Grande do Sul. **Ciência Florestal**, v. 14, n. 2, p. 111, 2004.

SCOLFORO, J.R.S.; FIGUEIREDO FILHO, A. **Mensuração florestal 2: volumetria**. Lavras: ESAL/FAEPE, 1993. 126p.

SERPA, P. N.; VITAL, B. R.; DELLA LUCIA, R. M.; PIMENTA, A. S. Avaliação de algumas propriedades da madeira de *Eucalyptus grandis*, *Eucalyptus saligna* e *Pinus elliottii*. **Revista Árvore**, v. 27, n. 5, p. 723-733, 2003.

SILVA, J. C. **Manual prático do fazendeiro florestal: produzindo madeira com qualidade**. 2. ed. ver. ampli. Viçosa: UFV, 2008. 72 p.

SIMONETE, M. A.; CHAVES, D. M.; TEIXEIRA, C. F. A MORO, L.; NEVES, C. U. *Eucalyptus saligna* por meio de aplicação de resíduo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 37, n. 5, p. 1343-1351, 2013.

SOUZA, D. M. G.; LOBATO, E. **Cerrado: correção e adubação do solo**. 2. ed. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2004. 416 p.

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

VEZZANI, F. M.; TEDESCO, M. J.; BARROS, N. F. Alterações dos nutrientes no solo e nas plantas em consórcio de eucalipto e acácia **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 25, n.1, pp.225-231, 2001.

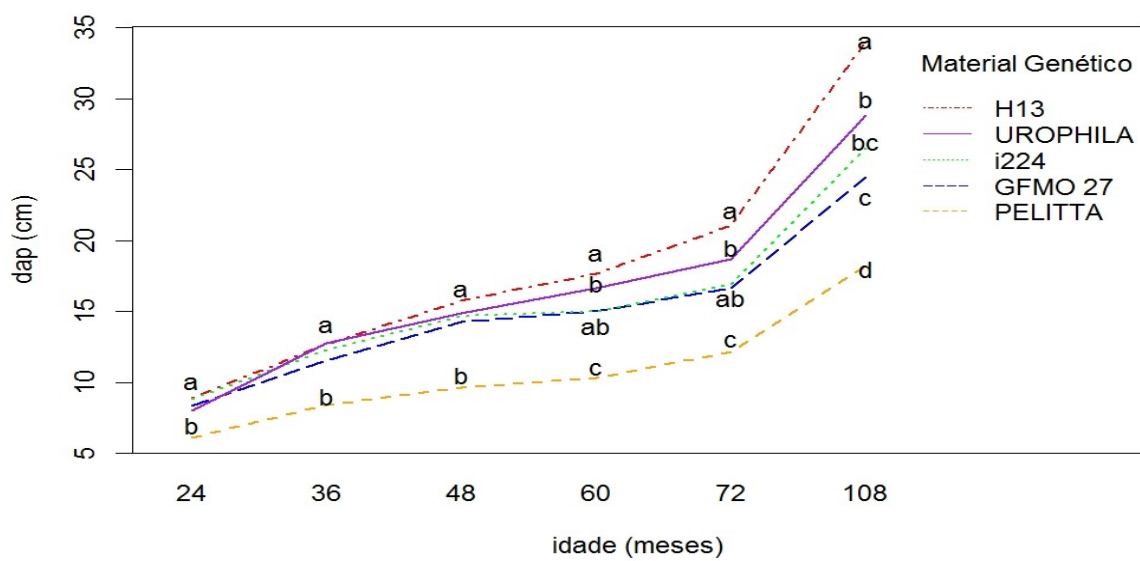
WHIT, R. E. **Princípios e práticas da ciência do solo**. 4. ed. São Paulo: 2009, 2009.

WINK, C.; MONTEIRO, J. S.; REINERT, D. J.; LIBERALESSO, E. Parâmetros da copa e a sua relação com o diâmetro e altura das árvores de eucalipto em diferentes idades. **Scientia Forestalis**, v. 40, n. 93, p. 57-67, 2012.

