**Universidade de São Paulo
Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”**

**Estudo das respostas ecofisiológicas no crescimento de clones
Eucalyptus spp. submetidos a variações de níveis de restrições
hídricas em distintas condições edáficas**

Karen Stephanny Córdova Flores

Dissertação apresentada para obtenção do título de
Mestra em Ciências, Programa: Recursos
Florestais. Opção em: Silvicultura e Manejo
Florestal

**Piracicaba
2016**

Karen Stephanny Córdova Flores
Engenheira Florestal

**Estudo das respostas ecofisiológicas no crescimento de clones *Eucalyptus*
spp. submetidos a variações de níveis de restrições hídricas em distintas
condições edáficas**

versão revisada de acordo com a resolução CoPGr 6018 de 2011

Orientadora:
Profa. Dra. **LUCIANA DUQUE SILVA**

Dissertação apresentada para obtenção do título de
Mestra em Ciências, Programa: Recursos
Florestais. Opção em: Silvicultura e Manejo
Florestal

Piracicaba
2016

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação
DIVISÃO DE BIBLIOTECA - DIBD/ESALQ/USP

Córdova Flores, Karen Stephanny

Estudo das respostas ecofisiológicas no crescimento de clones *Eucalyptus* spp.
submetidos a variações de níveis de restrições hídricas em distintas condições edáficas /
Karen Stephanny Córdova Flores. - - versão revisada de acordo com a resolução CoPGr
6018 de 2011. - - Piracicaba, 2016.
230p. : il.

Dissertação (Mestrado) - - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz".

1. Eucalyptus 2. Índice de área foliar 3. Estômato 4. Defasagem 5. Incremento
I. Título

CDD 634.9734
C796e

"Permitida a cópia total ou parcial deste documento, desde que citada a fonte – O autor"

DEDICATÓRIA

Dedico e agradeço de todo coração a nosso Senhor quem ilumina cada passo que dou na vida e pela boa saúde.

À meus pais Germán Córdova Segura e Elen Marjorie Flores Del Águila, que são os seres que mais amo na vida, sendo minha fortaleza e grande inspiração.

Aos meus irmãos mais novos, Frank Germán Córdova Flores e Marjorie Magdalena Córdova Flores, pelo imenso amor que sinto, desejando-lhes sempre o melhor e que eu possa ser um bom exemplo para que eles possam seguir.

À minha orientadora Luciana Duque Silva, a quem admiro e aprecio por suas grandes virtudes como pessoa e profissional e que me ensinou a enfrentar muitos desafios com seu exemplo e compreensão.

AGRADECIMENTOS

À Deus pela vida e pela fortaleza espiritual que me dá dia com dia.

À gloriosa Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” da Universidade de São Paulo. Ao programa de Pós-graduação em Ciências Florestais e seu corpo docente pela oportunidade de realizar meu mestrado e pela contribuição na minha formação.

À Profa. Dra. Luciana Duque Silva, pela grande oportunidade de orientar-me no trabalho, ensino e em especial, pela amizade e confiança depositada em mim.

Ao Prof. Mario Tomazello Filho e técnicos de laboratório Maria Bermudez e Aparecido, pela disponibilidade do laboratório, logística e ensino .

À minha família pelo apoio e amor incondicional, por confiar em mim, por compreender-me e estarem sempre a meu lado.

A PRONABEC, que tornou possível meu sonho de conhecer outra cultura e aprender novas inovações e tecnologias para contribuir à minha sociedade.

À estação Experimental de Ciências Florestais de Itatinga da ESALQ-USP e seus funcionários. Eng. Rildo Moreira e Moreira, Lorival, Elaine, Estevão, Antônio (Toninho), Helena, Marina, pela infraestrutura, apoio na avaliação do experimento e sua amizade, por fazer-me sentir parte de sua família.

Ao grupo de estagiários pela dedicação e auxílio em minha coleta em campo e laboratório: David Gonzalez, Carlos Mezzalira, Helena Arthuso, Lucas Tibola, Wallison Coutinho, Gleice Rodrigues, grupo da escola técnica ETEC PAULA SOUZA de Presidente Prudente, grupo do estágio de férias julho 2014 e janeiro 2015.

Aos amigos do laboratório de Ecofisiologia Florestal e Silvicultura, Luana Trevine, Tatima Kerbauy, Murilo Fonseca, Thiago Gonçalves, Carla Sandoval, Jhinmy Hemeryth e Nadia Oliveira pela amizade e momentos muitos gratos. Em especial ao Gustavo Martins Soares que me auxiliou muito em minha pesquisa.

À minha amiga Ginita Tasso que me ajudou nas análises estatísticas, além de ser uma pessoa muito especial, por sua grande amizade e ser como minha irmã. A Veronika Rondinel pelos conselhos na parte estatística e por confiar em minha amizade e desfrutar grandes momentos comigo.

À Regina Marques pelo apoio incondicional em minha dissertação e pela grande amizade e conselhos.

À amigos que fiz durante todo o mestrado, que fizeram sentir muito feliz apesar de ficar tão longe de meu país; à Yesid Mariño meu cúmplice e grande amigo; à Karlita Borelli um amor de pessoa; à Bárbara Furtado, Jonathan Lizcano, Andrea Gutierrez, Andrea Bittencour, Veronica Asencio, Daniel Vasquez, Ximena Huaman, Natalia Naranjo, Luiz Marina Guevara, Wilfrand Herrera, Nancy Farfan, Cesia Ester Falores, Poliane Santos, Roger Chambi e muitas pessoas mais que alegraram minha estadia neste lindo País.

"Sempre persistir até a meta cumprir"
Karen Stephanny Cordova Flores

SUMÁRIO

RESUMO	11
ABSTRACT	13
1 INTRODUÇÃO	15
2 DESENVOLVIMIENTO	19
2.1 Materiais genéticos em plantios de Eucalipto	19
2.2 Estresses hídricos em plantações florestais	21
2.3 Fatores edafoclimáticos no desenvolvimento da planta	23
2.4 Ecofisiologia florestal e crescimento	27
2.4.1 Variáveis ecofisiológicas frente ao estresse hídrico	32
3 MATERIAL E MÉTODOS	39
3.1 Descrição da área de estudo	39
3.2 Delineamento experimental	43
3.3 Coletas de dados	44
3.3.1 Avaliação do crescimento	44
3.3.2 Índice de área foliar	45
3.3.4 Deposição de folheto	46
3.3.5 Avaliações de Área foliar, densidade e dimensão dos estômatos	47
3.3.6 Incrementos de diâmetro no tronco	49
3.4 Variáveis climáticas	50
3.5 Análise Estatística	50
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO	53
4.1 Caracterizações ecofisiológicas das variáveis avaliadas	53
4.1.1 DAP, altura total e Comprimento da copa	53
4.1.2 Índice de área foliar	91
4.1.4 Deposição de folheto	107
4.2 Correlações existentes entre as variáveis avaliadas	119
4.2.1 Relação entre as variáveis DAP, altura total e comprimento da copa, índice de área foliar (IAF) e a deposição do folheto	119
4.3 Caracterização ecofisiológicas a nível foliar	130
4.3.1 Avaliações de área foliar, densidade e dimensão dos estômatos	130
4.4 Relações da área foliar com as características estomáticas (concentração e dimensão dos estômatos)	178

4.5 Dinâmica do incremento de diâmetro no tronco.....	179
4.6 Relação da dinâmica de crescimento cambial e as variáveis climáticas no período de defasagem de 15 e 45 dias	192
5 CONCLUSÕES	195
6 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	197
REFERÊNCIAS.....	199
APÊNDICES	209

RESUMO

Estudo das respostas ecofisiológicas no crescimento de clones *Eucalyptus spp.* submetidos a variações de níveis de restrições hídricas em distintas condições edáficas

A alta demanda por madeira de eucalipto para diversas finalidades traz a necessidade da expansão de plantios para áreas em condições de déficit hídrico, o que leva o interesse de entender os processos fisiológicos relacionados ao crescimento da árvore, para possibilitar uma alta produtividade das florestas nessas áreas. Com base nessas informações, o objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito da variação de níveis de restrições hídricas em clones de *Eucalyptus spp.* plantados em diferentes condições edáficas, pelo estudo das respostas ecofisiológicas, para isso foram instalados em janeiro 2012 dois experimentos na Estação Experimental de Ciências Florestais de Itatinga (EECFI) pertencente a Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” (ESALQ) – USP, o experimento 1 foi instalado no solo classificado como Latossolo vermelho distrófico típico A moderado textura argilosa (LVdf) e o experimento 2 no solo Latossolo vermelho distrófico típico A moderado textura argilosa (LVd-1). Cada experimento foi implantado em blocos casualizados em arranjo fatorial de 6 x 3, seis clones de eucalipto (COP 1404, COP 1407, AEC 1528, AEC 0042, AEC 0224, AEC 0144) e três espaçamentos (3m x1m, 3mx2m, e 3mx4m), com seis repetições, e parcelas quadradas constituídas por 25 plantas, sendo as nove plantas centrais consideradas como a área útil de medição. Foram realizadas avaliações das variáveis: DAP (cm), altura total (m), comprimento da copa (m) e índice de área foliar (IAF m^2/m^2) trimestralmente, no período de 21 até 37 meses de idade para as variáveis altura total e DAP, e o comprimento da copa e IAF a partir do mês 27. Para a mensuração do IAF foram utilizados dois equipamentos LAI-2000, onde a coleta de dados foi fora e sob o dossel. O folheto foi coletado mensalmente em todas as parcelas. A avaliação da eficiência e uso de água foi aos 29 e 35 meses, analisando área foliar e as características estomáticas em quatro blocos, nos quais três árvores foram amostradas sistematicamente. Para avaliação no incremento de diâmetro no tronco, se instalaram faixas dendrométricas em duas árvores por parcela e as leituras foram quinzenais, sendo correlacionadas com variáveis climáticas no período de 15 e 45 dias de defasagem. Os clones que apresentaram melhor desenvolvimento e estratégia do uso da água foram AEC 1528, AEC 0144 e AEC 0042 obtendo como respostas: maior DAP, altura total, comprimento da copa, área foliar, diâmetro estomático, e menor IAF e concentração de estômatos. Em relação ao peso de folheto depositado verificou-se que a tendência de deposição oscilou no decorrer do tempo em função da fenologia da planta. Na dinâmica de crescimento cambial os incrementos apresentaram correlações com as variáveis climáticas, principalmente com a precipitação pluviométrica, quanto maior a defasagem maior a correlação. Correlacionando todas as variáveis, os clones apresentaram distintos padrões de respostas ecofisiológicas.

Palavras-chave: *Eucalyptus*; Índice de área foliar; Estômato; Defasagem; Incremento Cambial

ABSTRACT

Ecophysiological responses in growth of *Eucalyptus* spp. clones subjected to water restrictions levels in different soil conditions

Eucalypts plantations are expanding to drought áreas in Brazil in order to attend the high demand of eucalypts wood for various purposes. Therefore, the understanding the physiological process related to tree growth in this condition is one of the research priorities. This study aimed to evaluate the effect of ecophysiological responses to water restrictions levels in growth of *Eucalyptus* spp clones, planted in different soil conditions. The two field experiments were planted in January 2012 at the Itatinga Experimental Station, College of Agriculture "Luiz de Queiroz" (ESALQ), São Paulo State University. Experiment 1 was planted on a site which the soil is classified as "A moderate typical dystrophic Red Latosol with clay texture (LVdf)" and experiment 2 on "A moderate typical *dystrophic* Red Latosol with clay texture (LVd-1)". The experiments were established in a randomized block design with factorial 6 x 3 arrangement [six eucalypts clones (COP 1404, COP 1407, AEC 1528 AEC 0042, AEC 0224, AEC 0144) and three spacings (3m x1m, 3mx2m and 3mx4m)], with six replications, and square plots (5x5 trees). The measurements were carried out on the nine central trees. From the 21 to 37 months of age, the following variables were assessed every three months: DBH (diameter at breast height in cm), height (m) and crown length (m). Leaf area index (LAI m² / m²) was evaluated every three months after 27 months of age. Two LAI-2000 equipments were used to measure the LAI, one under and another out of the canopy. Litter was collected monthly on all plots. The efficiency of water use was evaluated at 29 and 35 months of age, based on leaf area and stomatal characteristics of samples collected in three trees sampled systematically in four blocks. Dendrometer belts were used to evaluate the diameter growth of two trees per plot. Data collected fortnightly from dendrometers belts were correlated with climatic variables with 15 and 45-da lags. AEC 1528, AEC 0144 and AEC 0042 clones showed higher DBH, total height, crown length, leaf area, stomatal diameter and lower IAF and stomatal concentration, showing better strategy of water use and growth. Deposition of litter fluctuated over time and varied with the tree phenology. Cambium growth dynamics correlated with climate variables, especially with the rainfall. Higher correlations were observed with higher measured lag. Clones showed distinct patterns of ecophysiological responses when the correlations of all variables were considered.

Keywords: Eucalypts; Leaf area index; Stomata; Measurement lag; Tree growth

1 INTRODUÇÃO

De acordo com a história, as empresas brasileiras do setor Florestal priorizaram a manutenção de investimentos em pesquisas e desenvolvimento, buscando primordialmente o melhoramento genético e técnicas de manejo florestal para aumentar a produtividade. O melhor exemplo do sucesso dessa estratégia foi o impressionante desenvolvimento da produtividade do eucalipto com 5,7% ao ano no período de 1970 a 2008, com a redução de programas de melhoramento clássico ao longo do tempo, cresceu por volta de 0,3% ao ano, entre 2008 e 2014 (INDÚSTRIA BRASILEIRA DE ÁRVORES, - IBA, 2015).

O Brasil é atualmente o quinto maior produtor de floresta plantada no mundo, cujo maior benefício ao país pode ser resumido em sustentabilidade econômica, social e ambiental. A área de árvores plantada para fins industriais no Brasil totalizou 7,74 milhões de hectares no ano 2014, as quais 5,56 milhões foram de eucalipto, representando 71,9% do total, onde as maiores áreas encontram-se nos estados de São Paulo e Minas Gerais. A produtividade média do eucalipto atingiu 39 m³/ha. ano, mantendo sua liderança no ranking global (IBA, 2015).

O governo vem incentivando desde 2010 a adoção de tecnologias com capacidade de mitigar emissões de gases de efeito estufa. O programa ABC que apoia o desenvolvimento de plantios por meio de investimento em tecnologia nas empresas e instituições de pesquisa, viabilizará um plantio de 3 milhões de hectares de florestas econômicas até o ano 2020 (IBA, 2015; BRASIL, 2015).

A partir do ano 2010, por meio dos programas foram plantadas áreas de eucaliptos em regiões onde não existiam estes cultivos, como o caso do estado de Piauí (PI), pertencente ao bioma Caatinga, onde as condições climáticas e a disponibilidade hídrica não são adequadas para o ótimo desenvolvimento do plantio de eucalipto, podendo comprometer o sucesso da cultura, porém hoje em dia com a adoção do melhoramento genético, a seleção de materiais genéticos clonais (sítios-específicos) torna-se uma estratégia para superar essas barreiras, pois a produtividade de uma plantação florestal está vinculada às características edafoclimáticas como principais limitantes. Tais características influenciam no ritmo de crescimento do material genético ao longo do tempo, com reflexos na variação dos processos fisiológicos e morfológicos.

