

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA “JULIO DE MESQUITA FILHO”
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRONÔMICAS
CÂMPUS DE BOTUCATU

**ADUBAÇÃO POTÁSSICA E DESENVOLVIMENTO DE CLONES DE
EUCALIPTO CULTIVADOS EM LUÍS EDUARDO MAGALHÃES-BA**

THALITA FERNANDA SAMPAIO

Tese apresentada à Faculdade de Ciências
Agronômicas da UNESP - Câmpus de
Botucatu, para obtenção do título de
Doutora em Ciência Florestal.

BOTUCATU – SP
(Maio - 2014)

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA “JULIO DE MESQUITA FILHO”
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRONÔMICAS
CÂMPUS DE BOTUCATU

**ADUBAÇÃO POTÁSSICA E DESENVOLVIMENTO DE CLONES DE
EUCALIPTO CULTIVADOS EM LUÍS EDUARDO MAGALHÃES-BA**

THALITA FERNANDA SAMPAIO

Engenheira Florestal

Orientador: Prof. Dr. IRAÊ AMARAL GUERRINI

Co-orientador: Prof. Dr. EDSON SEIZO MORI

Tese apresentada à Faculdade de Ciências
Agronômicas da UNESP - Câmpus de
Botucatu, para obtenção do título de Doutora
em Ciência Florestal.

BOTUCATU – SP

(Maio - 2014)

FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA SEÇÃO TÉCNICA DE AQUISIÇÃO E TRATAMENTO DA INFORMAÇÃO - SERVIÇO TÉCNICO DE BIBLIOTECA E DOCUMENTAÇÃO - UNESP - FCA - LAGEADO - BOTUCATU (SP)

S192a Sampaio, Thalita Fernanda, 1981-
Adubação potássica e desenvolvimento de clones de eucalipto cultivados em Luís Eduardo Magalhães - BA / Thalita Fernanda Sampaio. - Botucatu : [s.n.], 2014
iv, 91 f. : ils., grafs., tabs., fots. color.

Tese (Doutorado) - Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrônômicas, Botucatu, 2014
Orientador: Iraê Amaral Guerrini
Coorientador: Edson Seizo Mori
Inclui bibliografia

1. Cerrados. 2. Stress hídrico. 3. Manejo florestal. 4. Genética florestal. I. Guerrini, Iraê Amaral. II. Mori, Edson Seizo. III. Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho" (Campus de Botucatu). Faculdade de Ciências Agrônômicas. IV. Título.

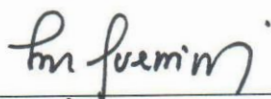
UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA "JÚLIO DE MESQUITA FILHO"
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRONÔMICAS
CAMPUS DE BOTUCATU
CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

**TÍTULO: "ADUBAÇÃO POTÁSSICA E DESENVOLVIMENTO DE CLONES DE
EUCALIPTO CULTIVADOS EM LUÍS EDUARDO MAGALHÃES - BA"**

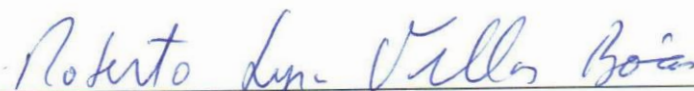
ALUNA: THALITA FERNANDA SAMPAIO

ORIENTADOR: PROF. DR. IRAÊ AMARAL GUERRINI
COORIENTADOR: PROF. DR. EDSON SEIZO MORI

Aprovado pela Comissão Examinadora



PROF. DR. IRAÊ AMARAL GUERRINI



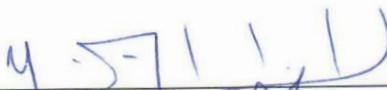
PROF. DR. ROBERTO LYRA VILLAS BOAS



PROFA. DRA. DIRCEU MAXIMINO FERNANDES



PROF. DR. LEO ZIMBACK



PROF. DR. JACOB SILVA SOUTO

Data da Realização: 26 de maio de 2014.

*OFEREÇO**À DEUS e à NOSSA SENHORA APARECIDA*

“A ciência humana de maneira nenhuma nega a existência de Deus. Quando considero quantas e quão maravilhosas coisas o homem compreende, pesquisa e consegue realizar, então reconheço claramente que o espírito humano é obra de Deus, e a mais notável.”

(Galileu Galilei)

*DEDICO**A MINHA QUERIDA E AMADA FAMÍLIA**Aos meus pais Marilda Pereira Sampaio e Sebastião Abel Sampaio**Ao meu irmão Thiago Fernando Pereira Sampaio e sua esposa Juliana**A minha sobrinha e afilhada Milena Beatriz Sampaio**E ao meu esposo Julio Cesar Bogiani**Por tanto amor e dedicação**Por tantos exemplos e ensinamentos**Por tanta garra e coragem em nos manter unidos**Por serem, sempre, o lírio no meio do lodo**Por me ensinarem o real sentido da palavra Família**Por me ensinarem a amar, a respeitar e a agradecer sempre**E por abdicarem cada um de suas vontades pelo todo**Ao meu avô Abel Corrêa Sampaio (in memorian) por fazer parte de toda minha vida, por toda convivência, conselhos, cuidados e ensinamentos e aos meus avós Hugo Pereira e Maria Olga Botelho Pereira (in memorian) pela pouca, mas intensa convivência, conselhos e ensinamentos... saudades!**...AMO VOCÊS !!!*

AGRADEÇO

Aos Profs. Dr. Iraê Amaral Guerrini e Dr. Edson Seizo Mori pelos ensinamentos, orientação, confiança em permitir a instalação deste experimento e, acima de tudo, pela oportunidade de aprendizado pessoal e profissional. Agradeço também pela amizade e convivência sempre harmoniosa e enriquecedora.

Aos funcionários e, também, amigos do departamento de Solos e Recursos Naturais e Ciência Florestal: Selma Miranda, Silvy Garcia, Roberto Prado, Fatima Heliodoro, Jair, Profs. Dirceu M. Fernandes, Roberto Lyra Villas Boas, Leonardo Theodoro Bull (agradeço também a generosidade em oferecer suas aulas como base para minha nova empreitada como professora), Maria Helena Moraes, Helio Grassi, Sérgio Lima, Célia Zimback, Robert Harisson, Magali R. da Silva e Renata B. Fonseca por estarem sempre prontos a ajudar e ensinar.

À Universidade Estadual Paulista - UNESP, à Faculdade de Ciências Agronômicas de Botucatu e ao Departamento de Recursos Naturais/Ciência do Solo, pela oportunidade de realização do Doutorado.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pela concessão de bolsa de estudos.

À Empresa ArcelorMittal pela doação dos clones de eucalipto.

Aos Amigos que ainda estão em Botucatu: Cecília S. Castro e Leonardo A. Martins, pela ajuda e companheirismo, mesmo tão distantes. Saudades da convivência e caminhadas no Lageado!

À família Dalcin por cederem a área para implantação do projeto, na Fazenda Palmeiras I e pela inestimável parceria nos trabalhos de campo e manejos necessários no experimento. Ao meu primeiro orientado, Tiago E. Dalcin, pela agradável e enriquecedora convivência e parceria nos experimentos.

À minha família pela presença, incentivo, apoio e amor inestimável nas horas boas e ruins desta caminhada.

*Enfim, a todos que direta ou indiretamente contribuíram para a realização deste trabalho, e a **Deus** por colocar cada uma destas pessoas no meu caminho...*

SUMÁRIO

	Página
1. RESUMO.....	1
2. SUMMARY.....	2
3. INTRODUÇÃO.....	3
4. REVISÃO DE LITERATURA.....	6
4.1. Importância do Eucalipto no Brasil e no mundo.....	6
4.2. Clones de eucalipto e resistência a déficit hídrico.....	8
4.3. Adubação Potássica.....	9
4.4. Estresse hídrico e consequências internas na planta.....	11
4.5. Características edafoclimáticas do Cerrado baiano.....	13
4.6. Características comerciais dos clones testados.....	14
5. MATERIAL E MÉTODOS.....	16
5.1. Localização e caracterização da área experimental.....	16
5.2. Delineamento experimental e descrição dos tratamentos.....	18
5.3. Variáveis avaliadas.....	20
5.4. Análise estatística dos dados.....	21
6. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	22
6.1. Características químicas do solo.....	22
6.2. Características nutricionais das plantas.....	38
6.3. Parâmetros fisiológicos (IRGA).....	55
6.4. Índice de cor verde.....	56
6.5. Crescimento em altura e diâmetro.....	62
6.6. Produção volumétrica.....	72
6.7. Diagnose visual – características do desenvolvimento das plantas.....	74
7. CONCLUSÕES.....	80
8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	81

1. RESUMO

A região Oeste da Bahia é uma das maiores produtoras agrícolas do Brasil, com aproximadamente 2,3 milhões de hectares (ha) cultivados, principalmente com as culturas da soja, milho e algodão e Luís Eduardo Magalhães é uma das cidades de maior destaque produtivo. Com isso, é crescente o interesse dos produtores em cultivar eucalipto devido à crescente demanda de madeira pelas empresas de fertilizantes, beneficiadora de grãos e produtores locais para geração de energia, bem como para construção civil e rural. No entanto, ainda não existem clones de boa adaptação definidos para região, bem como uma adubação calibrada para obtenção de alta produtividade de madeira. Sabe-se que através do melhoramento genético obtem-se clones adaptáveis a regiões com déficit hídrico e épocas bem definidas de seca, como é o caso da região em estudo, e que o manejo do K também interfere neste aspecto, pois regula a abertura e o fechamento dos estômatos, impedindo que a planta perca água desnecessariamente. Logo, o objetivo deste trabalho foi testar a adaptação de clones de eucalipto e doses de potássio para as condições do local. O delineamento experimental foi em blocos ao acaso com quatro repetições, em esquema de parcelas subdivididas. Foram testados seis clones (Cl) de eucalipto (AEC-056, AEC-144, AEC-220, AEC-224, AEC-103 e AEC-1528), e quatro doses de K_2O (0, 30, 60 e 120 kg ha⁻¹). Foram avaliados o crescimento inicial dos clones, as características químicas de solo e plantas e características fisiológicas das plantas. Aos dois anos após o plantio o Cl 1528 foi o que apresentou maior crescimento e o Cl 056 o menor. A análise química de solo mostrou que o teor de K refletiu as doses testadas sem influenciar no crescimento dos clones. A análise química das plantas mostrou que os clones absorvem teores diferentes de nutrientes do solo. As doses ou clones testados não influenciaram no resultado das análises fisiológicas, mas influenciam na intensidade de cor verde das plantas.

Palavras-Chave: cerrados, estresse hídrico, produção energética, Oeste da Bahia.

POTASSIUM FERTILIZATION AND SELECTION OF CLONES OF EUCALYPTUS FOR WEST REGION OF BAHIA. Botucatu, 2014. 93 p. Tese (Doutorado em Ciência Florestal) – Faculdade de Ciências Agronômicas, Universidade Estadual Paulista.

Author: THALITA FERNANDA SAMPAIO

Adviser: IRAÊ AMARAL GUERRINI

Co-adviser: EDSON SEIZO MORI

2. SUMMARY

The Western Bahia region is one of the largest agricultural producers in Brazil, with approximately 2.3 million hectares (ha) cultivated mainly with crops of soybeans, corn and cotton, and Luís Eduardo Magalhães is one of the cities most prominent productive this region. Thus, there is growing interest from producers in cultivating eucalyptus due to increasing demand for wood by fertilizer companies, Beneficiadora grain and local producers for power generation as well as for civil and rural construction. However, there are still no clones of good adaptation set to region, as well as a calibrated fertilizer to obtain high productivity timber. It is known that developed through plant breeding is adapted to drought and regions with well-defined periods of drought clones, as is the case in the study area, and the management of K also affects this aspect, it regulates the opening and closing of the stomata, preventing the plant to lose water unnecessarily. Therefore, the aim of this study was to test the adaptation of eucalyptus clones and potassium levels for the conditions of western Bahia. The experimental design was a randomized block with four replications in a split plot design. The six clones (Cl) eucalyptus (AEC-056, AEC-144, AEC-220, AEC-224, AEC-103 and AEC-1528) and four doses of K₂O (0, 30, 60 and 120 kg ha⁻¹) were tested. The initial growth of the clones, the chemical characteristics of soil and plants and physiological characteristics of the plants were evaluated. Two years after planting Cl 1528 showed the largest growth and the lowest Cl 056. Chemical analysis of soil showed that the content of K in the soil reflected doses tested without influencing the growth of clones. The chemical analysis of the plants demonstrated that clones absorb different amounts of nutrients (N, Ca, Mg, S, B, Fe, and Zn) in the soil. Regarding physiological analyzes there was no effect of dose or tested clones.

Key words: Cerrado, water stress, energy production, Western Bahia Region.

3. INTRODUÇÃO

A cultura do eucalipto vem se destacando por apresentar grande potencial produtivo de madeira e geração de energia, uma vez que o consumo de madeira no mundo tende a aumentar com o aumento e desenvolvimento das cidades. Por isso, a eucaliptocultura destaca-se por apresentar grande potencial ambiental e socioeconômico para o país. A utilização de biomassa produzida por esta cultura tem sido reconhecida como um potencial de energia renovável e substituto alternativo que contribui para a diminuição do consumo de combustíveis fósseis (PROTÁSIO et al, 2013).

Para Ilario (2013), com base em Santos (2000), o Oeste Baiano destaca-se no cenário nacional como uma das principais áreas produtoras de soja, milho e algodão, além de apresentar um elevado crescimento demográfico e econômico. Para eles, tal região brasileira ganha importância significativa, devido à produção de commodities agrícolas terem grande expressividade nas exportações brasileiras, gerando grandes quantidades de divisas. A difusão das “tradings” e do agronegócio no extremo oeste do estado da Bahia consolidou a região como um dos principais expoentes da agricultura globalizada (SANTOS, 2000).

Devido o Oeste Baiano ser uma região de fronteira agrícola com um dos maiores potenciais de produção de grãos e fibras de algodão do país, ela necessita de grande fonte de geração de energia para beneficiamento da produção de grãos. Neste contexto, a produção de madeira torna-se uma excelente alternativa para suprir tal demanda. Além disso, está em andamento o projeto para a instalação de uma termoeletrica, movida a cavaco de eucalipto, que será instalada em São Desidério, localizada a 120 km de Luís Eduardo Magalhães-BA. Ela será a maior da América Latina que utilizará biomassa ao invés dos combustíveis tradicionais para gerar eletricidade (Barreiras Notícia, 2014).

O regime de chuva desta região é bastante específico e, de acordo com Dourados et al. (2013), a parte ocidental do Oeste da Bahia possui períodos chuvosos e secos bem definidos ao longo do ano. A precipitação média anual é de 1.500 mm com chuvas bem definidas, ou seja, ocorre precipitação intensa durante seis meses do ano e seca durante os outros seis meses. Tal fato inviabiliza grandes produtividades de madeira por não se ter um clone de eucalipto adaptado a tal característica climática.

Sobre a distribuição pluvial do estado da Bahia, Tanajura et al. (2010) explicam que a mesma decresce das extremidades Leste (Planície Litorânea) e Oeste (Chapadões Ocidentais) para o interior semiárido. Segundo os referidos autores, a Chapada Diamantina representa com maior expressividade o efeito orográfico, proporcionando um clima local no semiárido com chuvas anuais acima de 1.000 mm. De acordo com Sanderson (2014), a região Oeste da Bahia apresenta características climáticas de cerrado, com chuvas bem definidas, que se iniciam em outubro e vão até abril, sendo a precipitação média anual em torno de 1500mm.

A água é um recurso primário determinante para a estrutura, crescimento, transporte e metabolismo das plantas (MENESES et al. 2006) e com relação ao desenvolvimento de eucaliptos em áreas de déficit hídrico, pesquisas desenvolvidas nos últimos anos na área de melhoramento genético de clones e híbridos de eucalipto estão possibilitando o surgimento de variedades resistentes ao déficit hídrico e com produtividade de 40 a 60 m³ ha⁻¹ ano⁻¹, não sendo mais surpresa ver, no Brasil, áreas produzindo em torno de 70 m³ ha⁻¹ ano⁻¹ (CIB, 2008). Num prazo de 5 a 7 anos a espécie atinge em torno de 35 metros de altura e produtividade superior a 50 m³ ha⁻¹ ano⁻¹ (BAESSO, 2010).

O gênero *Eucalyptus*, além de ser de grande importância econômica no Brasil e no mundo, é o segundo gênero florestal com seqüenciamento genômico funcional detalhado, destacando-se a importância de estudar as interações genótipo-ambiente dessa espécie (OTTO et al., 2013).

Além do melhoramento genético, o manejo adequado de potássio (K) no solo também interfere neste aspecto, pois ele regula a abertura e o fechamento dos estômatos, impedindo que a planta perca água desnecessariamente, contribuindo então, para a manutenção do potencial osmótico das células. O potássio aumenta a resistência das plantas às doenças e a capacidade de transporte do floema,

mantendo, durante períodos de seca, maior teor de água em seus tecidos (MALAVOLTA et al., 1997).

A adaptação de espécies de eucalipto em ambientes com limitação e/ou má distribuição de chuvas pode comprometer a sobrevivência e o crescimento das plantas, sendo necessário selecionar espécies com mecanismos mais eficientes no uso da água e nutrientes (JONES e WILKINS, 1971, LIMA, et al, 2003). De acordo com Stape et al. (2004), tal cultura se encontra espalhada por quase todo o território brasileiro, e, grande parte da área cultivada apresenta limitações de desenvolvimento como diversos níveis de estresse hídrico, sendo difícil a escolha de indivíduos adaptados e, necessário identificar materiais mais promissores para cada situação.

Uma maneira de identificar clones mais resistentes ao déficit hídrico prolongado seria medir parâmetros que indiquem a condição celular de cada clone estudado, como a taxa de fotossíntese líquida (A), condutância estomática (g_s) e a transpiração (E) das plantas. E, de acordo com Silva, et al. (2011) a análise de crescimento de planta pode ser considerada um bom indicativo para a avaliação das bases fisiológicas de produção e da influência exercida por variáveis ambientais, genéticas e agrônomicas.

Existe uma grande demanda e baixa oferta por madeira no Oeste da Bahia, principalmente na região de Luís Eduardo Magalhães, uma das maiores produtoras de grãos. Por este motivo, praticamente não existem estudos sobre cultivo, adaptação e desempenho de eucalipto para as condições edafoclimáticas locais. A região é dotada de períodos de estiagem muito longos, fazendo com que haja a necessidade de se definir um ou mais clones que melhor se expressem nestas condições, bem como uma indicação de qual o teor de potássio mais propício para tais plantios.

A região oeste da Bahia possui condições de clima e solos semelhantes a diversos locais brasileiros onde a eucaliptocultura é extensiva e apresenta alta produtividade. A hipótese deste trabalho é que existam clones no mercado florestal com potencial de adaptabilidade suficiente para se desenvolver e mostrar crescimento apropriado ao cultivo extensivo na região em estudo.

Diante do exposto, o presente trabalho teve por objetivo avaliar o desempenho e a adaptação de seis clones de eucalipto na região do Cerrado Baiano, bem como a eficiência da adubação potássica para cada um, com base nas características de crescimento e fisiológicas para as condições edafoclimáticas da região de Luís Eduardo Magalhães-BA.

4. REVISÃO DE LITERATURA

4.1. Importância do eucalipto no Brasil e no mundo

O Brasil possui a maior área plantada de eucaliptos do mundo, cerca de 6 milhões de hectares, ocupando a posição de 3º maior produtor mundial da celulose, com produção de cerca de 6,3 milhões de toneladas por ano, alcançando o maior índice médio de produtividade de madeira que é de 40 m³ por hectare ao ano (ABRAF, 2012; 2013; ABAF, 2013).

O gênero *Eucalyptus* gera mais de 4 milhões de empregos diretos e indiretos (QUEIROZ e BARRICHELO, 2007) e contribui com aproximadamente 5% do PIB nacional (ABRAF, 2006; 2012; 2013).

A crescente demanda por produtos madeireiros no mercado consumidor nacional e internacional requer produção legal e constante de madeira, de forma que áreas florestais nativas sejam preservadas e a necessidade do consumidor suprida. O gênero *Eucalyptus* é uma alternativa viável para atender a esta demanda, pois apresenta rápido retorno e alta produtividade com custos reduzidos (VELLINI, 2007).

O cultivo de eucalipto no Brasil apresenta rápido crescimento e boa adaptação às condições edafoclimáticas do país, além de apresentar ciclo de corte relativamente curto e alta produtividade, quando comparado com espécies florestais nativas (BARRETTO et al. 2007).

Para manter a elevada fixação de carbono das florestas de eucalipto, há necessidade de conhecer as exigências de cada material genético no que se refere à demanda de água, nutrientes e radiação fotossinteticamente ativa (GONÇALVES E PASSOS, 2000; STAPE et al., 2004; FARIAS et al., 2008; LELES et al., 2008).

No campo energético, a madeira é tradicionalmente chamada de lenha e, nesta forma, ofereceu histórica contribuição para o desenvolvimento da humanidade, sendo sua primeira fonte de energia empregada para aquecimento e cocção de alimentos. Ao longo dos tempos, passou a ser utilizada como combustível sólido, líquido e gasoso, em processos para a geração de energia térmica, mecânica e elétrica (BRITO, 2007).

Para atender à demanda mundial de papel, a indústria de celulose vem obtendo incrementos expressivos de produção, o que faz com que haja aumento na demanda de matéria-prima. A necessidade de aumento na produção tem feito com que as empresas do setor busquem alternativas de manejo que aumentem a produtividade florestal (ALMEIDA, 2008).

Segundo a Associação Brasileira de Celulose e Papel (BRACELPA), em 2009, a produção de celulose somou 13,4 milhões de toneladas, superando em 6% o ano de 2008. Em relação à produção de papéis, atingiu 9,3 milhões de toneladas (estável em relação a 2008). As exportações de celulose cresceram 16,9% em volume, e as de papel, 3% (ARRUDA et al. 2011).

Como a cultura do eucalipto se encontra em quase todo o território nacional e grande parte da área cultivada apresenta limitações ao desenvolvimento das plantas devido aos diversos níveis de estresse hídrico, Stape (2004) relata sobre a dificuldade em se escolher indivíduos adaptados e sobre a necessidade de se identificar os materiais mais promissores para cada situação.

Os solos destinados ao plantio de culturas florestais, como o eucalipto, são geralmente arenosos, de baixa fertilidade natural e com déficit hídrico, fatores esses que interferem no teor de nutriente no solo (SILVEIRA et al., 2000), como é o caso dos solos do cerrado baiano, sendo a adubação uma prática essencial.

4.2 Clones de eucalipto e resistência a déficit hídrico

A produção de mudas clonais de eucalipto se iniciou no Brasil em 1979, na região litorânea do Espírito Santo (SILVEIRA e HIGASHI, 1999). Os materiais genéticos respondem de maneira distinta aos fatores do meio, porém de forma mais pronunciada quando sob condições limitantes (LI, 1989), tornando-se necessário identificar os materiais mais promissores em cada uma destas situações (PAVAN, 2003).

As plantações florestais de eucalipto são usualmente monoespecíficas, e sua produtividade é muito dependente do ambiente. Por isso, a obtenção de material de alta produtividade requer, dentre outros, a seleção genética apropriada para cada condição ambiental, principalmente em sítios em que a disponibilidade hídrica é limitada em consequência de precipitação baixa e irregularmente distribuída. Essa seleção tem sido feita, principalmente em plantas ainda jovens, em viveiro e no campo (REIS et al., 1989; CHAVES et al., 2004; STAPE et al., 2004).

A deficiência hídrica no solo e na atmosfera, juntamente com alta temperatura e radiação, tem sido citada como uma das principais restrições à sobrevivência e produtividade agrônômica e florestal (FLEXAS et al., 2002), fazendo com que a seleção de espécies tolerantes à seca seja de fundamental importância para o sucesso da atividade florestal em áreas com tais deficiência, uma vez que o crescimento e o desenvolvimento das plantas são afetados por fatores bióticos e abióticos (STRECK, 2002).

A seleção de material genético em diferentes condições de disponibilidade hídrica pode ser realizada através de testes de campo (GOMES, 1994; LELES et al., 1998 apud CHAVES et al., 2004), o que demanda um longo prazo até a avaliação final. É possível, no entanto, que a análise de características ecofisiológicas de plantas, ainda no estágio juvenil, produza resultados igualmente confiáveis, encurtando a extensão desses testes de campo.

A tolerância a estresse hídrico varia com o genótipo, sendo que algumas plantas desenvolvem mecanismos de adaptação, tornando-se mais eficientes na absorção de água do solo, especialmente através do desenvolvimento de um extenso e profundo sistema radicular e de características da parte aérea, como adequação da área foliar, rápido fechamento dos estômatos e manutenção de uma reduzida temperatura foliar, dentre outros (REIS et al., 1988; GOMES, 1994; LI et al., 2000; CHAVES et al., 2004).

Segundo Teixeira et al. (1995), existem diferenças consideráveis entre as espécies de *Eucalyptus* quanto à eficiência de utilização de água. Os autores relatam que o maior conteúdo de K na solução nutritiva aumenta a eficiência de utilização de forma mais acentuada em *E. citriodora* e *E. camaldulensis* e que estas espécies foram menos eficientes do que *E. tereticornis*, *E. saligna*, *E. urophylla* e *E. grandis* sob baixo fornecimento de K, porém mais eficientes quando a dose do nutriente foi aumentada.

O *Eucalyptus urophylla* é uma espécie rústica com forte dominância apical, que responde ao espaçamento e à adubação e possui resistência ao déficit hídrico, o que a tornou significativamente importante para os programas de melhoramento genético (FERREIRA, 1992), além de apresentar tolerância ao ataque do cancro - *Cryphomectris cubensis* (MORI et al, 1988) e moderada resistência a secas prolongadas no Sudoeste da Bahia (MAGALHÃES, 2013).

O *Eucalyptus grandis* é a espécie mais plantada no Brasil, sendo sua madeira boa para serraria e excelente para celulose. Apresenta grande aceitação e possui capacidade de desramar-se espontaneamente, o que dá origem a fustes lisos e retilíneos, além de superar outras espécies em incremento volumétrico (MORA e GARCIA, 2000).

Segundo Carvalho (2000), o objetivo do cruzamento destas duas espécies é obter plantas com um bom crescimento, características do *E. grandis*, assim como um aumento na densidade da madeira e melhorias no rendimento e propriedades físicas da celulose, características do *E. urophylla*.

Adicionalmente, os reflorestamentos desta cultura têm se concentrado em solos arenosos ou de textura média a argilosa com baixa reserva de nutrientes, acidez elevada e altos teores de Alumínio (Al). Nestes solos, a deficiência de potássio (K) tem sido comumente encontrada, conforme levantamentos nutricionais realizados por Bellote e Ferreira (1993), Silveira et al. (1995b; 1995d; 1998; 1999; 2001a; 2002a; 2003b; 2003c), Sgarbi e Silveira (2001) apud SILVEIRA et al. 2005.

4.3. Adubação potássica

O potássio (K) é um nutriente mineral que não possui função estrutural alguma no metabolismo das plantas, mas é o cátion mais abundante no

citoplasma, contribuindo sobremaneira para a manutenção do potencial osmótico das células e tecidos, atuando como ativador enzimático e como neutralizador de macromoléculas aniônicas (MARSCHNER, 1995; EPSTEIN e BLOOM, 2006).

O K atua no metabolismo (ativação da sintetase do amido, sintetase fosfato sacarose e outras enzimas) e transporte de carboidratos (MARSCHNER, 1995; MALAVOLTA et al., 1997), aumentando a resistência das plantas às doenças e a capacidade de transporte do floema, ou seja, pode minimizar o efeito negativo de deficiências hídricas pelo fato de exercer influência na abertura e fechamento dos estômatos, mantendo, durante períodos de seca, maior teor de água em seus tecidos. Por isso, tal adubação pode contribuir em aumento expressivo da produtividade de culturas (MALAVOLTA et al., 1997).

Cerca de 95% do K aplicado em culturas é na forma de KCl em virtude do seu preço. Esta fonte possui 47% de cloro, o que leva a planta a absorver e a acumular elevadas quantidades deste elemento. Contudo, o KCl apresenta elevado índice salino, o que pode prejudicar as plantas quando aplicado em grandes quantidades (NOGUEIRA et al., 2001).

Nota-se uma grande variação do conteúdo de potássio nas diferentes partes da planta de eucalipto em função da espécie, idade, fertilidade do solo, produtividade e local. Os valores médios mostram que cerca de 24% do conteúdo total encontram-se nas folhas, 16% nos ramos, 20% na casca e 40% na madeira (SILVEIRA e MALAVOLTA, 2000). Segundo Gonçalves (1995), a faixa de concentração de K em folhas de eucalipto considerada adequada é de 9,0 a 13,0 g kg⁻¹.

Os efeitos interiônicos entre K, Ca e Mg ocorrem na forma de inibição competitiva, normalmente ao nível de membrana celular (EPSTEIN, 1975). Segundo Malavolta (1980 apud SILVEIRA e MALAVOLTA, 2000), esse processo ocorre quando dois elementos se combinam pelo mesmo sítio ativo do carregador. Um exemplo clássico é dado pelas altas doses de potássio no meio, inibindo a absorção de Ca e Mg, chegando muitas vezes a causar a deficiência desses dois nutrientes, com queda de produção.

De acordo com Marschner (1995), cátions como o K podem atravessar a membrana plasmática com maior velocidade, diminuindo a absorção de cátions mais lento como Ca e Mg e este fato é explicado por Kabata Pendias e Pendias

(1984), que explicam que a absorção preferencial do íon K^+ ocorre por este ser monovalente e de menor grau de hidratação quando comparado aos divalentes.