XAVIER, A.; SILVA, R. L. DA. Evolução da silvicultura clonal de *Eucalyptus* no Brasil. **Agronomia Costarricense**, v. 34, n. 1, p. 93-98, 2010.

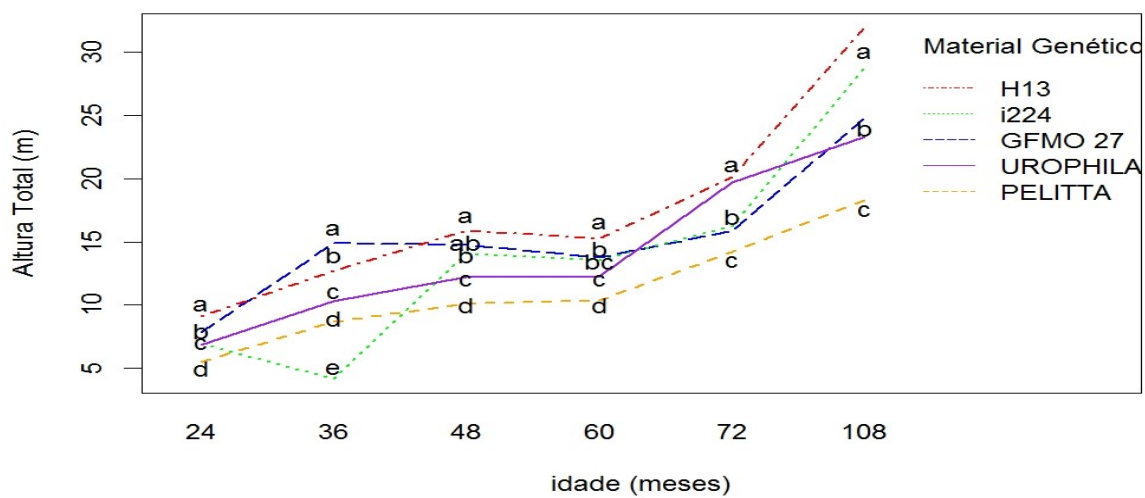
YOSHITANI JUNIOR, M.; NAKAJIMA, N. Y.; ARCE, J. E.; MACHADO, S. A.; DRUSZCZ, J. P.; HOSOKAWA, R. T.; MELLO, A. A. Funções de afilamento para plantios desbastados de *Pinus taeda*. **Revista Floresta**, v. 42, n. 1, p. 169-176, 2012.

APÊNDICE A - Gráfico da relação diâmetro altura do peito (DAP) em função da idade dos materiais genéticos



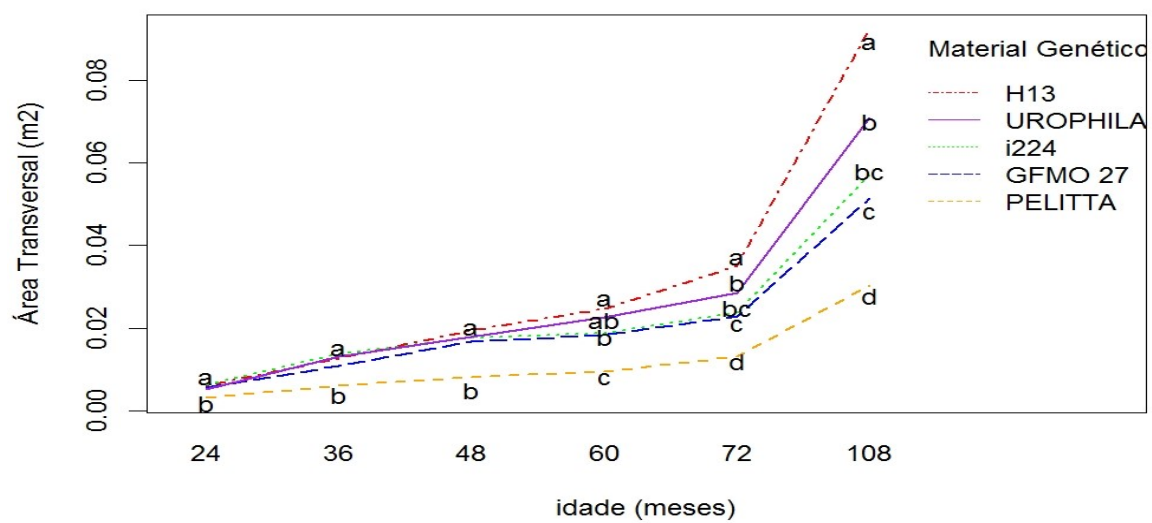
* médias seguidas pela mesma letra, para cada idade, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade de erro.