Algumas plantações de eucalipto estão sujeitas ao médio e a alto grau de susceptibilidade ao estresse hídrico, ocasionado por índices pluviométricos baixos

e/ou mal distribuídos, além das mudanças climáticas. Segundo Chaves (1991) a extensão dos efeitos do déficit hídrico nas espécies vegetais depende da sua intensidade e da duração da capacidade genética das plantas em responder às mudanças do ambiente.

A resposta mais proeminente das plantas ao déficit hídrico consiste no decréscimo da produção da área foliar, fechamento dos estômatos, aceleração da senescência, abscisão das folhas, aceleração das dimensões das células, adaptações nas flexibilidades das paredes celulares ou ajustes osmóticos, que vem sendo uma forma indireta de reduzir as perdas e conservar a água para sobrevivência da planta. Estas respostas vão depender do material genético e das condições onde eles se desenvolvem (MCCREE; FERNÁNDEZ, 1989).

A influência dos mecanismos de adaptação das plantas à redução da disponibilidade de água no solo varia com a textura e as características físicas do mesmo, levando a planta a apresentar diferentes respostas em seus mecanismos de resistência morfofisiológicos (KIEHL, 1979).

Além de isso o espaçamento de plantio compromete a produtividade, proporcionando expressão das características genotípicas e reduzindo a interferência do ambiente. No entanto, as condições micro ambientais controlam, mais estreitamente os processos fisiológicos, que determinam a produtividade máxima desejada, sendo estas condições muito afetadas pela competição entre plantas (MAROCLINO, 2010; LARCHER, 1980; KOZLOWSKI et al., 1991).

As condições edafoclimáticas interferem nas respostas morfofisiológicas dependendo quanto variam essas condições,

Tem diversos estudos referentes ao consumo de água das florestas baixo manejo florestal, no entanto, são raros os estudos específicos do reconhecimento das habilidades das plantas em adaptar-se a diferentes condições de déficit hídrico, avaliando estratégias de conservação de água de distintos genótipos de *Eucalyptus* por meio das respostas ecofisiológicas, sendo submetidas a distintos espaçamentos.

A fim de compreender alguns aspectos sobre o desenvolvimento de genótipos de eucaliptos em situações de restrições hídricas e distintas condições edáficas este estudo consistiu em testar diferentes clones utilizando a variação de densidade de plantio, para simular níveis variados de restrições hídricas, em dois tipos de solos, apontando a importância da intensificação de competição pelo recurso água que pela luz e nutrientes. As seguintes hipóteses foram testadas:

Os níveis de restrições hídricas não influenciam nas respostas ecofisiológicas entre os distintos clones de *Eucalyptus sp.*

O padrão das respostas ecofisiológicas entre diferentes clones de *Eucalyptus sp.* são alterados em função das características edáficas.

Com base nas hipóteses definem-se os seguintes objetivos:

Objetivo Geral

- Avaliar o efeito da variação de níveis de restrições hídricas em clones de *Eucalyptus spp.* plantados em diferentes condições edáficas, pelo estudo das respostas ecofisiológicas.

Objetivos Específicos

Para compreender melhor o efeito da variação de níveis de restrições hídricas em clones de *Eucalyptus spp.* plantados em diferentes condições edáficas os seguintes objetivos específicos nortearam o estudo:

- Caracterizar as mudanças do padrão de crescimento de clones de *Eucalyptus spp.*
- Verificar os efeitos da variação entre o índice de área foliar, o crescimento e a deposição de folhedos.
- Avaliar a relação existente entre o área foliar e as características estomáticas.
- Compreender a influência climatológica no incremento diamétrico, ao longo do tempo.

2 DESENVOLVIMENTO

2.1 Materiais genéticos de Eucalipto

O gênero *Eucalyptus* tem grande importância econômica no Brasil e no mundo, em função da interação genótipo x ambiente existente, OTTO et al.(2013) destacam a importância de estudar essas interações na definição de materiais genéticos para o plantio.

A identificação de genótipos de eucalipto para sua implantação em condições ambientais adversas, especialmente em relação à deficiência de água no solo, é um desafio para o setor florestal (TUOMELA, 1997). Segundo Flexas et al. (2002), o estresse hídrico é a principal causa de perdas na produtividade agrônoma e florestal.

Existem mais de 700 espécies de eucalipto catalogadas, sendo *Eucalyptus saligna*, *E. grandis* e *E. urophylla* (e seu híbrido, o *E.urograndis*) as mais cultivadas no Brasil (BARRICHELO, 2005).

O *Eucalyptus grandis* é a espécie mais plantada no Brasil, sendo sua madeira boa para serraria e excelente para celulose. Possui capacidade de desramar-se espontaneamente, o que dá origem a fustes lisos e retilíneos, além de superar outras espécies em incremento volumétrico. Quando plantada em regiões tropicais úmidas, torna-se sensível ao fungo *Cryphonectria cubensis*, agente causal do “cancro bacteriano”. Devido à sua plasticidade genética, é muito utilizada para a obtenção de híbridos e na clonagem de árvores selecionadas (MORA; GARCIA, 2000).

A espécie *Eucalyptus urophylla*, é nativa de algumas ilhas orientais do arquipélago de Sonda, situadas no norte da Austrália. 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). O interesse por essa espécie surgiu no Brasil, após sua comprovada resistência ao cancro do eucalipto, sendo muito utilizada na produção de híbridos (MORA; GARCIA, 2000). Em relação à maioria das espécies de eucalipto introduzidas no Brasil, é a espécie que apresenta maior estabilidade genética em todas as áreas onde foi testada (BARROSO, 1999).

A propagação vegetativa, a clonagem e a hibridação possibilitaram um grande impulso no setor florestal do país, que permitiu a formação de plantios homogêneos,

resistentes a doenças e de alta produtividade (ALFENAS et al., 2004). Dentre as espécies de eucalipto, *E. urophylla* e *E. grandis* são as mais utilizadas em programas de hibridação controlada, que geram um genótipo comumente denominado de “urograndis”, o qual permite a união das boas características de ambas na geração segregante (MURO e ABAD, 2000). Segundo Silva e Matos (2003), 11% dos plantios florestais de eucalipto são formados por híbridos de *E. urophylla* e *E. grandis*.

Portal Florestal (2014) diz que o Clone - AEC 144 é um *E. urophylla* espontâneo com Densidade Básica da Madeira (DBM) de 515 kg m^{-3} , chega a um incremento médio anual (IMA) de $50 \text{ m}^3/\text{ha}$, vai 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 Clone – AEC 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 Clone - AEC 1528, conhecido como “Super clone”, o Portal Florestal (2014) informa sua Base Genética: Híbrido *Eucalyptus urophylla* x *Eucalyptus grandis*, seu IMA: $50 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$, 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: $80,82 \text{ Kg/cm}^2$. A precipitação média anual indicada para este clone é de 900 a 1200 mm e a altitude de 900 a 1000m.

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 Clone 224 se destacou em relação ao teor de lignina e a densidade energética, apresentando os maiores valores.

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).

Faria et al. (2008) determinaram a produtividade dos híbridos interespecíficos de eucalipto encontrando variação significativa entre os genótipos avaliados. Comparando os clones, em termos de incremento médio anual (IMA), constataram-se redução de 34,2 e 36,1% partindo do clone mais produtivo (I-224) para o clone HC-249 e HCT- 041 respectivamente, os quais apresentaram maior IMA entre os clones provenientes do cruzamento de *Eucalyptus urophylla* com *Eucalyptus grandis* (HC) e *Eucalyptus urophylla* com descendentes de *Eucalyptus camaldulensis* com *Eucalyptus grandis* (HCT). Além disso, houve redução de 27,7% do clone I-224 em relação ao clone I-044, os quais são provenientes de híbridos de *Eucalyptus urophylla* em polinização natural. Por outro lado, quando se comparou o clone mais produtivo (I-224) com o menos produtivos (HCT- 037), verificou-se redução de 50,0% e 54,3% para o IMA e para a produção de biomassa de tronco, respectivamente. Essas variações indicam que a hibridação interespecífica é altamente importante para a elevação da produção de biomassa, dependendo das espécies combinadas (MOLICA, 1992).

Blake e Tshaplinski (1992) e Battie- Laclau (2013) demonstraram que o *Eucalyptus grandis* tem especial capacidade de minimizar o efeito do déficit por falta de água. Os autores observaram que a espécie prontamente responde a falta de água, reduzindo a condutância estomática, a área foliar e a transpiração e aumentando a eficiência de uso de água, mantendo (mesmo de forma reduzida) o crescimento em períodos de déficit hídrico.

2.2 Estresses hídricos em plantações florestais

Segundo Chaves et al. (2009), a baixa disponibilidade de água é o principal fator ambiental que limita o crescimento da planta e o seu rendimento em todo o mundo. De acordo com Xavier (2010), plantios de eucalipto são realizados em locais com índices de precipitação anual reduzidos e irregulares, o que compromete o sucesso do povoamento e a produtividade.

Em resposta a deficiência hídrica, as plantas alteram seus processos fisiológicos e morfológicos, influenciando a sua capacidade de tolerar a condições adversas do meio (PIMENTEL, 2005). Com isso, a produção de biomassa é

comprometida sendo prejudicial no crescimento inicial das plantas como também nos estádios mais tardios, limitando o crescimento dos ramos, o crescimento do caule, o número de folhas e a área foliar.

Segundo Tonello (2007) o crescimento e o desenvolvimento dos vegetais é consequência de vários processos fisiológicos e são controlados pelas condições ambientais e características genéticas de cada espécie vegetal. Por tanto, para melhor compreender o crescimento, o desenvolvimento e a hidrologia de uma plantação de eucalipto é necessário conhecer os fatores que controlam o uso da água.

As plantas tem vários processos adaptativos à escassez de água, através da capacidade de reduzir o potencial hídrico, aliada às adaptações morfológicas, anatômicas e fisiológicas, esse efeito da deficiência hídrica sobre as plantas é complexo, não havendo um mecanismo universal de resistência à seca.(NOGUEIRA et al., 2005).

A reação das plantas ao déficit hídrico difere significativamente a vários níveis organizacionais dependendo da intensidade e duração do mesmo, bem como da idade, grau de adaptação e da atividade sazonal ou mesmo diária; pois o déficit hídrico leva à expressão de conjuntos de genes envolvidos na aclimação e adaptação ao estresse. E como estratégia de sobrevivência, as plantas fazem uma composição equilibrada entre o rendimento e a sobrevivência, otimizando sua morfologia, fisiologia e metabolismos dos órgãos das células (LARCHER, 2006; TAIZ; ZEIGER, 2009; LANDSBERG; SANDS, 2012).

Entre mas das estratégias da planta para sobreviver ao déficit hídrico incrementa o máximo a captação de água e reduz ao mínimo suas perdas, através do aumento em profundidade e densidade das raízes, redução da área foliar e da radiação absorvida (LEVITT, 1980; BRADFORD; HSIAO, 1982). Os mecanismos de tolerância permitem que a planta continue se desenvolvendo ainda que ocorra a perda de água. Segundo Turner (1986), a resistência á seca está associada a potenciais hídricos baixos e o mesmo separa os mecanismos em dois tipos; os destinados à manutenção da turgescia celular (ajuste osmótico e ajuste elástico) e os que permitem tolerância à desidratação (tolerância protoplasmática). A seca afeta rapidamente aos processos relacionados com a turgência celular e, particularmente, o crescimento dos meristemas (HSIAO, 1973). Se a seca persiste, ou a magnitude da mesma é muito acentuada, também se vê afetado outros processos fisiológicos.

Entre eles, cabe destacar o fechamento estomático, que leva a um descenso das taxas de fotossínteses e a uma diminuição do transporte de água no xilema. Por sua vez isso, implicam um descenso do transporte, por fluxo em massa, dos elementos absorvidos na raiz, para o resto da planta (SHANER; BOYER, 1976).

As plantas para auxiliar na tolerância contra a seca, perdem folhas e ou diminuição da área foliar, reduzindo a transpiração (VILLAGRA; AVAGNARO, 2006); perda das raízes superficiais e proliferação das profundas (REIS et al., 2006) e ajustamento osmótico para manutenção do turgor celular (CARVALHO, 2005).

Silva (1998) avaliou os índices de consumo e a eficiência do uso da água em mudas de *Eucalyptus citriodora* e *E. grandis*, cultivadas em solo com três teores distintos de água, associadas ou não com *Brachiaria brizantha*. O estudo mostra que o eucalipto tem diversos mecanismos biológicos que economizam água, tais como a presença de tecido foliar coriáceo, alinhamento vertical das folhas, fechamento rápido dos estômatos, baixas taxas de transpiração e elevada razão raiz/parte aérea.

2.3 Fatores edafoclimáticos no desenvolvimento da planta

O suprimento de água para uma cultura resulta de interações que se estabelecem ao longo do sistema solo-planta-atmosfera. As influências recíprocas entre esses componentes básicos tornam o sistema dinâmico e fortemente interligado, de tal forma que a condição hídrica da cultura dependerá sempre da combinação desses três segmentos (SANTOS, 1998).

A produtividade é uma característica complexa resultante da interação dos parâmetros morfológicos, fisiológicos e ambientais no crescimento das plantas (ABAYOMIAD; ADEDOYIN, 2004) e em varias regiões do mundo, o déficit hídrico é sua maior limitante, pois a taxa de crescimento é diretamente proporcional à disponibilidade de água no solo (KAMELL; LOSEL, 1995).

As alterações nos fatores abióticos, como alta irradiância e baixa disponibilidade hídrica ou nutricional, afetam sobremaneira a atividade fisiológica das plantas em suas diferentes fases de crescimento, e tornam mais difícil o sucesso do estabelecimento de plantas em sua fase juvenil (GONÇALVES et al., 2009).

O crescimento e o desenvolvimento das plantas dependem de vários fatores ambientais, entre eles a temperatura do ar e o conteúdo de água no solo. A temperatura do ar, segundo Streck (2004), é um dos principais elementos meteorológicos que afeta o desenvolvimento da maioria das espécies vegetais.

Grant (1992) afirma que o desenvolvimento de mecanismos de adaptação das plantas é influenciado pelo nível de CO_2 , pela radiação solar, temperatura e umidade relativa do ar.

Por outro lado segundo Levitt (1980) no entendimento das respostas das plantas ao déficit hídrico é de fundamental importância quantificar a capacidade de armazenamento de água no solo e analisar a influência dos mecanismos de adaptação das plantas à redução da disponibilidade de água, pois, de acordo com Kiehl (1979) a quantidade de água armazenada no solo disponível às plantas varia com a textura e as características físicas do solo, levando a planta a apresentar diferentes respostas em seus mecanismos de resistência morfofisiológicos.

À medida que o solo seca, torna-se mais difícil às plantas absorverem água, porque aumenta a força de retenção e diminui a disponibilidade de água às plantas. Entretanto, quanto maior for a demanda evaporativa da atmosfera mais elevada será a necessidade de fluxo de água no sistema solo-planta-atmosfera (SANTOS, 1998)

De acordo com Ludlow e Muchow (1990) a redução no conteúdo de água no solo causa significativa variação na distribuição e desenvolvimento radicular, podendo mudar o período de disponibilidade e a quantidade de água disponível para as plantas. Desta forma, nem toda a água que o solo armazena é disponível às plantas (CARLESSO, 1995).