Considerando-se que a deficiência de K está distribuída por extensos plantios de *Eucalyptus* spp., limitando economicamente a produtividade, Silveira et al. (2005) relatam ser necessário que algumas medidas sejam adotadas, tais como: seleção de genótipos que sejam mais eficientes na absorção e utilização de K; adoção de monitoramento nutricional, em florestas entre 12 e 24 meses, para identificação de deficiências nutricionais; avaliação dos efeitos das relações do K com outros nutrientes sobre a produtividade, especialmente Ca e Mg; avaliação da relação entre a adubação potássica e a qualidade do produto florestal, etc...

4.4. Estresse hídrico e consequências internas na planta

A disponibilidade de água afeta o crescimento das plantas por causa da interação entre abertura estomática e produção de matéria seca. O fechamento dos estômatos bloqueia o influxo de CO_2 para as folhas afetando o acúmulo de fotoassimilados. A falta de assimilados influencia, indiretamente, a absorção de nutrientes. Assim, se o fechamento dos estômatos tenta equilibrar o balanço hídrico da planta, seus efeitos colaterais atingem diretamente a produção (OLIVA et al., 1989).

De acordo com Larcher (2006), a primeira e mais sensível resposta à deficiência hídrica está na diminuição da turgescência, por meio da qual ocorre o fechamento dos estômatos, a redução na fotossíntese e a diminuição do alongamento celular, principalmente em extensão. Outras estratégias que são utilizadas pelas plantas para auxiliar na tolerância a seca são: perda das folhas e ou diminuição da área foliar, reduzindo a transpiração (VILLAGRA e CAVAGNARO, 2006); perda das raízes superficiais e proliferação das profundas (REIS et al., 2006).

Muitas plantas podem se aclimatar à falta de água através de ajustamento osmótico, que possibilita a manutenção da turgescência celular e, conseqüentemente, o crescimento em baixos potenciais de água nas folhas (NOGUEIRA et al., 2001; ARRIEL, 2004). Assim, a identificação e a compreensão dos mecanismos de resistência à seca são fundamentais no desenvolvimento de cultivares comerciais mais resistentes ao estresse hídrico (NEPOMUCENO et al. 2001 apud VELLINI et al, 2008).

Todos os processos fisiológicos da célula são direta ou indiretamente afetados pelo fornecimento de água, sendo que este afeta diretamente as estruturas das proteínas, membranas, ácidos nucleicos e os outros constituintes das células, além de ser o reagente de numerosas reações químicas e bioquímicas como na fotossíntese e em reações hidrolíticas como a conversão da sacarose em hexoses (KRAMER e BOYER, 1995).

Conforme a disponibilidade hídrica, o ajuste na arquitetura, alocação de biomassa e morfologia das plantas que experimentarem a limitação de água, dependerá da peculiaridade da espécie e alterações na sua condutância estomática após a retenção de água (POORTER et al. 2009). Sabe-se que existem plantas mais ou menos resistentes a períodos de seca. A identificação destes materiais pode ocorrer através do emprego de características fisiológicas adequadas para seleção, beneficiando o melhoramento genético (NOGUEIRA et al., 2001), buscando equilíbrio entre os caracteres que otimizam o crescimento com aqueles que conferem maior resistência à seca (PITA et al. 2005 apud VELLINI et al. (2008).

Durante a seca, plantas superiores ativamente acumulam açúcares, ácidos orgânicos e íons no citosol para diminuir o potencial osmótico e, conseqüentemente, manter o potencial hídrico e o turgor de suas células próximo do nível ótimo (Bray, 1993, 1997). Em situações em que a quantidade de água disponível é insuficiente para suprir as necessidades básicas da planta ou excessiva ocorre um estresse, que pode ser definido como um fator externo que exerce uma influência desvantajosa na planta. A intensidade dos efeitos prejudiciais na planta dependerá da duração e da severidade do estresse, do estágio de desenvolvimento e do genótipo usado (TAIZ e ZEIGER, 2004).

Uma das mais bem estudadas respostas das plantas ao déficit hídrico é o acúmulo de prolina nas células. O acúmulo desse aminoácido é resultado do aumento no fluxo de glutamato, que é metabolizado pela Pirrolina-5-Carboxilato Sintetase (P5CS), enzima que regula a taxa de biossíntese de prolina (HARE e CRESS, 1997 apud NEPOMUCENO 2001) bem como de um decréscimo no catabolismo da prolina (STEWART et al. 1977 apud NEPOMUCENO 2001).

4.5. Características edafoclimáticas do cerrado baiano

Os Gerais Baianos, que compreendem as bacias hidrográficas dos afluentes do rio São Francisco, garantem a disponibilidade hídrica para usos múltiplos. Compreendidos dentro da região do Cerrado, abrange 10 estados que corresponde a 20% do território brasileiro. Apresenta uma ampla variação de solos, clima, topografia e vegetação (FREITAS et al. 2004).

Os solos do cerrado, em geral, apresentam alta acidez e baixo conteúdo de Ca e Mg, tanto na camada arável, como no subsolo (SOUSA e RITCHEY, 1988), com altos teores de hidrogênio e alumínio prevalecendo no complexo de troca (LOPES, 1984). Dentre as classes de solos mais representativas dos Cerrados, destacam-se os Latossolos que se distribuem nos amplos chapadões, em áreas de relevo plano ou suavemente ondulado. Profundos, bem drenados, sem impedimento à mecanização agrícola e de baixa fertilidade natural, que pode ser facilmente corrigida, os Latossolos ocupam aproximadamente 46% da região (BERNARDI et al. 2003). São solos antigos, profundos, bem drenados, com baixa fertilidade natural e acidez acentuada (EMBRAPA, 2009).

Os solos identificados e descritos por Freitas et al. (2004) na região Oeste da Bahia, mais especificadamente na região de Luís Eduardo Magalhães pertencem à classe dos Latossolos. Genericamente, esta classe envolve solos minerais, não hidromórficos, com horizonte subsuperficial B latossólico caracterizado pelo grau elevado de intemperismo. As três classes de Latossolos encontradas na região são: Latossolo vermelho-amarelo, distroférico textura franco argilo arenosa, relevo plano; Latossolo amarelo distrófico (psamítico), textura arenosa/média, A fraco, epiálico, caulínítico, hipoférico, relevo plano, e, Latossolo vermelho, distroférico textura franco-arenosa, relevo plano.

Resumidamente, a região Oeste da Bahia apresenta características climáticas de cerrado, com chuvas bem definidas, que se iniciam em outubro e vão até abril, possibilitando assim, a programação dos cultivos em meses apropriados. Apresenta temperaturas médias mensais variando de 19 a 24 C°, sem riscos de geadas, luminosidade constante durante o ano, chegando a 3.000 h/ano e precipitações anuais médias de 1.500 mm. A altitude média é de 800 m (SANDERSON, 2014).

O município de Luís Eduardo Magalhães se destaca por ser uma das principais economias do estado da Bahia. O município possui em torno de 73 mil

habitantes. Sua renda *per capita* é uma das maiores do Brasil, alcançando R\$ 43.825,00 (IBGE, 2013). O parque industrial é composto por empresas líderes em seus segmentos e que utilizam material de alto poder calorífico para aquecimento de suas caldeiras, como por exemplo: Grupo Coringa, Galvani, Mult Grain, Mauricea, Bunge, etc. Somente a empresa Energia Florestal possui 5 mil há plantados com eucalipto no município e tem como meta a implantação de 40 mil ha para os próximos anos.

Luís Eduardo Magalhães, juntamente com o município vizinho Barreiras apresenta o setor de construção civil que demanda alto consumo de madeira de eucalipto para escoramento, principalmente. Além disso, com o crescente aumento das áreas de plantio, associado ao paralelo incremento da demanda de energia para indústrias e termoeletricas a área florestal da região tem muito a avançar e se desenvolver (AIBA, 2014).

4.6. Características comerciais dos clones testados

A empresa mineira ArcelorMittal executou o “Teste clonal para avaliação do desempenho dos materiais em condição de deficiência hídrica, na microrregião de Turmalina, MG” com 87 clones de eucalipto, no período de 1996 a 2004, classificando-os em: “Tolerantes” (os que apresentaram mortalidade $< 8\%$, deformação $< 10\%$ e incremento médio anual - IMA $> 35 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$), “Levemente não tolerantes” (mortalidade entre 8 e 15%, deformação entre 10 e 15% e IMA entre 28 e 35 $\text{m}^3 \text{ ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$), “Moderadamente não tolerantes” (mortalidade entre 15 e 22%, deformação entre 15 e 25% e IMA entre 20 e 28 $\text{m}^3 \text{ ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$) e “Não tolerantes” (mortalidade $> 22\%$, deformação $> 25\%$ e IMA $< 20 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$) (IPEF, 2014). Os clones doados pela empresa (144, 224, 1528, 103, 220 e 056) para a instalação deste projeto foram classificados como “Tolerantes à deficiência hídrica”.

De acordo com Portal Florestal (2014), o Cl 144 é um *E. urophylla* espontâneo com Densidade Básica da Madeira (DBM) de 515 kg m^{-3} , seu arranque inicial deixa a desejar, mas depois se recupera e chega a um incremento médio anual (IMA) de 50 m^3/ha , a depender da qualidade da muda, época de plantio, teor de cálcio, adubações e textura de solo. Existem regiões onde não é aconselhável seu plantio, principalmente no norte do Brasil em solos com percentuais abaixo de 10% de argila. De

modo geral é um clone interessante principalmente para quem visa floresta para fins de biomassa e serraria. Características da muda: folhas arredondadas e caule avermelhado.

Ainda de acordo com Portal Florestal (2014), o Cl 224 é um híbrido natural de *E. urophylla*, plantado em várias regiões do Brasil e seu crescimento é melhor em solos argilosos. Sua madeira é de boa qualidade e pode ser destinada para energia, serraria e outros fins. Seu IMA é de $42 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$, a densidade da madeira é de 498 kg m^{-3} e o teor de lignina é 26,49%.

Sobre o Cl 1528, conhecido como super clone, o Portal Florestal (2014) informa sua Base Genética: Híbrido *Eucalyptus urophylla* x *Eucalyptus grandis*, seu IMA: $50 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1} \text{ cm}^{-3}$, densidade básica da madeira: 531 kg m^{-3} , teor de lignina total: 29,24%, teor de holocelulose: 68,14 %, o rendimento gravimétrico: 50,41 e a resistência mecânica: 80,82. A precipitação media anual indicada para este clone é de 900 a 1200 mm e a altitude de 900 a 1000m.

Ao testar três clones de *Eucalyptus urophylla* e quatro de *Eucalyptus grandis* para produção de carvão vegetal e bioenergia, Protásio et al. (2013) concluíram que o Cl 103 foi o mais indicado para a produção de carvão vegetal.

Neves et al. (2013) avaliaram a qualidade da madeira de clones de *Eucalyptus* em diferentes idades para produção de bioenergia e, dentre os clones testados, o Cl 220 se destacou em relação ao teor de lignina e a densidade energética, apresentando os maiores valores.

5. MATERIAL E MÉTODOS

5.1. Localização e caracterização da área experimental

O experimento foi conduzido na Fazenda Palmeiras I, situado no Município de Luís Eduardo Magalhães, no Oeste da Bahia. A área encontra-se nas coordenadas geográficas 12° 20' 33" de latitude sul 45° 56' 27" de longitude oeste de Greenwich, com uma altitude média de 810 metros. A instalação do experimento ocorreu no período de 15 a 20 de novembro de 2011.

O relevo é plano e o solo, um Latossolo Vermelho Amarelo, de textura arenosa (EMBRAPA, 2006). Os resultados das análises químicas e físicas do solo, realizadas antes da implantação do experimento estão descritos nas Tabelas 1 e 2.

Os dados de temperatura máxima e mínima ocorridos durante o período de avaliação do experimento estão representados na Figura 1, enquanto que os dados de precipitação pluviométrica e umidade relativa, ocorridos durante o período de avaliação do experimento estão representados na Figura 2. A precipitação média anual com base no período de 1997 a 2010 foi de 1438 mm (Figura 3).

Tabela 1. Análise química do solo antes da implantação do experimento.

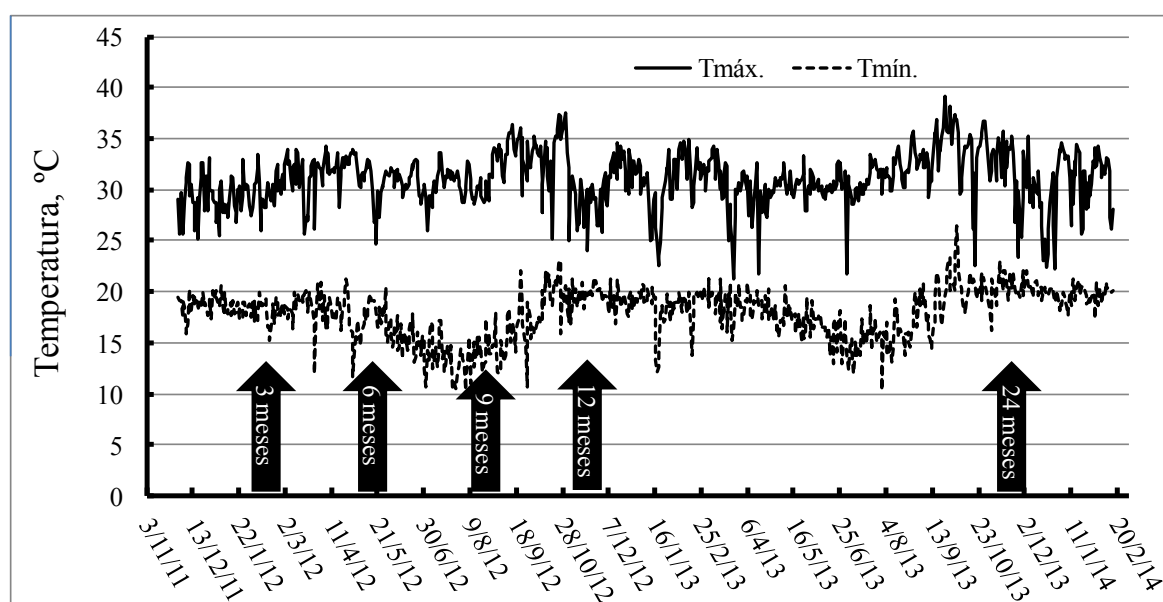
Profundidade (cm)	P _{res} (mg dm ⁻³)	MO (g dm ⁻³)	pH (CaCl ₂)	Al ³⁺ ----- mmolc dm ⁻³ -----	H+Al	K	Ca	Mg
0-20	4,0	14	4,5	1	27	0,6	13,0	4,0
20-40	2,0	7	4,2	3	17	0,4	4	1
Profundidade (cm)	CTC	V%	S	B	Cu	Fe	Mn	Zn
0-20	45	40	4,0	0,20	0,20	64	0,6	1,2
21-40	22	21	8	0,19	0,1	26	0,1	0,1

Fonte: Laboratório de Análise Química de Solo para fins de fertilidade. Departamento de Solos e Recursos Ambientais - FCA/UNESP - Campus de Botucatu-SP.

Tabela 2. Característica física do solo antes da implantação do experimento.

Profundidade (cm)	Areia Grossa	Areia Fina	Areia Total	Argila	Silte	Textura do Solo
0 - 20	531	334	866	97	37	Arenoso
21 - 40	464	371	835	148	17	Arenoso

Fonte: Laboratório de Análise Física de Solo. Departamento de Solos e Recursos Ambientais - FCA/UNESP - Campus de Botucatu-SP.

**Figura 1** – Temperatura máxima e mínima ocorridas na região de estudo durante o período de Dez/2011 a Fev/2014.

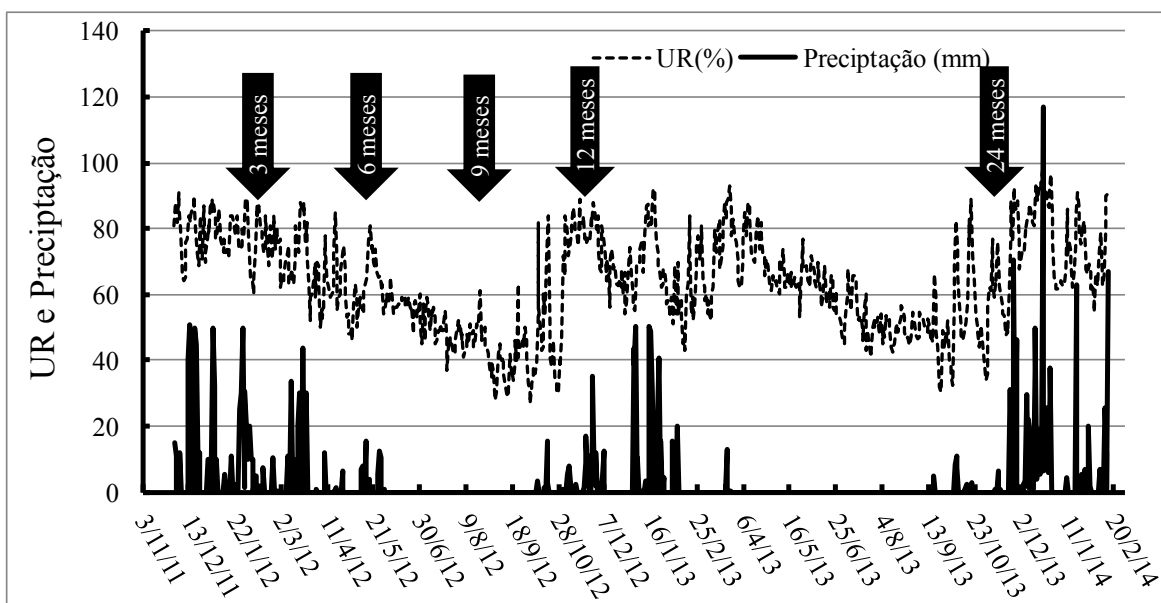


Figura 2 – Precipitação pluviométrica ocorridas na região de estudo durante o período de Dez/2011 a Fev/2014.

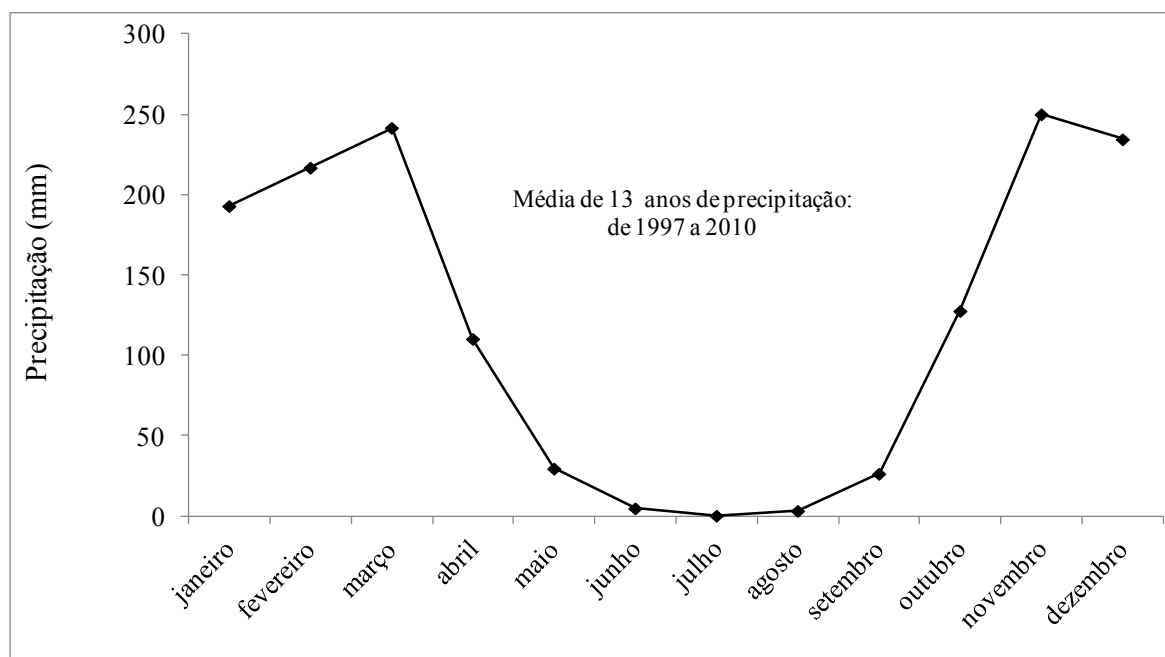


Figura 3 – Média mensal da precipitação pluviométrica ocorridas na região de estudo durante o período de Jan/1997 a Dez/2010 (dos últimos 13 anos antes da implantação do experimento).

5.2. Delineamento experimental e descrição dos tratamentos

O experimento foi instalado em blocos ao acaso com 4 repetições, em esquema de parcelas subdivididas, contendo 4 adubações (parcelas) e 6

clones (subparcelas), num total de 16 parcelas e 96 subparcelas. Cada subparcela constitui-se de 36 plantas (6 linhas com 6 plantas em cada linha), espaçadas com 3,0 m entre linhas e 2,0 m entre plantas, totalizando uma área de 216 m² em cada, perfazendo um total de 2,07 ha. A área útil de cada parcela foi constituída por 16 plantas centrais, sendo que as outras 20 corresponderam à bordadura.

Foram selecionados e doados seis clones de eucalipto desenvolvidos pelo programa de melhoramento da empresa ArcelorMittal para condições climáticas semelhantes às encontradas em Luís Eduardo Magalhães, no Oeste da Bahia, sendo eles: AEC-056, AEC-144, AEC-220, AEC-224, AEC-103 e AEC-1528. O clone 1528 é um híbrido de polinização controlada *E. grandis* x *E. urophylla* e os outros são híbridos espontâneos de *E. urophylla*, obtidos de diferentes matrizes.

Foram realizadas medições de altura e diâmetro dos clones assim que eles chegaram à fazenda, sendo a altura e diâmetro médios para o Cl 056 = 30,2 cm e 3,1 mm, para o Cl 144 = 45,2 cm e 3,8 mm, para o Cl 220 = 39,8 cm e 3,6 mm, para o Cl 224 = 32,0 cm e 3,65 mm, para o Cl 103 = 29,7 cm e 3,2 mm e para o Cl 1528 = 34,1 cm e 3,4 mm, respectivamente.

Os tratamentos utilizados no experimento foram doses crescentes de K₂O para cada clone citado:

- D1: K natural do solo (sem adição de K₂O)
- D2: ½ da dose recomendada (30 kg ha⁻¹ de K₂O)
- D3: dose recomendada, (60 kg ha⁻¹ de K₂O)
- D4: o dobro da dose recomendada (120 kg ha⁻¹ de K₂O)

A necessidade de cada nutriente para a adubação, na dose recomendada, da área em estudo foi calculada conforme análise de solo (Tabelas 1 e 2) e recomendação de GONÇALVES et al. (1996). A dose recomendada foi: 60 kg ha⁻¹ de N, P₂O₅ e K₂O + calagem. As fontes de adubos utilizadas foram: sulfato de amônio (SA), super fosfato simples (SS), cloreto de potássio (KCl), sulfato de manganês, sulfato de zinco e ácido bórico. O método de aplicação dos adubos foi:

- N e K: aplicou-se 1/3 do recomendado no momento do plantio, 1/3 três meses após o plantio e 1/3 um ano após o plantio.
- P: aplicou-se 180 kg ha⁻¹ de super fosfato simples (SS) à lanço em área total antes do plantio como adubação de correção. Para o plantio foi aplicado 60 kg ha⁻¹ de P₂O₅ (334 Kg SS ha⁻¹) em covetas laterais na linha de plantio.

- Aplicou-se 1,25 kg ha⁻¹ de Mn, 1 kg ha⁻¹ de B e 1 kg ha⁻¹ de Zn de forma diluída em 200 litros de água, via trator logo após o plantio, em jato dirigido no solo.
- Aplicou-se 0,350 t ha⁻¹ de calcário dolomítico, a lanço em área total, dois meses antes da implantação do experimento.

Foram realizadas capinas química (à base de glifosato) e/ou manual após a implantação do experimento e até que o sombreamento diminuísse o estabelecimento e a competição com espécies invasoras. Também foi realizado controle de formigas cortadeiras com iscas formicidas (à base de sulfaramida) pré e pós-implantação.

5.3. Variáveis avaliadas

a. Análise química do solo: As amostras compostas foram obtidas pela homogeneização de amostras simples coletadas em 6 pontos dentro de cada parcela experimental, na linha de plantio onde foi realizada a adubação e na profundidade de 0-20 cm, com auxílio de um trado tipo “holandês”. As mesmas foram secas ao ar, peneiradas (malha de 2mm), homogeneizadas e submetidas às análises para caracterização química, para fins de fertilidade segundo Raij e Quaggio (1983). As análises foram realizadas aos 6, 12 e 24 meses após o plantio.

b. Avaliação do estado nutricional: foram coletadas folhas recém-maduras do terço superior das copas das plantas, nos 4 pontos cardeais, evitando-se coletar folhas muito novas ou em processo de senescência, aos 6, 12 e 24 meses após o plantio. As folhas, incluindo os pecíolos, foram lavadas, secas a 65 °C em estufas de ventilação forçada e moídas em moinho tipo Willey (peneira de 20 mesh). As análises químicas dos nutrientes contidos no material vegetal foram realizadas de acordo com a metodologia de Malavolta et al. (1997).

c. Variáveis fisiológicas das plantas: aos 24 meses após o plantio foi determinada, entre 9:00 e 11:30 h, a taxa de assimilação líquida de CO₂ (fotossíntese), condutância estomática (Cond), concentração intercelular de CO₂ (Ci) e taxa de transpiração (Trans), utilizando medidor portátil de fotossíntese de sistema aberto (IRGA - LI-6400 da LICOR). As medições foram feitas no limbo das folhas localizadas no terço inferior das copas das plantas (folhas velhas).

d. Intensidade da cor verde das folhas (expresso em unidade SPAD): foram realizadas medições com Clorofilog CFL 1030 aos 3, 12 e 24 meses após o plantio dos clones para averiguação da intensidade da cor verde das plantas, a fim de se determinar o Índice Relativo de Clorofila. Para isso, utilizou-se, aos 3 e 12 meses, as folhas recém-maduras do terço superior das copas das plantas e aos 24 meses as folhas localizadas no terço inferior das copas das plantas (folhas velhas).

e. Variáveis dendrométricas: foram realizadas medições de altura (h) e diâmetro das plantas aos 3, 6, 9, 12 e 24 meses após o plantio, acompanhadas de diagnose visual para melhor descrição do comportamento de crescimento de cada clone.

f. Produção volumétrica: Aos 24 meses após o plantio foi calculado o volume, que integra os valores de altura (h) e diâmetro, dos clones testados através da formula: $V = \pi (d/2)^2 h$, onde d = diâmetro.

5.4. Análise estatística dos dados

As médias dos dados entre os clones foram comparadas pelo teste de Tukey a 5% de confiança, quando o valor de F da análise de variância apresentou valor significativo. Os resultados das doses de potássio foram submetidos à análise de regressão com escolha do modelo de melhor ajuste, quando significativo até 5% de probabilidade.

6. RESULTADOS E DISCUSSÃO

6.1. Características químicas do solo

Analisou-se a fertilidade do solo aos 6, 12 e 24 meses após a instalação do experimento. Para Gava et al. (1997) ao se constatar o benefício de um adubo (no caso o K) não se deve considerar apenas seu efeito sobre a produtividade do plantio, mas também sobre a fertilidade do solo, a nutrição e a eficiência no uso dos recursos pelas plantas e as relações entre os nutrientes essenciais. É de extrema importância verificar possíveis relações do K com os outros nutrientes, pois há uma estreita relação entre ele, a taxa de crescimento e a taxa de acúmulo de nutrientes na biomassa, em várias espécies florestais (MILLER 1984, apud BATTIE-LACLAU, 2013) e em plantios comerciais de eucaliptos (GONÇALVES et al., 2004; LACLAU et al., 2009, apud BATTIE-LACLAU, 2013).

Os resultados da análise de fertilidade do solo realizada na camada 0-20 cm de profundidade, 6 meses após a instalação do experimento estão apresentados nas Tabelas 3 e 4, respectivamente. Neste período, verificou-se que, de uma forma geral, os teores de nutrientes do solo não variaram entre os cultivos com os diferentes clones de eucalipto, com exceção do P, K e Mg (Tabela 3).

Houve diferença na disponibilidade de P no solo entre as parcelas cultivadas com os seis clones. As parcelas com o Cl 220 apresentaram os maiores teores de P, indicando ser este o clone que extraiu P do solo em menor quantidade. A sequência dos clones que menos extraíram P para aqueles que mais extraíram foi: 220>144>103=1528>056>224 (Tabela 3).

Essas diferenças de disponibilidade de nutrientes de acordo com o tipo de clone cultivado também ocorreu para o K e Mg. As parcelas cultivadas com Cl 1528 apresentaram maior teor de K em comparação com as demais, ou seja, o Cl 1528 extraiu menor teor de K do solo neste período, enquanto que o Cl 220 foi aquele que mais extraiu K do solo. Já nas parcelas com o Cl 220 os teores deste elemento foram os menores. Para o Mg, os teores encontrados no solo cultivados com os clones 1528 e 224 foram significativamente maiores que os encontrados para o Cl 056 (Tabela 3).

Os resultados da análise de regressão (Tabela 4) mostraram efeito significativo das doses de K_2O testadas sobre os teores no solo de P, K, Ca e Mg. Os teores de K aumentaram de forma linear em função do aumento das doses de K_2O testadas. O teor de P também mostrou aumento quando se elevou a quantidade de K_2O aplicada, contudo esta resposta foi mais intensa até próximo a dose recomendada, e a partir desta até a máxima testada, os valores pouco se elevaram (Figura 4).