APÊNDICE B - Gráfico da altura em função da idade dos materiais genéticos



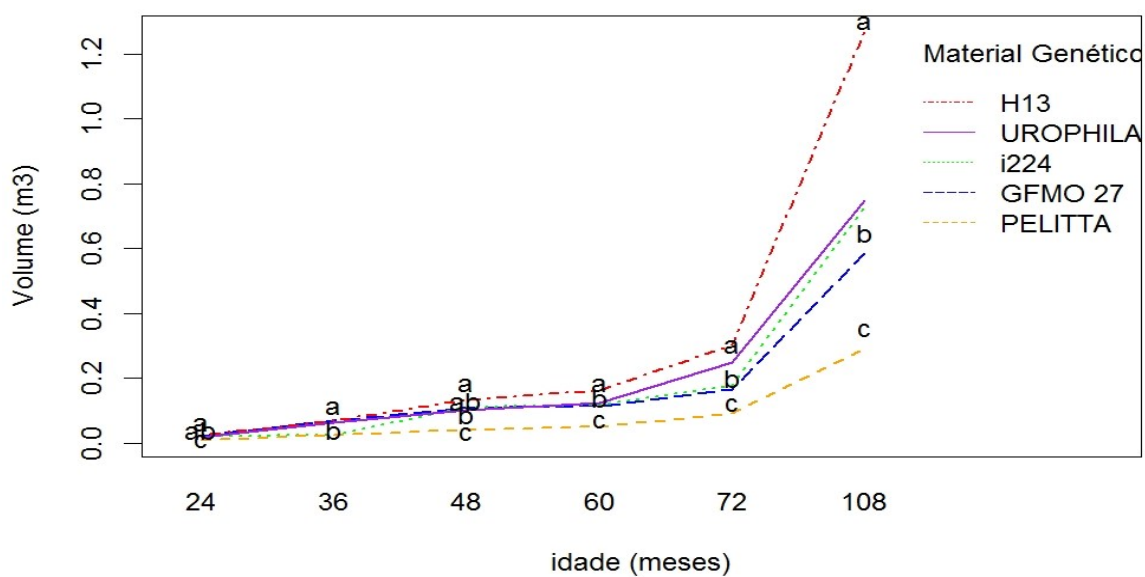
* médias seguidas pela mesma letra, para cada idade, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade de erro.

APÊNDICE C - Gráfico da área transversal em função da idade dos materiais genéticos