As características químicas, físicas e biológicas do solo têm influência direta na quantidade de água no solo disponível às plantas; assim, se houve qualquer restrição física, química ou biológica, em alguma camada do perfil do solo, que altere o desenvolvimento do sistema radicular, a disponibilidade será afetada porque essa água armazenada não pode ser extraída pelas plantas (SANTOS; CARLESSO, 1998).

O movimento da água do solo para a atmosfera através da planta depende das características físicas do solo. Em um extremo, encontram-se os solos arenosos, que possuem menor área superficial e apresentam grandes espaços porosos ou canais entre as partículas; em outro extremo, solos argilosos, com partículas e poros menores, que dificultam a drenagem e retêm a água mais firmemente (KIEHL, 1979). Essas características interferem na capacidade de retenção da água no solo e, assim, com exceção aos solos do cerrado, a capacidade de retenção de água é maior em solos de textura argilosa e com alto

teor de matéria orgânica e menor em solos de textura arenosa (TAIZ; ZEIGER, 1991)

Sariyildiz e Kucuk (2005) mostraram que a face de exposição e a declividade do terreno afetam a química do solo, a qualidade da serrapilheira e a ciclagem de nutrientes. Com base nas diferenças encontradas nos solos examinados na face norte e sul, Sidari et al. (2008) sugerem que a face influencia significativamente as variáveis microclimáticas, o conteúdo de argila, a matéria orgânica e atividades das enzimas, fatores responsáveis pela fertilidade do solo.

Estudando a capacidade de retenção hídrica da serapilheira em plantios de eucalipto Melos et al. (2009) concluíram que a serapilheira do plantio de eucalipto apresenta uma grande capacidade de retenção hídrica comparável ao da Floresta Ombrófila Densa. Os autores citam que a serapilheira do eucalipto desempenha um papel fundamental na regulação dos processos hidrológicos superficiais, reduzindo o escoamento superficial e aumentando a infiltração da água no solo. Já Miranda (1992) conclui que a serapilheira permite a manutenção de certo grau de umidade no solo, pois ao reter a água da chuva, libera aos poucos esta umidade, sendo identificada como um compartimento de estocagem de água.

A senescência das folhas (WRIGHT et al., 1983); ocorre porque o solo seco não pode fornecer nitrogênio suficiente para suprir as necessidades de crescimento da cultura e o nitrogênio do interior da planta é retranslocado das folhas mais velhas para os pontos de crescimento. Entretanto, a intensidade da senescência depende da quantidade de nitrogênio no solo, das reservas de nitrogênio na planta e da demanda de nitrogênio dos pontos de crescimento (WOLFE et al., 1988).

A produção madeireira para uma determinada espécie florestal é dependente das variáveis climáticas e edáficas predominantes ao longo do seu desenvolvimento, podendo tal produção ser modulada quantitativa e qualitativamente pelo manejo florestal adotado, a começar pela escolha do espaçamento de plantio (BINLKEY, 2002).

No entanto, a escolha de plantio acaba sendo, muitas vezes, fundamentada apenas no uso final da madeira, negligenciando outros aspectos ecológicos ou silviculturas de elevada importância para o crescimento da espécie, como a disponibilidade hídrica e a interceptação de luz (GONÇALVES, 2004)

Balloni e Simões (1980) citam ainda que o espaçamento influencia, de forma direta, a taxa de crescimento de árvores, a taxa de crescimento do povoamento, a

qualidade e sortimento de madeira, os tratos culturais, os custos de implantação, manutenção e colheita florestal, a conservação do solo e a própria rentabilidade florestal.

Do ponto de vista silvicultural, os plantios com menor espaçamento atingem a capacidade do sítio mais rapidamente, com a diminuição das dimensões dos produtos obtidos (ASMANN, 1970). Porém as diferenças iniciais de produção tornam-se cada vez menores com a idade, se anulando quando as árvores mais espaçadas utilizam completamente os recursos naturais disponíveis, resultando numa produção equivalente por hectare em todos espaçamentos (BERRGER et al., 2002).

A adoção do espaçamento e arranjos de plantio inadequados podem intensificar a competição intraespecífica, reduzindo a uniformidade do crescimento entre árvores e aumentando a quantidade de árvores dominadas, as quais possuem menos eficiência de utilização dos recursos do meio comparadas as árvores dominantes (BINKLEY, 2002).

Os espaçamentos menores produzem árvores com diâmetros reduzidos em virtude de maior competição entre as plantas pelos recursos do meio, como água, nutrientes e luz. Porém em termos de produção total por área, estes menores espaçamentos apresentam maior área basal e volume por hectare, para uma determinada idade.

O espaçamento tem influência marcante na produção, e na qualidade da madeira a ser produzida, pois as plantas competem por luz, água, nutrientes, CO₂ e espaço (ANDRAE, 1978). O objetivo do espaçamento é proporcionar a cada planta uma área suficiente para o desenvolvimento do seu sistema radicular e aéreo (BALLONI, 1983).

Árvores crescendo em densidades populacionais mais baixas atingem o nível de estresse causado pelos seus vizinhos mais tarde que, quando em densidades mais elevadas reduzirá seu tamanho (RADOSEVICH; OSTERYOUNG, 1987).

Em plantas de *Eucalyptus globulus* de três anos de idade plantadas a distintos espaçamentos, Donoso e Ruiz (2001) encontraram que a menor disponibilidade de água inibe o crescimento em altura e diâmetro. Isto se acentua com a diminuição do espaçamento e durante os meses de maior estresse hídrico.

Em estudo sobre a influência da densidade de plantio em um clone de eucalipto, Muller et al. (2005) encontraram que os tratamentos com menor densidade

de plantio apresentaram os maiores valores de DAP. Por outro lado, a área basal apresentou valores decrescentes com o aumento do espaçamento entre as plantas. Machado (2014) no estudo do crescimento inicial de um clone de *Eucalyptus grandis* G-21, em diferentes arranjos encontraram diferenças significativas para as variáveis: diâmetro, área basal, densidade e biomassa aérea total em função dos espaçamentos e idade de avaliação.

Renier et al. (2011) analisaram a dinâmica de crescimento de *Eucalyptus dunnii* diante diferentes espaçamentos no plantio na região sudoeste do Paraná, examinando a resposta do diâmetro e altura de plantas de *Eucalyptus dunnii* em quatro diferentes arranjos de plantio, 3 x 3 m, 3 x 2 m, 2 x 2 m e 1,5 x 1,5 m, de plantio que foi implantado em 2008 aonde até os 24 meses de idade, para a variável DAP houve diferença significativa entre os tratamentos no terceiro ano avaliado, sendo maior para os espaçamentos menos adensados, proporcionando um maior volume por planta, mas esse maior DAP e maior volume por indivíduo, não superou o volume por hectare que se observou nos espaçamentos mais adensados, devido ao maior número de árvores em uma mesma área que os menores arranjos acomodam.

Eloy et al., (2012) apresentaram que espaçamento entre as plantas influencia na quantidade de radiação fotossinteticamente ativa que chega ao interior do povoamento. Quanto menor o espaçamento de plantio, maior é o fechamento do dossel pela cultura, e menor a incidência da radiação no interior do povoamento. O *Eucalyptus grandis* apresenta as maiores médias de interceptação da radiação nos diferentes espaçamentos estudados.

2.4 Ecofisiología florestal e crescimento na planta

A ecofisiología vegetal é a ciência que trata dos processos e das respostas vitais das plantas em função das mudanças nos fatores ambientais (LARCHER, 2000). Ela estuda o funcionamento dos cultivos em relação à produtividade, com ênfase nos processos e mecanismos determinantes do crescimento, rendimento e qualidade do produto primário, em interação com o ambiente (INSTITUTO NACIONAL DE TECNOLOGIA AGROPECUÁRIA - INTA, 2009).

A produtividade das florestas plantadas varia consideravelmente e vários são os fatores que contribuem para isso. Para o entendimento básico da ecofisiología da produção florestal e como os fatores ambientais interagem com a fisiologia das

espécies, é importante que se realize estudos contínuos dessas relações e o uso de material genético de eucalipto, capaz de se estabelecer e se desenvolver em condições de deficiência hídrica no solo, podem ser de relevância para o êxito de um povoamento florestal (TATAGIBA, 2006).

A análise de crescimento produz conhecimentos de valor prático e informações exatas, referentes ao crescimento e comportamento dos genótipos, que podem ser utilizadas pelos produtores permitindo escolher a cultivar que melhor se adapte a cada região (SHARMA; KAUL; SINGH, 1993).

O valor ecológico da água nos processos fisiológicos deve-se ao grande número de processos em que ela está relacionada. A manutenção do conteúdo de água e turgescência adequadas nas células é o fator essencial nas relações água-planta que permite o funcionamento normal dos processos fisiológicos e bioquímicos envolvidos na divisão celular e acumulação de biomassa (VARGAS, 1985). Para avaliar as respostas nas plantas como estratégias para manter e otimizar o balanço de água e carbono frente à seca deve-se caracterizar parâmetros hídricos e fotossintéticos ao longo do ano (CABRERA, 2002).

Porém a ecofisiologia serve como ferramenta para a seleção de clones mais adaptados e produtivos no marco de uma silvicultura clonal é determinado pelas bases fisiológicas do crescimento e a adaptação para a obtenção de altas produtividades. Os parâmetros de crescimento que mais influenciam na produção se encontram relacionados com a captura de luz e sua transformação em biomassa, como são a área e a longevidade foliar e a eficiência no uso da luz. Sejam estudados os fatores de estresse que afetam a produtividade. Em concreto se apresenta a influencia do estresse hídrico por efeito do excesso de água, estresse salino e estresse por ozônio na fisiologia da planta, assim como os parâmetros que permitem a seleção dos clones mais tolerantes. A melhora da produtividade mediante a seleção clonal de caracteres morfológicos e fisiológicos desejáveis, e sua associação a marcadores moleculares, permitirá uma seleção, mas eficiente dos genótipos (CORCUERA et al., 2005).

O ritmo do crescimento é influenciado por fatores internos (fisiológicos), externos (ecológicos) e pelo tempo, aonde os parâmetros de medição do crescimento em diâmetro, altura, área basal e volume de uma árvore, apresentam comportamento semelhantes ao longo do tempo, em forma gráfica se assemelha a

uma curva sigmoidal em que a primeira fase corresponde à idade juvenil, a segunda a idade madura e a terceira a idade senil (velha) (ENSINAS; SILVA; PINTO, 2005).

Botosso (2001) diz que o alongamento do ápice e a formação de novas folhas estão diretamente ligados a atividade cambial.

Consequentemente entende-se por crescimento de uma árvore o aumento gradual do valor das variáveis que dela se mede. Segundo Scolforo (1994), consiste no acréscimo dos elementos dendrométricos (por exemplo, diâmetro, altura, área basal e volume). Esse aumento é produzido pela atividade fisiológica da planta (meristema primário e secundário ou cambial). Em termos de diâmetro o crescimento se dá em função das atividades do câmbio vascular. As células formadas pelo câmbio vascular dão origem ao lenho, que por sua vez, se diferenciam em alburno (parte mais externa, com coloração mais clara, menos densidade e resistência, e com atividade fisiológica) e cerne (parte mais interna, coloração mais escura, maior densidade e resistência e sem atividade fisiológica).

O crescimento de uma árvore poderá apresentar diferentes variações nas suas dimensões em altura, diâmetro, volume, área basal e peso, em função de diversos fatores que nem sempre podem ser controlados ou monitorados, como os fatores genéticos das espécies e suas interações com o ambiente. Outras fontes de influência direta no crescimento são os fatores climáticos (temperatura, precipitação, vento, insolação etc.), pedológicos (características físicas, químicas e biológicas dos solos), topográficos (inclinação, altitude e exposição), biológicos (bactérias, fungo, invertebrados causando pragas e doenças) e pela própria competição com outras árvores e outros tipos de vegetação. Outros fatores que também se relacionam são aquelas derivadas de ações antrópicas (desbastes, incêndios etc.) (ENSINAS; SILVA; PINTO, 2005).

Em geral, primeiro a árvore cresce em altura e depois em diâmetro. Este crescimento é influenciado principalmente pelo espaçamento e pelos mesmos fatores que apresentados para a altura. Este crescimento não é igual ao longo de todo o tronco da árvore, para avaliá-lo se emprega, geralmente, a variável DAP no início e no fim do período requerido (ENSINAS; SILVA; PINTO, 2005).

Segundo Gonçalves (1992), o crescimento em altura e diâmetro é um dos principais parâmetros de produção em espécies lenhosas. 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 (GONÇALVES; PASSOS, 2000).

Chaves (2001) não encontrou redução de altura e diâmetro causado pela deficiência hídrica em diferentes clones de eucalipto, possivelmente, devido à curta duração do experimento (10 meses). Este mesmo autor não considera estes parâmetros eficientes na identificação de materiais genéticos para reflorestamento em áreas com limitação hídrica.

Segundo (ZU; CAO, 2009) afirmam que em ambientes susceptíveis a seca, as células condutoras de elementos de vaso do lenho das plantas apresentam menor diâmetro, acarretando maior resistência a cavitação.

O crescimento em comprimento e em diâmetro das árvores é resultado da atividade dos meristemas apical e cambial, respectivamente (HUSCH et al., 1982). O crescimento é influenciado pela genética da espécie e, também, pelas condições do ambiente que compreendem, basicamente, os fatores climáticos, edáficos, topográficos e de competição.

Garcia (2010), ao avaliar o desenvolvimento de um plantio de eucalipto em função do espaçamento e da adubação concluiu que a taxa de crescimento em altura decresceu em resposta ao aumento do espaçamento, independente da adubação, porém o crescimento em diâmetro aumentou em consequência do aumento do espaçamento.

O crescimento em altura é menos influenciado pelo espaçamento, podendo variar de acordo com a qualidade do sítio e a idade de avaliação. Fishwick (1976) verificou que, em sítios de melhor qualidade, o espaçamento tem pouco efeito sobre o crescimento em altura. Leles et al. (2001), observaram para *E. camaldulensis* e *E. pellita*, aos 52 meses de idade, maior influência do espaçamento sobre o diâmetro do que sobre a altura.

Bernardo (1995) cita que apesar da maior altura nos espaçamentos mais densos, ocorre uma diminuição nos valores de altura média das árvores com o passar do tempo, em razão do aumento do maior número de árvores dominadas.

Santos (2011) estudando efeito do espaçamento de plantio na biomassa do fuste de um clone de eucalipto dos 36 aos 72 meses encontrou que, com o aumento do espaçamento de plantio, maior foi o crescimento em diâmetro e altura das árvores, consequentemente maior volume.