Para o Ca e Mg no solo, houve aumento dos teores em função do aumento da adubação com K até as doses de 65 e 36 $kg\ ha^{-1}$, respectivamente, e a partir desta dose até a dose de 120 $kg\ ha^{-1}$ os valores tenderam a diminuir (Figura 4). Tisdale et al. (1993) relataram que os cátions Ca e Mg competem com o K para a absorção pela raiz e Malavolta (2006) explicou que, por esse motivo, a disponibilidade do potássio é de certo modo mais dependente de sua concentração em relação à do Ca e Mg do que da quantidade absoluta de K presente. Neste caso, o teor limite de K no solo para que houvesse absorção de outro cátion que compete pelo mesmo sítio de absorção foi menor para o Mg do que para o Ca que ficou em torno da dose recomendada de K para a cultura. Daí a importância da relação K:Ca e K:Mg na absorção pela planta.

Conforme Marschner (1995), em teores equilibrados no solo e na solução do solo, os canais de magnésio, potássio e cálcio da planta podem abrir e os íons entram passivamente na célula. O problema é que eles não são seletivos e, assim, pode entrar Ca e Mg nos canais de K e vice-versa. Por isso, é importante que estes três nutrientes estejam em quantidades equilibradas no solo, pois o excesso de um deles poderá prejudicar a absorção dos outros, e com isso prejudicar o desempenho produtivo das espécies vegetais.

Tabela 3. Análise química do solo na profundidade de 0-20cm, realizada aos 6 meses após aplicação dos tratamentos com seis clones de Eucalipto.

Clones	pH	MO	P _{res}	S	Al ⁺³	H+Al	K ⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺	SB	CTC	V%	B	Cu	Fe	Mn	Zn
	CaCl ₂	g/dm ³	- mg/dm ³ -					mmol/dm ³							mg/dm ³		
220	4,7	23,7	27,4 a	9,9	1,1	36,6	0,8c	19,4	6,8ab	26,5	65,0	41,3	0,35	0,31	102,5	1,1	1,3
224	4,7	21,8	13,2 e	8,6	0,6	34,3	1,0ab	19,3	8,0a	26,9	65,2	41,6	0,31	0,41	96,5	1,0	2,1
103	4,7	23,3	22,7 c	8,3	1,0	35,3	0,9bc	19,1	6,8ab	30,1	68,7	43,2	0,37	0,31	102,9	1,4	1,9
144	4,8	22,6	25,5b	9,9	0,8	34,1	0,9bc	20,5	6,8ab	27,9	64,3	43,8	0,37	0,33	91,1	1,1	1,5
056	4,8	22,3	20,3d	8,9	0,5	32,7	0,9bc	19,4	6,3b	28,0	65,1	43,6	0,35	0,31	94,5	1,3	1,5
1528	4,8	22,6	22,0 c	8,5	0,6	32,3	1,1a	20,3	8,2a	28,5	61,9	46,3	0,31	0,40	88,1	1,2	1,8
CV₁%	3,6	24,6	4,7	23,6	91,4	20,7	11,1	11,7	19,1	18,0	20,3	17,9	14,8	34,2	16,9	19,7	28,6
CV₂%	4,7	18,5	5,2	23,7	94,0	19,4	13,9	20,4	24,9	27,2	14,6	25,9	15,6	40,8	18,4	21,7	21,8
F_{interação}	ns	ns	**	ns	ns	ns	**	*	*	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns

**, * e ns = significativo a 1%, 5% e não significativo pelo teste de Tukey, respectivamente. CV₁: para clone e CV₂: para dose

Tabela 4. Análise química do solo na profundidade 0-20cm, realizada aos 6 meses após aplicação dos tratamentos, em função das doses de K₂O aplicadas no solo.

Dose K ₂ O (Kg ha ⁻¹)	pH	MO	P _{res}	S	Al ⁺³	H+Al	K ⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺	SB	CTC	V%	B	Cu	Fe	Mn	Zn
	CaCl ₂	g/dm ³	- mg/dm ³ -					mmol/dm ³							mg/dm ³		
0	4,8	22,6	16,0	8,7	0,6	33,9	0,84	18,2	5,9	25,8	61,9	41,5	0,3	0,4	91,5	1,2	1,6
30	4,8	23,6	15,5	8,5	0,5	33,3	0,86	21,4	7,7	30,0	65,9	46,4	0,3	0,3	90,0	1,0	1,5
60	4,8	23,6	28,8	9,4	0,8	36,0	0,92	19,9	6,8	28,3	69,0	41,2	0,4	0,4	106,9	1,5	2,5
120	4,7	21,0	28,0	9,8	0,9	33,9	1,20	19,6	6,5	27,9	63,2	44,2	0,4	0,3	96,0	1,0	1,3
F	ns	ns	**	ns	ns	ns	**	*	*	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns

**, * e ns = significativo a 1%, 5% e não significativo pelo teste de Tukey, respectivamente.

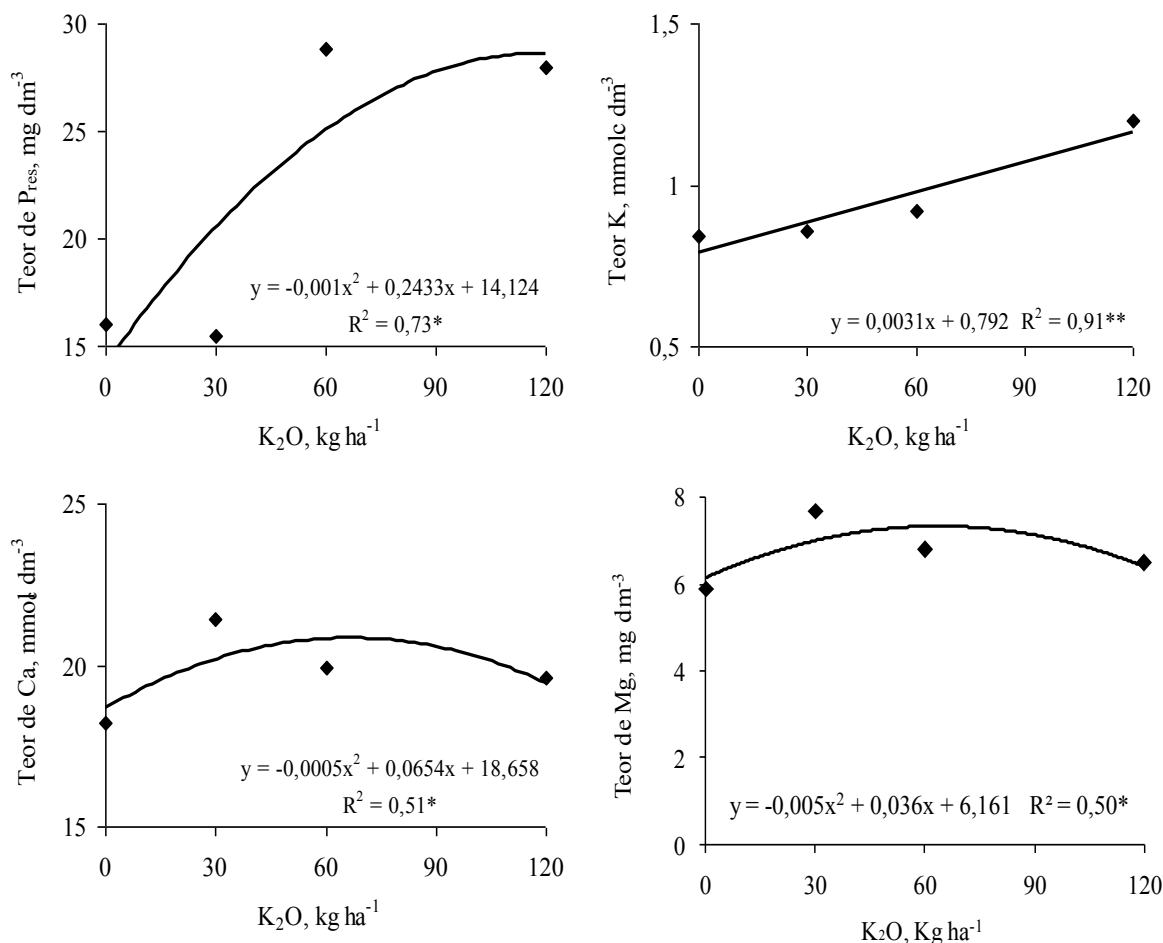


Figura 4. Teores de nutrientes no solo, na profundidade 0-20 cm, em função das doses de K testadas, aos 6 meses de idade. ******Significativo a 1% de probabilidade. ***** Significativo a 5% de probabilidade.

Houve interação dos fatores estudados quando se analisou os teores químicos do solo na profundidade 0-20 cm aos 6 meses de idade (Figura 5), sendo que as equações que estimam os teores de nutrientes no solo estão apresentadas na Tabela 5.

De uma forma geral, os teores de P do solo cultivado com os diferentes clones tenderam ao aumento em função do aumento da dose de K_2O aplicadas, porém, para o Cl 1528 os valores tenderam a diminuir a partir da dose de $60\ kg\ ha^{-1}$ até a dose máxima estudada (Figura 5). Para os Cl 056, 144 e 1528 o comportamento foi quadrático, enquanto que para os Cl 103, 220 e 224 a resposta foi linear. Houve grande variação do teor de

P no solo cultivado com os diferentes clones, mas o que se destaca é o menor teor no tratamento com o Cl 224 (Figura 5).

Para os teores de K no solo houve tendência de aumento em função do aumento das doses de K_2O testadas para todos os clones, com exceção do Cl 056 que não apresentou efeito significativo. Esta resposta de aumento foi mais expressiva entre as doses de 60 e 120 kg ha⁻¹ de K_2O . Até a dose recomendada não existiu diferença entre os clones, porém na maior dose testada as parcelas cultivadas com os Cl 1528, 224 e 103 apresentaram maior teor de K no solo do que naquelas com o Cl 056 (Figura 5).

Não houve efeito significativo do teor de Ca no solo para os Cl 1528, 220 e 224. Para os Cl 056, 103 e 144 houve aumento do teor de Ca em função do aumento das doses de K_2O testadas até próximo à dose recomendada (60 kg ha⁻¹ de K_2O) e a partir desta até a dose máxima de 120 kg ha⁻¹ de K_2O os teores de Ca no solo tenderam a diminuir. Não houve diferença entre os clones quanto ao teor de Ca no solo, aos 6 meses de idade, na profundidade de 0-20 cm em nenhuma das doses de K_2O testadas (Figura 5).

Para o teor de Mg no solo não houve efeito de dose para os Cl 056, 144 e 220. No entanto, tais teores aumentaram linearmente nas parcelas com os Cl 1528 e 224. Para o Cl 103 os teores de Mg no solo pouco se alteraram das doses de 0 a 60 kg ha⁻¹ de K_2O , mas desta até a máxima dose testada (120 kg ha⁻¹ de K_2O) os teores tenderam a aumentar. Na dose 0 e 60 kg ha⁻¹ de K_2O não houve diferença entre os clones estudados, porém nas doses de 30 e 120 kg ha⁻¹ de K_2O as parcelas com o Cl 1528 apresentaram maior teor de Mg do que nas parcelas com os Cl 224 e 103 e 144 e 056, respectivamente (Figura 5).

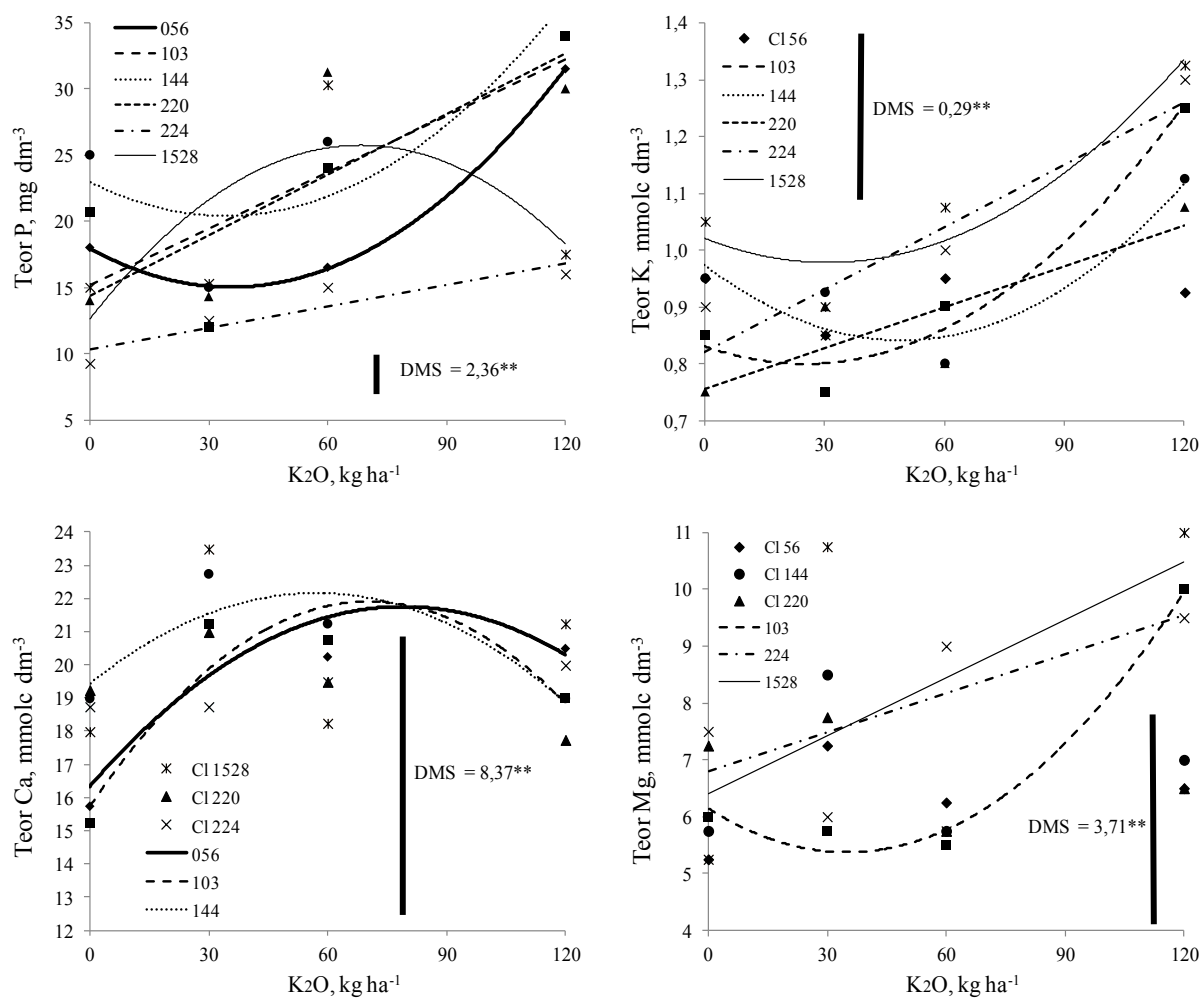


Figura 5. Interação dos clones com as doses de K_2O testados para os teores de P, K, Ca e Mg no solo na profundidade 0-20 cm, aos 6 meses de idade. **Significativo a 1% de probabilidade. ns = não significativo.

Tabela 5. Equações para estimar os teores de nutrientes no solo, na profundidade 0-20 cm, cultivado com seis clones de *Eucalyptus* submetidos à doses de K₂O, em Luís Eduardo Magalhães, BA, 6 meses após o plantio.

Clones	Equações	R ²	Equações	R ²
	K		P	
056	Não significativo	-----	$y = 0,0023x^2 - 0,1643x + 17,959$	0,99**
103	$y = 5E-05x^2 - 0,0025x + 0,8309$	0,97**	$y = 0,142x + 15,22$	0,64**
144	$y = 5E-05x^2 - 0,0054x + 0,9739$	0,87**	$y = 0,0022x^2 - 0,1492x + 22,955$	0,77**
220	$y = 0,0024x + 0,755$	0,74**	$y = 0,1527x + 14,37$	0,68**
224	$y = 0,0037x + 0,82$	0,88**	$y = 0,054x + 10,35$	0,85**
1528	$y = 4E-05x^2 - 0,0028x + 1,0207$	0,89**	$y = -0,0028x^2 + 0,3838x + 12,63$	0,57**
	Mg		Ca	
056	Não significativo		$y = -0,0009x^2 + 0,1368x + 16,343$	0,77**
103	$y = 0,0006x^2 - 0,0439x + 6,1364$	0,98**	$y = -0,0012x^2 + 0,1748x + 15,761$	0,86**
144	Não significativo	-----	$y = -0,0008x^2 + 0,095x + 19,4$	0,76**
220	Não significativo	-----	Não significativo	-----
224	$y = 0,0229x + 6,8$	0,55**	Não significativo	-----
1528	$y = 0,034x + 6,4$	0,31**	Não significativo	-----

Ao se analisar os teores químicos na profundidade 21-40 cm do solo seis meses após a instalação do experimento (Tabelas 6 e 7) verificou-se comportamento dos nutrientes no solo semelhante aos encontrados na camada de 0-20 cm de profundidade, porém com teores de nutrientes menores. Tal fato não ocorreu para o S que apresentou os mesmos teores que na camada 0-20 cm e para o Al⁺³ que aumentou de 0,7 para 3,0.

Na profundidade de 21-40 cm houve diferença entre os clones nos teores de P e K do solo, como ocorrido na profundidade 0-20cm. Este comportamento também se repetiu para os micronutrientes B, Cu, Mn e Zn na profundidade de 20-40 cm (Tabela 6). As parcelas com os Cl 056 e 220 apresentaram menores teores de P que as parcelas com os demais clones. Para o K, as parcelas com o Cl 1528 apresentaram maior teor no solo do que as demais. O teor de B foi maior nas parcelas com o Cl 144 do que nas parcelas com os Cl 056 e 220. O solo das parcelas com o Cl 1528 apresentaram maior teor de Cu e Zn do que o solo com os demais clones. Para o Mn as parcelas com o Cl 224 apresentou o menor teor do micronutriente em relação aos demais.

Para esta profundidade (21- 40 cm), houve efeito das doses de K₂O testadas somente para o K (Tabela 7).

Tabela 6. Análise química do solo na profundidade 21-40 cm, realizada aos 6 meses após aplicação dos tratamentos com seis clones de Eucalipto.

Clones	pH	MO	P _{res}	S	Al ³⁺	H+Al	K ⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺	SB	CTC	V%	B	Cu	Fe	Mn	Zn
	CaCl ₂	g/dm ³	--mg/dm ³ --														
220	4,4	16,8	9,3c	11,2	3,2	35,2	0,7b	16,9	4,0	21,9	57,1	38,3	0,54b	0,2b	102,7	0,7a	1,1b
224	4,3	15,2	11,8ab	10,4	3,1	35,2	0,6b	14,8	3,5	19,0	54,2	35,3	0,59ab	0,2b	88,4	0,5c	1,1b
103	4,4	14,4	14,3a	12,7	2,9	34,8	0,7b	18,5	3,8	23,2	58,0	39,6	0,54b	0,3b	98,2	0,6b	1,0b
144	4,4	15,5	11,2ab	13,0	2,6	33,8	0,7b	18,2	3,9	22,9	56,7	39,6	0,63a	0,3b	88,3	0,7a	1,0b
056	4,4	15,3	8,1c	10,8	2,8	34,8	0,6b	16,8	4,2	21,7	56,4	38,1	0,52b	0,2b	98,7	0,7a	1,1b
1528	4,4	22,6	11,6ab	11,9	2,5	33,0	0,8a	17,1	4,0	22,2	55,2	40,4	0,56ab	0,4a	94,6	0,6b	1,4a
CV₁%	3,0	22,7	25,8	37,7	24,8	24,1	13,8	19,2	34,5	19,1	19,0	15,1	11,5	15,5	24,7	11,3	12,1
CV₂%	5,9	17,5	21,4	45,9	27,3	21,9	15,2	27,7	47,7	27,6	16,0	21,4	14,0	24,5	23,9	9,3	11,2
F_{interação}	ns	ns	ns	ns	Ns	ns	**	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns

**, * e ns = significativo a 1%, 5% e não significativo pelo teste de Tukey, respectivamente. CV₁: para clone e CV₂: para dose

Tabela 7. Análise química do solo, na profundidade 20-40 cm, realizada 6 meses após aplicação dos tratamentos, em função das doses de K₂O aplicadas no solo.

Dose K ₂ O (Kg ha ⁻¹)	pH	MO	P _{res}	S	Al ³⁺	H+Al	K ⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺	SB	CTC	V%	B	Cu	Fe	Mn	Zn
	CaCl ₂	g/dm ³	- mg/dm ³ -														
0	4,4	15,6	12,0	10,0	3,4	33,6	0,5	17,2	3,7	21,9	55,1	38,1	0,5	0,2	91,2	0,6	0,9
30	4,4	15,5	11,0	10,0	2,2	34,0	0,6	17,5	4,6	22,7	56,7	40,0	0,5	0,2	90,0	0,6	0,9
60	4,4	15,4	10,0	12,0	3,2	35,7	0,8	16,5	3,6	20,8	56,4	38,0	0,6	0,3	105,4	0,7	1,7
120	4,4	14,9	11,2	14,6	2,6	34,5	0,9	17,2	3,7	22,2	56,7	40,0	0,6	0,3	94,1	0,6	0,9
F	ns	ns	ns	ns	Ns	ns	L**	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns

**, * e ns = significativo a 1%, 5% e não significativo pelo teste de Tukey, respectivamente.

De acordo com os resultados obtidos, ao se analisar o efeito de doses ocorrido na profundidade 21- 40 cm, verifica-se que houve aumento linear do teor de K no solo em função do aumento das doses de K_2O testadas (Figura 6).

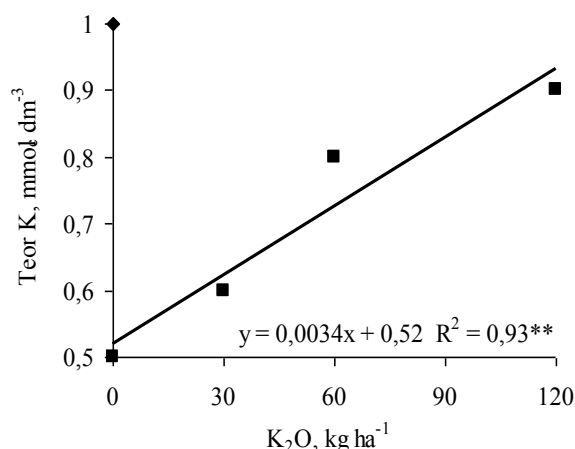


Figura 6. Teor de potássio no solo, na profundidade 21-40 cm, em função das doses de K_2O testadas, aos 6 meses de idade. **Significativo a 1% de probabilidade.

Aos 6 meses após a implantação do experimento e na profundidade 21-40 cm houve interação dos fatores estudados somente para o K (Tabela 7) O gráfico da interação pode ser visualizado na figura 7 e as equações que estimam os teores de nutrientes no solo estão apresentadas na Tabela 8.

Nesta profundidade o teor de K aumentou linearmente nas parcelas cultivadas com os Cl 056, 103, 144, 220 e 1528 conforme o aumento das doses de K_2O aplicadas no solo. O aumento do teor de K nas parcelas com o Cl 224 ocorreu de forma quadrática, mostrando que a dose de K_2O que proporcionou o maior teor de K no solo foi a de $75\ kg\ ha^{-1}$. Na maior dose testada ($120\ kg\ ha^{-1}$ de K_2O) houve diferença entre os clones estudados, mostrando que o teor de K no solo é maior nas parcelas cultivadas com Cl 1528 do que nas cultivada com os demais clones.

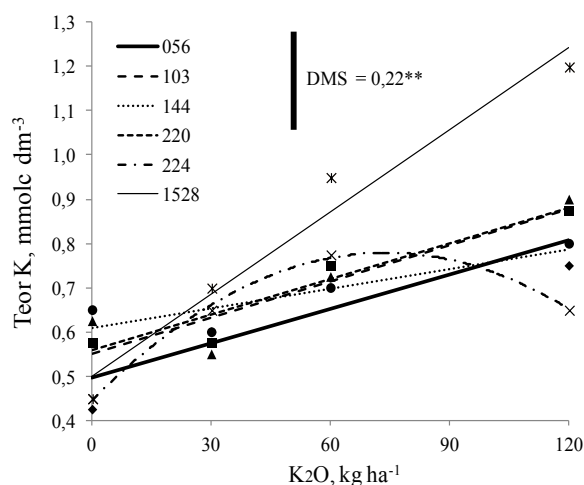


Figura 7. Interação dos clones com as doses de K_2O testados para os teores de K no solo na profundidade 21-40 cm, aos 6 meses de idade. **Significativo a 1% de probabilidade.

Tabela 8. Equações para estimar os teores de nutrientes no solo, na profundidade 21-40 cm, cultivado com seis clones de *Eucalyptus* submetidos à doses de K_2O , em Luís Eduardo Magalhães, BA, 6 meses após o plantio.

Clones	Equações	R^2
	K	
056	$y = 0,0026x + 0,495$	0,74**
103	$y = 0,0027x + 0,55$	0,92**
144	$y = 0,0015x + 0,61$	0,79**
220	$y = 0,0027x + 0,56$	0,82**
224	$y = -6E-05x^2 + 0,009x + 0,4459$	0,99**
1528	$y = 0,0062x + 0,5$	0,97**

Na análise química de solo realizada 12 meses após a implantação do experimento, na profundidade 0-20 cm, apenas o P e o Mn apresentaram diferentes teores em relação aos clones testados (Tabela 9). Para o teor de P as parcelas cultivadas com o Cl 144 apresentaram maiores teores do nutriente que as parcelas com o Cl 1528. Para o Mn, as parcelas com o Cl 144 apresentaram maiores teores do micronutriente que as demais, com exceção das parcelas cultivadas com o Cl 224.

Neste período, ao se analisar o teor dos nutrientes com relação às doses testadas, nenhum deles sofreu influência da adição das doses de K_2O no solo (Tabela 10) e também não ocorreu interação dos fatores estudados (Tabela 9). Após a coleta de solo para análise química de 24 meses, fez-se a última parcela da adubação prevista para o ensaio.

Tabela 9. Análise química do solo, na profundidade 0-20 cm, realizada 12 meses após aplicação dos tratamentos com seis clones de Eucalipto.

Clones	pH	MO	P _{res}	S	Al ³⁺	H+Al	K ⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺	SB	CTC	V%	B	Cu	Fe	Mn	Zn
	CaCl ₂	g/dm ³	--mg/dm ³ --														
220	4,6	19,8	8,0ab	5,0	1,1	32,7	0,8	18,4	5,8	24,9	57,6	43,2	0,33	0,4	97,5	0,9b	0,9
224	4,7	19,7	9,6ab	5,3	0,8	31,8	0,8	20,4	7,1	28,3	61,3	46,6	0,31	0,4	92,7	1,0ab	0,8
103	4,7	19,5	9,1ab	5,7	1,0	30,6	0,8	18,0	6,0	24,8	56,5	43,4	0,31	0,4	96,4	0,8b	0,8
144	4,7	20,3	10,9a	6,5	1,1	33,7	0,8	19,2	6,8	26,7	61,0	43,0	0,33	0,3	102,6	1,1 a	0,9
056	4,6	19,2	8,7ab	5,8	1,1	31,7	0,7	17,2	6,3	24,2	57,7	42,6	0,32	0,3	103,2	0,9b	0,8
1528	4,7	20,7	7,5b	5,3	1,0	31,4	0,8	19,2	7,0	27,0	60,5	44,3	0,32	0,4	91,3	0,9b	0,9
CV₁%	4,1	26,9	31,8	32,6	25,5	15,3	14,7	32,9	26,0	27,8	25,1	17,6	14,1	24,3	11,7	12,7	15,1
CV₂%	5,3	21,4	29,3	22,5	22,9	17,1	18,9	31,0	22,9	25,8	16,8	21,7	18,6	23,5	12,7	19,7	16,4
F_{interação}	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns

ns = significativo pelo teste de Tukey.

Tabela 10. Análise química do solo, na profundidade 0-20 cm, realizada 12 meses após aplicação dos tratamentos, em função das doses de K₂O aplicadas no solo.

Dose K ₂ O (Kg ha ⁻¹)	pH	MO	P _{res}	S	Al ³⁺	H+Al	K ⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺	SB	CTC	V%	B	Cu	Fe	Mn	Zn
	CaCl ₂	g/dm ³	- mg/dm ³ -														
0	4,7	18,9	8,9	5,6	0,9	30,4	0,7	17,6	6,5	24,8	57,4	43,1	0,3	0,4	90,4	0,8	0,7
30	4,6	20,8	8,6	5,6	1,1	33,4	0,8	19,2	6,4	26,4	60,7	42,9	0,3	0,3	96,1	0,8	0,8
60	4,7	18,9	8,8	5,6	1,2	32,6	0,8	18,5	6,8	26,1	59,1	44,1	0,3	0,4	103,2	1,0	0,8
120	4,7	20,8	9,5	5,6	0,9	31,5	0,8	19,7	6,3	26,7	59,2	45,3	0,3	0,4	99,5	1,0	1,0
F	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns

ns = significativo pelo teste de Tukey, respectivamente.

A análise das características químicas do solo realizada 24 meses após a instalação do experimento revela que apenas o S, o Mg e a CTC apresentaram diferenças em relação aos clones testados (Tabela 11) e que houve efeito das doses de K_2O testadas para os teores de MO, Ca e Fe e também para a CTC (Tabela 12).