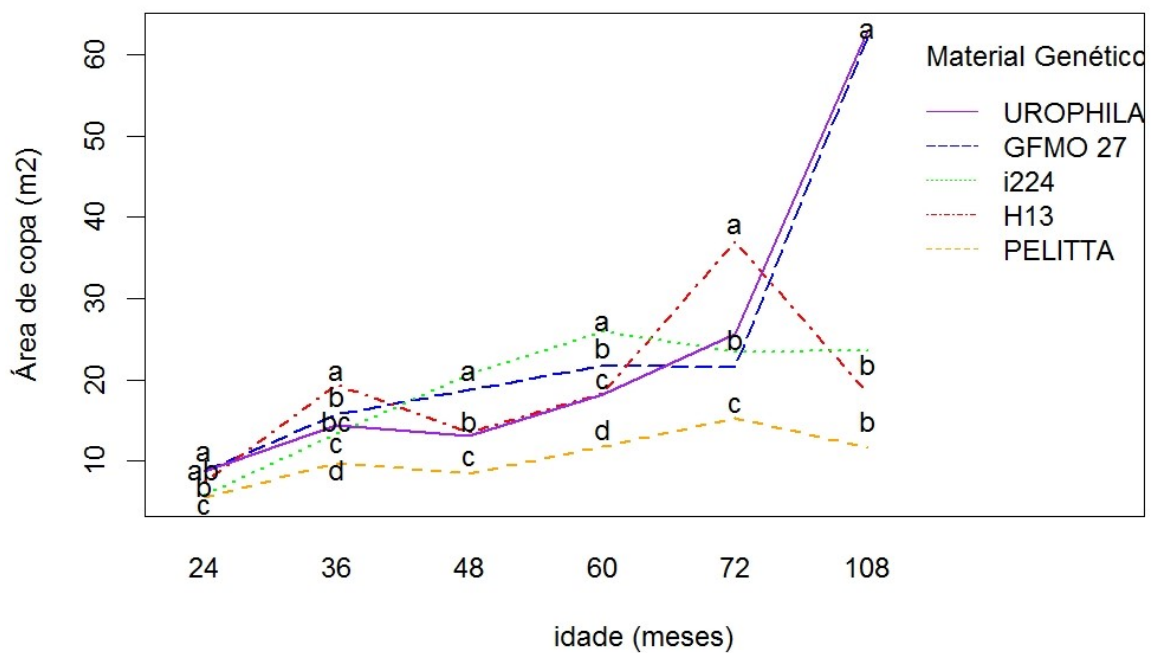
* médias seguidas pela mesma letra, para cada idade, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade de erro.

APÊNDICE D - Gráfico do volume, em função da idade dos materiais genéticos



* médias seguidas pela mesma letra, para cada idade, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade de erro.

APÊNDICE E - Gráfico da área de copa, em função da idade dos materiais genéticos



* médias seguidas pela mesma letra, para cada idade, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade de erro.

APÊNDICE F - Análise de variância para a relação entre variáveis dendrométricas com a idade dos materiais genéticos DAP

		GL	SQ	QM	F	Probabilidade(%)
24	Material	4	442,3	110,59	27,7	<2e-16***
	Resíduos	322	1285,4	3,99		
	CV	25,95				
36	Material	4	1037	259,30	24,82	<2e-16***
	Resíduos	328	3426	10,45		
	CV	29,37866				
48	Material	4	1782	445,6	45,83	<2e-16***
	Resíduos	326	3170	9,7		
	CV	23,58				
60	Material	4	1782	445,6	45,83	<2e-16***
	Resíduos	326	3170	9,7		
	CV	23,58				
72	Material	4	2471	617,7	41,42	<2e-16***
	Resíduos	308	4594	14,9		
	CV	23,90				
108	Material	4	5818	1454,5	30,55	<2e-16***
	Resíduos	250	11902	47,6		
	CV	27,78				

GL = graus de liberdade; SQ = soma dos quadrados; QM = média quadrática; F = calculado.

APÊNDICE G - Análise de variância para a relação entre variáveis dendrométricas com a idade dos materiais genéticos altura

		GL	SQ	QM	F	Probabilidade(%)
24	Material	4	433,2	108,29	33	<2e-16***
	Resíduos	322	1056,6	3,28		
	CV%	26,24				
36	Material	4	4960	1240,0	296,2	<2e-16***
	Resíduos	328	1373	4,2		
	CV%	20,51				
48	Material	4	1472	368,1	58,95	<2e-16***
	Resíduos	326	2036	6,2		
	CV%	19,14				
60	Material	4	783,3	195,81	35,18	<2e-16***
	Resíduos	265	1475,0	1475,0		
	CV	18,76				
72	Material	4	1315	328,8	25,16	<2e-16***
	Resíduos	308	4026	13,1		
	CV%	22,05				
108	Material	4	5159	1289,7	23,57	<2e-16***
	Resíduos	250	13679	54,7		
	CV%	30,26				

GL = graus de liberdade; SQ = soma dos quadrados; QM = média quadrática; F = calculado.