O monitoramento contínuo do crescimento radial do tronco é fundamental para entender a reação das árvores aos estímulos e variações das condições climáticas, como a temperatura, precipitação e déficit de pressão de vapor, bem como os decorrentes da aplicação de fertilizantes minerais e orgânicos. O uso de dendrômetros permanentes tem-se mostrado opção eficiente na medição contínua do crescimento em diâmetro do tronco das árvores de florestas tropicais e temperadas, avaliando pequenas mudanças no seu crescimento em intervalos de tempo reduzidos, além da alta precisão e baixo custo (MARIAUX, 1967, 1969, 1970; DÉTIENNE et al., 1988; BOTOSSO; TOMAZELLO FILHO, 2001)

Ferreira- Fedele et al. (2004), no estudo da periodicidade de crescimento de *Esenbecki leiocarpa* Engl. (guarantã) em São Paulo, encontraram que ao início do período seco (abril- maio) ocorreu uma progressiva diminuição da taxa de crescimento do tronco, coincidente da senescência e queda das folhas da copa das árvores; com início das primeiras chuvas da estação e a renovação das folhas retomo o crescimento em diâmetro do tronco das árvores.

A longo prazo, as plantas afetadas pelo déficit hídrico reduzem a taxa de crescimento e a área foliar, aumentam a biomassa das raízes e alteram a estrutura do xilema a fim de evitar a cavitação (CARTER; WHITE, 2009; BATTIE-LACLAU, 2013). Essa redução de taxa de crescimento (ou atividade do cambium) é consequência da queda da produtividade fotossintética, que é a principal fonte de energia para a produção de xilema secundário (madeira)

Outra dimensão que também pode descrever a capacidade de crescimento é o comprimento da copa (PRODAN et al., 1997).

Em relação às variáveis de copa com o DAP e a altura, Orellana e Koehler (2008) identificaram para *Ocotea odorifera* (Vell.) Rohwer uma maior correlação das características morfométricas da copa (por exemplo diâmetro de copa, percentagem de copa, grau de esbeltez, etc.) com o DAP do que com a altura total. Esses autores, portanto registraram correlações significativas da altura total da árvore com o diâmetro de copa (dc) e com o comprimento de copa (cc). Já para o DAP, as correlações positivas ocorreram com o diâmetro de copa (dc), comprimento de copa (cc), índice de abrangência (IA) e o grau de esbeltez (GE), além de uma correlação negativa com o índice de saliência (IS).

A determinação do espaço horizontal nas florestas e a sua relação com a dimensão das árvores têm sido preocupação de vários pesquisadores (DURLO et

al., 2004; NUTTO, 2001; NUTTO et al., 2001; SCHNEIDER, 2004). Diversos índices obtidos entre as dimensões da copa e do tronco buscam descrever a capacidade de crescimento e produção das árvores e da floresta. Em especial as relações entre diâmetro de copa, altura e diâmetro da árvore e, diâmetro e comprimento de copa, são muito importantes nos estudos de competição em povoamentos florestais, sustentando futuras decisões sobre desbaste

A pressão lateral exercida pelas demais árvores do povoamento promove a redução no comprimento da copa, como também evita a expansão lateral dos galhos diminuindo a área de projeção de copa. Em decorrência desses fatores, geralmente, as árvores dominantes com copa estreita são aquelas de maior eficiência (STERBA, 2006)

Conforme Sterba (2006), a percentagem de copa não depende da posição sociológica em florestas de mesma idade e espécie e, sim, da altura das árvores.

Wink et al. (2002) observaram que o comprimento de copa (cc) aumentou com a idade das florestas e com o DAP das árvores. Esse mesmo aumento foi verificado para o diâmetro, a área de projeção e para a percentagem de copa. O comportamento durante o tempo é crescente, mais tem um ponto baixo onde a média registrada aos 22 meses de idade foi de 4,3 m, depois tem uma ligeira diminuição aos 44 meses com 4,1 m e depois cresce significativamente a 9,3 m aos 240 meses.

2.4.1 Variáveis ecofisiológicas frente ao estresse hídrico

As plantas capazes de sobreviver os períodos de seca são aquelas capazes de manter elevado o potencial de hidratação dos tecidos através do aumento da biomassa radicular, diminuição da área foliar, senescência precoce, fechamento estomático, cutícula reforçada, aumento de resistência a cavitação e diminuição da taxa de crescimento em diâmetro do tronco. Contudo, essa capacidade de evitar é curta, já que o fechamento dos estômatos limita a fotossíntese e a transpiração (SPERRY et al., 2002, TARDIEU, 2005; BATTIE-LACLAU, 2013)

Sivakumar e Shaw (1978) afirmaram que, em condições de déficit hídrico no solo, reduz-se a expansão das folhas, acelera a senescência, diminui o índice de área foliar e aumenta a abscisão das folhas. O aumento da senescência no dossel vegetativo tem sido identificado por Wullschleger e Oosterhuis (1992) e Carlesso (1993) como uma limitação potencial na produtividade da cultura.

Vellini et al. (2008), analisando respostas fisiológicas de 18 genótipos de eucalipto *Eucalyptus saligna*, *E. grandis*, *E. urophylla* e *E. grandis* x *E. urophylla*) sob diferentes regimes de irrigação, verificaram que houve uma tendência de menor diferenciação entre os genótipos, à medida que a disponibilidade hídrica diminuiu. O clone de *E. saligna* mostrou-se mais afetado pela deficiência hídrica e dois clones de *E. grandis* x *E. urophylla* se destacaram em maior crescimento em área foliar, independentemente do regime hídrico, possibilitando-lhes bom crescimento, tanto em altura como em diâmetro e, conseqüentemente, boa produção de massa seca.

A redução do tamanho das folhas é um dos indicativos do estresse hídrico (MCCREC; FERNANDEZ, 1989; SANTOS; CARLESCO, 1998, TAIZ; ZEIGER, 2009).

Foi observado que os clones mais produtivos não têm necessariamente as taxas mais altas de produção foliar, mas as folhas maiores e umas altas taxas de expansão foliar (NIINEMETS et al., 2004). Existe uma variação significativa do tamanho da folha a distintos níveis da copa (CASELLA Y CEULEMANS, 2002) e foi demonstrado uma influência positiva da irradiação no tamanho foliar (PIETERS, 1983).

A senescência, comparada com o alongamento das folhas, tem sido apresentada como um processo menos sensível ao déficit hídrico durante o crescimento vegetativo (CARLESSO, 1993).

A queda de folhas é considerada reação comum das plantas em situação de deficiência hídrica, quando a abscisão foliar é estimulada pela síntese acentuada e maior sensibilidade ao etileno, sendo uma resposta precoce adaptativa a locais onde há limitação hídrica. A limitação da área foliar pode ser considerada a primeira linha de defesa contra a deficiência hídrica (CHAVES et al., 2004).

Gonçalves e Passos (2000), avaliando o crescimento de cinco espécies de eucalipto submetidas à deficiência hídrica, em dois níveis de fósforo, observaram que a indução da deficiência hídrica em *E. urophylla* promoveu senescência e abscisão das folhas inferiores, independentemente da adubação com P, porém, mesmo sob deficiência, apresentou lançamento de novas folhas com menores tamanhos. Ngugi et al. (2003) obtiveram maior área foliar e maior biomassa em mudas irrigadas de *E. cloeziana* e *E. argopholia*.

Muianga (2013) realizou um estudo em que foram avaliadas área foliar e características estomáticas (densidade e dimensões dos estômatos) aos 22 meses de idade, encontrando para cada variável diferenças significativas, para área foliar. Os

clones que apresentaram maiores valores para essas características avaliadas foram AEC 1528, AEC 042 e AEC 0144, no entanto medias inferiores foram observadas para o clone COP 1404.

O déficit hídrico reduz a fotossíntese pelo fechamento dos estômatos, diminuindo a eficiência do processo de fixação de carbono, suprimindo a formação e expansão foliar, podendo induzir a queda de folhas (PALLARDY, 2008). Segundo Zhu et al. (2010), mesmo em condições normais, a difusão lenta de CO₂ para o local da carboxilação no cloroplasto pode limitar significativamente a fotossíntese. O fechamento parcial dos estômatos que é uma conhecida estratégia de tolerância das plantas à deficiência hídrica, porque diminui a taxa de transpiração, mantém o conteúdo hídrico foliar, reduz o risco de desidratação e eventual morte por dessecação (REIS; REIS, 1997; PEAK et al., 2004; SANT'ANNA 2009).

O controle estomático é uma resposta bioquímica ao estresse hídrico, pois é resultante da produção de ácido abscísico (ABA) e compostos osmorreguladores. O ABA interfere na bomba de prótons da membrana plasmática, controlando o influxo e efluxo de K⁺ nas células-guarda, assim como os de Cl⁻ e de ácidos orgânicos. Como é sintetizado continuamente em taxas baixas nas células do mesofilo, o ABA tende a se acumular nos cloroplastos e, quando o mesofilo torna-se moderadamente desidratado, parte do ABA armazenado nos cloroplastos é liberada para os espaços intercelulares (apoplasto), sendo também sintetizado em taxas mais altas, acumulando-se no apoplasto foliar, que induz o fechamento estomático (MÜLLER-RÖBER et al., 1998).

A densidade e o tamanho estomático são considerados parâmetros importantes para a fisiologia vegetal por apresentarem relação com a condutância estomática. Estômatos maiores e densidades menores são vistos como um processo compensatório, mas o fato de estômatos grandes tenderem a fechar mais lentamente, pode se tornar uma desvantagem em zonas de alta irradiância, pelo fato de altas densidades estomáticas ocorrerem geralmente em ambientes sazonais, elas são relacionadas à redução na disponibilidade hídrica (AASAMAA et al., 2001; BUSSIS et al., 2006; PEARCE et al., 2006).

Teoricamente, folhas que apresentam estômatos com diâmetros menores, tem uma melhor eficiência no uso de água compradas às que apresentam diâmetros maiores, pois estômatos menores respondem mais rapidamente a quedas do potencial hídrico foliar, assim a diferença na abertura estomática tem um grande

efeito na difusão da H_2O do que na difusão de CO_2 (BIDWEEL, 1979; AASAMAA et al., 2001; HETHERINGTON; WOODWARD, 2003). Folhas com estômatos pequenos e numerosos, podem proporcionar melhor redução de potencial hídrico sob condições de alta disponibilidade de água comprada às folhas adultas, e por sua vez pode maximizar a absorção dos nutrientes (JAMES; BELL, 2000).

Momentel (2013) no estudo das respostas ecofisiológicas de eucalipto os estômatos foram encontrados somente na superfície abaxial (folhas hipostomáticas), sendo que os clones COP 1404 e AEC 042 foram os que apresentaram maiores densidades estomáticas (média de 441 estômatos/mm²), e o clone 1528 o que apresentou a menor densidade (399 estômatos/mm²).

Silva et al. (2003), avaliando o comportamento estomático e potencial da água na folha de três espécies lenhosas (*Mimosa caesalpiniiifolia*, *Enterolobium contortisiliquum* e *Tabebuia áurea*), sob deficiência hídrica, observaram valores de condutância estomática em diferentes magnitudes e constataram que as três espécies utilizam a redução do poro estomático como estratégia para minimizar a perda de água através da transpiração. Comportamento semelhante foi observado em plantas jovens de três espécies de eucalipto, *Eucalyptus pellita*, *E. urograndis* e *Corymbia citriodora*, sob o manejo hídrico de 25% de reposição da água evapotranspirada (LONGUI, 2007).

Na área seca, o déficit hídrico foi um fator limitante para a abertura estomática e contribuiu para a queda na assimilação de carbono pela fotossíntese. Ao contrário da área úmida, que, além de apresentar controle estomático em função do déficit de pressão de vapor, apresentou maiores valores das taxas fotossintéticas e produtividade. No entanto, diante dos resultados não foi possível diferenciar os clones através da relação entre produtividade e fotossíntese, indicando que medições pontuais dessa variável e da condutância estomática não são suficientes e, portanto, devem ser avaliadas em diferentes idades da floresta, abrangendo distintas condições climáticas (OTTO, 2013).

Tatagiba et al. (2007), observaram redução da condutância estomática e da fotossíntese em clones de *E. grandis* na época seca comparado à chuvosa em todos os horários ao longo do dia.

A área foliar é um importante fator da produção e determina o uso da água pelas plantas e seu potencial de produtividade é severamente inibido quando exposta a déficit hídrico (FERNÁNDEZ et al., 1996). A área foliar de uma planta

depende do número e do tamanho das folhas, sendo que sua variação dependerá da espécie, das condições edafoclimáticas e da densidade populacional, principalmente em áreas agrícolas (MONTEIRO et al., 2005).

Segundo Kozlowski (1976), a redução do número de folhas, juntamente com a diminuição da área foliar, em plantas sob estresse hídrico pode ser considerada como uma estratégia de sobrevivência sob condições adversas, para evitar a perda de água por transpiração

O índice de área foliar - IAF está diretamente relacionado com a produtividade e a evapotranspiração de ecossistemas florestais (LANG; McMURTRIE, 1992). Do ponto de vista de planta de plantações de eucalipto, por exemplo, é importante quantificar o IAF, assim como a sua variação ao longo de seu ciclo produtivo, pois a partir desta quantificação torna-se possível sua utilização como variável de entrada em modelos hidrológicos e de crescimento (PEREIRA et al., 2010).

A determinação do IAF é importante em estudos de nutrição, competição, relações solo-água-planta, acúmulo de matéria seca, produção, maturação e qualidade da cultura, dentre outros. É também um parâmetro chave para modelos globais e regionais da biosfera por expressar as trocas gasosas e energia da planta. É essencial a utilização desta variável como *input* em modelos que calculam a evapotranspiração (SOARES et al., 1997) e produtividade de florestas (VARGAS et al., 2002; STAPE et al., 2004; RODRÍGUEZ et al., 2009).

Paiva et al. (2009) observaram que o IAF mostrou menores valores na época seca do ano, nas idades e sítios estudados. Esta resposta também foi verificada para o IAF mensurado pelos métodos indiretos, indicando boas estimativas.

Monteiro et al., (2005) observaram quanto mais rápido a plantação atingir o ótimo do índice de área foliar (IAF) e maior for o tempo de atividade dessa área maior será a produção biológica, pois esta condição ecológica está relacionada ao processo da fotossíntese. Neste sentido, Oliveira et al. (2008) obtiveram alta correlação por cepa de eucalipto com a biomassa de folhas, de galhos e de troncos. A biomassa de folhas apresentou resultados semelhantes ao da área foliar, comparando a idade das brotações e a intensidade da desbrota. Nesse estudo, os autores afirmam que, em alguns casos, o aumento na biomassa de folhas mesmo havendo diminuição de área foliar, pode estar relacionado à maior espessura das folhas remanescentes.

Xavier et al. (2002) conclui-se que as relações entre IAF e idade, apresentadas neste trabalho foram distintas para os clones analisados. O decréscimo do IAF com a idade, observado (MG1, MG2 e MG3) para os talhões de maior idade, reflete o fato de o incremento corrente anual medido regularmente pelo inventário florestal realizado nestas plantações, atingir seu pico entre três e quatro anos, decrescendo sensivelmente quando se aproxima o período de corte (sete anos).

Em trabalho realizado por Linhares et al. (2000), com plantações *Pinus* spp., não foi observada correlação significativa entre IAF e idade, o que pode ter ocorrido devido ao agrupamento de várias espécies diferentes na análise, devendo ser ressaltado que estas relações podem ser distintas, como evidenciam os resultados encontrados neste trabalho.