O solo das parcelas com o Cl 224 apresentou maior teor de S, enquanto que os solos das parcelas com o Cl 1528 apresentaram os menores teores de S, não se diferenciando, porém, das parcelas com os outros clones testados. Os valores de CTC foram maiores nos solos das parcelas com os clones 220, 224, 144 e 056 do que nas parcelas com os clones 1528 e 103 (Tabela 11).

O teor de MO, a CTC e o teor de Fe aumentaram no solo com o aumento das doses de K_2O testadas até próximo a dose de 60 kg ha^{-1} e a partir desta dose até a de 120 kg ha^{-1} houve tendência de diminuição dos teores (Figura 8).

De forma geral, o teor de Ca do solo diminuiu conforme o aumento das doses de K_2O testados (Figura 8), devido possivelmente à competição K:Ca.

Tabela 11. Análise química do solo, na profundidade 0-20 cm, realizada 24 meses após aplicação dos tratamentos com seis clones de Eucalipto.

Clones	pH	MO	P _{res}	S	Al ⁺³	H+Al	K ⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺	SB	CTC	V%	B	Cu	Fe	Mn	Zn
	CaCl ₂	g/dm ³	--mg/dm ³ --														
220	4,6	19,4	16,7	4,6ab	1,4	43,7	0,2	18,9	9,3a	27,9	72,0a	41,0	0,39	1,2	46,4	0,6	1,2
224	4,3	18,9	24,9	5,4a	2,1	46,0	0,2	16,2	5,5b	23,2	70,2a	32,6	0,41	1,3	47,5	0,8	1,2
103	4,6	18,3	24,6	4,7ab	1,2	38,8	0,2	19,6	7,2ab	23,4	64,8b	40,9	0,40	1,2	46,7	0,6	1,2
144	4,4	18,0	24,0	5,1ab	2,2	46,0	0,2	16,7	5,7b	23,6	69,6a	32,7	0,43	1,2	51,0	0,6	1,1
056	4,5	19,3	24,1	4,8ab	1,8	41,2	0,2	18,5	5,7b	23,7	71,0a	34,6	0,41	1,2	47,1	0,7	1,2
1528	4,3	17,8	20,9	4,5b	1,9	44,3	0,2	16,2	6,2b	23,7	64,6b	34,2	0,43	1,0	46,8	0,7	1,0
CV₁%	7,1	12,1	44,1	16,6	29,5	13,0	28,3	32,5	34,0	18,5	5,3	26,1	17,2	24,3	14,8	37,1	34,1
CV₂%	5,9	12,2	46,0	14,8	32,1	19,2	21,1	27,1	31,1	14,2	7,0	17,4	19,5	23,5	12,0	43,2	24,8
F_{interação}	ns	ns	ns	*	ns	ns	ns	ns	*	ns	**	ns	ns	ns	*	ns	ns

ns = significativo pelo teste de Tukey.

Tabela 12. Análise química do solo, na profundidade 0-20 cm, realizada 24 meses após aplicação dos tratamentos, em função das doses de K₂O aplicadas no solo.

Dose K ₂ O (Kg ha ⁻¹)	pH	MO	P _{res}	S	Al ⁺³	H+Al	K ⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺	SB	CTC	V%	B	Cu	Fe	Mn	Zn
	CaCl ₂	g/dm ³	- mg/dm ³ -														
0	4,5	17,5	25,5	5,0	1,9	45,9	0,2	17,4	6,2	23,5	68,2	34,4	0,4	1,3	46,6	0,6	1,2
30	4,5	20,5	23,0	4,8	1,7	47,1	0,2	20,4	7,3	25,8	71,3	37,9	0,4	1,1	48,3	0,6	1,2
60	4,5	18,8	17,7	5,0	1,5	38,6	0,2	16,9	6,7	22,6	70,1	35,4	0,4	1,1	47,9	0,8	1,1
120	4,4	17,7	14,0	4,7	1,9	41,7	0,3	15,9	6,3	25,1	65,2	36,3	0,4	1,2	47,5	0,6	1,0
F	ns	**	ns	ns	ns	ns	ns	*	ns	ns	**	ns	ns	ns	*	ns	ns

ns = significativo pelo teste de Tukey, respectivamente.

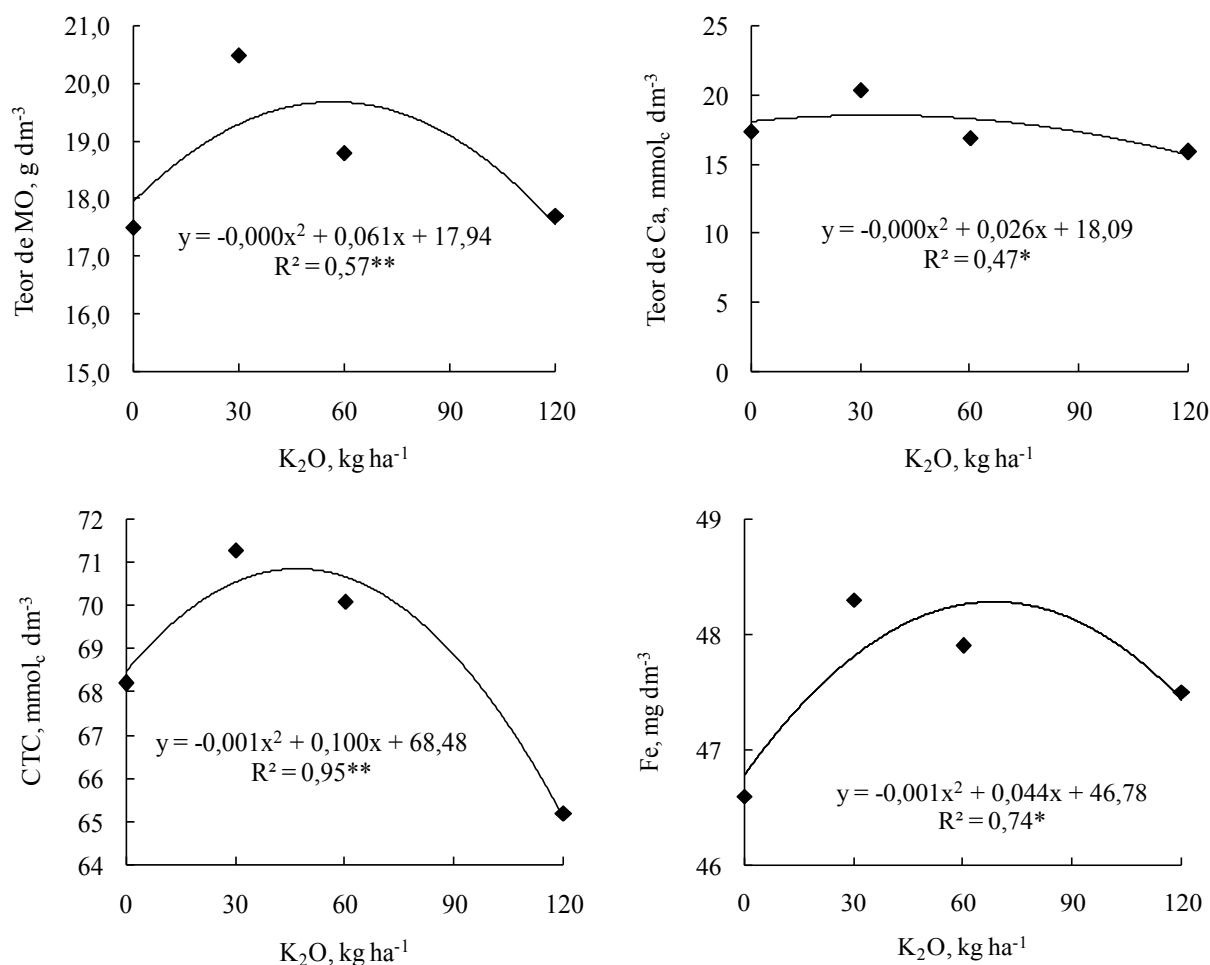


Figura 8. Teores de nutrientes no solo, na profundidade 0-20 cm, em função das doses de K testadas, aos 24 meses de idade. **Significativo a 1% de probabilidade. * Significativo a 5% de probabilidade. ns = não significativo.

Houve interação dos fatores estudados para Mg, SB, Fe e CTC no solo coletado na profundidade 0-20 cm aos 24 meses após o plantio (Tabela 11) e esta interação está representada na Figura 9. As equações dos gráficos de interação que estimam os teores de potássio no solo estão apresentadas na Tabela 13.

Para as parcelas cultivadas com o Cl 220 houve diminuição do teor de Mg conforme o aumento das doses de K₂O testadas no solo, de forma linear. Já nas parcelas cultivadas com o Cl 056 houve aumento linear do teor de Mg, ou seja, com o aumento das

doses de K_2O no solo aumentou-se o teor de Mg nas parcelas. Os resultados das parcelas cultivadas com os Cl 103, 224 e 1528 apresentaram comportamento quadrático, evidenciando aumento dos teores de Mg no solo até a aplicação da dose recomendada de K_2O para a cultura (60 kg ha^{-1}) e, a partir daí, ocorreu diminuição do teor de Mg no solo (Figura 9).

Para a soma de bases (SB), as parcelas cultivadas com os Cl 103 e 1528 tiveram seus valores aumentados linearmente conforme o aumento das doses de K_2O aplicadas no solo. O solo das parcelas cultivadas com os Cl 144 e 220 tiveram, de uma maneira geral, os valores da SB diminuídos em função do aumento das doses de K_2O testadas. Somente na dose sem aplicação de K_2O houve diferença entre os clones estudados, mostrando maior valor de SB no solo das parcelas cultivada com o Cl 220 quando comparada as demais (Figura 9).

O teor de Fe nas parcelas com os Cl 144, 224 e 220 aumentaram de forma linear com o aumento das doses de K_2O testadas no solo (Figura 9). Os teores obtidos no solo das parcelas com os Cl 056 e 1528 diminuíram com o aumento das doses de K_2O testadas. Nas doses de 60 e 120 kg ha^{-1} de K_2O os teores de Fe no solo cultivado com o Cl 144 foram maiores que no solo cultivado com os demais clones.

A CTC do solo também foi influenciada pela aplicação das doses de K_2O no solo e pelos clones estudados. A CTC nas parcelas com os Cl 056, 144, 220 e 1528 tenderam ao aumento até a dose recomendada (60 kg ha^{-1}) e a partir desta dose até a de 120 kg ha^{-1} de K_2O os valores tenderam a diminuir (Figura 9). Nas doses de 30 e 60 kg ha^{-1} de K_2O houve diferença entre os clones estudados mostrando menores valores de CTC nas parcelas cultivadas com o Cl 103 e 224 na dose de 30 kg ha^{-1} de K_2O , e menores valores para o Cl 103 e 056 na dose de 60 kg ha^{-1} de K_2O (Figura 9).

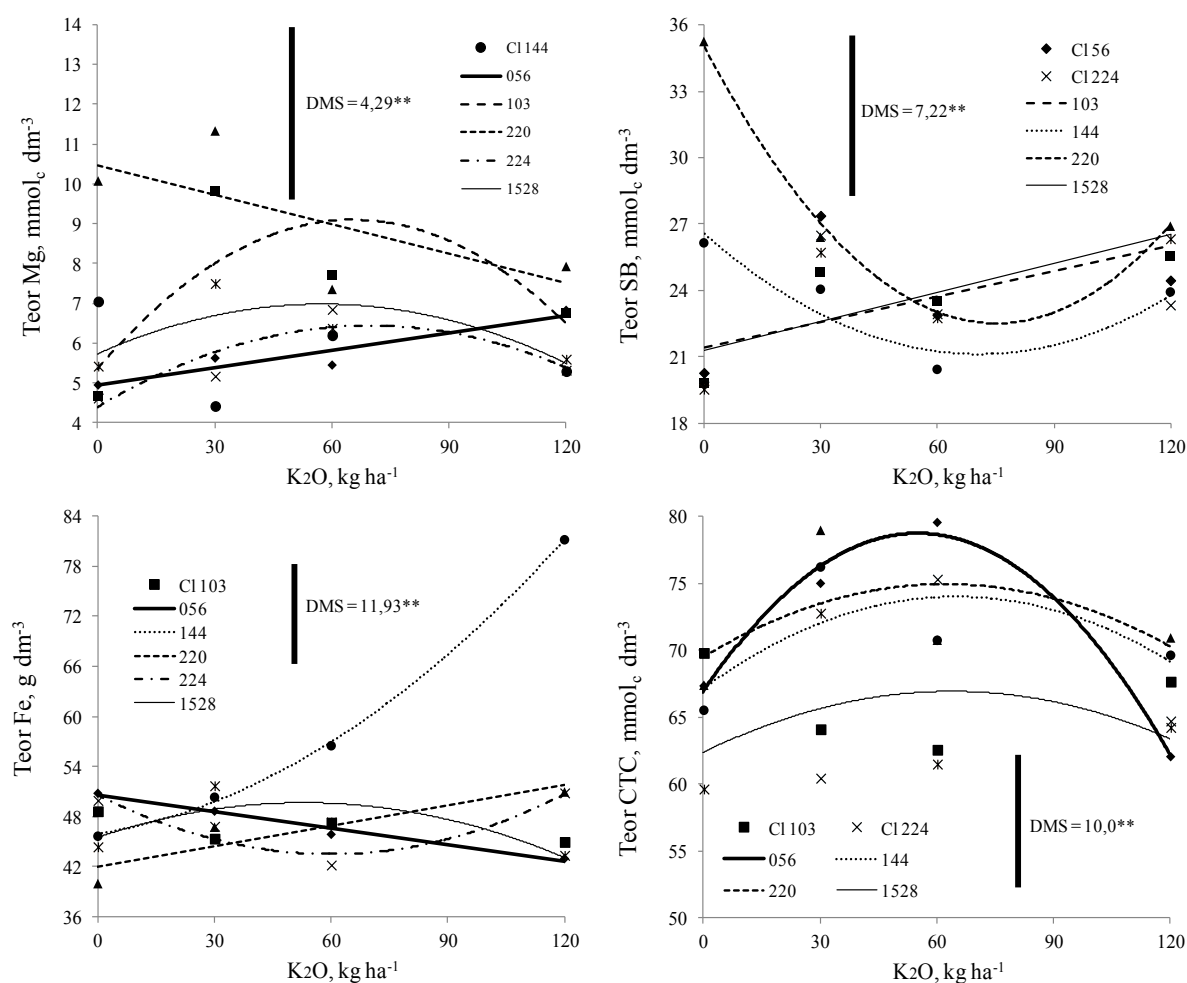


Figura 9. Interação dos clones com as doses de K_2O testados para os teores de Mg e Fe e para os valores de SB e CTC na profundidade 0-20 cm, aos 24 meses de idade.
 **Significativo a 1% de probabilidade. ns = não significativo.

Tabela 13. Equações para estimar os teores de nutrientes no solo cultivado com seis clones de *Eucalyptus* submetidos à doses de K₂O, em Luís Eduardo Magalhães, BA, aos 24 meses após o plantio.

Clones	Equações	R ²	Equações	R ²
	SB		Mg	
056	Não significativo	-----	$y = 0,0146x + 4,945$	0,89**
103	$y = 0,0383x + 21,393$	0,60**	$y = -0,0009x^2 + 0,114x + 5,3602$	0,58**
144	$y = 0,0011x^2 - 0,1536x + 26,538$	0,87**	Não significativo	-----
220	$y = 0,0022x^2 - 0,3322x + 34,987$	0,99**	$y = -0,0246x + 10,457$	0,46**
224	Não significativo	-----	$y = -0,0004x^2 + 0,0583x + 4,4$	0,77**
1528	$y = 0,0437x + 21,268$	0,51**	$y = -0,0004x^2 + 0,0436x + 5,728$	0,58**
	Fe		CTC	
056	$y = -0,0656x + 50,584$	0,98**	$y = -0,0039x^2 + 0,4306x + 66,896$	0,99**
103	Não significativo	-----	Não significativo	-----
144	$y = 0,0018x^2 + 0,0748x + 45,934$	0,99**	$y = -0,0016x^2 + 0,211x + 67,14$	0,47**
220	$y = 0,0815x + 41,964$	0,84**	$y = -0,0014x^2 + 0,1749x + 69,495$	0,28**
224	$y = 0,002x^2 - 0,2382x + 50,635$	0,90**	Não significativo	-----
1528	$y = -0,0015x^2 + 0,1559x + 45,542$	0,66**	$y = -0,0011x^2 + 0,1433x + 62,355$	0,13**

Frente aos resultados obtidos neste ensaio verifica-se que o Clone 1528 se destacou dentre os demais por apresentar nas análises de solo os maiores teores de K e Zn. Estas características podem dar melhor condição de fertilidade para o crescimento das plantas. É de fundamental importância compreender como os recursos de crescimento das plantas, principalmente água e nutrientes, regulam a produtividade das florestas plantadas, para subsidiar a aplicação de técnicas de manejo mais adequada ao crescimento do povoamento florestal (CHAVES et al., 2004). Os dados deste ensaio embasam informações para tomadas de decisões, pois mostram que cada clone testado tem uma particularidade em relação à absorção de nutriente do solo e, conseqüentemente, no desenvolvimento das plantas.

6.2 Características nutricionais das plantas

Verifica-se na análise química foliar realizada 6 meses após o plantio das mudas que houve variação entre os teores dos nutrientes na planta em função dos clones estudados, bem como em função das doses de K₂O testadas (Tabela 14 e 15).

Neste período verificou-se diferença no teor de nutrientes em

relação aos clones para os nutrientes N, Ca, Mg, S, B, Fe e Zn. Isto significa que cada material genético estudado absorve do solo diferentes quantidades de nutrientes para seu crescimento inicial. Segundo Barros et al, (1990) tal fato é devido a vasta diversidade ambiental encontrada na região de origem das espécies de *Eucalyptus*. Espera-se, portanto, que ocorra grande diferenciação quanto à eficiência de absorção e utilização dos nutrientes pelos materiais genéticos desta espécie, pois segundo o autor cada material genético tem habilidade diferenciada de uso de um ou de outro nutriente absorvido.

Quanto a variação no teor de Zn, Malavolta (2006) mostra que o KCl aumenta acentuadamente a absorção do Zn do sulfato pelas folhas do cafeeiro. Esta resposta também foi observada para o Eucalipto, sendo o Cl 1528 aquele que absorveu maior teor de Zn do solo quando comparado aos outros clones.

O clone 224 foi o que apresentou maior concentração de N foliar, tanto na análise química foliar realizada aos 6 meses (Tabela 14), quanto aos 12 meses (Tabela 17). Tal material genético apresentou baixo crescimento inicial (até 12 meses de idade), porém se destacou aos 24 meses, apresentando maior crescimento em diâmetro, junto com o Cl 1528 e o segundo maior crescimento em altura (Tabela 26). Os efeitos positivos da absorção e utilização de nitrogênio sob estresse hídrico é muito importante para o crescimento da planta, pois este nutriente afeta o particionamento de carbono ao acumular açúcares solúveis e, especialmente, de amido, que por sua vez, é determinante para o crescimento das folhas (RUFTY et al. 1993).

Tabela 14. Teores médios de macro e micronutrientes nas folhas 6 meses após aplicação dos tratamentos com seis clones de Eucalipto.

Clones	N	P	K	Ca	Mg	S	B	Cu	Fe	Mn	Zn
	g kg ⁻¹					mg kg ⁻¹					
220	20 b	1,6	5	8 b	3,9 bc	1,9 b	47 ab	5	123	59	18 b
224	23 a	1,5	6	8 b	3,7 c	2,1 a	47 ab	4	125	56	17 b
103	20 b	1,3	5	7 b	4,2 bc	1,9 b	55 a	4	128	61	18 b
144	21 b	1,6	5	8 b	4,4 ab	2,1 a	50 ab	4	134	67	19 b
056	21 b	1,3	5	5 c	2,6 d	1,9 b	41 b	4	108	48	19 b
1528	21 b	1,4	5	10 a	5,0 a	2,0 ab	54 a	5	111	66	25 a
CV ₁ %	7,7	24,8	22,7	21,0	14,3	9,4	23,0	21,0	21,9	41,1	17,7
CV ₂ %	9,7	25,9	17,7	22,3	15,8	10,3	22,8	26,7	22,2	40,2	17,7
F _{interação}	ns	ns	**	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns

** e ns = significativo a 1% e não significativo pelo teste de Tukey, respectivamente. CV₁: para clone e CV₂: para dose

Médias seguidas da mesma letra minúscula na coluna não diferem significativamente pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Médias seguidas da mesma letra maiúscula na linha não diferem significativamente pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Tabela 15. Teores médios de macro e micronutrientes nas folhas 6 meses após aplicação dos tratamentos, em função das doses de K₂O aplicadas no solo.

Dose K ₂ O (Kg há ⁻¹)	N	P	K	Ca	Mg	S	B	Cu	Fe	Mn	Zn
	g kg ⁻¹					mg kg ⁻¹					
0	21	1,4	4	8	4,0	2,0	51	4	120	60	18
30	20	1,4	5	8	4,0	2,0	47	5	110	58	19
60	22	1,6	5	8	4,0	2,0	52	4	130	70	21
120	22	1,5	6	8	3,8	2,0	45	4	122	51	20
F	ns	ns	**	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns

** e ns = significativo a 1% e não significativo pelo teste de Tukey, respectivamente.

Ao se analisar os resultados da análise química foliar realizada 6 meses após o plantio em função das doses de K_2O testadas, verifica-se que somente o teor de K foliar foi influenciado pelas doses de K_2O aplicados no solo (Tabela 15) de forma linear, ou seja, conforme se aumentou a dose de K_2O no solo, há um aumento nos teores foliares, (Figura 10). Apesar da importância das relações K:Ca e K:Mg na solução do solo, mencionadas por Malavolta (2006) e Marschner (1995), neste estudo não foi observado interferência sobre a absorção de Ca e Mg pela planta até a adição de 120 Kg ha^{-1} de K_2O no solo, no período avaliado.

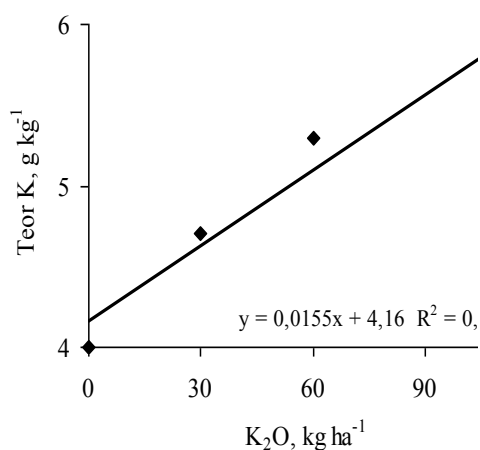


Figura 10. Teor de potássio foliar, em função das doses de K testadas, 6 meses após o plantio das mudas. **Significativo a 1% de probabilidade.

Houve interação das doses de K_2O testados com os clones estudados para o teor foliar de K, aos 6 meses após a implantação do experimento (Figura 11).

De uma forma geral, os teores de K foliar aumentaram em todos os clones testados, conforme o aumento das doses de K_2O aplicadas no solo. No entanto, os Cl 056 e 103 aumentaram de forma linear e os Cl 220, 224 e 1528 aumentaram com maior intensidade da dose zero até a de 60 Kg ha^{-1} de K_2O e desta última dose até 120 kg ha^{-1} de K_2O os acréscimos foram menos assentados. Não houve diferença entre os clones para nenhuma dose testada (Figura 11).

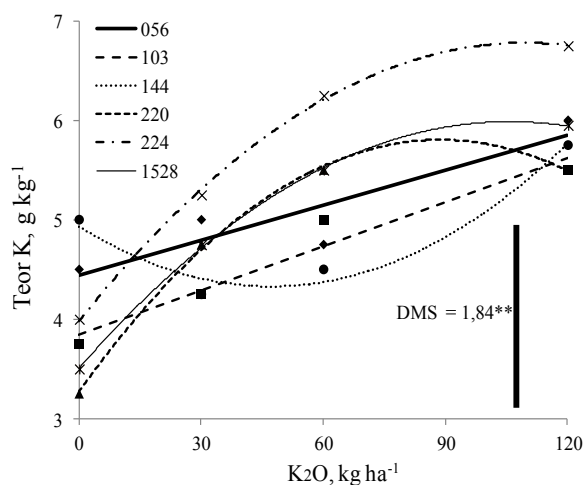


Figura 11. Interação dos clones com as doses de K_2O testados para os teores K nas plantas, aos 6 meses de idade. **Significativo a 1% de probabilidade. ns = não significativo.

As equações de regressão que estimam os teores de potássio foliar dos clones de *Eucalyptus*, sob diferentes doses de K_2O , aos 6 meses após o plantio, estão apresentadas na Tabela 16.

Tabela 16. Equações para estimar os teores de potássio (K_2O) foliares de seis clones de *Eucalyptus* submetidas à doses de K_2O , em Luís Eduardo Magalhães, BA, aos 6 meses após o plantio.

Clones	Equações	R^2
	K	
056	$y = 0,0117x + 4,45$	0,83**
103	$y = 0,0148x + 3,85$	0,95**
144	$y = 0,0003x^2 - 0,0256x + 4,9386$	0,97**
220	$y = -0,0003x^2 + 0,0572x + 3,2705$	0,99**
224	$y = -0,0002x^2 + 0,0512x + 3,9795$	0,99**
1528	$y = -0,0002x^2 + 0,0468x + 3,5123$	0,99**

Aos 12 meses após a implantação do experimento (início do 2º período chuvoso) verificou-se diferença no teor de nutrientes em relação aos clones para N, P, K, Ca, Mg, S, B, Cu e Zn (Tabela 17), mostrando praticamente o mesmo comportamento do obtido na análise realizada aos 6 meses (Tabela 14). Este fato intensifica a sugestão de que cada material genético estudado absorve do solo diferentes quantidades de nutrientes e

corroborar a explicação de Barros et al, (1990) sobre a diferenciação existente quanto à eficiência de absorção e utilização dos nutrientes pelos materiais genéticos da espécie *eucalyptus ssp.*

A análise química foliar realizada aos 12 meses após o plantio refletiu o comportamento das plantas que acabaram de passar pelo 1º período de seca, que ocorreu de março a meados de outubro (Figura 2). De uma forma geral, não houve representatividade nos resultados das plantas na época de seca devido à grande variabilidade e até inconsistência no comportamento dos clones em relação à absorção de nutrientes neste período. Tal fato ocorreu, possivelmente, devido à escassez de água no solo para que houvesse o transporte e absorção dos nutrientes pelas plantas.

A entrada de água na planta ocorre principalmente por meio da absorção radicular. É pelas raízes que a planta absorve água e sais minerais da solução do solo. As plantas absorvem água em toda a sua superfície, mas a maior parte do suprimento de água vem do solo (PAIVA e OLIVEIRA, 2006). A planta retira água do solo desde que o potencial hídrico das suas raízes mais finas seja mais negativo que o da solução do solo na rizosfera (LARCHER, 1995).

Com relação aos resultados obtidos no ensaio, verifica-se que para os macronutrientes, os Cl 056 e 224 apresentaram o maior teor de N, enquanto que o Cl 220 o menor teor. Os Cl 056 e 144 apresentaram maior teor de P, enquanto que o Cl 220 o menor teor. Os Cl 056 e 144 apresentaram o maior teor de K, enquanto que o Cl 1528 apresentou o menor teor. No entanto, para Ca e Mg o Cl 1528 apresentou o maior teor, enquanto que o Cl 056 apresentou o menor teor (Tabela 17), evidenciando mais uma vez a competição entre K, Ca e Mg. Os Cl 1528 e 103 apresentaram maior teor de S e o Cl 056 o menor teor.

Aos 12 meses após a implantação do ensaio os teores de nutrientes foliares estão dentro do esperado para a cultura (Tabela 17), pois segundo Malavolta et al. (2006) os níveis adequados de macronutrientes são: para o N = 21-23 g kg⁻¹, para o P = 1,3-1,4 g kg⁻¹, para o K = 9-10 g kg⁻¹, para o Ca = 5-6 g kg⁻¹, para o Mg = 2,5-3,0 g kg⁻¹, para o S = 1,5-2,5 g kg⁻¹ e de micronutriente são: para o B = 25-30 mg kg⁻¹, para o Cu = 7-10 mg kg⁻¹, para o Fe = 100-140 mg kg⁻¹ e para o Mn = 300-400 mg kg⁻¹.

De acordo com a análise dos nutrientes em função das doses de K₂O testadas verifica-se que houve efeito de doses para K, Fe, Mn e Zn (Tabela 18).

Tabela 17. Teores médios de macro e micronutrientes foliar aos 12 meses após aplicação dos tratamentos com seis clones de Eucalipto.

Clones	N	P	K	Ca	Mg	S	B	Cu	Fe	Mn	Zn
	g kg ⁻¹						mg kg ⁻¹				
220	18 c	1,5 c	4 c	10 bc	4,2 cd	1,8 ab	54 ab	5 b	173	115	21 b
224	21 a	1,5 c	5 b	12 b	4,7 bc	1,9 a	55 ab	4 c	163	94	19 b
103	19 bc	1,6 bc	5 b	11 bc	5,2 ab	1,7 b	56 a	6 a	183	98	17 c
144	20 ab	1,7 ab	6 a	10 bc	4,8 bc	1,8 ab	56 a	5 b	168	98	20 b
056	21 a	1,8 a	6 a	9,0 c	3,7 d	1,8 ab	52 b	4 c	181	93	19 b
1528	20 ab	1,6 bc	4 c	15 a	6,0 a	1,8 ab	57 a	6 a	155	106	24 a
CV₁%	6,4	8,6	12,7	17,5	14,6	5,7	6,3	8,9	15,1	18,7	9,4
CV₂%	6,1	11,0	11,7	15,3	14,1	6,5	5,2	13,1	14,8	15,7	10,7
F_{interação}	ns	ns	**	ns	ns	ns	ns	ns	**	**	**

**, * e ns = significativo a 1%, 5% e não significativo pelo teste de Tukey, respectivamente. CV₁: para clone e CV₂: para dose
Médias seguidas da mesma letra minúscula na coluna não diferem significativamente pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Tabela 18. Teores médios de macro e micronutrientes foliar aos 12 meses após aplicação dos tratamentos, em função das doses de K₂O aplicadas no solo.