APÊNDICE H - Análise de variância para a relação entre variáveis dendrométricas com a idade dos materiais genéticos altura

		GL	SQ	QM	F	Probabilidade(%)
24	Material	4	0,000558	1,395e-04	24,56	<2e-16***
	Resíduos	322	0,001829	5,680e-06		
	CV	47,02				
36	Material	4	0,003109	0,0007772	9,086	5,69e-07***
	Resíduos	328	0,028059	0,0000855		
	CV	87,60				
48	Material	4	0,006137	0,0015342	38,42	<2e-16***
	Resíduos	326	0,013017	0,0000399		
	CV%	42,40				
60	Material	4	0,008288	0,0020719	37,1	<2e-16***
	Resíduos	265	0,014798	0,0000558		
	CV%	44,34				
72	Material	4	0,01438	0,003595	37,99	<2e-16***
	Resíduos	308	0,02915	0,000095		
	CV%	43,66				
108	Material	4	0,08423	0,021058	29,44	<2e-16***
	Resíduos	250	0,08423	0,000715		
	CV%	49,63				

GL = graus de liberdade; SQ = soma dos quadrados; QM = média quadrática; F = calculado.

**APÊNDICE I -Análise de variância para a relação entre variáveis dendrométricas
com a idade dos materiais genéticos volume**

		GL	SQ	QM	F	Probabilidade(%)
24	Material	4	0,01072	0,0026798	25,48	<2e-16 ***
	Resíduos	322	0,03387	0,0001052		
	CV %	61,96				
36	Material	4	0,1585	0,03962	62,33	<2e-16 ***
	Resíduos	328	0,2085	0,00064		
	CV %	55,11				
48	Material	4	0,3618	0,09044	39,86	<2e-16 ***
	Resíduos	326	0,7397	0,00227		
	CV %	52,30				
60	Material	4	0,3983	0,09957	35,38	<2e-16 ***
	Resíduos	265	0,7459	0,00281		
	CV %	53,34				
72	Material	4	1,368	0,3420	37,17	<2e-16 ***
	Resíduos	308	2,834	0,0092		
	CV	56,04				
108	Material	4	18,59	4,648	34,69	<2e-16 ***
	Resíduos	250	33,49	0,134		
	CV	58,19				

GL = graus de liberdade; SQ = soma dos quadrados; QM = média quadrática; F = calculado.

APÊNDICE J - Análise de variância para a relação entre variáveis dendrométricas com a idade dos materiais genéticos área da copa

		GL	SQ	QM	F	Probabilidade(%)
24	Material	4	707,9	177,0	32,8	32,8<2e-16***
	Resíduos	322	1737,3	5,4		
	CV	33,26				
36	Material	4	3046	761,4	39,44	<2e-16***
	Resíduos	328	6332	19,3		
	CV	32,37				
48	Material	4	7907	1976,7	103,4	<2e-16***
	Resíduos	326	6234	19,1		
	CV	29,26				
60	Material	4	7357	1839,1	96,39	<2e-16***
	Resíduos	265	5056	19,1		
	CV	23,79				
72	Material	4	11885	2971,2	36,58	<2e-16***
	Resíduos	308	25016	81,2		
	CV	40,47				
108	Material	4	126700	31675	34,57	<2e-16***
	Resíduos	250	229074	916		
	CV%	86,94				

GL = graus de liberdade; SQ = soma dos quadrados; QM = média quadrática; F = calculado.