Castillo et al. (2014) encontrou o efeito dos espaçamentos de plantio sobre o IAF no híbrido de *Eucalyptus camaldulensis* Dehnh. x *Eucalyptus grandis* W. Hill. com um ano de idade. O maior IAF foi obtido pelos tratamentos 3mx1m e 3mx2 m, podendo ser futuramente os tratamentos mais produtivos. Os autores recomendaram a continuidade dos estudos para o fornecimento de dados conclusivos a respeito da interferência do espaçamento sobre o IAF para o híbrido em estudo

Os plantios são conduzidos de forma adensada, onde se encontram um maior número de indivíduos por hectare. Espaçamentos mais próximos promovem um maior índice de área foliar, o que aumenta a interceptação da luz e fotossíntese: a eficiência de conversão é regulada pelo fornecimento de água e de nutrientes (LANDSBERG; WARING, 1997). Em muitos estudos sobre *Eucalyptus*, a idade em que se atinge o máximo IAF coincide com a maior taxa de produção de biomassa (RYAN et al., 1997).

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Descrição da área de estudo

Foram instalados em janeiro 2012 dois experimentos na Estação Experimental de Ciências Florestais de Itatinga (EECFI) pertencente à Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” (ESALQ) - USP, a qual está localizada no município de Itatinga – SP, com coordenadas geográficas: 23°10' latitudes Sul e 48°40' longitude Oeste, a uma altitude do local de 850 metros (Figura 1).

Figura 1 - Mapa de localização e de divisão territorial da Estação Experimental de Ciências Florestais de Itatinga (EECFI)

Fonte: Adaptado de Gonçalves et al. (2012)

O clima de acordo com a classificação de Köppen é definido como Cwa: clima temperado úmido com inverno seco e verão quente com chuvas, sendo a temperatura média anual de 20° C, com temperatura média das mínimas do mês mais frio de 3° C e máxima do mês mais quente de 32° C, e precipitação média anual de 1350 mm.

Durante o período do experimento, setembro de 2013 à fevereiro de 2015, a maior média mensal de precipitação ocorreu em dezembro de 2014 com 284,44 mm e a menor média mensal foi 8,65 mm em outubro de 2014. A temperatura máxima foi 36,4 °C em outubro de 2014 e a temperatura mínima foi de 1,1 °C em julho de 2014, sendo a temperatura média de 20,1 °C como pode ser visualizado na Figura 2.

Figura 2 - Dados de precipitação e temperatura no período do estudo. Pr- precipitação total; T.med- temperatura média; T.máx- temperatura máxima; T.mín – temperatura mínima

O relevo da região é do tipo suave-ondulado apresentando predominância de solos Latossolos e Podzólicos (Argilossolos). Os experimentos foram instalados em diferentes solos, um plantado em Latossolo vermelho distroférico típico A moderado textura argilosa (LVdf), formado a partir de basalto, do Grupo São Bento, Formação Serra Geral IPT- - INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS (1984) caracterizando-se por conter teores elevados em Fe_2O_3 , MnO e, normalmente, TiO_2 , com forte atração magnética, é um solo distrófico, com baixa saturação por bases de modo geral, bem providos de micronutrientes, o que não acontece com a maioria dos Latossolos (EMBRAPA, 2006). Além disso, segundo Gonçalves et al. (2012) na E.E.C.F.I o solo LVdf foi encontrado nas áreas mais declivosas, no terço inferior das

vertentes e, em menores altitudes, entre 750 e 775, quanto à declividade, pôde-se constatar que predomina a variação entre 10 e 15%, e entre 15-30%, o que caracterizou um relevo do tipo ondulado a forte ondulado. Este solo apresentou baixa concentração de P, matéria orgânica e bases trocáveis.

A segunda área experimental foi plantada em solo classificado como Latossolo vermelho distrófico típico A moderado textura argilosa (LVd-1), formado a partir da intemperização de arenito, Grupo Bauru, Formação Marília (IPT, 1984). Segundo EMBRAPA (2006) os LVd-1 são solos ácidos e distróficos e se caracterizam por conter entre 8% e 18% de Fe_2O_3 nos solos argilosos ou muito argilosos, e normalmente teores inferiores a 8% nos solos de textura média. O solo LVd-1 dentro da E.E.C.F.I foi achado em altitudes que variaram entre 775 e 800m, em relevo ondulado e declividade entre 10 e 30%, a CTC efetiva média foi de 20 mmolc dm^{-3} e, a capacidade de retenção de água disponível, cerca de 280 mm de água. Dessa forma, durante o verão, em período de estiagem, considerando uma evapotranspiração média diária de 5 mm dia^{-1} (GONÇALVES et al. 2012).

Na implantação, seguiu-se os princípios de cultivo mínimo segundo GONÇALVES et al. (2000). E pelo fato da área já ter sido anteriormente manejada, a subsolagem foi feita nas entrelinhas do ciclo anterior.

No campo, as mudas receberam uma semana após o plantio adubação de base em 200 kg.ha^{-1} de N-P-K (razão 06-30-06), 17 kg.ha^{-1} de FTE Br 12 (Substância composta de micronutrientes de lenta solubilidade) e 2 t.ha^{-1} de calcário dolomítico. Aos três meses de idade, realizou-se a primeira adubação de cobertura na qual aplicou-se 68 kg.ha^{-1} de sulfato de amônio, 5 kg.ha^{-1} de borogran, e 50 kg.ha^{-1} de cloreto de potássio; aos oito meses de idade realizou-se uma adubação complementar, na qual foi aplicado 78 kg.ha^{-1} de cloreto de potássio. A dosagem de potássio foi definida com base em estudos realizados em áreas com o mesmo tipo de solo na EECFI que tinham como objetivo a definição da dosagem ótima para plantio de eucalipto.

Tabela 1. Atributos físicos de amostras de solo coletadas em duas profundidades de alguns perfis de solo representativos da estação Experimental de ciências florestais de Itatinga

Horiz.	Pof.	Granulometria				Relação Silte/Argila	Densidade de solo	Densidade de partícula	Porosidade
		Argila ^{1/}	Silte	Areia grossa ^{2/}	Areia fina ^{2/}				
	cm	g kg ⁻¹					g dm ⁻³		
LVd-1 – Latossolo vermelho distrófico típico A moderado textura argilosa									
A1	0-20	290	40	250	420	0,19	1,39	2,13	35
Bw	70-90	360	60	200	380	0,24	1,23	2,35	48
LVdf – Latossolo vermelho distroférico típico A moderado textura argilosa									
A1	0-20	550	120	330	-	0,22	-	-	-
Bw	70-90	630	70	300	-	0,11	-	-	-

Método: ^{1/} Método da pipeta^{2/}; Peneiramento.

Fonte: Gonçalves et al. (2012)

Tabela 2. Atributos químicos de amostras de solo coletadas em duas profundidades de alguns perfis de solo representativos da estação Experimental de ciências florestais de Itatinga

Horiz.	Pof.	MO ^{1/}	pH			P-resina ^{4/}	Cátions Trocáveis					CTCe
			KCL	H ₂ O ^{3/}	ΔpH		Ca ^{4/}	Mg ^{4/}	K ^{4/}	H ^{4/}	Al ^{4/}	
	cm	g kg ⁻¹				mg kg ⁻¹	Mmol _c kg ⁻¹					
LVd-1 Latossolo vermelho distrófico típico A moderado textura argilosa												
A1	0-20	24	3,8	4	-0,2	0,2	1	1	0,5	54	18	75
Bw	70-90	17	3,9	4,1	-0,2	0,2	2	1	0,8	30	12	46
LVdf - Latossolo vermelho distroférico típico A moderado textura argilosa												
A1	0-20	33	4,3	-	-	9	19	10	3,2	70	8	40
Bw	70-90	12	4,2	-	-	5	3	1	1,3	36	2	7

Método: ^{1/} Dicromato de potássio e ácido sulfúrico; ^{2/} KCl 1 mol L⁻¹; ^{3/} H₂O deionizado; ^{4/} Resina de troca catiônica.

Fonte: Gonçalves et al. (2012)

3.2 Delineamento experimental

Cada experimento foi implantado em delineamento em blocos casualizados, com seis repetições, cada uma composta por dezoito tratamentos, em esquema fatorial de 6 x 3 (Tabela 1), sendo seis clones de eucalipto e três espaçamentos (3 x1m, 3 x2m, e 3x4m) Os espaçamentos simulam variações restrições hídricas tendo em consideração a intensidade da competitividade pelo recurso água O crescimento das árvores individuais pode ser influenciado mais pela restrição do espaço para as raízes que pela restrição de copa (SCHNEIDER, 2008).. Foram utilizados clones de *E. urophylla*. Os clones foram selecionados com base nas experiências realizadas em povoamentos florestais de grande escala em regiões com déficit hídrico. Esses tratamentos estão detalhados na Tabela 3.

A parcela foi constituída por 25 plantas (parcelas quadradas de 5 linhas x 5 plantas), onde as nove plantas centrais foram consideradas como área útil (Figura 5), assim temos uma bordadura interna simples e uma bordadura externa dupla nas áreas experimentais.

Tabela 3 - Descrição dos Tratamentos

N° de clone	Código de Clone	Espécie	Espaçamento (m x m)	N° Tratamento
1	COP 1404	<i>Eucalyptus urophylla</i> S. T. Blake*	3x1	1
			3x2	2
			3x4	3
2	COP 1407	<i>Eucalyptus urophylla</i> S. T. Blake*	3x1	4
			3x2	5
			3x4	6
3	AEC 1528	<i>Eucalyptus Spp.*</i>	3x1	7
			3x2	8
			3x4	9
4	AEC 0042	<i>Eucalyptus urophylla</i> S. T. Blake*	3x1	10
			3x2	11
			3x4	12
5	AEC 0224	<i>Eucalyptus urophylla</i> S. T. Blake*	3x1	13
			3x2	14
			3x4	15
6	AEC 0144	<i>Eucalyptus urophylla</i> S. T. Blake*	3x1	16
			3x2	17
			3x4	18

*Fonte: Ministério de agricultura de Brasil

Figura 5 - Distribuição da parcela
Legenda: - - - = parcela útil

3.3 Coleta de dados

3.3.1 Avaliações do crescimento

Para as avaliações do crescimento foram mensurados: 1) a altura total (m); 2) altura na base da copa (m) e 3) Diâmetro à altura do peito (DAP) a 1,30m de altura em relação ao solo de todas as árvores na área útil das parcelas.

A altura total e o DAP foram avaliados nos meses 21, 25, 27, 31, 35 e 37 após o plantio e as avaliações da altura da base da copa foram realizadas nos meses 27, 31, 35 e 37. O DAP foi avaliado com auxílio de uma suta (40 cm), com precisão de 1 mm (Figura 6A). As alturas foram avaliadas com auxílio de um hipsômetro Vertéx IV com precisão de 0,1 m (Figura 6B).

Figura 6 - Avaliação do inventário; (A) Medição do DAP (Diâmetro altura do peito: 1,30m); (B) Medição da altura total e basal com uso do Vertéx IV

Com a diferença entre altura total e altura na base da copa foi obtido o comprimento da copa (m).

3.3.2 Estimativa do índice de área foliar (IAF)

A estimativa do índice de área foliar (IAF m^2/m^2) foram realizadas nos meses 27, 31, 35 e 37, em conjunto com o levantamento de dados de altura total, altura da base da copa e DAP. A mesma foi realizada com o auxílio de dois equipamentos LAI-2000, um para coleta de dados fora do dossel e o outro sob o dossel (Figura 7 A, Figura 7 B).

As medidas de campo foram realizadas, sob luz difusa, no começo da manhã e no final da tarde, tendo em consideração os horários das estações do ano. Os medidores foram instalados e verificados, antes do início da coleta, com ângulo de abertura de 10° em função do tamanho da parcela.

Os equipamentos foram posicionados sempre na direção oposta ao sol, para garantir condições de iluminação similares. Para avaliação fora do dossel o equipamento foi programado para tomar dados a cada 15 segundos, no caso do equipamento sob o dossel foram realizados 24 leituras por parcela, sempre distribuídas de forma sistemática Figura 7C.

Figura 7 - Estimativa do índice de área foliar (IAF); (A) Medição fora do dossel; (B) Medição sob o dossel; (C) Distribuição sistemática dos árvores avaliados sob o dossel

Os dados coletados com o LAI-2000 foram armazenados na memória dos próprios dispositivos e processados com o software FV-2200, que através do cruzamento das Tabelas resultantes nos dois equipamentos, geraram o cálculo da fração de cobertura florestal.

3.3.3 Deposição do folheto

Para avaliação da deposição de folheto, foram instalados sistematicamente coletores no centro da parcela útil. Os coletores são tipo bandeja com dimensões 0,50 x 0,50 m, composto por uma moldura de madeira com fundo em tela de nylon e dispostos a 0,50m de altura em relação da superfície do solo (Figura 8A).

O material foi coletado mensalmente dos 21 aos 36 meses de idade, cada amostra foi devidamente identificada em sacos plásticos (Figura 8B) e após a coleta foram conduzidos ao Laboratório de Ecofisiologia Florestal e Silvicultura (LEFS) do Departamento de Ciências Florestais da ESALQ/USP, para secagem e determinação do peso seco das amostras. A secagem foi realizada em estufa de circulação forçada de ar a temperatura de 65°C (Figura 8C), até atingirem massa constante e na sequência foram pesadas em balança digital com 0,1 g de precisão.

Figura 8 - Coleta da deposição de folheto; (A) Vista geral o coletor em campo; (B) Amostra foi devidamente identificada em sacos plásticos e (C) Amostras dentro na estufa

3.3.4 Avaliações de área foliar, densidade e dimensão dos estômatos

Para a análise de área foliar (mm^2), densidade (N° de estômatos por mm^2) e dimensão dos estômatos (μm) aos 29 e 35 meses, foram coletadas duas folhas (3ª e 4ª folha a partir da gema apical) localizadas no terço superior da copa em três árvores em posições definidas sistematicamente na parcela, em quatro blocos (1, 2,

4 e 6), as coletas foram feitas durante o período da manhã (7:30h – 11:00h). A primeira coleta foi realizada com auxílio de uma haste com tesoura de poda. A segunda coleta, em função das alturas das árvores, foi realizada pelos profissionais de coleta de semente do Instituto de Pesquisas e Estudos Florestais (IPEF), utilizando esporas para escalada e a haste com tesoura de poda (Figura 9A). As amostras foram acondicionadas em sacos plásticos identificados e colocados em caixa térmica com gelo para não ter perda do teor da umidade nas folhas, e foram conduzidas ao Laboratório de Ecofisiologia Florestal e Silvicultura (LEFS) da ESALQ/USP.

No laboratório foram capturadas imagens digitais das folhas com ajuda de um scanner (Figura 9B). Para obtenção da área foliar foi utilizado o software IMAGE J 1.46r desenvolvido pelo Wayne Rasband National Institutes of Health dos Estados Unidos. Uma vez digitalizada as folhas, fez-se o corte na região média central para impressão da superfície abaxial (Figura 5C e 5D). Para tal, colocou-se uma gota minúscula de adesivo incolor (super bonder ®) na lâmina identificada e pressionou-se a superfície foliar por aproximadamente 10 segundos até secar, obtendo uma lâmina com duas películas finas que correspondem a cada folha.