Dose K ₂ O (Kg há ⁻¹)	N	P	K	Ca	Mg	S	B	Cu	Fe	Mn	Zn
	g kg ⁻¹						mg kg ⁻¹				
0	20	1,6	4	11	4,6	1,8	53	4	156	90	19
30	20	1,5	5	11	5,0	1,8	56	5	166	111	20
60	20	1,7	5	11	4,6	1,8	55	5	196	105	21
120	20	1,6	5	11	4,8	1,8	56	6	168	97	21
F	ns	ns	L**	ns	ns	ns	ns	ns	Q**	Q**	L*

**, * e ns = significativo a 1%, 5% e não significativo pelo teste de Tukey, respectivamente.

O estudo do efeito de dose realizado 12 meses após a implantação do experimento (Tabela 18) mostrou que os teores de K e Zn foliar foram influenciados de forma linear pelas doses de K_2O aplicados no solo, enquanto que os teores de Fe e Mn apresentaram comportamento quadrático (Figura 12).

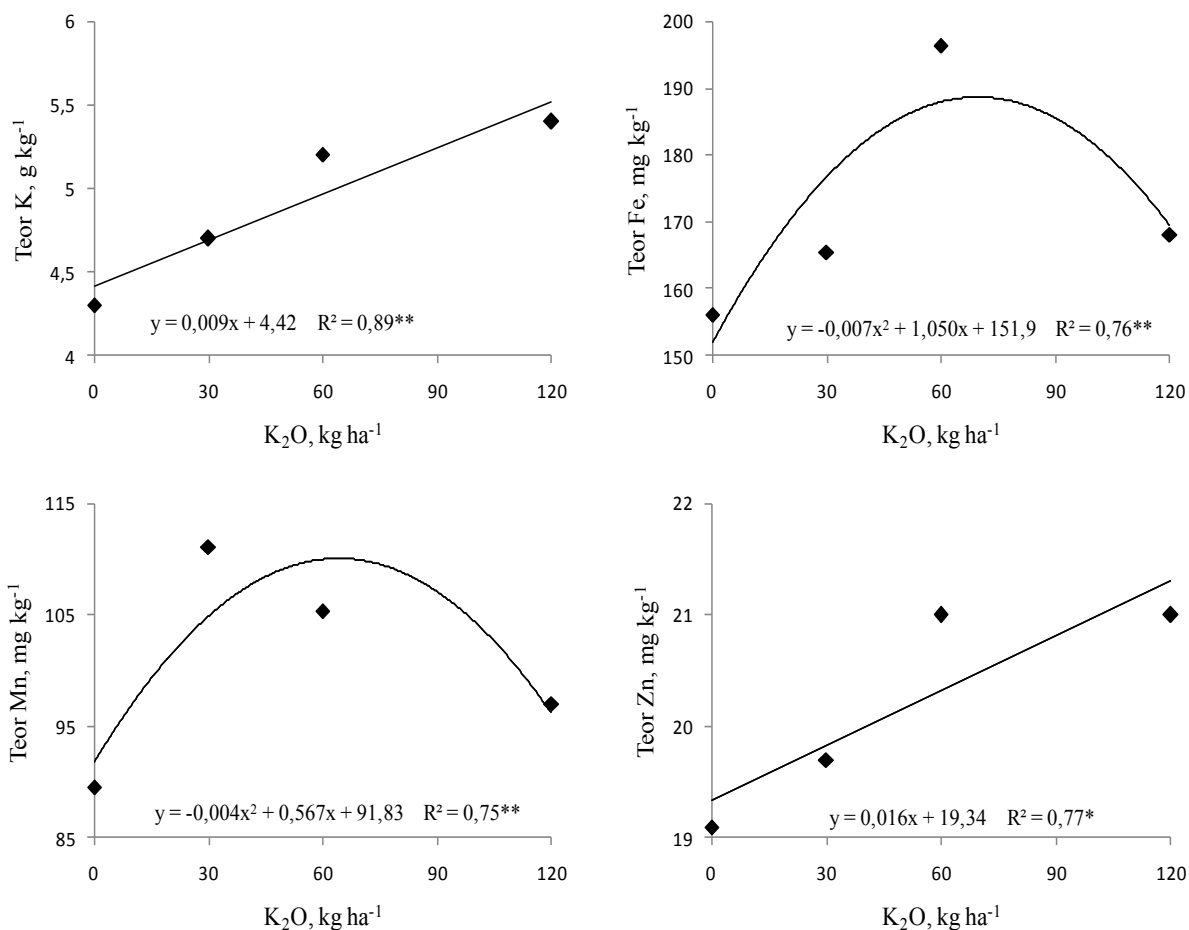


Figura 12: Teores de nutrientes foliar, em função das doses de K testadas, 12 meses após o plantio das mudas. ******Significativo a 1% de probabilidade. ***** Significativo a 5% de probabilidade.

Aos 12 meses após a implantação dos experimentos houve interação dos fatores estudados para o teor foliar de K, Fe, Mn e Zn (Figura 13).

O teor de K absorvido pelo Cl 056 não apresentou efeito significativo das doses de K_2O aplicadas no solo. No entanto, o Cl 220 teve o teor de K aumentado de forma linear com o aumento da dose de K_2O no solo. O teor de K foliar do Cl 144 tendeu a maior aumento a partir da dose de 60 Kg ha^{-1} de K_2O enquanto que os Cl 103, 224 e 1528 tiveram os maiores valores até a dose de 60 Kg ha^{-1} de K_2O . No geral, o Cl 144 apresentou maiores teores foliar de K que os demais (Figura 13).

Em relação ao teor foliar de Fe, verifica-se que não houve variação nos teores foliares, em função do aumento das doses de K_2O testadas, para o Cl 056. Já para o Cl 224 houve aumento do teor de Fe conforme o aumento das doses de K_2O aplicadas no solo. Os outros clones apresentaram comportamento quadrático em relação ao teor de Fe e a aplicação de K_2O no solo, indicando máximo teor foliar de Fe próximo a aplicação de 60 Kg ha^{-1} de K_2O , sendo que a partir desta dose até a de 120 Kg ha^{-1} de K_2O os valores tenderam a diminuir (Figura 13). Não houve diferença no teor foliar de Fe entre os seis clones para nenhuma das doses de K_2O avaliada.

Para o teor foliar de Mn, os Cl 103, 220 e 1528 apresentaram comportamento quadrático com aumento de seus teores em função do aumento das doses de K_2O até próximo de 70 kg ha^{-1} , e a partir desta até a máxima os valores tenderam a diminuir (Figura 20). Os outros clones não apresentaram efeito significativo das doses de K_2O aplicadas no solo. Não houve diferença no teor foliar de Mn entre os seis clones para nenhuma das doses de K_2O avaliada, com exceção da de zero, onde os teores foliares de Mn dos Cl 1528 e 103 foram menores que os obtidos nos Cl 224 e 144 (Figura 13).

Com relação ao teor foliar de Zn o Cl 224 apresentou aumento linear dos teores em função das doses de K_2O aplicadas no solo. Os demais clones apresentaram comportamento quadrático, sendo o máximo teor para os Cl 220, 056, 103 e 1528 obtidos nas doses de 81, 80, 69 e $65,6 \text{ kg ha}^{-1}$, respectivamente (Figura 13).

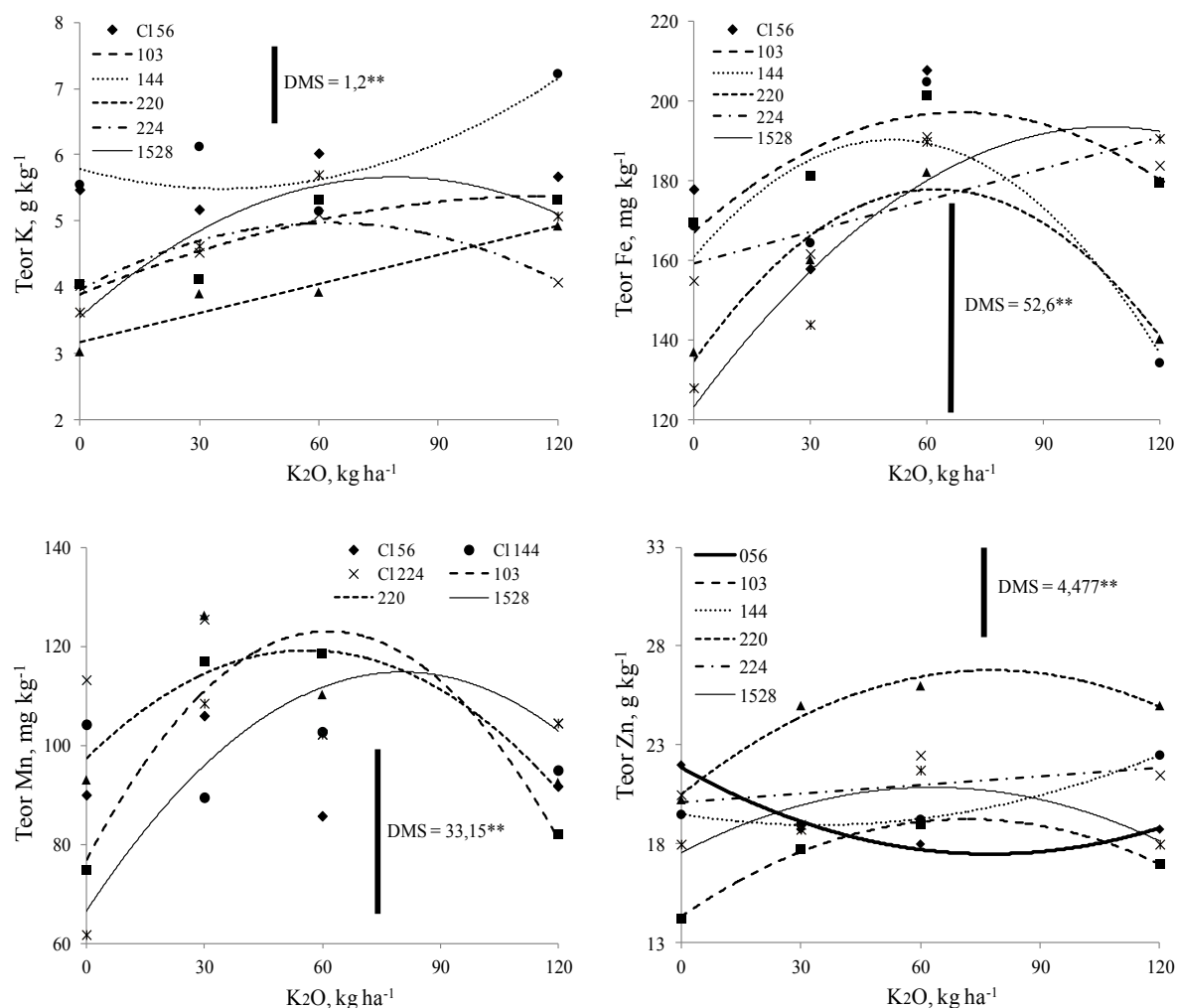


Figura 13. Interação dos clones com as doses de K₂O testados para os teores K, Fe, Mn e Zn foliar, aos 12 meses de idade. **Significativo a 1% de probabilidade. * Significativo a 5% de probabilidade. ns = não significativo.

As equações de regressão que estimam os teores de nutrientes foliares das plantas de clones de *Eucalyptus*, sob diferentes doses de K₂O, aos 12 meses após o plantio, estão apresentadas na Tabela 19.

Tabela 19. Equações que estimam os teores de nutrientes foliares de seis clones de *Eucalyptus* submetidas à doses de K₂O, em Luís Eduardo Magalhães, BA, aos 12 meses .

Clones	Equações	R ²	Equações	R ²
	K		Fe	
056	Não significativo		Não significativo	
103	$y = -0,0001x^2 + 0,0249x + 3,8925$	0,80**	$y = -0,0064x^2 + 0,8772x + 167,11$	0,87**
144	$y = 0,0002x^2 - 0,0168x + 5,7866$	0,72**	$y = -0,0112x^2 + 1,1488x + 160,95$	0,71**
220	$y = 0,0146x + 3,175$	0,93**	$y = -0,0111x^2 + 1,3816x + 134,76$	0,95**
224	$y = -0,0003x^2 + 0,0325x + 3,9595$	0,93**	$y = 0,2638x + 159,15$	0,61**
1528	$y = -0,0003x^2 + 0,0534x + 3,5432$	0,96**	$y = -0,0062x^2 + 1,3236x + 123,05$	0,91**
	Mn		Zn	
056	Não significativo	-----	$y = 0,0007x^2 - 0,1126x + 21,857$	0,97**
103	$y = -0,0122x^2 + 1,4982x + 77,007$	0,96**	$y = -0,001x^2 + 0,1381x + 14,311$	0,99**
144	Não significativo	-----	$y = 0,0005x^2 - 0,0327x + 19,514$	0,99**
220	$y = -0,0069x^2 + 0,7755x + 97,418$	0,69**	$y = -0,001x^2 + 0,1621x + 20,475$	0,97**
224	Não significativo	-----	$y = 0,0148x + 20,1$	0,26**
1528	$y = -0,0075x^2 + 1,2044x + 66,489$	0,81**	$y = -0,0008x^2 + 0,105x + 17,55$	0,74**

Aos 24 meses após a implantação do experimento verificou-se diferença no teor foliar de nutrientes em relação aos clones para N, P, K, Ca, Mg, B, Fe, Mn e Zn (Tabela 20), repetindo de uma forma geral, o comportamento obtido na análise de 6 e 12 meses (Tabelas 14 e 17, respectivamente), o que intensifica a sugestão de que cada material genético estudado absorve do solo diferentes quantidades de nutrientes, corroborando a explicação de Barros et al, (1990) sobre a diferenciação quanto à eficiência de absorção e utilização dos nutrientes pelos materiais genéticos de eucalipto.

De maneira geral, os Cl 224 e 056 apresentaram maiores teores foliares de N, o Cl 056 apresentou, também, o maior teor de P (Tabela 20), mostrando que a deficiência de K, conforme teores considerado abaixo do ideal por Malavolta et al. (2006), não limitou a absorção de N e P e indicando ser característica genética do Cl 056 crescer menos (Tabela 26). De acordo com Cakmak et al. (1994) a deficiência de potássio pode limitar a absorção de outros nutrientes essenciais para a assimilação do carbono, como N e P, e afetar a taxa de crescimento dos órgãos fonte e dreno, que regulam o processo fotossintético.

Como ocorrido na análise realizada aos 12 meses, o Cl 1528 apresentou o maior teor de Ca e Mg, sendo que o Cl 220 e 056 apresentaram os menores teores para o Ca e Mg, respectivamente (Tabela 20). Houve efeito de dose 24 meses após a aplicação dos tratamentos (Tabela 21) e os gráficos que exemplificam tal efeito estão apresentados na Figura 14.

Tabela 20. Teores médios de macro e micronutrientes foliar aos 24 meses após aplicação dos tratamentos com seis clones de Eucalipto.

Clones	N	P	K	Ca	Mg	S	B	Cu	Fe	Mn	Zn
	g kg ⁻¹					mg kg ⁻¹					
220	16 b	1,1 d	6 ab	10 d	2,8 d	1,2	49 b	4	138 b	61 c	11 c
224	17 a	1,4 bc	6 ab	14 b	4,2 ab	1,3	50 ab	4	169 a	105 a	15 b
103	16 b	1,6 ab	6 ab	12 c	4,2 ab	1,3	52 ab	4	163 ab	88 b	13 c
144	15 b	1,4 bc	7 a	14 b	3,4 c	1,2	55 a	4	161 ab	91 b	12 c
056	17 a	1,7 a	5 bc	13 bc	3,8 bc	1,3	46 bc	4	155 b	97 ab	12 c
1528	15 b	1,3 cd	5 c	18 a	4,5 a	1,2	45 c	5	111 c	103 a	17 a
CV ₁ %	14,7	14,9	17,4	9,5	14,1	7,7	10,5	11,6	14,9	8,8	14,4
CV ₂ %	13,6	14,4	20,5	11,5	12,1	7,1	11,7	9,2	17,9	11,2	15,0
F _{interação}	ns	ns	Ns	ns	ns	ns	ns	ns	**	**	*

**, * e ns = significativo a 1%, 5% e não significativo pelo teste de Tukey, respectivamente. CV₁: para clone e CV₂: para dose
Médias seguidas da mesma letra minúscula na coluna não diferem significativamente pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Tabela 21. Teores médios de macro e micronutrientes foliar aos 24 meses após aplicação dos tratamentos, em função das doses de K₂O aplicadas no solo.

Dose K ₂ O (Kg há ⁻¹)	N	P	K	Ca	Mg	S	B	Cu	Fe	Mn	Zn
	g kg ⁻¹					mg kg ⁻¹					
0	17	1,4	5	14	4,4	1,3	47	4	152	82	13
30	16	1,4	5	14	4,0	1,2	48	4	147	89	12
60	16	1,4	6	13	3,6	1,3	49	4	153	109	14
120	16	1,4	7	13	3,3	1,2	53	4	146	84	14
F	ns	ns	L**	L**	L**	ns	L*	ns	ns	Q**	L*

**, * e ns = significativo a 1%, 5% e não significativo pelo teste de Tukey, respectivamente.

Ao se comparar os resultados da análise de regressão foliar realizada 24 meses após a instalação do experimento (início do 2º período chuvoso) (Tabela 21 e Figura 14), com a análise de solo, também, realizada aos 24 meses (Tabela 11), verifica-se que não foi constatado aumento do teor de K no solo apesar do aumento das doses testadas e de ter sido realizada a última parcela de adubação potássica na área um ano antes das referidas análises químicas, porém, foi constatado aumento no teor foliar.

Isto pode ser explicado pelo fato da planta ter absorvido tais teores disponíveis de K_2O antes deles terem sido lixiviados pela intensa chuva que caiu durante o período (Figura 2), ou pelo fato da serrapilheira, já existente em grande quantidade na área, haver se decomposto e liberado o nutriente para as plantas.

Conforme Rosolem et al. (2003), pelo fato do potássio não apresentar funções estruturais nas plantas, permanecendo na forma iônica nos tecidos, e também, não estar incorporado às cadeias carbônicas da matéria orgânica, após a senescência e queda de folhas e galhos, ele pode voltar rapidamente ao solo em forma prontamente disponível para as plantas, fazendo da palhada (ou serrapilheira) um reservatório expressivo de K no curto prazo, como comprovado em estudos sobre a dinâmica deste nutriente no sistema plantio direto.

Com relação ao efeito de dose, percebe-se que na análise realizada 24 meses após a implantação do experimento (Tabela 21) os teores de K, B e Zn foliar foram influenciados pelas doses de K_2O testadas de forma linear e positiva, ou seja, aumentaram conforme o aumento das doses, enquanto que os teores de Ca e Mg tiveram seus teores diminuídos conforme o aumento das doses. O teor foliar de Mn foi influenciado pelas doses de K_2O testadas de forma quadrática (Figura 14).

Gava (2003) constatou que a aplicação isolada de K promoveu o aumento do teor foliar de B em torno de 32% em relação à testemunha, a qual não recebeu B ou K, corroborando os resultados encontrados neste projeto. No entanto, Schonau (1981 apud SILVEIRA et al. 2005) observou que a aplicação de K reduziu os teores foliares de Ca, Zn e Fe, sem afetar os de Mg ao estudar o efeito da aplicação de fertilizantes sobre os teores foliares dos nutrientes em *E. grandis*, contradizendo os resultados obtido neste projeto para Zn, que teve seus teores aumentados com o aumento de K.

Aos 24 meses após a implantação do experimento houve, em função do aumento das doses de K_2O no solo, aumento dos teores foliares de K e diminuição dos teores foliares de Ca e Mg.

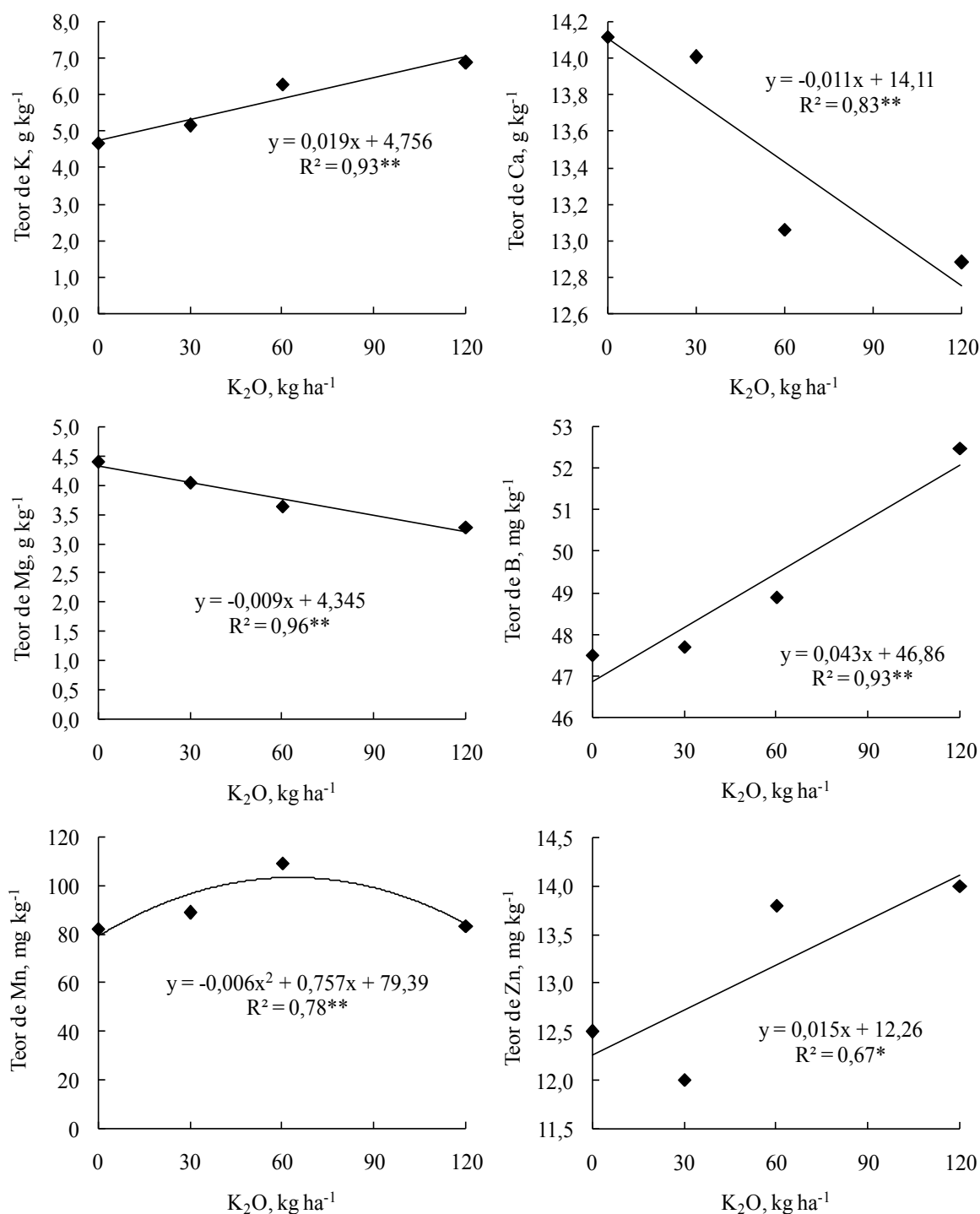


Figura 14: Teores de nutrientes foliar, em função das doses de K testadas, 24 meses após o plantio das mudas. * Significativo a 5% de probabilidade. ** Significativo a 1% de probabilidade.

Houve interação dos fatores estudados para o teor foliar de Fe, Mn e Zn (Figura 15).

Aos 24 meses após a instalação do experimento o teor de Fe na planta foi influenciado pelas doses de K_2O testadas e todos os clones testados, com exceção do Cl 103, obtiveram o máximo teor de Fe foliar em torno da dose recomendada de K_2O para a cultura (60 kg ha^{-1}). Com relação aos clones, na dose de 30 kg ha^{-1} de K_2O , o Cl 224 apresentou maior teor foliar de Fe do que o Cl 1528 e na dose de 60 kg ha^{-1} o Cl 144 apresentou maior teor foliar de Fe que o Cl 1528 (Figura 15).

Com relação a absorção do Mn o Cl 1528 apresentaram aumento linear do teor foliar em função das doses de K_2O testadas, enquanto que o Cl 103 apresentou diminuição linear do teor foliar (Figura 15). Os demais clones apresentaram comportamento quadrático, sendo a máxima absorção próximo a dose recomendada de K_2O para a cultura (60 kg ha^{-1}), com tendência a diminuição do teor até a dose máxima (120 kg ha^{-1} de K_2O). Houve diferença entre os clones estudados na dose de 30 e 120 kg ha^{-1} em que o Cl 224 apresentou maior teor que o Cl 220 e na dose de 60 kg ha^{-1} em que os Cl 224 e 1528 apresentaram maior teor que os Cl 220 e 103 (Figura 15).

O Cl 1528 apresentou alto teor de Zn foliar a partir da dose de 60 kg ha^{-1} de K_2O com maior teor de Zn quando se aplicou a dose de 120 kg ha^{-1} de K_2O no solo. O Cl 220 teve o teor de Zn aumentado linearmente conforme o aumento de K_2O no solo e o Cl 144 teve, de forma geral, a absorção de Zn diminuída em função do aumento das doses de K_2O testadas. Na dose recomendada (60 kg ha^{-1} de K_2O) e na maior dose de K_2O testada (120 kg ha^{-1}) houve diferença entre os clones estudados, onde o Cl 1528 apresentou maior teor foliar de Zn que os Cl 220 e 144, respectivamente (Figura 15).

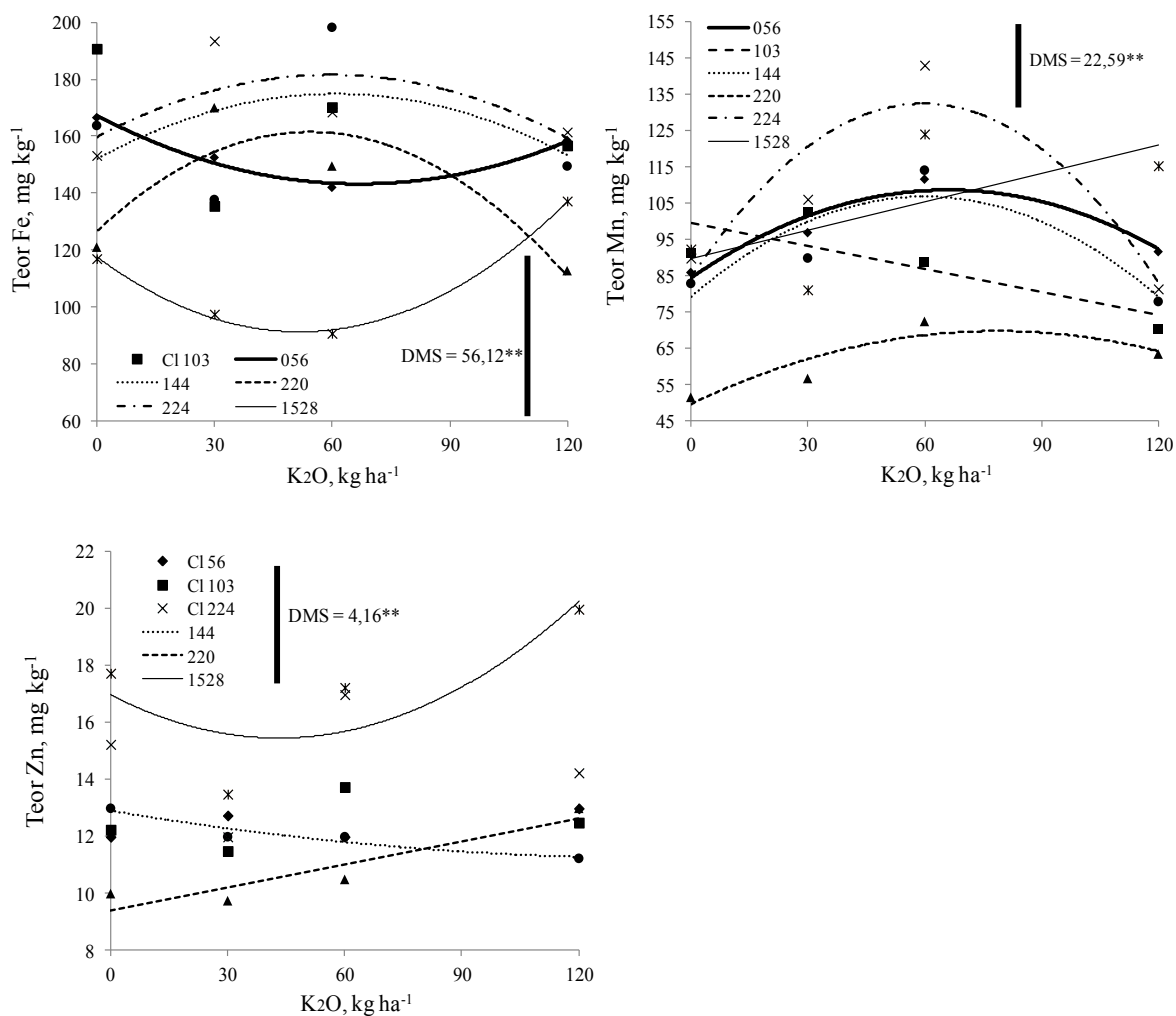


Figura 15. Interação dos clones com as doses de K₂O testadas para os teores Fe, Mn e Zn foliar, aos 24 meses de idade. **Significativo a 1% de probabilidade. * Significativo a 5% de probabilidade. ns = não significativo.