Figura 9 - Avaliação de área foliar e confecção de lâminas; (A) Coletas das folhas no terço superior com auxílio da equipe do IPEF; (B) Escâner das folhas coletadas para sua análise de área foliar; (C) Folhas identificadas junto ao material para fazer as lâminas; (D) o corte na região mediana central para impressão da superfície abaxial

Após obtenção das lâminas, as amostras foram conduzidas ao Laboratório de Anatomia, Identificação e Densimetria de Raios X em Madeira do Departamento de Ciências Florestais da ESALQ/USP, onde se utilizou o microscópio óptico com câmara digital acoplado, em objetiva 10x de ampliação. Foram tiradas três fotos por folha de forma aleatória de 1mm², obtendo seis fotos por lâmina.

Em cada fotografia com auxílio do software IMAGE J 1.46r, foi feito um transecto diagonal, no qual foram medidos três estômatos (extremo superior, centro, extremo inferior). Foram medidos o diâmetro polar (comprimento entre as junções das células-guarda em cada extremidade dos estômatos) e diâmetro equatorial como apresentado na Figura 10A, utilizando-se régua especial graduada em micrômetros. Além disso, avaliou-se a densidade no qual devido ao elevado número de estômatos, se fez a contagem nos quatro extremos da foto, cada área com aproximadamente 5200 µm². Após a contagem, foi realizada uma estimativa da densidade dos estômatos para uma área de 1mm² (Figura 10B).

Figura 10 - Avaliação a densidade e diâmetro dos estômatos; (A) Posição dos estômatos avaliados e as considerações da avaliação dos diâmetros (Polar e Equatorial); (B) Contagem dos estômatos nos quatro extremos da foto

3.3.5 Incrementos de diâmetro no tronco

Para avaliação do incremento em diâmetro do tronco no DAP (Diâmetro altura do peito) das árvores, foram instalados dendrômetros de aço no tronco de duas árvores por parcela (Figura 11A) . As faixas dendrômétricas foram confeccionadas de acordo com a metodologia descrita por Botosso e Tomazello Filho (2001) com fitas de aço inoxidável de 12,7 x 0,15 mm (largura e espessura), a uma escala em mm e nônio com precisão de leitura de 0,2 mm, mantidas sob tração por uma mola de aço inoxidável (100 x 80 mm :comprimento e diâmetro) no tronco das árvores (Figura 11B).

Para a obtenção do comprimento total das faixas dendrométricas determinou-se previamente a circunferência altura ao peito (CAP) do tronco das árvores incluindo-se + 17 cm (referente à sobreposição da escala e do nônio). As graduações da escala de nônio foram demarcadas na fita de aço por meio de gabarito com duas placas metálicas: (i) na borda inferior, com escala de leitura de graduação de 80 mm e (ii) na borda superior, com escala de 10 divisões do nônio (Figura 11C). As leituras das faixas dendrômétricas foram realizadas a cada 14 dias entre os meses 30 a 38, no período da manhã (7:30h-11:30h). Os dados foram transferidos para planilhas Excel para geração de gráficos e posterior análise e interpretação segundo os tratamentos e variáveis climáticas.

Figura 11 - Confeção e instalação da faixa dendrômétrica no tronco da árvore; (A) Faixa dendrômétrica instalada no tronco da árvore; (B) Sobreposição da escala e do nônio; (C) Gravação da escala e do nônio

3.4 Variáveis climáticas

A precipitação acumulada (mm), temperatura média, mínima e máxima (°C) e a umidade relativa do ar (%) foram adquiridas da estação meteorológica automática da Estação Experimental de Ciências Florestais de Itatinga ESALQ/USP, obtendo dados diários de cada variável. Os dados foram agrupados em um período de 14 dias coincidentes com as leituras das faixas dendrométricas e no período de 45 dias antes da leitura dos dendrômetros para posterior correlação com os valores de incremento do tronco.

3.5 Análises de dados

Para caracterizar as variáveis a análise estatística foi realizada com auxílio do software Ambiente R, com interface R Studio para Windows. Os pressupostos de normalidade dos erros e homogeneidade da variância entre os tratamentos foram verificados pelos testes de Shapiro-Wilk e Bartlett, respectivamente, fixando-se o nível de significância em 5%, quando estas não foram atendidas, realizou-se o teste de Box-Cox, visando a correção em questão.

Após a verificação dos pressupostos básicos da análise de variância e a correção, os dados foram submetidos à análise de variância (ANOVA) fatorial em nível de significância de 5%, utilizando-se o modelo matemático da equação abaixo eq (1):

$$Y_{ijklm} = \mu + \alpha_i + \tau_j + (\alpha\tau)_{ij} + \delta_l + \varepsilon_{ijklm} \quad (1)$$

Onde:

Y_{ijklm} : é a variável resposta

μ : é a média geral

α_i : é o efeito (fixo) do i-ésimo (clone); i=1, 2, 3, 4, 5, 6

τ_j : é o efeito (fixo) do j-ésimo (espaçamento); j=1, 2, 3

δ_l : é o efeito do l-ésimo (bloco) = 1, 2, 3, 4, 5, 6

$(\alpha\tau)_{ij}$: é o efeito da interação entre o i-ésimo (clone) e o j-ésimo (espaçamento)

ε_{ijklm} : é o erro aleatório

As médias foram comparadas pelo Teste de Tukey fixando-se o nível de significância em 5%.

Para a determinação do grau de associação entre as variáveis, foi realizada a análise de correlação de Pearson (r), com auxílio do MiniTab Statistical Software versão 16, compatível ao Windows. Foram feitas três análises de correlação: 1) índice de área foliar, altura total, comprimento de copa, DAP e deposição de folheto; 2) área foliar, densidade dos estômatos e dimensão dos estômatos; e 3) Incremento do diâmetro no tronco e variáveis climáticas (precipitação, umidade relativa do ar e temperatura média).

Para análise dos resultados das correlações entre as variáveis foi utilizada a classificação proposta por Dancey e Reidy (2005) que consideram: $r = 0,10$ até $0,30$ fraco; $r = 0,40$ até $0,6$ moderado; $r = 0,70$ até 1 forte.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Caracterizações ecofisiológicas das variáveis avaliadas

4.1.1 Diâmetro, altura total e comprimento da copa

Em todo o período de avaliação, não se observou mortandade dentro da parcela útil de cada experimento. O diâmetro refere-se ao crescimento longitudinal da árvore, onde o câmbio é responsável por este desenvolvimento (MACHADO e FIGUEIREDO FILHO, 2003), sendo uma das variáveis ecofisiológicas mais importantes que é diretamente afetado pela densidade e o genótipo (CAMPOS e LEITE, 2009). As médias gerais do crescimento (em DAP) em relação ao tempo, observadas em solo LVd-1, são apresentadas na Figura 12. É possível observar a tendência do crescimento de forma geral para cada clone, sendo que estes apresentaram diferenças entre si dentro de cada mês. O crescimento do clone AEC 0144 se destacou significativamente em relação aos demais clones testados, o qual manteve a superioridade até o final, apresentando maiores médias aos 21 meses (8,3 cm) e aos 37 meses (11,7cm). Os clones COP 1404 e COP 1407, por outro lado, obtiveram médias significativamente inferiores durante o tempo da avaliação.

Através da análise exploratória, observa-se que, entre os meses 21 e 25, existe um crescimento acelerado em comparação ao restante do tempo. O clone AEC 0144, por exemplo, cresceu de 8,3 a 10 cm, obtendo um incremento de 1,7 cm. No terceiro ano, entretanto, o clone necessitou de mais tempo para alcançar o mesmo incremento no crescimento. Os valores do segundo ano são semelhantes aos encontrados por Muianga (2013). A autora observou que o incremento médio em DAP foi 2,5 cm entre os meses doze a quinze de idade. Além de encontrar que os clones AEC 1528, AEC 224 e AEC 0144 obtiveram médias significativamente maiores, ao contrário dos clones COP 1404 e COP 1407 muito similares aos clones encontrados no estudo.

No terceiro ano, o crescimento foi lento em comparação ao segundo ano de avaliação. Sabe-se que o ritmo de crescimento é influenciado por fatores internos (fisiológicos), externos (ecológicos) e pelo tempo. Os parâmetros de medição do crescimento em diâmetro, altura, área basal e volume de uma árvore apresentam comportamentos semelhantes ao longo do tempo. Em forma gráfica, assemelham-se a uma curva sigmoideal em que a primeira fase corresponde à idade juvenil, a segunda à idade madura e a terceira à idade senil (ENSINAS; SILVA; PINTO, 2005).

Pelo exposto acima, se pode chegar à conclusão que o crescimento lento foi influenciado pelos fatores externos, uma vez que o ano de 2014 foi atípico, encontrando-se baixa pluviometria combinado à alta temperatura, afetando de forma direta o crescimento em DAP. De acordo com Zu e Cão (2009), em ambientes susceptíveis à seca, os elementos de vaso, as células condutoras do lenho, apresentam menor diâmetro o que acarreta maior resistência à cavitação.

A tendência do crescimento de forma geral nos espaçamentos em relação ao tempo para o solo LVd-1 (Figura 12. B) demonstra que existe uma diferença significativa entre os espaçamentos em cada mês. O espaçamento influencia no crescimento em DAP. Foi observado uma tendência similar e crescente das médias na seguinte ordem: 3m x 1m, 3m x 2m e 3m x 4m. O espaçamento 3m x 4m destacou-se significativamente, exibindo os valores mais altos e mantendo a superioridade até o final. As maiores médias foi verificada aos 21 e 37 meses sendo 8,6 cm e 12,3 cm, respectivamente. Tais resultados estão de acordo com os observados por Muller et al. (2005), que no estudo sobre a influência da densidade de plantio em um clone de eucalipto, encontraram que os tratamentos com menor densidade de plantio apresentaram os maiores valores de crescimento em DAP. Por outro lado, a área basal apresentou valores decrescentes com o aumento do espaçamento entre as plantas.

Figura 12 – Médias gerais do crescimento em DAP em solo LVd-1; (A) Média dos clones ao longo do tempo; (B) Média dos espaçamentos ao longo do tempo. Barras indicam o erro padrão. Médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si. Foi aplicado o teste de Tukey ($P > 0,05$)

Após uma análise mais detalhada dos resultados descritos na Figura 12, foi possível compreender melhor a tendência de crescimento em DAP ao longo do tempo. Tal resultado é apresentado na Figura 13, o qual mostra os valores médios dos clones em relação aos espaçamentos implantados no solo LVd-1, onde foram encontrados para todos os espaçamentos a maior média significativa no clone AEC 0144 e a média inferior no clone COP 1404. Cada clone apresenta diferentes respostas em relação ao espaçamento (Figura 12A). Diferentemente dos demais espaçamentos, a tendência de aceleração entre os meses 21 (7,5 cm) a 25 (8,8 cm) não é acentuada e o crescimento é lento ao longo do tempo. Observou-se ainda, que os clones diferem entre si para cada mês. O clone AEC 0144 apresentou valores médios superiores no crescimento, o que foi observado até o final. Esse

clone apresentou 7,51 cm aos 21 meses e 10,15 cm aos 37 meses, seguido pelos clones AEC 1528 e AEC 042 que evidenciaram valores estatisticamente similares a partir do 25º. mês.

No espaçamento 3mx1m os clones obtiveram menores médias em comparação aos demais espaçamentos. Segundo GONÇALVES (2009), o sucesso do estabelecimento de plantas em sua fase juvenil é mais difícil. As alterações nos fatores abióticos, como alta irradiância e baixa disponibilidade hídrica ou nutricional, afetam sobremaneira a atividade fisiológica das plantas em suas diferentes fases de crescimento e a maior densidade de plantio intensifica a competição pelos recursos.

Em relação à tendência do crescimento dos clones no espaçamento 3m x 2m ao longo do tempo, foi possível observar que houve diferença significativa entre os clones para cada mês (Figura 13. B). O clone AEC 224 se destacou durante todo o tempo avaliado e apresentou os diâmetros de 7,9 cm e 11,9 cm aos meses 21 e 37 de idade, respectivamente. O clone AEC 0144 apresentou valores estatisticamente similares, exceto no mês 25

A Figura 13C verifica-se a distribuição do crescimento dos clones no espaçamento 3m x 4m. Tais espaçamentos demonstraram as maiores médias exibidas na Figura 12B. Em tal espaçamento, o clone AEC 0144 apresentou as maiores médias e esta tendência permaneceu ao longo do tempo. Os diâmetros observados aos 21 e aos 37 meses de idade foram de 9,3 cm e 13,1 cm, respectivamente. O clone que apresentou menor média foi COP 1407. Analisando-se as Figuras 13B e 13C, é possível observar um crescimento acelerado entre os meses 21 e 25 de idade, o que não foi observado no restante dos tempos avaliados, em que a tendência de crescimento foi lenta. De acordo com o que foi observado nos resultados descritos na Figura 12, o crescimento foi afetado pelo ano atípico. Diversos autores apontam que as plantas são capazes de evitar os períodos de seca, mantendo elevado o potencial de hidratação dos tecidos através do aumento da biomassa radicular, diminuição da área foliar, senescência precoce, fechamento estomático, aumento de resistência a cavitação e diminuição da taxa de crescimento em diâmetro do tronco (SPERRY et al., 2002, TARDIEU, 2005; BATTIE-LACLAU, 2013).

Figura 13 – Valores médios do crescimento em DAP dos clones por espaçamento ao longo do tempo no solo LVd-1; (A) Média dos clones no espaçamento 3m x 1m ao longo do tempo; (B) Média dos clones no espaçamento 3m x 2m ao longo do tempo; (C) Média dos clones no espaçamento 3m x 4m ao longo do tempo

A análise do crescimento em DAP ao longo do tempo em todos os espaçamentos avaliados exibida por cada clone em solo LVd-1 está detalhada na Figura 14. Foi possível observar que para cada clone existe diferença significativa entre os espaçamentos. O espaçamento 3m x 4m foi o que mais se destacou em relação ao crescimento ao longo do tempo, resultando em maiores crescimentos independente do clone avaliado.

As Figuras 14. A e Figura 14. B correspondem aos clones COP 1404 e COP 1407, respectivamente. Foi possível observar que a partir do mês 25 os espaçamentos diferem entre si. No mês 21, o espaçamento 3m x 1m evidencia valores estatisticamente similares ao espaçamento 3m x 2m, e o espaçamento 3m x 4m destaca-se no crescimento, obtendo valores superiores ao longo do tempo. As maiores médias observadas para tal espaçamento aos 21 meses de idade foram de 8,45 cm e 7,9 cm, e aos 37 meses de idade foram de 11 cm e 12 cm, para os clones acima mencionados.

A Figura 14. D corresponde ao clone AEC I224 o espaçamento 3m x 2m demonstrou valores médios similares ao espaçamento 3m x 4m, a partir do mês 25 até o final. Tal comportamento foi observado apenas neste clone, evidenciando a resposta da interação espaçamento-clone da Figura 13. B.