As equações de regressão que estimam os teores de nutrientes foliares das plantas de clones de *Eucalyptus*, sob diferentes doses de K₂O, aos 24 meses após o plantio, são mostradas na Tabela 22.

Tabela 22. Equações para estimar os teores de nutrientes foliares de seis clones de *Eucalyptus* submetidas à doses de K₂O, em Luís Eduardo Magalhães, BA, aos 24 meses após o plantio.

Clones	Equações	R ²	Equações	R ²
	Fe		Mn	
056	$y = 0,0054x^2 - 0,7173x + 167,24$	0,98**	$y = -0,0056x^2 + 0,7368x + 84,343$	0,91**
103	Não significativo	-----	$y = -0,2129x + 99,55$	0,67**
144	$y = -0,0061x^2 + 0,7484x + 152,04$	0,19**	$y = -0,0077x^2 + 0,9179x + 79,277$	0,78**
220	$y = -0,0117x^2 + 1,2766x + 126,8$	0,80**	$y = -0,0032x^2 + 0,511x + 49,591$	0,81**
224	$y = -0,0061x^2 + 0,729x + 159,76$	0,43**	$y = -0,0135x^2 + 1,6058x + 84,6$	0,84**
1528	$y = 0,0098x^2 - 1,0174x + 117,59$	0,99**	$y = 0,2595x + 89,75$	0,45**
	Zn			
056	Não significativo	-----		
103	Não significativo	-----		
144	$y = 8E-05x^2 - 0,0232x + 12,897$	0,92**		
220	$y = 0,0269x + 9,4$	0,85**		
224	Não significativo	-----		
1528	$y = 0,0008x^2 - 0,0703x + 16,966$	0,66**		

Apesar de o Cl 1528 apresentar folhas maiores e mais vistosas, foi o que menos sofreu com o estresse hídrico. Esperava-se, no entanto, que o clone com maior área foliar apresentasse maior sensibilidade a falta de água, tendência de maior perda foliar e diminuição do metabolismo, crescimento e acúmulo de nutrientes. Uma das estratégias adotadas pelas plantas para resistirem ao déficit hídrico é a diminuição da área de transpiração, que é efetuada mediante um rápido e reversível enrolamento das folhas. Muitas plantas lenhosas que se desenvolvem em regiões com períodos secos adotam como medida de redução da superfície de transpiração a abscisão foliar parcial ou completa, até que passe o período seco (PAIVA e OLIVEIRA, 2006).

O Cl 1528 foi o clone com menor teor foliar de N, P, K, B e Fe, indicando ser este mais eficiente nutricionalmente do que os outros clones. Entretanto, todos os clones apresentaram teores foliares de nutrientes abaixo do considerado ideal por Malavolta et al. (2006) que para os macronutrientes (g kg⁻¹), estão na faixa entre 21-23 para N, 1,3-1,4 para P, 9-10 para K, 5-6 para Ca, 2,5-3,0 para Mg, 1,5-2,5 para S e para os micronutrientes (mg kg⁻¹) faixas estão entre 25-30 para B, 7-10 para Cu, 100-140 para Fe, 300-400 para Mn e entre 12-17 para Zn. Tal fato ocorreu, possivelmente, à falta d'água, devido ao período de seca da região, para que os nutrientes fossem absorvidos pelas plantas.

6.3 Parâmetros fisiológicos – IRGA

Aos 24 meses de idade, após sete meses de estiagem (Figura 2), todos os clones apresentaram murchamento de ponteiro e esbranquiçamento foliar, indicando que mais alguns dias sem chuva as plantas não resistiriam e morreriam, sendo alguns clones mais rapidamente que outros. Os clones 144 e 056 foram os que mais apresentaram características de não sobrevivência.

Logo após o ocorrido iniciou-se o período das chuvas e depois da primeira chuva, fez-se as medições com o IRGA, a fim de se analisar a assimilação de CO_2 (A), condutância estomática (gs), concentração interna de carbono (Ci) e transpiração (E) das plantas.

A avaliação foi realizada 24 meses após o plantio e nenhum dos parâmetros analisados indicaram haver diferença de comportamento entre os clones ou efeito significativo das doses de K_2O testadas sobre as características avaliadas (Tabela 23).

Tabela 23. Taxa de assimilação de CO_2 (A); condutância estomática (gs), concentração interna de CO_2 na folha (Ci), taxa de transpiração (E) em clones de eucalipto aos 24 meses após o plantio.

Clone	A ($\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$)	gs ($\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$)	Ci ($\mu\text{mol mol}^{-1}$)	E ($\text{mmol m}^{-2} \text{s}^{-1}$)
056	219,0	-0,005	-7673,0	-0,2
103	226,0	-0,005	2811,0	-0,2
144	219,0	-0,004	-6606,0	-0,1
220	219,0	-0,005	136244,0	-0,1
224	241,0	-0,006	10053,0	-0,2
1528	258,0	-0,006	13622,0	-0,2
CV ₁ %	55,5	-235,3	1231,2	-195,3
CV ₂ %	122,8	-443,7	1073,3	-373,4
F _{interação}	ns	ns	ns	ns

ns = significativo pelo teste de Tukey. CV₁: para clone e CV₂: para dose

Os valores negativos de condutância estomática (gs) e transpiração (E) foram observados em todos os clones (Tabela 23), indicando que eles apresentavam estômatos fechados para que não ocorresse perda de água. Segundo Glenn et al. (2000), este é um dos importantes mecanismos de defesa que as plantas apresentam contra as perdas exageradas de água e o risco de morte por dessecação. Larcher (2004)

explica que na medida em que a disponibilidade de água do solo diminui a taxa de transpiração decresce, devido ao fechamento dos estômatos.

Apesar de todos os clones estarem com os estômatos fechados (g_s) para que não ocorresse perda de água, alguns deles conseguiram ter CO_2 dentro da câmara subestomática (C_i) e o CO_2 pode ter sido usado no processo da fotossíntese para que as plantas continuassem vivas (Tabela 23). Segundo Lawlor (2002), o aumento na C_i , quando associado a baixos potenciais hídricos, causa progressiva redução na taxa fotossintética, até que esta se torne nula. Para Ghannoum et al., (2003) a limitação da atividade fotossintética é devido a um efeito metabólico, podendo a C_i se manter alta até com altos índices de seca. Lauer e Boyer (1992) não detectaram redução da C_i sob condições de seca, evidenciando que a limitação da fotossíntese pode não está associada, necessariamente, à condutância estomática.

Nota-se que somente os clones 056 e 144 apresentaram valores negativos, indicado baixa concentração de CO_2 na câmara subestomática (C_i). A menor condutância estomática nestes clones pode ter ocorrido devido às alterações morfológicas na folha, devido à falta de água e ao excesso de calor. A influência direta da disponibilidade de água na fotossíntese ocorre através do impacto sobre a abertura estomática e, a baixa umidade do ar reduz a fotossíntese, provavelmente devido à indução de rápida evaporação que reduz o turgor nas células guarda causando o fechamento dos estômatos (MARENCO e LOPES, 2009).

Teoricamente os valores da taxa de assimilação de CO_2 (A) teriam que ser negativos para indicar redução fotossintética das plantas, mas não foi o ocorrido (Tabela 23). Oliveira et al. (2002) estudaram deficiência hídrica em pupunheira e observaram diminuição da taxa de assimilação de CO_2 , atingindo valores muito baixos (ao redor de -1,9 MPa) no décimo dia após a interrupção da irrigação.

6.4 Índice de cor verde (SPAD)

A concentração de clorofila ou o enverdecimento das folhas se correlaciona positivamente com a concentração foliar de N. Isto ocorre pelo fato de que 70% do N contido nas folhas estarem nos cloroplastos, participando da síntese e da estrutura das moléculas de clorofila (MARENCO E LOPES, 2005).

É possível que haja correlação entre o teor de potássio na planta e a intensidade de cor verde da folha, ou entre o tipo de clone de eucalipto e o potencial fotossintético que ele exerce em estado de estresse hídrico intenso, já q o N é absorvido por fluxo de massa (Barber, 1996) e o K regula a entrada de água na planta. De acordo com Malavolta et al. (2006) verânicos podem dificultar absorção de N e em cana de açúcar o teor de N aumenta proporcionalmente ao aumento de K.

Battie Laclau (2013) avaliou os efeitos da adubação potássica sobre os aspectos produtivos e fisiológicos de um povoamento de *Eucalyptus grandis* submetidos à exclusão parcial de chuvas durante 36 meses e registrou o conteúdo relativo de clorofila por meio do medidor portátil SPAD-502, constatando que o conteúdo relativo de clorofila no tratamento sem potássio foi significativamente menor do que no tratamento com potássio. De acordo com Mendonça et al. (2010), o índice SPAD tem potencial para ser utilizado como indicador de estresse em plantas.

Os resultados das medições da intensidade da cor verde estão apresentados na Tabela 24, bem como a possível correlação existente com o potencial fotossintético de cada clone estudado. É possível que uma planta mais apta a suportar as condições de prolongado período de estresse hídrico possa apresentar melhor atividade metabólica durante tal período. Adicionalmente, uma adubação balanceada de potássio também poderia proporcionar ajustes no fechamento estomático a fim de melhorar a eficiência da planta para mesma condição de estresse.

Aos 3 meses após o plantio as medições realizadas com o clorofilometro indicaram o Cl 1528 como aquele que apresentou maior índice SPAD (intensidade da cor verde) e o Cl 103 como o que apresentou o menor índice (Tabela 24).

A análise realizada 12 meses após o plantio reflete o comportamneto das plantas que acabaram de passar pelo período de estresse hídrico e revela maior variabilidade entre os clones no que diz respeito a intensidade da cor verdeapresentada por eles. O Cl 1528 continuou apresentando maior índice SPAD, porém, neste período o Cl 220 passou a ser o que apresentou menor índice, sem se diferenciar dos clones 144 e 103 e o Cl 224 tornou-se o clone intermediário, sem se diferenciar estatisticamente do Cl 056 (Tabela 24).

Nas medições realizadas 24 meses após o plantio, depois de as plantas passare por dois períodos de estresse hídrico, o Cl 056 apresentou o maior índice, sendo diferente apenas do Cl 220 que apresentou o menor índice (Tabela 24).

Estes dados indicam que há uma possibilidade de melhor adaptação dos clones 056 às condições de estresse hídrico enfrentado durante o período em estudo. Neste caso, a planta que mais suporta uma condição de estresse hídrico (Cl 056) é altamente produtiva, pois, no geral, o clone 056 foi o que apresentou menor crescimento em altura e diâmetro do caule (Tabela 26).

Tabela 24. Índice SPAD dos clones de eucalipto estudados.

Clones	3 meses	12 meses	24 meses
	Índice SPAD		
056	45,2 b	53,8 ab	66,4 a
103	42,8 b	50,1 c	62,1 ab
144	46,0 b	49,8 c	60,8 ab
220	45,7 b	49,1 c	59,7 b
224	47,2 b	53,1 b	63,1 ab
1528	52,6 a	56,2 a	64,1 ab
CV ₁ %	39,3	20,6	40,3
CV ₂ %	12,0	9,1	6,3
F _{interação}	*	**	**

** e * = significativo a 1% e 5% pelo teste de Tukey, respectivamente. CV₁: para clone e CV₂: para dose
Médias seguidas da mesma letra minúscula na coluna não diferem significativamente pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Existiu efeito de doses de potássio sobre os valores de índice Spad medidos nos clones de eucalipto avaliados aos 3, 12 e 24 meses após o plantio (Figura 16).

Aos 3 meses após a instalação do experimento, houve um aumento linear do índice Spad em função do aumento das doses de K₂O no solo (Figura 16A). Aos 12 meses, a intensidade da cor verde apresentou tendência de aumento até a dose de 73,5 Kg ha⁻¹ de K₂O no solo (Figura 16B). Aos 24 meses após o plantio, ocorreu maior intensidade de cor (ou maior índice Spad) quando utilizada a dose recomendada de K₂O para a cultura, ou seja, 60 Kg ha⁻¹ (Figura 16C).

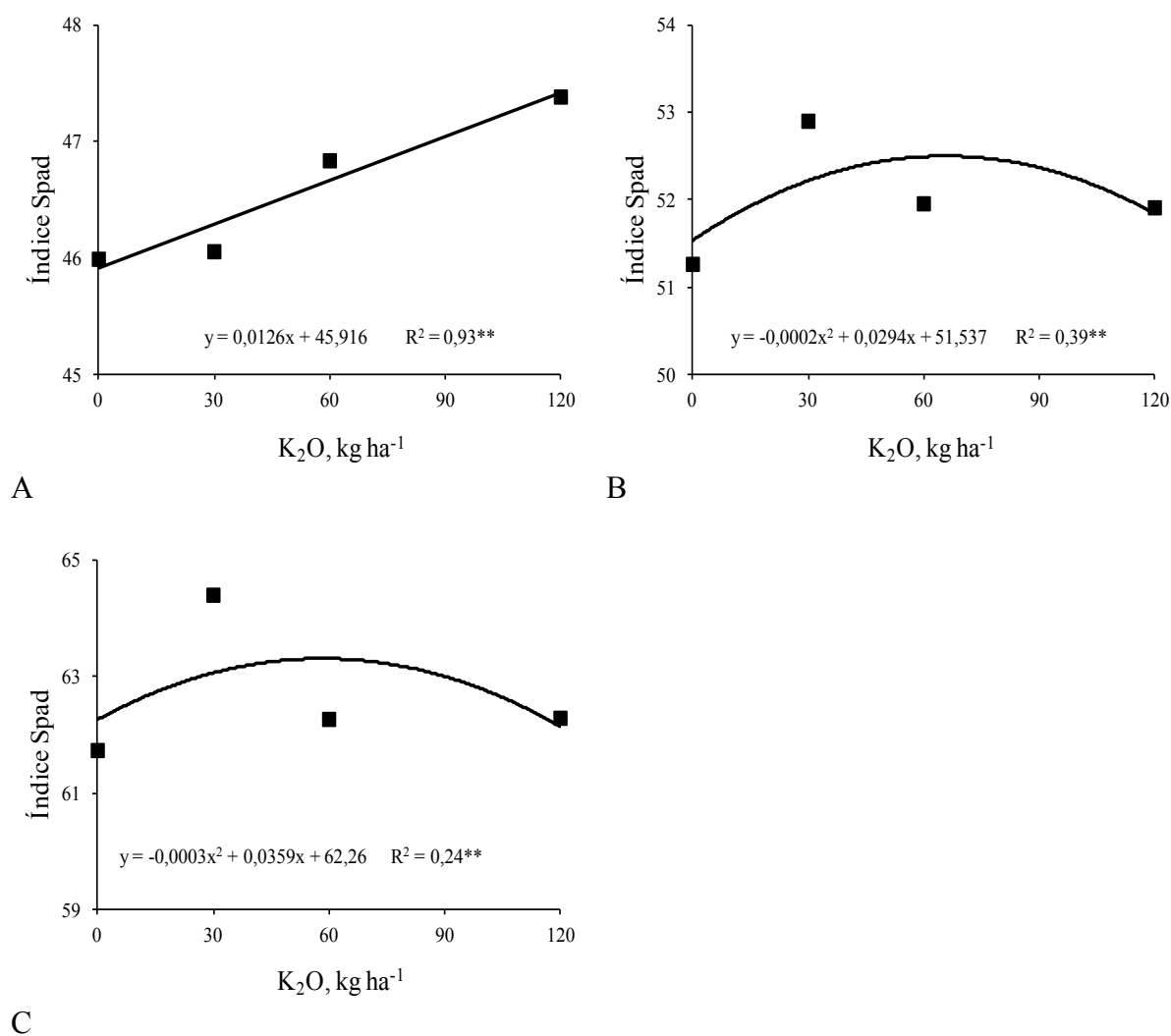


Figura 16. Média do índice Spad obtidos de clones de eucalipto em função das doses de K_2O testadas, aos 3 (A), 12 (B) e 24 (C) meses após a instalação do experimento. ******Significativo a 1% de probabilidade. ***** Significativo a 5% de probabilidade.

Houve interação das doses de K_2O com os clones de eucalipto avaliados aos 3, 12 e 24 meses (Figura 17).

Para o efeito de dose dentro do desdobramento, aos 3 meses após o plantio, foi observado ajuste significativo apenas para os clones 220 e 224, mostrando um aumento linear da intensidade da cor verde para o Cl 224 e uma resposta quadrática com máxima intensidade de cor verde para o Cl 220 quando foi aplicada a dose de 75 Kg ha^{-1} de K_2O (Figura 17A).

Quanto à diferença dos clones dentro das doses, nota-se que os clones 1528 e 224 apresentaram maior intensidade de cor verde que os demais e que não

houve diferença quando se aplicou a dose recomendada de 60 Kg ha^{-1} . No entanto, quando as doses avaliadas eram o dobro da recomendada ou zero (extremos entre carência e possível excesso) os clones apresentavam maiores diferenças entre eles (Figura 17A).

Aos 12 e 24 meses após a implantação do experimento as avaliações coincidiram com período de longa estiagem, ou seja, as plantas estavam enfrentando estresse hídrico. Aos 12 meses após a implantação apenas o Cl 144 apresentou resposta quadrática com máxima intensidade de cor verde na dose de 60 Kg ha^{-1} de K_2O , ou seja, na dose recomendada (Figura 17B).

Aos 24 meses após a implantação o Cl 056 apresentou tendência linear de aumento da intensidade de cor verde, conforme o aumento das doses de $\text{K}_2\text{O ha}^{-1}$, enquanto que os clones 220 e 1528 apresentaram tendência quadrática com maior intensidade de cor verde foliar para as doses de 89,5 e 66 kg de $\text{K}_2\text{O ha}^{-1}$, respectivamente (Figura 17C).

As equações de regressão que estimam a intensidade da cor verde das plantas de clones de *Eucalyptus*, sob diferentes doses de K_2O , aos 3, 12 e 24 meses após o plantio, são mostradas na Tabela 25.

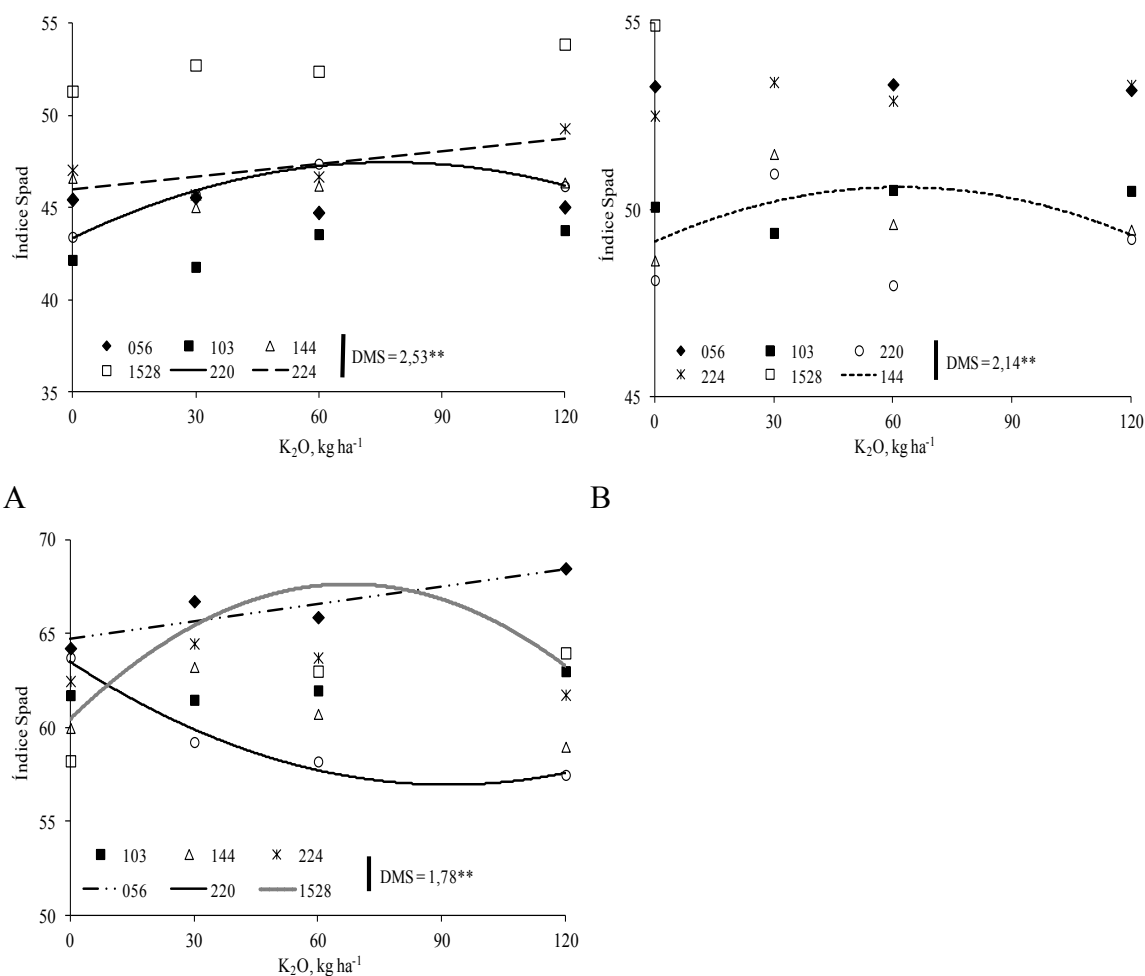


Figura 17. Intensidade da cor verde (Indice Spad) medidos em clones de eucalipto aos 3 (A), 12 (B) e 24 (C) meses após o plantio. **Significativo a 1% de probabilidade.

Tabela 25. Equações para estimar a intensidade da cor verde (índice SPAD) de seis clones de *Eucalyptus* submetidos à doses de K_2O , em Luís Eduardo Magalhães, BA aos 3, 12 e 24 meses após o plantio.

Clones	Equações	R^2	Equações	R^2
	3 meses		12 meses	
056	Não significativo	-----	Não significativo	-----
103	Não significativo	-----	Não significativo	-----
144	Não significativo	-----	$y = -0,0004x^2 + 0,0472x + 49,135$	0,34*
220	$y = -0,0007x^2 + 0,1064x + 43,346$	0,99*	Não significativo	-----
224	$y = 0,0227x + 45,994$	0,59*	Não significativo	-----
1528	Não significativo	-----	Não significativo	-----
	24 meses			
056	$y = 0,0309x + 64,73$	0,80*		
103	Não significativo	-----		
144	Não significativo	-----		
220	$y = 0,0008x^2 - 0,1434x + 63,503$	0,97*		
224	Não significativo	-----		
1528	$y = -0,0016x^2 + 0,2113x + 60,502$	0,31**		

6.5. Crescimento em altura e diâmetro

Os resultados das medições de altura e diâmetro realizadas aos 3, 6, 9, 12 e 24 meses após o plantio estão apresentados na Tabela 26 e ilustrados nas Figuras 18 e 19. As medições realizadas aos 3 e 6 meses após o plantio correspondem ao 1º período chuvoso. As de 9 e 12 meses correspondem a um período de seca. As medições de 24 meses correspondem ao início do 2º período chuvoso.

De um modo geral, nos períodos avaliados, houve diferença de crescimento para altura e diâmetro entre os clones estudados em função das doses de K₂O testadas. Para altura de plantas houve interação das doses com os clones em todos os períodos avaliados. Para o diâmetro, também, houve interação das doses com os clones utilizados em todos os períodos (Tabela 26).

Na avaliação realizada 3 meses após o plantio, o Cl 220 foi o que apresentou maior crescimento em altura, enquanto o Cl 224 foi o que menos cresceu. Em relação ao diâmetro houve diferença entre os clones estudados e, numericamente, o Cl 1528 foi o que mais cresceu (Tabela 26).

A partir dos 6 meses após o plantio, o Cl 1528 superou o Cl 220, apresentando maior crescimento em altura. Com relação ao diâmetro, o Cl 1528 também apresentou maior crescimento neste período e o Cl 056 o menor. Apesar de não ter sido observada diferença estatística entre os clones que cresceram menos em altura, neste período, houve ligeira tendência de menor crescimento para o Cl 056 e 224 (Tabela 26).

Aos 9 meses após o plantio, o Cl 1528 apresentou maior crescimento, tanto em altura quanto em diâmetro. Neste período, o clone que apresentou menor crescimento em altura foi o 224. Não houve diferença de crescimento em diâmetro para os demais clones, ou seja, todos foram significativamente menores que o Cl 1528 e iguais entre si (Tabela 26).

Aos 12 e 24 meses após o plantio o Cl 1528 continuou sendo o que apresentou maior crescimento em altura e diâmetro. Para o diâmetro, tanto aos 12, quanto aos 24 meses após o plantio, o Cl 056 voltou a ser o clone que apresentou menor crescimento, apesar de não se diferenciar estatisticamente do Cl 220 e do Cl 103 (Tabela 26).

No geral, dos 3 aos 9 meses o Cl 224 se destacou como sendo aquele que apresentou tendência de menor crescimento em altura e diâmetro. Fernandes et

al. (2013) avaliaram o comportamento de 4 clones (VM01, VCC 0865, AEC 144 e AEC 224) sob regime hídrico irrigado e não irrigado, em casa de vegetação e concluíram que aos 8 meses de idade deficiência hídrica afetou o crescimento em altura e diâmetro de todos os clones, enquanto que no tratamento irrigado o Cl 144 apresentou maior crescimento em altura e o Cl 224 o menor porte.

Tatagiba et al., (2009), estudaram seis clones comerciais de *Eucalyptus* spp. em resposta à disponibilidade de água e, também, verificaram que a deficiência hídrica restringiu o crescimento em altura e em diâmetro dos clones estudados. De acordo com Gonçalves e Passos (2000) a deficiência hídrica pode afetar diretamente o crescimento em altura e em diâmetro, porque reduz a expansão celular e a formação da parede celular e, indiretamente, reduz a disponibilidade de carboidratos ou influencia a produção de reguladores de crescimento.

A região Oeste da Bahia é um local de déficit hídrico prolongado e nos dois anos de avaliação do experimento o período seco foi mais extenso do que o normal para a região, em torno de 7 a 8 meses (Figura 2), o que permite constatar haver uma boa aclimação dos clones, mesmo para aqueles que menos cresceram.

As avaliações realizadas entre o plantio e aos 6 meses após o plantio corresponde ao período de chuvas e durante este período o crescimento médio dos clones 056, 103, 144, 220, 224, e 1528 foi de 82 cm, 95 cm, 76 cm, 90 cm, 78 cm e 123 cm, respectivamente. Nota-se que, em número relativos, o Cl 1528 é o que mais cresce no período das chuvas, quando comparado aos outros clones. Sette et al. (2010) observaram que o período de máximo crescimento do tronco de árvores de *Eucalyptus grandis* estava relacionado com os altos níveis de precipitação, à disponibilidade de água no solo e à quantidade de horas de luz do dia.

Stape et al. (2004) ao estudarem o uso eficiente da água em condições limitada de água em plantações de *Eucalyptus grandis* x *E. urophylla*, observaram que a irrigação aumentou a produtividade em biomassa do caule em 52%.

Gentil (2010) ao estudar árvores clonais de *Eucalyptus* aos 4 anos em áreas com e sem irrigação em Eunápolis-BA encontrou incremento em biomassa de 62% em parcelas irrigadas de eucalipto, em comparação com as parcelas não irrigadas.

As avaliações realizadas entre o período de 6 e 12 meses (avaliação de 9 e 12 meses) correspondem ao período da seca, ou seja, o quanto as plantas cresceram no período crítico de estresse hídrico e, durante este período, o crescimento

médio dos clones 056, 103, 144, 220, 224, e 1528 foi de 237 cm, 255 cm, 255 cm, 220 cm, 232 cm e 294 cm, respectivamente. Nota-se, em número relativos, que o Clone 1528 cresceu mais que os demais. Esta análise mostra uma possível vantagem de desenvolvimento deste clone, pois no período de seca ele continuou crescendo. Mantendo este comportamento, tal clone poderá refletir em maior produção de madeira por causa da sua maior adaptação a condição climática de seca encontrada no município de Luís Eduardo Magalhães.

Battie Laclau (2013) avaliou os efeitos da adubação potássica (0 e 335 kg ha⁻¹ de KCl a lanço) sobre os aspectos produtivos e fisiológicos de um povoamento de *Eucalyptus grandis* submetidos à exclusão parcial de chuvas durante 36 meses e concluiu que apesar da adição de K melhorar as relações hídricas nas folhas, o controle dos movimentos estomáticos e as trocas gasosas foliares, ela agravou o estado hídrico das árvores durante períodos de seca intensa, devido ao maior crescimento e à demanda hídrica.

As avaliações realizadas entre o período de 12 e 24 meses compreende os períodos de chuva e seca ocorridos durante o ano e, o Cl 1528 continuou sendo aquele que mais cresceu. Considerando que este trabalho teve por objetivo mostrar o clone que mais se adapta e, portanto, o que mais cresce em local de longo período de estresse hídrico, o Cl 1528 foi o que mostrou maior capacidade de crescimento, tanto em altura quanto em diâmetro até os 2 anos de idade.