Os clones AEC I042, AEC 1528 e AEC 0144 (Figuras 14. C, 14 E e 14. F, respectivamente), Para o clone AEC I042, apresentaram diferenças entre espaçamentos, sendo que o espaçamento 3m x 4m demonstrou as maiores médias no mês 21, com 8,45 cm 8,7 cm e 9,3 cm; e aos 37 meses, com 12,59 cm, 12,4 cm e 13,1 cm, respectivamente. Através da análise exploratória se observou que o clone que obteve maiores médias foi I144 no espaçamento 3m x 4m

Figura 14 – Médias do crescimento em DAP dos espaçamentos por clone ao longo do tempo para o solo LVd-1; (A) Média dos espaçamentos no clone COP1404 ao longo do tempo; (B) Média dos espaçamentos no clone COP 1407 ao longo do tempo; (C) Média dos três espaçamentos no clone AEC I042 ao longo do tempo ; (D) Média dos espaçamentos no clone AEC 224 ao longo do tempo; (E) Média dos espaçamentos no clone AEC 1528 ao longo do tempo; (F) Média dos espaçamentos no clone AEC 0144 ao longo do tempo. Barras indicam o erro padrão. Médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si. Foi aplicado o teste de Tukey ($P>0,05$)

As condições edafoclimáticas evidenciam respostas de crescimento que diferem em cada material genético. A Figura 15 apresenta as médias dos clones em DAP ao longo do tempo para o solo LVdf, em que se observam maiores valores em comparação à Figura 12. A. Estas diferenças podem ser devido ao fato de que fator solo esteja influenciando nos mecanismos de adaptação das plantas. De acordo com Kiehl (1979), a quantidade de água armazenada no solo disponível às plantas varia com a textura e as características físicas do solo, levando a planta a apresentar diferentes respostas em seus mecanismos de resistência morfofisiológicos, pois a taxa de crescimento é diretamente proporcional à disponibilidade de água no solo (KAMELL; LOSEL, 1995).

Adicionalmente, observou-se que para cada mês existe diferença significativa entre os clones. Os clones AEC 1528 (7,85cm – 10,91cm), AEC 0144 (7,63cm – 10,09) e AEC 224 (7,46cm – 10,79cm) apresentaram médias maiores em relação aos demais clones; enquanto o clone COP 1404 apresentou médias inferiores ao longo do tempo (Figura 15.A)

Analisando-se a Figura 15. A, é possível observar o mesmo padrão de crescimento exibido na Figura 12. A, onde entre os meses 21 e 25 de idade existe um crescimento acelerado. O clone AEC 1528, por exemplo, apresentou médias de 8,8 cm a 10,4 cm, respectivamente, e durante o restante do tempo o crescimento foi lento. Tal fato pode ser devido às condições externas como fatores climáticos (temperatura, precipitação, vento, insolação etc.). Isto está de acordo com o descrito por GONÇALVES (2009), que ressalta que as alterações nos fatores abióticos, como alta irradiância e baixa disponibilidade hídrica ou nutricional, afetam intensamente a atividade fisiológica das plantas em suas diferentes fases de crescimento, e dificultando o sucesso do estabelecimento de plantas em sua fase juvenil.

Analisando-se as médias gerais dos espaçamentos em relação ao tempo para o solo LVdf, foi possível observar que entre os espaçamentos existe uma diferença altamente significativa (Figura 15. B), ressaltando a importância do papel do espaçamento no crescimento em DAP. Cada mês demonstrou uma tendência crescente na seguinte ordem: 3m x 1 m, 3m x 2m e 3m x 4m. Estas diferenças foram mais acentuadas a partir do mês 35. O espaçamento 3m x 4m destacou-se no crescimento e este se manteve superior até o final, sendo que as maiores médias aos 21 meses foi de 9,41 cm e aos 37 meses foi de 14,17cm.

Figura 15 – Médias gerais do crescimento em DAP ao longo do tempo para o solo LVdf; (A) Média dos clones ao longo do tempo; (B) Média dos espaçamentos ao longo do tempo. Barras indicam o erro padrão. Médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si. Foi aplicado o teste de Tukey ($P > 0,05$)

Em relação a interação clone-espaçamento, a Figura 16 indica que cada clone tem uma tendência de crescimento diferente dependendo do espaçamento onde se desenvolve. Através da análise exploratória para todos espaçamentos avaliados, se observa uma aceleração no crescimento do mês 21 para 25, sendo mais lento posteriormente, tendo, portanto, o mesmo padrão, conforme apresentado na Figura 12.

A Figura 16. A demonstra a tendência do crescimento em DAP dos clones no espaçamento 3m x 1m. Observa-se que há diferença significativa entre os clones em cada mês. O clone AEC 1528 se sobressaiu por apresentar as maiores médias durante todo o tempo. Os clones AEC 0144 e AEC 224 evidenciaram valores estatisticamente similares nos meses 21 e 31 de idade, respectivamente. O clone COP1404, por outro lado, apresentou médias inferiores. Neste espaçamento o crescimento foi inferior.

Com relação à distribuição do crescimento dos clones no espaçamento 3m x 2m ao longo do tempo (Figura 16. B), também se observou diferença significativa entre os clones para cada mês. O clone AEC 224 se destacou em relação aos demais, exibindo maiores médias a partir do mês 25 até o final. No mês 25 o diâmetro foi de 11,3 cm e no mês 37 foi de 13,9 cm. No mês 21, o clone que apresentou maiores médias foi AEC 0144, e o clone que apresentou o menor valor foi o COP 1404. Para este espaçamento, o comportamento do clone AEC 224 foi similar ao observado na Figura 13. B.

Na distribuição do crescimento dos clones no espaçamento 3m x 4m ao longo do tempo (Figura 16. C) é possível observar que no mês 35 não existe diferenças significativas entre os clones, ao passo que, no restante dos meses, diferenças significativas foram observadas. Neste espaçamento, a distribuição do crescimento foi influenciada pelos meses, sendo que o clone AEC 1528 apresentou as maiores médias. Esta tendência foi observada do mês 25 até o final. No mês 25 o diâmetro foi de 11,7 cm e no mês 37 foi de 14,7 cm. O clone que apresentou valores similares foi o AEC 144, exceto no mês 31. O clone que apresentou menores médias em relação aos outros espaçamentos foi o COP 1407. Este clone apresenta uma aceleração do crescimento do mês 31 ao 35, com diâmetros de 11,7cm a 13,4 cm, respectivamente.

Figura 16 – Médias do crescimento de DAP dos clones por espaçamento ao longo do tempo no solo LVdf; (A) Média dos clones no espaçamento 3m x 1m ao longo do tempo; (B) Média dos clones no espaçamento 3m x 2m ao longo do tempo; (C) Média dos seis clones no espaçamento 3m x 4m ao longo do tempo

Para o solo LVdf, a interação espaçamento-clone no crescimento em DAP ao longo do tempo demonstra que a tendência de crescimento para cada clone difere significativamente entre os espaçamentos (Figura 17). Por meio da análise exploratória verifica-se que em todos os clones o espaçamento 3m x 4m foi o que mais se destacou em relação ao crescimento ao longo do tempo, exibindo as médias gerais.

As Figuras 17. A e 17. B descrevem os resultados referentes aos clones COP 1404 e COP 1407, respectivamente. Tais clones apresentaram diferenças significativas entre os diferentes espaçamentos, sendo que o espaçamento 3m x 4m se destacou no crescimento. As maiores médias ao longo do tempo foram de 8,66 cm e 8,7 cm, aos 21 meses e 13,76 cm e 13,9 cm, aos 37 meses, respectivamente para os clones acima mencionados.

A Figura 17. C é correspondente ao clone AEC 042 e indica que os espaçamentos diferem entre si. A maior média aos 21 meses de idade foi de 9,41cm, e aos 37 meses foi de 14,39 cm. Em relação ao clone AEC 224 (Figura 17. D) foi possível observar que o espaçamento 3m x 2m demonstrou valores médios similares ao espaçamento 3m x 4m, a partir do mês 25 até o final. Esta tendência de crescimento só foi observada no referido clone, refletindo a resposta da interação espaçamento-clone verificada na Figura 16. B. Chaves et al. (2004) afirma que a tolerância ao estresse hídrico varia com o genótipo, sendo que algumas plantas desenvolvem mecanismos de adaptação, tornando-se mais eficientes na absorção de água do solo, na interação com outros fatores, tais como espaçamento, tipo de solo e clima.

Os clones AEC 1528 e AEC 0144 (Figuras 14. E e 14. F, respectivamente), demonstraram diferenças significativas entre os espaçamentos. No espaçamento 3m x 4m verificam-se as maiores médias no mês 21 com 9,74 cm e 9,76 cm; e aos 37 meses com 14,66 cm e 14,60 cm, respectivamente.

Figura 17 – Médias do crescimento em DAP dos espaçamentos por clone ao longo do tempo no solo LVdf; (A) Média dos espaçamentos no clone COP 1404 ao longo do tempo; (B) Média dos espaçamentos no clone COP 1407 ao longo do tempo; (C) Média dos espaçamentos no clone AEC 042 ao longo do tempo ; (D) Média dos espaçamentos no clone AEC 224 ao longo do tempo; (E) Média dos espaçamentos no clone 1528 ao longo do tempo; (F) Média dos espaçamentos no clone AEC 0144 ao longo do tempo. Barras indicam o erro padrão. Médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si. Foi aplicado o teste de Tukey ($P>0,05$)

Entre as variáveis biofísicas de crescimento, encontra-se a altura, um dos índices que determinam o estabelecimento de árvores em competição. A Figura 18. A descreve as médias gerais dos clones ao longo do tempo para o solo LVd-1. Foi possível observar que a distribuição do crescimento é semelhante à variável DAP (Figura 12. A), o que demonstra que os clones diferem entre si, sendo que o clone AEC 0144 foi o que mais se destacou. As maiores médias ao longo do tempo no mês 21 foi de 10,8 m e no mês 37 foi de 16,7 m. Ao contrário da resposta observada na Figura 12. A, o clone AEC 042 exibiu valores similares a partir do mês 27 (14,3 m) até o final (16,9 m). O clone COP 1404, por outro lado, obteve valores inferiores. O padrão de crescimento é crescente, porém, por meio da análise exploratória, observa-se um ligeiro aumento do mês 35 ao mês 37, o que diferiu do restante dos tempos avaliados.

Em relação às médias gerais dos espaçamentos em altura ao longo do tempo para o solo LVd-1 (Figura 18. B) verifica-se que no mês 37 os espaçamentos não diferem entre si, ao passo que a diferença foi verificada nos demais tempos avaliados. A distribuição de crescimento foi de acordo com o tempo, sendo que nos primeiros meses (21 e 25), as árvores que mais se destacaram foram aquelas que estavam no espaçamento 3m x 1m, com valores médios de 10,5 m e 12,6 m, respectivamente. A partir do mês 27 até o final, as maiores médias foram observadas no espaçamento 3m x 2m, porém, as médias do espaçamento 3m x 4m evidenciaram respostas similares ao espaçamento 3m x 2m a partir do mês 31 até o final. O desenvolvimento em altura foi relacionado à idade e à área de desenvolvimento, o que está de acordo com o descrito por Bernardo (1995), que diz que, apesar da maior altura nos espaçamentos mais densos, ocorre uma diminuição nos valores de altura média das árvores com o passar do tempo, em razão do aumento do maior número de árvores dominadas.

Figura 18 – Médias gerais do crescimento em altura ao longo do tempo no solo LVd-1; (A) Média dos clones ao longo do tempo; (B) Média dos espaçamentos ao longo do tempo. Barras indicam o erro padrão. Médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si. Foi aplicado o teste de Tukey ($P>0,05$)

Na interação do clone por espaçamento ao longo do tempo no solo LVd-1 (Figura 19), observa-se que cada clone tem uma tendência de crescimento diferente dependendo o espaçamento onde se desenvolve. Em relação aos três espaçamentos, o clone que apresentou médias inferiores foi o COP 1404, durante todo o período avaliado.

Em relação ao espaçamento 3m x 1m (Figura 19. A), as médias dos clones apresentaram uma diferença significativa entre elas em cada mês. Verifica-se que os clones AEC 0144, AEC 042 e AEC 1528 se destacaram no crescimento, exibindo as maiores médias. Em quase todo o período de avaliação, as maiores médias foram

encontradas no clone I144, desde o mês 21 até o mês 35 de idade, com valores de 11,1 m a 16,6 m, respectivamente. O clone AEC 042 apresentou valores semelhantes desde o mês 27 de idade, ao contrário do restante do tempo, ressaltando-se o mês em que foi verificado o valor de 17 m. O clone AEC 1528 apresentou valores similares ao clone AEC 0144 dos meses 21 ao 27 de idade, com valores de 10,0 m a 14,1 m, respectivamente.

Com relação à distribuição do crescimento dos clones no espaçamento 3m x 2m ao longo do tempo (Figura 19. B), existe diferença significativa entre os clones para cada mês. O clone AEC 0144 se destacou exibindo maiores médias. No mês 21 a altura foi de 10,6 m e aos 37 meses de idade a altura foi de 16,6 m. Os clones AEC 042 e AEC 1528 demonstraram médias semelhantes, nos meses 27 até 37 e os meses 21, 25, e 31, respectivamente.

Na distribuição do crescimento dos clones no espaçamento 3m x 4m ao longo do tempo (Figura 19. C) encontrou-se diferenças significativas entre os clones para cada mês. O clone AEC 0144 foi o que apresentou maiores médias durante todo o tempo de avaliação, com alturas de 10,6 m até 16,6 m. Outros clones evidenciaram valores similares sendo que a distribuição do crescimento foi influenciada pelos meses. Este fato foi verificado nos meses 27, 35 e 37 para o clone AEC 042, do mês 21 aos 25 para o clone AEC 224, e nos meses 25 e para o clone COP 1407.

O clone que se destacou no crescimento em altura nos três espaçamentos avaliados foi o AEC 0144.

Figura 19 – Médias do crescimento em altura dos clones por espaçamento ao longo do tempo no solo LVd-1; (A) Média dos clones no espaçamento 3m x 1m ao longo do tempo; (B) Média dos clones no espaçamento 3m x 2m ao longo do tempo; (C) Média dos clones no espaçamento 3m x 4m ao longo do tempo

Na interação espaçamento-clone no crescimento em altura ao longo do tempo para o solo LVd-1 (Figura 20), verifica-se que a tendência de crescimento para cada clone difere significativamente, em sua maioria, entre os espaçamentos avaliados. Por meio da análise exploratória, se observa que a interação é influenciada pela idade e pelo clone. No mês 21, o espaçamento 3m x 1m apresentou valores mais acentuados de crescimento ao longo do tempo em quase todos os clones, com exceção do clone AEC 224 que apresentou as maiores médias no espaçamento 3m x 4m. No restante do tempo, a partir do mês 27, que é considerado o segundo ano de crescimento, os maiores valores foram obtidos nos espaçamentos 3m x 2 m e 3m x 4m, dependendo o clone.

Analisando a Figura 20. A, é possível observar que não existem diferenças significativas entre os espaçamentos nos meses 31 e 37 para o clone COP 1404. Inicialmente, as maiores médias foram encontradas no espaçamento 3m x 1m, e ao final, no espaçamento 3m x 4 m. De acordo com as Figuras 20. B e 20. C, os clones COP 1407 e AEC 042 também demonstraram a mesma tendência inicialmente, destacando-se o espaçamento 3m x 1m, e o espaçamento 3m x 4m ao final da avaliação.