Tabela 26. Média geral de crescimento em altura e diâmetro dos clones de Eucalypto testados, mensuradas aos 3, 6, 9, 12 e 24 meses após o plantio e volume de madeira aos 24 meses após o plantio.

Clones	3 meses		6 meses		9 meses		12 meses		24 meses		
	Altura (cm)	Diâmetro (mm)	Altura (cm)	Diâmetro (mm)	Altura (cm)	Diâmetro (mm)	Altura (cm)	Diâmetro (mm)	Altura (m)	Diâmetro (mm)	Volume (m ³)
056	49 bc	6 b	112 b	15 c	269 b	29 b	349 b	41 c	10,6 e	89 b	0,050 c
103	51 bc	6 b	125 b	17 bc	285 ab	31 b	380 b	45 bc	11,2 d	94 ab	0,061 b
144	51 bc	7 ab	121 b	18 bc	266 b	33 b	376 b	46 b	11,5 c	99 a	0,071 ab
220	58 a	7 ab	130 b	19 b	250 bc	31 b	350 b	43 bc	12,0 b	96 ab	0,066 b
224	45 c	7 ab	110 b	18 bc	220 c	30 b	342 b	46 b	12,0 b	99 a	0,070 ab
1528	55 ab	8 a	157 a	24 a	318 a	40 a	451 a	59 a	13,7 a	98 a	0,080 a
CV ₁ %	42,2	53,2	60,0	52,1	47,2	48,1	35,1	30,5	6,8	28,7	50,1
CV ₂ %	28,7	33,5	41,2	40,1	39,1	44,2	33,3	34,4	2,2	8,9	23,7
F _{interação}	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**

Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem estatisticamente entre si pelo teste de tukey ($p \leq 0,05$). **Significativo a 1% de probabilidade. CV₁ e CV₂ = coeficiente de variação para clone e para dose, respectivamente.

Verifica-se com os resultados da análise de regressão que houve efeito das doses de K_2O no crescimento em altura dos clones estudados, evidenciando comportamento distinto entre os clones estudados (Figura 18).

Aos 3 meses após a implantação do experimento (Figura 18A), verifica-se que para os clones 220 e 224 houve resposta de aumento da altura em função do aumento das doses até aplicação de 82,1 e 61,6 $kg\ ha^{-1}$ de K_2O , respectivamente, tendendo a uma estabilidade dos valores após esta dose até a dose de 120 $kg\ ha^{-1}$ para o clone 220, e redução de crescimento para o clone 224. Pode-se presumir que para estes dois clones a aplicação de doses superiores à recomendada não trazem respostas positivas de crescimento inicial. Entretanto, para os demais clones houve uma tendência de maior crescimento em altura das planta quando se aplicou doses maiores de K_2O que a recomendada no plantio (Figura 18A).

Aos 6 meses após a instalação do experimento (Figura 18B) os clones 144 e 220 apresentaram maior altura na dose de 144,2 e 100,6 $kg\ ha^{-1}$ de K_2O , respectivamente. O Cl 1528 apresentou crescimento linear em função do aumento das doses testadas. Para os clones 056 e 103 houve efeito na altura apartir da maior dose testada.

Aos 9 meses após a instalação do experimento (Figura 18C) o Cl 220 apresentou maior crescimento em altura na dose de 89,5 $kg\ ha^{-1}$ de K_2O . O Cl 1528 continuou apresentando crescimento linear com o aumento das doses testadas e o Cl 056 apresentou o mesmo comportamento da análise realizada aos 6 meses.

Aos 12 meses após a instalação do experimento (Figura 18D) o Cl 224 apresentou comportamento quadrático, sendo a dose de 72,1 $kg\ ha^{-1}$ de K_2O aquela que proporcionou maior altura. Neste período, os clones 056, 103 e 220 apresentaram resposta de crescimento linear, juntamente com o Cl 1528 que manteve seu crescimento linear, conforme o aumento das doses. Cabe lembrar que entre 9 e 12 meses após o plantio coincidiu com o fim do período de seca e início do período chuvoso.

Aos 24 meses após o plantio (Figura 18E) todos os clones apresentaram comportamento quadrático, indicando a quantidade máxima de K_2O necessária para crescimento em altura, sendo 100,5 $kg\ ha^{-1}$ para o Cl 056; 50 $kg\ ha^{-1}$ para o Cl 103; 65 $kg\ ha^{-1}$ para o Cl 144; 65,5 $kg\ ha^{-1}$ para o Cl 220; 120 $kg\ ha^{-1}$ para o Cl 224 e 73 $kg\ ha^{-1}$ para o Cl 1528.

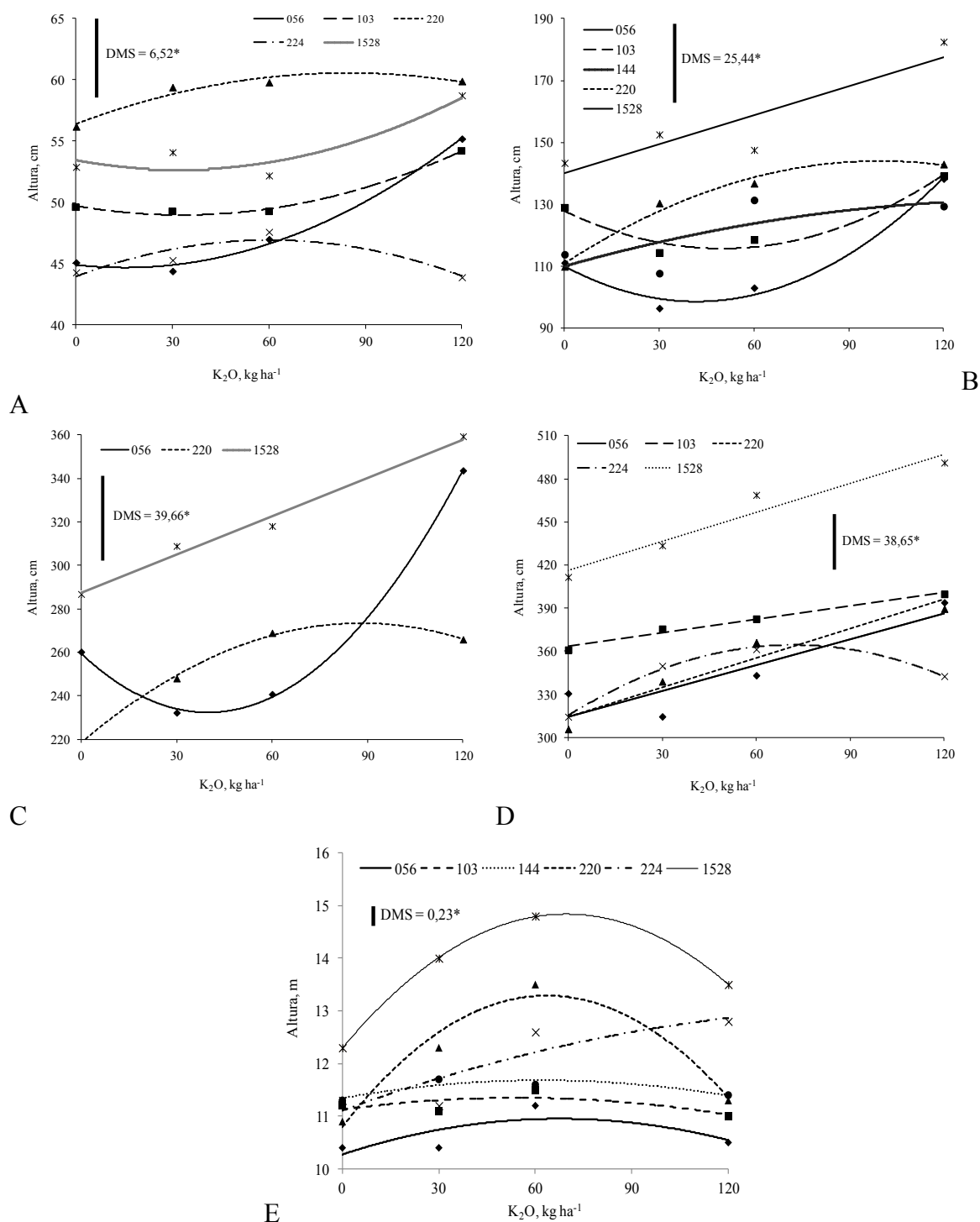


Figura 18. Crescimento em altura aos 3 (A), 6 (B), 9 (C), 12 (D) e 24 (E) meses após o plantio. **Significativo a 1% de probabilidade. * Significativo a 5% de probabilidade.

As equações de regressão que estimam a altura de plantas de clones de *Eucalyptus*, cultivadas em diferentes doses de K₂O, aos 3, 6, 9, 12 e 24 meses após o plantio, são mostradas na Tabela 27.

Tabela 27. Equações para estimar a altura de plantas de seis clones de *Eucalyptus* submetidas à doses de K₂O, em Luís Eduardo Magalhães, BA.

Clones	Equações	R ²	Equações	R ²
	3 meses		6 meses	
056	$y = 0,001x^2 - 0,0292x + 44,912$	0,99**	$y = 0,0066x^2 - 0,5473x + 109,86$	0,98**
103	$y = 0,0007x^2 - 0,045x + 49,718$	0,99*	$y = 0,0049x^2 - 0,4852x + 127,69$	0,95*
144	Não significativo	--	$y = -0,001x^2 + 0,2884x + 109,91$	0,57*
220	$y = -0,0006x^2 + 0,0985x + 56,41$	0,94*	$y = -0,0033x^2 + 0,6641x + 110,77$	0,98**
224	$y = -0,0008x^2 + 0,0985x + 43,967$	0,84*	Não significativo	--
1528	$y = 0,0008x^2 - 0,0482x + 53,435$	0,87*	$y = 0,3137x + 139,98$	0,82**
	9 meses		12 meses	
056	$y = 0,0173x^2 - 1,3743x + 259,56$	0,99**	$y = 0,6014x + 313,9$	0,80**
103	Não significativo	--	$y = 0,3123x + 363,28$	0,98**
144	Não significativo	--	Não significativo	--
220	$y = -0,0071x^2 + 1,2534x + 218,26$	0,99**	$y = 0,6819x + 314,2$	0,93**
224	Não significativo	--	$y = -0,0095x^2 + 1,3702x + 315,01$	0,99**
1528	$y = 0,589x + 287,38$	0,98**	$y = 0,6748x + 415,9$	0,94**
	24 meses			
056	$y = -0,0001x^2 + 0,0201x + 10,272$	0,55**		
103	$y = -8E-05x^2 + 0,0083x + 11,124$	0,49**		
144	$y = -9E-05x^2 + 0,011x + 11,341$	0,80**		
220	$y = -0,0006x^2 + 0,0785x + 10,791$	0,96**		
224	$y = -6E-05x^2 + 0,0222x + 11,106$	0,79**		
1528	$y = -0,0005x^2 + 0,0731x + 12,295$	0,99**		

Em relação à análise do crescimento em diâmetro dos clones (Figura 19) verifica-se que, de um modo geral, houve o mesmo comportamento do crescimento em altura. As equações de regressão que estimam o diâmetro das plantas de *Eucalyptus*, cultivadas em diferentes doses de K₂O, aos 3, 6, 9, 12 e 24 meses após o plantio, são mostradas na Tabela 28.

Aos 3 meses após a instalação do experimento o Cl 056, 220, 103 e 1528 apresentaram o mesmo comportamento quadrático obtido na análise de crescimento em altura, mostrando maior diâmetro do caule nas doses de 43,3, 92,8, 46,8 e 77,0 kg ha⁻¹ de K₂O, respectivamente. O Cl 144 não apresentou resposta significativa para o diâmetro, como obtido

para crescimento em altura. Já o Cl 224, apesar de ter apresentado comportamento quadrático para altura, não foi significativo para diâmetro (Figura 19A).

Aos 6 meses após a implantação do experimento, os clones 056, 144 e 220 apresentaram maiores diâmetros nas dosagens de 36,8; 82,8 e 81,7 kg de $K_2O\ ha^{-1}$, respectivamente (Figura 19B). O Cl 224 não apresentou efeito das doses de K_2O testadas, enquanto que o Cl 1528 apresentou comportamento linear com aumento do diâmetro em função da elevação das doses aplicadas (Figura 19B).

Aos 9 meses após a implantação, os clones 056, 144, 224 e 220 apresentaram maiores diâmetros nas dosagens de 27,7; 66,0; 61,6 e 135,5 kg ha^{-1} de $K_2O\ ha^{-1}$, respectivamente. O Cl 1528 apresentou aumento linear do diâmetro com o aumento das doses (Figura 19C).

Aos 12 meses os clones 056, 144 e 224 apresentaram maiores diâmetros respectivamente, nas dosagens de 13,5; 26,0 e 19,0 kg ha^{-1} de $K_2O\ ha^{-1}$ (Figura 19D). O Cl 1528 continuou apresentando resposta linear semelhante a obtida aos 6 e 9 meses após o plantio (Figura 19D). O clone 220 também apresentou aumento linear do diâmetro em função do aumento das doses aplicadas.

Aos 24 meses de idade (Figura 19E) os clones 1528, 103 e 220 apresentaram comportamento linear, ou seja, conforme se aumentou a dose de $K_2O\ ha^{-1}$ aumentou-se o diâmetro do caule das plantas. Os clones 056 e 224 apresentaram comportamento quadrático, sendo que o Cl 056 apresentou maior diâmetro quando se utilizou a dose de 83,5 kg ha^{-1} e o Cl 224 quando se utilizou a dose de 100 kg ha^{-1} . Neste período o Cl 144 não respondeu ao efeito das doses testadas para o crescimento em diâmetro.

O K é um nutriente de grande importância para o equilíbrio osmótico dentro da célula, para o turgor celular e, a produção de ATP e a fotossíntese dependem deste cátion para ocorrer (Malavolta, 2006). No entanto, em condições de seca esses processos não ocorrem ou ocorrem parcialmente, fazendo com que haja uma deficiência no crescimento das plantas, tanto para altura, quanto para diâmetro.

As avaliações de diâmetro realizadas entre o plantio e aos 6 meses após o plantio correspondem ao período de chuvas e durante este período o crescimento médio dos clones 056, 103, 144, 220, 224, e 1528 foi de 11,9 mm, 13,8 mm, 14,2 mm, 15,4 mm, 14,3 mm e 20,6 mm, respectivamente. Nota-se que o Cl 1528 se destacou com maior crescimento

em diâmetro em relação aos demais e que, em números relativos, os outros clones apresentaram crescimento semelhante entre si.

As avaliações realizadas entre o período de 6 e 12 meses (avaliação de 9 e 12 meses) correspondem ao período da seca, ou seja, o quanto as plantas cresceram no período crítico de estresse hídrico e, durante este período, o crescimento médio dos clones 1528, 103, 224, 144, 056 e 220 foi de 26 mm, 28 mm, 28 mm, 24 mm, 28 mm e 35 mm, respectivamente. Nota-se, em número relativos, que o Cl 1528 cresceu mais que os demais.

Tal análise mostra uma possível vantagem de desenvolvimento deste clone, pois no período de seca ele continuou crescendo, da mesma forma como ocorreu com o crescimento em altura. Tal comportamento do Cl 1528 indica maior produção de madeira, em relação aos outros clones, para condições climáticas semelhantes as encontradas no município de Luís Eduardo Magalhães.

As análises realizadas entre os 12 e 24 meses evidenciam um crescimento em diâmetro de 48 mm, 49 mm, 53 mm, 53 mm, 53 mm e 39 mm para os clones 1528, 103, 224, 144, 056 e 220, respectivamente. Aos 2 anos o Cl 1528 foi o que apresentou, em números relativos, menor crescimento em diâmetro, diferindo do que ocorreu para a altura.

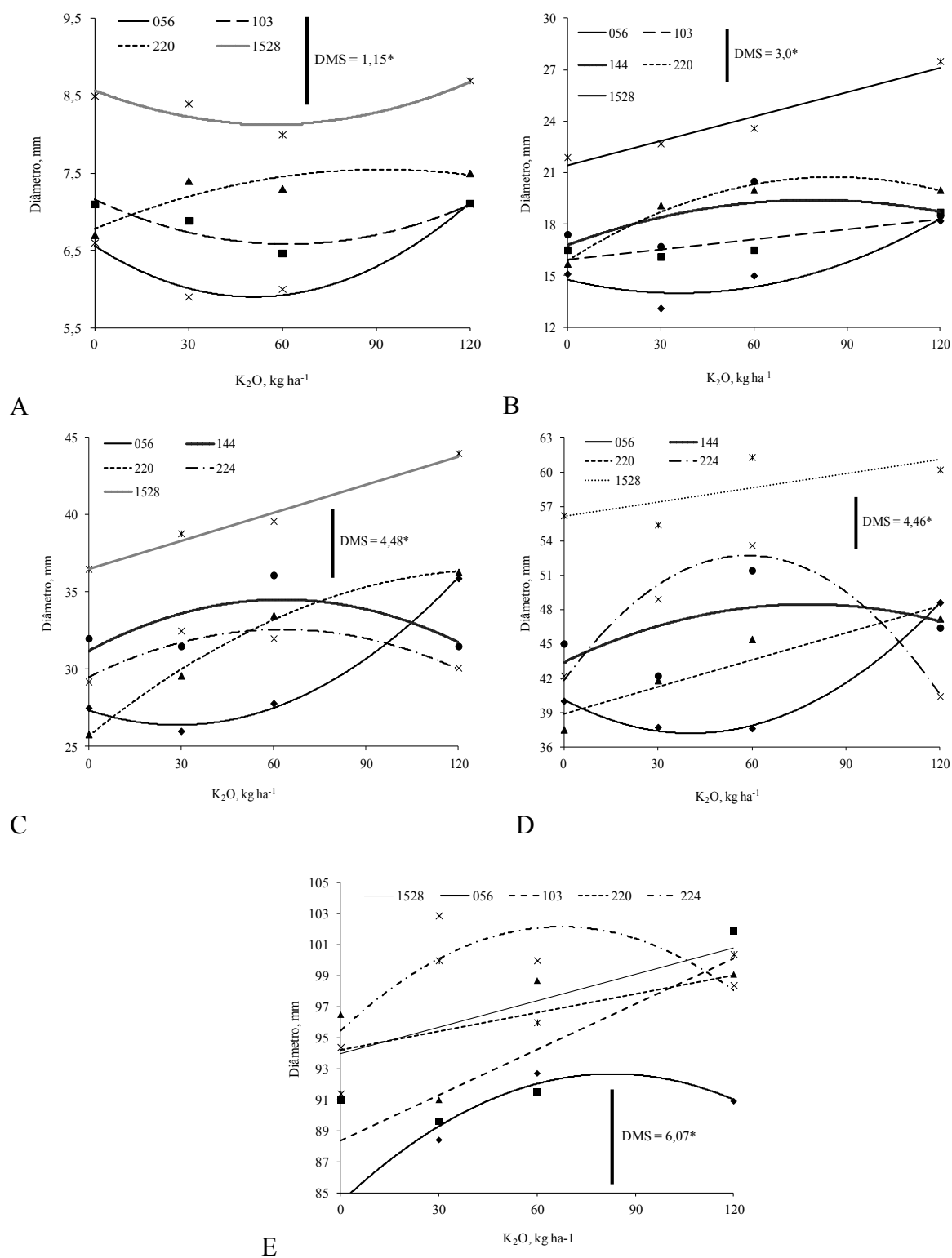


Figura 19. Médias do crescimento em diâmetro 3 (A), 6 (B), 9 (C), 12 (D) e 24 (E) meses após o plantio. **Significativo a 1% de probabilidade. * Significativo a 5% de probabilidade.

Tabela 28. Equações para estimar o diâmetro (mm) de plantas de seis clones de *Eucalyptus* submetidos à doses de K₂O, em Luís Eduardo Magalhães, BA.

Clones	Equações	R ²	Equações	R ²
	3 meses		6 meses	
056	$y = 0,0003x^2 - 0,026x + 6,5591$	0,98**	$y = 0,0006x^2 - 0,0441x + 14,765$	0,89**
103	$y = 0,0002x^2 - 0,0187x + 7,1577$	0,85**	$y = 0,02x + 15,9$	0,75**
144	Não significativo	--	$y = -0,0004x^2 + 0,0662x + 16,77$	0,42**
220	$y = -9E-05x^2 + 0,0167x + 6,7764$	0,82*	$y = -0,0007x^2 + 0,1144x + 15,855$	0,97**
224	Não significativo	--	Não significativo	--
1528	$y = 0,0001x^2 - 0,0154x + 8,5655$	0,80*	$y = 0,0473x + 21,44$	0,95**
	9 meses		12 meses	
056	$y = 0,0012x^2 - 0,0665x + 27,353$	0,99**	$y = 0,0162x^2 - 0,4383x + 40,125$	0,99**
103	Não significativo	--	Não significativo	--
144	$y = -0,0008x^2 + 0,1056x + 31,206$	0,48*	$y = -0,0075x^2 + 0,389x + 43,38$	0,28*
220	$y = -0,0006x^2 + 0,1627x + 25,655$	0,99**	$y = 0,2351x + 38,86$	0,87**
224	$y = -0,0008x^2 + 0,0986x + 29,486$	0,86*	$y = -0,03x^2 + 1,1246x + 41,747$	0,98**
1528	$y = 0,0607x + 36,54$	0,98**	$y = 0,1243x + 56,10$	0,53**
	24 meses			
056	$y = -0,0012x^2 + 0,2002x + 84,367$	0,96**		
103	$y = 0,0979x + 88,36$	0,79**		
144	Não significativo	--		
220	$y = 0,0401x + 94,22$	0,30*		
224	$y = -0,0015x^2 + 0,1999x + 95,447$	0,65**		
1528	$y = 0,057x + 93,96$	0,48**		

6.6 Produção Volumétrica

Ao se analisar a produção volumétrica dos clones estudados aos 24 meses de idade, verifica-se, no geral, que a dose de K₂O que proporciona os maiores volumes de madeira para tais clones está em torno de 60 kg ha⁻¹, pois nas doses acima desta os incrementos de ganho de madeira não são notórios (Figura 20). Os dados obtidos neste ensaio corroboram os resultados encontrados por Valeri et al. (1991) que ao estudarem os efeitos de doses de N, P e K sobre a produção de *E. grandis* plantado em areia quartzosa constataram que a produção máxima foi obtida com a aplicação da dose estimada de 61 kg ha⁻¹ de K₂O.

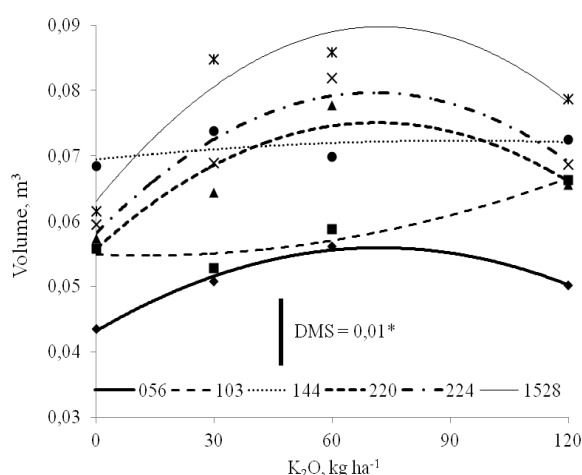


Figura 20. Médias do volume, em m^3 , de cada clone estudado aos 24 meses após o plantio. * Significativo a 5% de probabilidade.

Ao se analisar cada clone individualmente (Figura 20) obtém-se que para o Cl 1528 a dose ótima de K_2O a ser aplicada para se obter a máxima produção de madeira, em m^3 , é 70 kg ha^{-1} , para o Cl 224 é 75 kg ha^{-1} , para o Cl 220 é $62,5 \text{ kg ha}^{-1}$, para o Cl 103 é 15 kg ha^{-1} e para o Cl 056 é 100 kg ha^{-1} . Para o Cl 144 houve tendência linear de aumento do volume de madeira conforme o aumento das doses de K_2O testadas. No entanto, verifica-se que tal clone manteve praticamente inalterada a produtividade de madeira conforme o aumento das doses de K_2O testadas.

As equações de regressão selecionadas para estimar o volume de plantas de clones de *Eucalyptus*, cultivados sob diferentes doses de K_2O , aos 24 meses após o plantio, estão apresentadas na Tabela 29.

Galo (1993) verificou que a dose para alcançar 90% da produção máxima de madeira para *E. grandis* aos 6,5 anos de idade em solos de Cerrado de Minas Gerais foi de 108 kg ha^{-1} de K_2O , cujo teor original de K no solo era de $0,59 \text{ mmol}_c \text{ dm}^{-3}$.

Schmidt (1995) verificou que para obter 90% da produção máxima de madeira foram necessários $60,7$ e $50,7 \text{ mg kg}^{-1}$ de K para *E. camaldulensis* e *E. grandis*, respectivamente ao estudar o crescimento e a absorção de K, Ca e Mg nas mudas destas espécies, em resposta à aplicação de K no solo ($0, 30, 90, 180$ e 270 mg kg^{-1}) e à adição de corretivos com diferentes relações Ca:Mg.

Tabela 29. Equações para estimar o volume (V), em m³/árvore, dos seis clones de *Eucalyptus* cultivados em diferentes doses de K₂O, em Luís Eduardo Magalhães, BA.

Clones	Equações	R ²
056	$y = -2E-06x^2 + 0,0004x + 0,0432$	0,99**
103	$y = 1E-06x^2 - 3E-05x + 0,0549$	0,92**
144	$y = 2E-05x + 0,07$	0,20*
220	$y = -4E-06x^2 + 0,0005x + 0,0558$	0,86**
224	$y = -4E-06x^2 + 0,0006x + 0,0582$	0,91**
1528	$y = -5E-06x^2 + 0,0007x + 0,063$	0,92**

6.7 Diagnóstico visual - Características de crescimento dos clones (CI)

Aos 3 meses de idade o CI 1528 foi o único que não precisou de replantio, pois apresentou alto índice de pegamento, mostrando sempre excelente porte (qualidade de caule e copa). No entanto, foi o CI 1528 que apresentou maior infestação de cigarrinhas, principalmente nas parcelas onde não foi aplicado K e na dose de 30 kg ha⁻¹.

Bortolli e Maia (1994) verificaram que a deficiência de K no milho tornou a planta suscetível a lagarta do cartucho (*Spodoptera frugiperda*), e em nabo, baixas doses de K, aumentaram o número de afídeos (*Myzus persicae*). Perrenoud (1990 apud SILVEIRA, et al. 2005) explica que altas concentrações de K nos tecidos favorecem a síntese e o acúmulo de compostos fenólicos, que atua como inibidor de insetos e fungos e que plantas com deficiência de K apresentam tecidos menos enrijecidos devido a menor espessura da cutícula e parede celular, menos tecidos esclerenquimatosos, menor lignificação e suberização.

De acordo com Malavolta (2006) uma correta adubação potássica dificulta o ataque de pragas ou patógenos devido à formação de barreiras representadas pela estrutura da parede celular e da espessura da cutícula, além de melhorar a recuperação do tecido lesionado após a infecção.

Neste período, o CI 224 plantado no tratamento onde foi aplicada a maior dose de K₂O (120 kg ha⁻¹) foi o que apresentou maior necessidade de replantio, em torno de 16%, mostrando ser aquele de maior dificuldade de pegamento, seguido pelo CI 056, plantado também na maior dose, mostrando taxa de mortalidade em torno de 13%. Os outros clones apresentaram taxa de replantio dentro do esperado, em torno de 5%, independente da dose aplicada. Pode-se dizer que os clones 224 e 056 são clones mais sensíveis a salinidade,

pois, para estes clones, a quantidade de K_2O proporcionado pela maior dose testada (o dobro da recomendada) se tornou excessiva prejudicando o pegamento das mudas.

Aos 3 meses os clones apresentaram sintomas de deficiência de K, principalmente, nas parcelas que não receberam K_2O . Percebe-se que as folhas mais velhas apresentam sintomas de deficiência de K de forma mais acentuada, como arrocheamento das bordas foliares e manchas de necrose no limbo foliar, enquanto que as folhas mais novas são mais verdes (Figura 21). Isto evidencia a consequência do mecanismo de redistribuição do K na planta, já que este se encontra na forma solúvel, e tem facilitado sua transferência de órgãos mais velhos para órgãos mais novos (MALAVOLTA, 2006).



Figura 21. Detalhe visual da parte aérea do clone IEC-220, sem aplicação de K, aos 3 meses.

Aos 9 meses após o plantio (período de seca), o clone que mais apresentou sintomas de deficiência de K foi o Cl 056 (Figura 22). E além da deficiência de K ser visível nas parcelas onde não foi aplicado K_2O ou na dose abaixo da recomendada, ocorreram outros problemas como o secamento de plantas isoladas (dos clones 220 e 144) dentro de parcelas onde, no geral, as plantas não apresentavam sintomas de deficiência e estavam resistindo bem ao período de seca (Figura 23) e a quebra de plantas, onde o tronco de algumas plantas do Cl 144 adubados com a metade da dose recomendada de K_2O (30 kg ha^{-1}) se partiram ao meio.

Neste período todos os clones estavam com as folhas murchas e apresentavam murchamento acentuado de ponteiros. A seca de ponteiros em eucalipto tem sido frequentemente observada em plantas de seis a 18 meses de idade, durante os meses mais secos do ano, em várias regiões do Brasil, sendo muito frequente nos reflorestamentos de eucalipto em solos sob Cerrado, comprometendo o crescimento das plantas e a produtividade dos plantios (CHAVES et al., 2004; MATTIELLO et al., 2009). Sob condições de déficit hídrico, observa-se a diminuição no crescimento e o aumento na mortalidade das árvores (ALLEN et al., 2009).



Figura 22. Clone 056 na dose 0 de K com sintomas visíveis de deficiência, aos 9 meses após o plantio.



Figura 23. Clone 220 na dose recomendada de K, sem sintomas de deficiência e secamento de planta isolada, aos 9 meses após o plantio.

Aos 2 anos de idade as características de deficiência de K apresentada pelos clones puderam ser visualizadas nos clones 056, 103, 144, 220, 224 e 1528 (Figura 24). Ocorreu arrocheamento nas bordas das folhas dos clones testados, que em alguns casos chegou a necrosar, principalmente as folhas das plantas cuja parcela não recebeu adubação potássica. Além da necrose, é visível o amarelecimento ou clorose das mesmas.

De acordo com Malavolta (2006) tal fato ocorre porque o K participa da síntese de proteínas e sua carência faz com que ocorra acúmulo de aminoácidos na folha, que dão origem a putrescina e esta causa clorose e necrose nas margens e pontas das

folhas mais velhas. E, de acordo com Hopkins e Hunter (2009) o aumento das concentrações foliares de etileno, durante o déficit hídrico, tende a diminuir a duração de vida das folhas.

A duração média de vida das folhas tende a diminuir durante o déficit hídrico, devido ao aumento no acúmulo dos fotoassimilados, na taxa de respiração e de degradação de proteínas e à diminuição da incorporação de ácidos amino na ribulose bifosfato (RuBP) e do fluxo de nitrato nas folhas responsáveis da atividade de nitrato redutase (BATTIE LACLAU, 2013). Apesar de ainda não ter sido quantificada a serrapilheira no experimento, é grande seu volume dois anos após a implantação do mesmo.

Através da diagnose visual das folhas pôde-se constatar que os clones 103 D1, 220 D1 e D2, 224 D1, D2 e D4 e o CL 1528 D1 e D4 são os clones mais sensíveis à salinidade e à deficiência de K_2O (Figuras 24). Tais clones apresentam características de deficiência na dose 0,0 de K_2O (D1) e características de toxicidade por excesso de K na maior dose testada (D4) (Figuras 24). De acordo com Malavolta et al. (1997) a diagnose visual pode ser utilizada para recomendação de aplicação de fertilizantes e para ajustar programas de adubação, principalmente em culturas perenes.

Através da diagnose visual das folhas pôde-se constatar quais os clones mais sensíveis à salinidade e à deficiência de K_2O (Figuras 24), sendo eles: os Cl 103, na dose 0 de K_2O , o Cl 220 na dose 0 e na metade da dose recomendada (30 kg ha^{-1} de K_2O), o Cl 224 na dose 0, na metade da dose recomendada (30 kg ha^{-1} de K_2O) e no dobro da dose recomendada (120 kg ha^{-1} de K_2O) e o Cl 1528 na dose de 120 kg ha^{-1} de K_2O . Percebe-se que o Cl 224 é o mais sensível à adubação potássica, apresentando um bom aspecto visual somente na dose recomendada de K_2O para a cultura e o Cl 1528 o menos sensível, pois, apresentou um leve aspecto de queima foliar na maior dose de K_2O testada. De acordo com Malavolta et al. (1997) a diagnose visual pode ser utilizada para recomendação de aplicação de fertilizantes e para ajustar programas de adubação, principalmente em culturas perenes.

Ao se observar o Cl 1528 verifica-se que este apresenta, em relação aos outros clones, maior área foliar, folhas com verde mais intenso, maior serosidade, cutícula com brilho intensificado e diferenciado, indicando ser estas qualidades de resistência ao estresse hídrico, já que tal clone se apresenta com melhor desenvolvimento e vitalidade que os demais. Segundo Kramer (1995), Salisbury et al. (1992) a espessura da cutícula, o tamanho e a

forma das folhas, a cor, o revestimento (pilosidades) e a orientação delas, em relação à luz, o número e a localização dos estômatos influenciam na transpiração.

Os Cl 224 e 103 apresentam folhas mais estreitas (menor área foliar) em relação aos outros clones estudados e, teroricamente, uma planta com área foliar menor tem condições de suportar maior tempo sob estresse, ou seja, a partir do corte normal de água desta região da Bahia uma planta com área foliar menor pode continuar metabolicamente mais ativa por um período maior, e durante esse período acumular nutrientes e reservas que favorecerá uma retomada do metabolismo normal por ocasião da retomada das chuvas. Espera-se que tais clones possam futuramente se destacar em relação aos outros.

As plantas podem desenvolver mecanismos de adaptação à seca quando submetidas a deficiências hídricas e estas adaptações podem ser morfológicas, fisiológicas e até anatômicas (LARCHER, 2004). A identificação desses mecanismos pode explicar as causas da resistência à seca de clones de eucalipto auxiliando nos programas de melhoramento florestal (TATAGIBA et al., 2007). Gérardeaux (2009) explica que plantas de algodão bem nutridas em K apresentam maior área foliar. De acordo com seus estudos, a diminuição da biomassa observada em plantios de algodão deficientes em K foi explicada pela redução da radiação interceptada, devido à redução da área foliar.

Fernandes (2012) estudou o crescimento e o desenvolvimento de 4 clones de eucalipto (AEC0144, AEC0224, VM01 e VCC865) sob dois regimes hídricos (irrigado e não irrigado) e observou-se que as folhas das plantas apesar de permanecerem sempre verdes, apresentaram perda de brilho e da intensidade de cor, conforme prolongamento da deficiência hídrica, com manchas necróticas em folhas mais velhas.

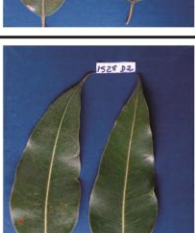
Clone \ Dose	0	30	60	120
CI 056				
CI 103				
CI 144				
CI 220				
CI 224				
CI 1528				

Figura 24. Características visuais de deficiência e/ou excesso de K nos clones 056, 103, 144, 220, 224 e 1528.

7. CONCLUSÕES

Todos os clones avaliados (056, 144, 220, 224, 103 e 1528) se mostraram adaptáveis à região Oeste da Bahia, até 24 meses de idade.

O clone 1528 foi o que melhor se adaptou as condições da região, apresentando maior crescimento em altura e diâmetro aos 6, 9, 12 e 24 meses de idade. O clone 056, apesar de adaptado às condições da região, apresentou menor crescimento em diâmetro aos 12 meses de idade e em altura aos 24 meses.

A adubação potássica influenciou no crescimento e na intensidade da cor verde dos clones, sendo a dose recomendada, 60 kg ha⁻¹ de K₂O, aquela que proporcionou os melhores resultados, até 24 meses de idade.

8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AIBA – Associação de agricultores e irrigantes da Bahia. Anuário da região oeste da Bahia, safra 2013/2014.

ABAF – Associação Baiana das Empresas de Base Florestal. **Anuário Estatístico – Bahia florestal 2013**. Disponível em: <<http://www.abaf.org.br/download/bahia-florestal-anuario-abaf-2013.pdf>>. Acesso em: 01 de março de 2014.

ABRAF – Associação Brasileira de Produtores de Florestas Plantadas. **Anuário Estatístico 2012** – Ano base 2011. Disponível em: <<http://www.abraflor.org.br/estatisticas/ABRAF12/ABRAF12-BR.pdf>>. Acesso em: 15 de abril de 2013.

ABRAF – Associação Brasileira de Produtores de Florestas Plantadas. **Anuário Estatístico 2013** – Ano base 2012. Disponível em: <http://www.abraflor.org.br/estatisticas.asp>. Acesso em: 15 de abril de 2013.

ALLEN, C. D. Climate-induced forest dieback: an escalating global phenomenon? **Unasylva**, Rome, v. 60, p. 231-232, 2009.

ALMEIDA, I. C. C. **Atributos físicos do solo em resposta à adição de efluente tratado de indústria de celulose**. 2008. 68 f. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2008.

ARRIEL, E. F. et al. Divergência genética em *Cnidioscolus phyllacanthus* (MART.) Pax et K. Hoffm. **Revista Brasileira de Oleaginosas e Fibrosas**, Campina Grande, v. 8, n. 2/3, p. 813-822, 2004.

ARRUDA, O. C. et al. Comparação de custos de implantação de eucalipto com resíduo celulósico em substituição ao fertilizante mineral. **Rev. Ceres**, vol.58, n.5, 2011.

BAESSO, R. C. E.; RIBEIRO, A.; SILVA, M. P. Impacto das mudanças climáticas na produtividade do eucalipto na região norte do Espírito Santo e sul da Bahia. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 20, n. 2, p. 335-344, 2010.

BARBER, S. A. The role of root interception, mass-flow and diffusion in regulating the uptake of ions from soils. In: **Limiting Steps in Ion Uptake by Plants from Soil**. p. 39-45. International Atomic Energy Agency Tech. Rept. Series 65. Viena, 154 p., 1996.

BARREIRAS NOTÍCIAS, 2014. São Desidério terá a maior termelétrica a biomassa da América Latina. Disponível em: <<http://www.barreirasnoticias.com/2014/02/sao-desiderio-tera-maior-termeletrica.html>>. Acesso em: 03 de agosto de 2014.

BARRETTO, V. C. M. et al. Eficiência de uso de boro no crescimento de clones de eucalipto em vasos. **Sci. For.**, Piracicaba, n. 76, p. 21-33, dez. 2007.

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**. Ed. Folha de Viçosa, cap.4, p.127-86, 1990.

BATTIE LACLAU, P. R. F. **Efeitos da adubação potássica sobre a adaptação à seca do *Eucalyptus grandis***. Tese (Doutorado – Programa de Pós-Graduação em Ciências. Área de Concentração: Energia Nuclear na Agricultura e no Ambiente) – Centro de Energia Nuclear na Agricultura da Universidade de São Paulo. Piracicaba, 137 f., 2013.

BERNARDI, A. C. C. et al. **Correção do solo e adubação no sistema de plantio direto nos Cerrados**. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2003. 22 p. (Embrapa Solos. Documentos, 46).

BORTOLLI, S. A.; MAIA, I.G. Influência da aplicação de fertilizantes na ocorrência de pragas. Em: Importância da adubação na qualidade de produtos agrícolas. P. 53-63, M. E. Sá e S. Buzzeti, Coord. Ícone Editora, São Paulo, 437p.

BRAY, E. A. Molecular responses to water deficit. **Plant Physiol.** 103:1035-1040, 1993.

BRAY, E. A. Plant responses to water deficit. **Trends in Plant Science.** 2:48-54, 1997.

BRITO, J. O. O uso energético da madeira. **Estudos avançados**, São Paulo, v. 21, n. 59, p. 185-193, 2007.

CARVALHO, A. M. **Valorização da madeira do híbrido *Eucalyptus grandis* x *Eucalyptus urophylla* através da produção conjunta de madeira serrada em pequenas**

dimensões, celulose e lenha. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 128p. 2000.

CAKMAK, I.; HENGELER, C.; MARSCHNER, H. Changes in phloem export of sucrose in leaves in response to phosphorus, potassium and magnesium deficiency in bean plants. **Journal of Experimental Botany**, Oxford, v. 45, p. 1251-1257, 1994.

CHAVES, J. H. et al. Seleção precoce de clones de eucalipto para ambientes com disponibilidade diferenciada de água no solo: relações hídricas de plantas em tubetes. **Revista Árvore**, v. 28, n. 3, p. 333-341, 2004.

CIB - Conselho de Informações sobre Biotecnologia. Guia do Eucalipto. Oportunidades para um Desenvolvimento Sustentável, 2008. 20p. Disponível em <http://cib.org.br/wp-content/uploads/2011/10/Guia_do_Eucalipto_junho_2008.pdf> Acessado em 18 fev 2014.

DOURADO, C. S.; OLIVEIRA, S. R. M.; AVILA, A. M. H. Análise de zonas homogêneas em séries temporais de precipitação no Estado da Bahia. Bragantia, Campinas. Vol. 72, n.2, 2013.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos-CNPS. Sistema brasileiro de classificação de solos. Brasília, Embrapa-SPI/Rio de Janeiro, Embrapa Solos, 2006. 306p.

EPSTEIN, E.; BLOOM, A. **Nutrição mineral de plantas: princípios e perspectivas.** Londrina: Editora Planta, 2006. 401p.

EPSTEIN, E. **Nutrição Mineral de Plantas; princípios e perspectivas.** São Paulo: EDUSP, 1975. 341p.

FARIA, G. E. et al. Avaliação da produtividade, conteúdo e eficiência de utilização de nutrientes em genótipos de *Eucalyptus* spp. no Vale do Jequitinhonha, MG. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v.18, n.3, p.363-373, 2008.

FERNANDES, E. T. et al. Crescimento de clones de eucalipto sob deficiência hídrica. **Enciclopédia Biosféra**, Centro Científico Conhecer – Goiania, v. 9, n. 17, p. 867-875, 2013.

FERNANDES, E. T. Fotossíntese e crescimento inicial de clones de eucalipto sob diferentes regimes hídricos. Vitória da Conquista – BA: UESB, 2012. 113p. (Dissertação – Mestrado em Agronomia: Área de Concentração em Fitotecnia)

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

FLEXAS, J. et al. Effects of drought on photosynthesis in grapevines under field conditions. **Functional Plant Biology**, v. 29, p. 461-471, 2002.

FREITAS, P. L. et al. **Comportamento Físico-Químico dos Solos de Textura Arenosa e Média do Oeste Baiano**. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2004. 07 p. (Comunicado Técnico 27).

GAVA, J. L. **Fertilização potássica na Suzano Bahia Sul**. Suzano, 2003. 20 p. (Relatório Interno de Pesquisa).

GAVA, J. L.; GONÇALVES, J. L. M.; SHIBATA, F. Y.; CORRADINI, L. Eficiência relativa de fertilizantes fosfatados no crescimento inicial de eucalipto cultivado em solos do Cerrado. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 21, p. 497-504, 1997.

GALO, M. V. **Resposta do eucalipto à aplicação de potássio em solo de cerrado**. 1993. 40 f. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 1993.

GENTIL, M. S. **Transpiração e eficiência do uso da água em árvores clonais de *Eucalyptus* aos 4 anos em áreas com e sem irrigação em Eunápolis, Bahia. 2010**. 71f. Dissertação (Mestrado em Recursos Florestais) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2010.

GÉRARDEAUX, E. **Ajustement de la phénologie, de la croissance et de la production de biomasse du cotonnier (*Gossypium hirsutum* L.) face à des carences en potassium**. 2009. 110 p. Thèse (Docteur en Sciences et environnement) - Université Bordeaux I, Ecole Doctorale des Sciences et Environnements, Bordeaux, 2009.

GLENN, D. M., SCORZA, R. BASSETT, C. Physiological and morphological traits associated with water use efficiency in the willow-leaf peach. **Hortsci.**, v.35, n.7, p. 1241-43, 2000.

GONÇALVES, M. R; PASSOS, C. A. M. Crescimento de cinco espécies de eucalipto submetidas a déficit hídrico em dois níveis de fósforo. **Ciência Florestal**, v. 10, n. 2, p. 145-161, 2000.

GONÇALVES, J. L. M. Recomendações de adubação para Eucalyptus, Pinus e Espécies Típicas da Mata Atlântica. **Documentos Florestais**, n.15, p.1-23, 1995.

GONÇALVES, J. L. M.; RAIJ, B. van; GONÇALVES, J. C. Florestais. In: RAIJ, B. van; CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J. A.; FURLANI, A. M. C. (eds.) **Recomendações de adubação e calagem para o Estado de São Paulo**. Campinas: Instituto Agrônomo e Fundação IAC, 1996. p.247-259.

GOMES, R. T. **Efeito do espaçamento no crescimento e nas relações hídricas de *Eucalyptus* spp na região de cerrado de Minas Gerais**. 1994. 85f. Dissertação Mestrado em Ciência Florestal)- universidade federal de Viçosa, Viçosa, MG, 1994.

HOPKINS, W. G.; HUNTER, N. P. A. **Introduction to plant physiology**. 4. ed. New York: Wiley, 2209. 5003 p.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, 2013. Página visitada em 25 de fevereiro de 2014.

ILARIO, C. G. A. Região Agrícola Competitiva do Oeste Baiano. **Boletim Campineiro de Geografia**, v. 3, n. 1, 2013.

IPEF – Instituto de Pesquisas Florestais. 2014. ArcelorMittal Bioenergia Ltda. Disponível em: < www.ipef.br_eventos_2009_melhoramento5_02-ArcelorMittal_BioEnergia >. Acessado em: 02 de março de 2014.

JONES, D. A., WILKINS, D. A. Variation and adaptations in plant species. London, **Heinemann**, 1971. 184p.

KABATA PENDIAS, A.; PENDIAS, H. **Trace elements in soil and plants**. Boca Raton: CRC Press, 1984. 315p.

KRAMER, P. J.; BOYER, J. S. **Water relations of plants and soils**. Academic Press, New York, 495 p., 1995.

LARCHER, W. **Ecofisiologia vegetal**. Tradução: Prado, C. H. B. A. São Carlos: Ed. Rima, p. 531., 2006.

LARCHER, W. **Ecofisiologia vegetal**. São Carlos: **Rima**, 531p., 2004.

LARCHER, W. **Physiological plant ecology: Ecophysiology and stress physiology of functional groups**. (3^a ed.) Berlin, Springer Verlag. 506 p., 1995.

LAUER, M. J.; BOYER, J. S. Internal CO₂ measured directly in leaves. Absciscic acid and low leaf water potential cause opposing effects. **Plant Physiology**, v. 98, p. 1310-1316, 1992.

LAWLOR, D. W. Limitation to photosynthesis in Water – stressed Leaves: Stomata vs. Metabolism and the Role of ATP. **Annals of Botany**, v. 89, p.871-885, 2002.

LELES, P. S. S. et al. Relações hídricas e crescimento de árvores de *Eucalyptus camaldulensis* e *Eucalyptus pellita* sob diferentes espaçamentos na região de cerrado. **Revista Árvore**, v. 22, n. 1, p. 41-50, 1998.

LI, C. et al. Drought responses of *Eucalyptus microtheca* provenances depend on seasonality of rainfall in their place of origin. **Australian Journal of Plant Physiology**, v. 27, n. 3, p. 231-238. 2000.

LIMA, W. P.; JARVIS, P.; RHIZOPOULOU, S. Stomatal responses of *Eucalyptus* species to elevated CO₂ concentration and drought stress. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v. 60, n. 2, p. 231-238, 2003.

LOPES, A. S. **Solos sob "cerrado"**: características, propriedades e manejo. Piracicaba: Potafos, 1984. 162 p.

MAGALHÃES, G. C. Desempenho de clones de eucalipto nas condições edafoclimáticas de Vitória da Conquista-BA. 2013. 101f. Dissertação (Mestre em agronomia -fitotecnia) – Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia. 2013.

MALAVOLTA, E.; VITTI, G. C.; OLIVEIRA, S. A. **Avaliação do estado nutricional de plantas:** princípios e aplicações. Piracicaba: Potafos, 1997. 309p.

MALAVOLTA, E. **Manual de nutrição mineral de plantas.** São Paulo: Editora Agronômica Ceres, 2006. 638p.

MARENCO, R. A.; LOPES, N. F. Fisiologia Vegetal: Fotossíntese, respiração, relações hídricas, nutrição mineral, 3 ed., UFV, Viçosa, 2009, 486p.

MARENCO, R. A.; LOPES, N. F. Fisiologia Vegetal: fotossínteses, respiração, relações hídricas e nutrição mineral. 2ª Ed. Viçosa: UFV, 2005, 439p.

MARSCHNER, H. **Nutrition of Higher Plants.** London: ACADEMIC PRESS. 1995. 889p.

MATTIELLO, E. M. et al. Transporte de boro no solo e sua absorção por eucalipto. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v.33, p.1281-1290, 2009.

MENDONÇA, A. V. R.; CARNEIRO, J. G. A.; FREITAS, T. A. S.; BARROSO, D. G. Características fisiológicas de mudas de Eucalyptus spp submetidas a estresse salino. *Ciência Florestal*, Santa Maria, v. 20, n. 2, p. 255-267, 2010.

MENESES, C. H. S. G. et al. Aspectos genéticos e moleculares de plantas submetidas ao déficit hídrico. **Revista de Oleaginosas e Fibrosas**, 10(1/2):1039-72, 2006.

MORA, A. L.; GARCIA, C. H. **A cultura do eucalipto no Brasil.** São Paulo: Sociedade Brasileira de Silvicultura, 112 p, 2000.

MORI, E. S, KAGEYAMA, P. Y.; FERREIRA, M. Variação genética e interação progênes X locais em Eucalyptus urophylla. **IPEF**, Piracicaba, v. 39, p. 53-63, 1988.

NEPOMUCENO, A. L. et al. Tolerância à seca em plantas. Mecanismos fisiológicos e moleculares. **Biotecnologia Ciência e Desenvolvimento**, n. 23, 2001.

NEVES, T. A. et al. Qualidade da madeira de clones de Eucalyptus em diferentes idades para a produção de bioenergia. **Rev. Cienc. Agrar.**, v. 56, n. 2, p. 139-148, 2013.

NOGUEIRA, F. D.; SILVA, E. B.; GUIMARÃES, P. T. G. **Adubação potássica do cafeeiro: sulfato de potássio**. Washington: SOPIB, 2001. 81p.

NOGUEIRA, R. J. M. C. et al. Alterações na resistência à difusão de vapor das folhas e relações hídricas em aceroleiras submetidas a déficit de água. **Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal**, Viçosa, v. 13, n. 1, p. 75-87, 2001.

OLIVA, M. A. et al. Seca de ponteiros em *Eucalyptus camaldulensis* Dehn. em relação a estresse hídrico e nutrição mineral. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 13, n. 1, p. 19-33, 1989.

OLIVEIRA, M. A. J. et al. Fotossíntese, condutância estomática e transpiração em pupunheira sob deficiência hídrica. **Scientia Agricola**, v.59, p.59-63, 2002.

OTTO, M. S. G. et al. Fotossíntese, condutância estomática e produtividade de clones de *Eucalyptus* sob diferentes condições edafoclimáticas. **Revista Árvore**, v. 36, v. 37, p.431-439, 2013.

PAVAN, B. E. **Crescimento de clones de eucalipto submetidos a diferentes regimes hídricos em casa-de-vegetação**. 2003. 43 f. Monografia (Trabalho de Graduação em Agronomia) - Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2003.

PAIVA, R.; OLIVEIRA, L.M. **Fisiologia e Produção Vegetal**. Lavras. Ed. UFLA, 104 p., 2006.

POORTER, H. et al. Causes and consequences of variation in leaf mass per area (LMA): a meta-analysis. **New Phytologist**, 182:565–588, 2009.

PORTAL FLORESTAL. **Características dos clones 144, 224 e 1528**. Disponível em: http://www.portalflorestal.com.br/construcoes_detalhes.php?con_id=11, http://www.portalflorestal.com.br/construcoes_detalhes.php?con_id=13 e http://www.portalflorestal.com.br/construcoes_detalhes.php?con_id=33. Acessado em 02 de março de 2014.

PROTÁSIO, T. P. et al. Decomposição térmica de briquetes Torrado e carbonizado de resíduos do processamento de grãos de café. **Ciênc. AGROTEC**. vol.37, n.3, 2013.

PROTÁSIO, T. P. et al. Seleção de clones de Eucaliptus para a produção de carvão vegetal e bioenergia por meio de técnicas univariadas e multivariadas. **Scientia Forestalis**, Piracicaba, v. 41, n. 97, p.15-28, 2013.

QUEIROZ, L. R. S.; BARRICHELO, L. E. G. **O Eucalipto - Um Século no Brasil – 1908/2008**, São Paulo, 2007, 132p.

RAIJ, B. VAN.; QUAGGIO, J. A. **Métodos de análise de solo para fins de fertilidade**. Campinas: IAC. 1983. 40p. (IAC, Boletim técnico, 81).

REIS, A. R. et al. Metodologia e técnicas experimentais diagnóstico da exigência do cafeeiro em nitrogênio pela utilização do medidor portátil de clorofila. **Bragantia**, v.65, n. 1, p. 163-171, 2006.

REIS, G. G.; MAESTRI, M. Crescimento e relações hídricas de mudas de *Eucalyptus grandis* e *E. camaldulensis* em tubetes sob três regimes de irrigação. **Revista Árvore**, v.12, n. 2, p. 183-195, 1988.

ROSOLEM, C. A.; CALONEGO, J. C.; FOLONI, J. S. S. Lixiviação de potássio da palha de coberturas de solo em função da quantidade de chuva recebida. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v. 27, p. 355-362, 2003.

RUFTY, T. W. et al. Phosphate regulation of nitrate assimilation in soybean. **Journal of Experimental Botany**, 44:879–891, 1993.

SALISBURY, F.B. & C.W. ROSS. **Plant Physiology**. 4ª edição, California. Ed. Wadsworth publishing, 1992. 682 p.

SANDERSON ACESSORIA E PROJETOS. **Características da região Oeste da Bahia** – Disponível em: < http://www.sanderson.com.br/regiao_oeste.php >. Acesso em: 02 de março de 2014.

SANTOS, M. **Por uma outra globalização: do pensamento único à consciência universal**. Rio de Janeiro: Record, 2000.

SETTE JR, C. R. et al. Crescimento em diâmetro do tronco das árvores de *Eucalyptus grandis* W. Hill. ex. Maiden e relação com as variáveis climáticas e fertilização mineral. **Revista Árvore**, v.34, n.6, p.979-990, 2010.

SILVA, A. C. et al. Crescimento de figueira sob diferentes condições de cultivo. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia, v. 41, n. 4, p. 539-551, 2011.

SILVEIRA, R. L. V. A.; MALAVOLTA, E. Nutrição e adubação potássica em eucalyptus. **Encarte técnico. POTAFÓS**. Informações agronômicas nº 91, 12p, 2000.

SILVEIRA, R.L.V.A.; GAVA, J.L.; MALAVOLTA, E. O Potássio na cultura do eucalipto. In: YAMADA, T.; ROBERTS, T. (Eds.) Potássio na agricultura brasileira. Piracicaba: Associação Brasileira para Pesquisa da potassa e do fosfato, 2005. 523-590 p.

SILVEIRA, R. L. V. A. et al. **Avaliação do estado nutricional do Eucalyptus**: Diagnose visual, foliar e suas interpretações (compact disc). In: SIMPÓSIO SOBRE FERTILIZAÇÃO E NUTRIÇÃO FLORESTAL, Piracicaba, 1999. Simpósio Sobre Fertilização e Nutrição Florestal 99: trabalhos. Piracicaba: IPEF/ESALQ/USP, 1999.

SOUSA, D. M. G.; RITCHEY, K. D. Acidez do solo e sua correção. In: SIMPÓSIO SOBRE CERRADO; Savanas: alimento e energia, 6., 1988, Brasília. **Anais...** Brasília: CPAC, p. 15-32, 1988.

STAPE, J. L.; BINKLEY, D.; RYAN, M. G. Eucalyptus production and the supply, use and efficiency of use of water, light and nitrogen across a geographic gradient in Brazil. **Forest Ecology and Management**, v. 193, p. 17-31, 2004.

STAPE, J. L. et al. Water use, water limitation and water use efficiency in a *Eucalyptus* plantation. **Bosque**, v.25, n.1, p.35-41, 2004.

STRECK, N. A. A generalized nonlinear air temperature response function for node appearance rate in muskmelon (*Cucumis melo* L.) **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, v. 10, n. 1, p. 105-111, 2002.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. 3. ed. Porto Alegre: Artmed, 2004. 719 p.

TANAJURA, C. A. S.; GENZ, F.; ARAÚJO, H. A. Mudanças climáticas e recursos hídricos na Bahia: validação da simulação do clima presente do HADRM3P e comparação com os cenários A2 e B2 para 2070 - 2100. **Revista Brasileira de Meteorologia**, v.25, p.345-358, 2010.

TATAGIBA, S. D.; et al. Desempenho de clones de eucalipto em resposta a disponibilidade de água no substrato. *Revista Engenharia na agricultura*, v. 17, n. 3, p. 179-189, 2009.

TATAGIBA, S. D.; MONTAGU, K. D.; CONROY, J. P. Temperature effects on wood anatomy, wood density, photosynthesis and biomass partitioning of *Eucalyptus grandis* seedlings. **Tree Physiology**, v.27, n.2, p.251-260, 2007.

TISDALE, S. L.; NELSON, W. E.; BEATON, J. D.; HAVLIN, J. L. **Soil Fertility and Fertilizers**. 5ª Ed. Macmillan Publ. Co. Nova Iorque. 634p.

TEIXEIRA, P. C.; et al. **Nutrición potásica y relaciones em plantas de *Eucalyptus* spp.** Bosque, Valdivia, v.16, n.2, p.61-68, 1995.

VALERI, S. V.; CORRADINI, L.; AGUIAR, I. V. Efeito de níveis de NPK e calcário dolomítico na produção volumétrica de madeira de *Eucalyptus grandis* Hill ex Maiden. **Científica, São Paulo**, v.19, n.1, p.63-70, 1991.

VELLINI, A. L. T. T. **Desempenho e divergência genética entre clones de *Eucalyptus* spp. em diferentes regimes de irrigação em casa de vegetação**. 2007. 94 f. Tese (Doutorado em Agronomia – Genética e Melhoramento de Plantas) – Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2007.

VELLINI, A. L. T. T. et al. Respostas fisiológicas de diferentes clones de eucalipto sob diferentes regimes de irrigação. **Rev. Árvore**, Viçosa, v. 32, n. 4, p. 651-663, 2008.

VILLAGRA, P. E.; CAVAGNARO, J. B. Water stress effects on the seedling growth of *Prosopis argentina* and *Prosopis alpataco*. **Journal of Arid Environments**, v. 64, p. 390-400, 2006.