A Figura 20. D é correspondente ao clone AEC 224 o qual de diferença dos demais clones. A interação clone-espaçamento nos primeiros meses de avaliação (dos 21 aos 27 meses) as maiores médias encontraram-se no espaçamento 3m x 4m. Posteriormente, se evidenciaram valores semelhantes ao espaçamento 3m x 2m no mês 31. No mês 35, foram observadas as maiores médias no espaçamento 3m x 2 m e ao final da avaliação, o espaçamento 3m x 2m exibiu valores semelhantes ao espaçamento 3m x 1m.

Os clones AEC 1528 e AEC 0144 (Figuras 20. E e 20. F, respectivamente), apresentaram inicialmente uma tendência de crescimento semelhante. O espaçamento de 3m x 1m resultou em maiores médias. Para o clone AEC 1528, ao final da avaliação, não houve diferença significativa entre os espaçamentos, ao passo que o clone AEC 144 demonstrou valores mais altos no espaçamento 3m x 2m. A partir da avaliação da interação do material genético com variações de restrições hídricas se verifica que o clone AEC 042 implantado no espaçamento 3m x 4 m, e o clone AEC 0144 implantado no espaçamento 3m x 2m apresentaram melhor desenvolvimento no crescimento, encontrando-se as maiores médias ao final do experimento com os valores de 17,2 m e com 17,1 m, respectivamente.

Figura 20 – Médias do crescimento em altura dos espaçamentos por clone ao longo do tempo no solo LVd-1; (A) Médias dos espaçamentos no clone COP 1404 ao longo do tempo; (B) Médias dos espaçamentos no clone COP 1407 ao longo do tempo; (C) Médias dos espaçamentos no clone AEC 042 ao longo do tempo; (D) Médias dos espaçamentos no clone AEC 224 ao longo do tempo; (E) Médias dos espaçamentos no clone AEC 1528 ao longo do tempo; (F) Médias dos espaçamentos no clone AEC 0144 ao longo do tempo. Barras indicam o erro padrão. Médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si. Foi aplicado o teste de Tukey ($P>0,05$)

Para o solo LVdf, a Figura 21. A demonstra as médias gerais dos clones em altura ao longo do tempo. Verificou-se que para cada mês existe diferença significativa entre os clones. Os clones que apresentaram os maiores valores foram AEC 0144, AEC 042, e AEC 1528. Ao se observar tais resultados, em conjunto com aqueles exibidos na Figura 18. A, é possível perceber que os clones AEC 0144 e AEC 1528 destacam-se em crescimento independente do tipo de solo. O clone AEC 042 destacou-se nessas condições edáficas a partir do mês 27 até o final, com valores de 15 m a 19,6 m. As médias inferiores ao longo do tempo foram encontradas no clone COP 1407. O padrão de crescimento em altura tende a ser uniforme durante todo o tempo de avaliação, sendo que as características do solo interferem no crescimento da árvore. Santos e Carlesso (1998) dizem que as características químicas, físicas e biológicas do solo têm influência direta na quantidade de água no solo disponível às plantas e dessa forma as médias encontradas neste solo diferem ligeiramente em relação ao outro.

As médias gerais dos espaçamentos em altura ao longo do tempo para o solo LVdf estão descritas na Figura 21. B. Há uma diferença significativa entre os espaçamentos ao longo do tempo segundo a idade da árvore e o estágio do ano. No primeiro mês de avaliação, as maiores médias dos clones foram no espaçamento 3m x 1m e 3m x 2m. No mês 25, o espaçamento 3m x 2 m proporcionou maiores valores maiores, e no mês 27 no espaçamento 3m x 4m se obteve valores semelhantes. Para os meses 31 e 35, o espaçamento 3m x 4m demonstrou maior crescimento e no mês 37, o 3m x 2m evidenciou valores semelhantes aos do espaçamento 3m x 4 m. De acordo com Fishwick (1976), o crescimento em altura é menos influenciado pelo espaçamento, podendo variar de acordo com a qualidade do sítio e a idade de avaliação. Verificou-se que, em sítios de melhor qualidade, o espaçamento tem pouco efeito sobre o crescimento em altura. Além disso, Leles et al. (2001) observaram para *E. camaldulensis* e *E. pellita*, aos 52 meses de idade, uma maior influência do espaçamento sobre o diâmetro do que sobre a altura, tendo o mesmo padrão de comportamento.

Figura 21 – Médias gerais do crescimento de altura ao longo do tempo no solo LVdf; (A) Média dos clones ao longo do tempo; (B) Média dos espaçamentos ao longo do tempo. Barras indicam o erro padrão. Médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si. Foi aplicado o teste de Tukey ($P>0,05$)

A Figura 22 mostra a interação clone por espaçamento ao longo do tempo no solo LVdf. Cada clone tem uma tendência de crescimento diferente, estando sujeitos ao espaçamento onde se desenvolvem e à sua idade. Em relação aos três espaçamentos, o clone COP 1407 apresentou médias inferiores durante toda a avaliação.

Em relação ao espaçamento 3m x 1m (Figura 22. A), as médias dos clones apresentaram diferença significativa entre clones para cada mês. Os clones AEC 042, AEC 1528 e AEC 0144 se sobressaíram no crescimento, obtendo maiores médias. Em todo o período de avaliação, as maiores médias foram observadas no

clone AEC 042, com os valores médios de 11,4 m a 19,7 m. O clone AEC 1528 apresentou valores semelhantes até o mês 35, e o clone AEC 0144 apresentou valores semelhantes ao clone AEC 042 dos meses 21 aos 27, e valores médios de 11,8m a 14,5 m no mês 35, respectivamente.

A distribuição do crescimento dos clones no espaçamento 3m x 2m ao longo do tempo (Figura 22. B) demonstrou que houve diferença significativa entre os clones para cada mês. Os clones AEC 0144, AEC 1528 e AEC 042 apresentaram as maiores médias. Nos primeiros meses (21-27), o clone que obteve as maiores médias foi o AEC 0144 com valores de 10,3 m à 16,1 m. Nos meses seguintes até o final das avaliações os clones AEC 1528 e AEC 042 demonstraram maiores médias.

O crescimento dos clones no espaçamento 3m x 4m ao longo do tempo (Figura 22. C) apresentou diferenças significativas entre os clones para cada mês. O clone AEC 0144 apresentou as maiores médias durante todo o tempo de avaliação com alturas de 10,2 m à 18 m. Outros clones evidenciaram valores estatísticos similares, sendo que a distribuição do crescimento foi influenciada pelos meses. Esta influência ocorreu para o clone AEC 042 nos meses 21 até 35, e para o clone AEC 1528 nos meses 27 até 35.

Em relação à interação clone-espaçamento, pode-se observar que os clones AEC 042 e AEC 1528 se desenvolveram melhor que o restante dos clones, obtendo as maiores médias. Isto está de acordo com Muianga (2013) que, avaliando a variável altura, encontrou as maiores médias nos mesmos clones citados, sendo que o desenvolvimento de tais clones independe do solo.

Figura 22 – Médias do crescimento em altura dos clones por espaçamento ao longo do tempo no solo LVdf; (A) Média dos clones no espaçamento 3m x 1m ao longo do tempo; (B) Média dos clones no espaçamento 3m x 2m ao longo do tempo; (C) Média dos clones no espaçamento 3m x 4m ao longo do tempo

Em relação ao crescimento em altura nos espaçamentos para cada clone ao longo do tempo em solo LVdf (Figura 23), há uma tendência de crescimento para cada clone que em sua maioria exibe diferença significativa entre os espaçamentos. Por meio da análise exploratória, observa-se que o crescimento é influenciado pela idade e o clone. Os clones COP 1404, COP 1407, AEC 042 e AEC 224 (Figuras 23. A, 23. B, 23. C e 23. D, respectivamente) não exibem diferenças significativas na idade de 21 e 25 meses em relação aos espaçamentos. A partir do mês 27 as diferenças significativas são observadas nos espaçamentos 3m x 4m. Os clones AEC 1528 E AEC 0144 (Figuras 23 E e 23. F) demonstraram uma tendência de crescimento muito diferente.

A Figura 23. A demonstra que não existe diferença significativa entre os espaçamentos para os meses 21 e 25. Para o clone COP 1404 no mês 31, as maiores médias se encontraram nos espaçamentos 3m x 2m e 3m x 4m. Nos demais meses, os maiores valores foram observados no espaçamento 3m x 4m. Um padrão de crescimento parecido foi observado no clone COP 1407 (Figura 23. B). Dos meses 21 à 27 não se encontraram diferenças entre os espaçamentos e do mês 31 até o final os espaçamentos 3m x 2m e 3m x 4m resultaram em maiores médias.

Para o clone AEC 042 (Figura 23. C), o padrão de crescimento entre os meses 21 até 27 não apresentaram diferenças em relação aos espaçamentos. Ao final das avaliações, o espaçamento que se diferencia em relação aos demais é o 3m x 4m. No caso do clone AEC 224 (Figura 23. D), as médias dos espaçamentos durante quase todo o tempo não apresentaram diferenças, com exceção do mês 27 em que o espaçamento que proporcionou maiores médias foi o de espaçamento 3m x 1m.

A Figura 23. E corresponde ao clone AEC 1528, o qual exibiu maiores médias de crescimento inicialmente nos espaçamentos de 3m x 1m e 3m x 2m. Posteriormente, os três espaçamentos não apresentaram diferenças e, ao final da avaliação, as maiores médias foram observadas nos espaçamentos de 3m x 2m e 3m x 4m. O clone AEC 0144 exibiu um padrão de crescimento muito diferente, sendo que o crescimento foi influenciado pelo tempo. Ao início, o espaçamento 3m x 2m se diferenciou significativamente em relação aos demais. No mês 27, os valores deste espaçamento foram semelhantes aos encontrados para o espaçamento 3m x 4m. Nos meses 31 e 37, o espaçamento 3m x 4m foi mais vantajoso em relação aos

demais, obtendo maiores médias significativas. Para o mês 37 o espaçamento que demonstrou maior crescimento foi o de 3m x 2m.

Avaliando-se a interação clone-espaçamento é possível observar que o clone AEC 042, implantado no espaçamento 3m x 4 m, e o clone AEC 1528, implantado no espaçamento 3m x 2m, apresentaram melhor desenvolvimento no crescimento. As maiores médias foram encontradas ao final do experimento, com valores de 20,2m e de 20,0 m, respectivamente.

O padrão de crescimento foi semelhante em ambos os solos avaliados em relação aos espaçamentos. Com o passar o tempo, as maiores médias se encontraram nas menores densidades. Árvores crescendo em densidades populacionais mais baixas atingem de forma mais tardia o nível de estresse causado pelos seus vizinhos do que aquelas crescendo em densidades mais elevadas. Portanto, é possível concluir que em densidades mais elevadas tamanho de tais árvores será reduzido (RADOSEVICH; OSTERYOUNG, 1987).

Figura 23 – Médias do crescimento em altura dos espaçamentos por clone ao longo do tempo com no solo LVd f; (A) Média dos espaçamentos no clone 1404 ao longo do tempo; (B) Média dos espaçamentos no clone 1407 ao longo do tempo; (C) Média dos espaçamentos no clone I042 ao longo do tempo ; (D) Média dos espaçamentos no clone I224 ao longo do tempo; (E) Média dos espaçamentos no clone 1528 ao longo do tempo; (F) Média dos espaçamentos no clone I144 ao longo do tempo. Barras indicam o erro padrão. Médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si. Foi aplicado o teste de Tukey ($P > 0,05$)

Outra variável biofísica avaliada foi comprimento da copa (m), que também descreve a capacidade de crescimento (PRODAN et al., 1997). As médias gerais dos clones ao longo do tempo para o solo LVd-1 (Figura 24. A) apresentam diferenças significativas entre os clones para cada mês. No mês 27, o clone AEC 1528 se destacou entre os demais, obtendo as maiores médias, com valores médios de 8,0 m. O clone AEC 042, por sua vez, apresentou as maiores médias a partir do mês 31 até o final da avaliação, com valores de comprimento de 7,8 m a 9,6 m. O clone que apresentou os menores valores foi o COP 1404. Analisando a Figura 24. A, é possível observar que o padrão de crescimento em relação ao tempo muda, apresentando valores altos em alguns meses e baixos em outros. No período compreendido entre os meses 31 e 35, existe uma ligeira diminuição dos valores. No entanto, no período entre os meses 35 e 37 houve aumento dos valores. O clone AEC 042, por exemplo, obteve médias de 7,8; 7,4 m e 9,6 m nos meses 31, 35 e 37, respectivamente.

Pelo exposto acima, essa tendência pode ser devido a fatores externos, o que está de acordo com o descrito por Grant (1992). Segundo o autor, o desenvolvimento de mecanismos de adaptação das plantas é influenciado pelo nível de CO₂, pela radiação solar, temperatura, umidade relativa do ar e precipitação. Tendo em consideração os valores climatológicos, a Tabela 2 indica que a tendência durante o tempo está relacionada aos valores climáticos. Nos meses 31 aos 35, se observam os menores valores de precipitação, umidade e temperatura em relação ao restante dos meses coincidindo com a ligeira diminuição no comprimento da copa. Entre os meses 35 a 37, entretanto, verifica-se um efeito oposto, havendo um aumento do crescimento (Figura 18) ligado ao aumento do comprimento da copa. De acordo com Sterba (2006), a percentagem de copa não depende da posição sociológica em florestas da mesma idade e espécie e, sim, da altura das árvores.

Em relação ao espaçamento (Figura 24. B), houve diferença significativa entre os espaçamentos. O padrão de crescimento para cada mês em relação ao espaçamento ocorreu de forma crescente da seguinte ordem: 3mx1m, 3mx2m e 3mx4m. A tendência de crescimento foi similar ao DAP (Figura 12. B). As médias dos clones implantados no espaçamento 3mx4m resultaram em maiores valores, os quais variaram de 8,19 m a 9,41 m. É possível assumir que o crescimento em diâmetro e a formação de galhos estão diretamente relacionados à formação de copa o que está de acordo com o descrito por Botosso (2001), que diz que o

alongamento do ápice e a formação de novas folhas estão diretamente ligados à atividade cambial.

Figura 24 – Médias gerais do crescimento do comprimento da copa ao longo do tempo no solo LVd-1; (A) Média dos clones ao longo do tempo; (B) Média dos espaçamentos ao longo do tempo. Barras indicam o erro padrão. Médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si. Foi aplicado o teste de Tukey ($P > 0,05$)

Tabela 4 - Descrição climatológica durante o tempo de avaliação do comprimento da copa e índice de área foliar

Mês	Temperatura média (C°)	Temperatura máxima (C°)	Temperatura mínima (C°)	Precipitação (mm)	Umidade do ar (%)
27-31	18,9	30,5	10,0	66,4	64,3
31-35	18,4	32,9	8,3	29,04	55,5
35-37	21,4	34,5	12,9	160	62,07

A Figura 25 exibe as médias de crescimento de copa observadas ao longo do período de avaliação no solo LVd-1 em cada espaçamento. Existe diferença significativa entre os clones, sendo que o clone COP 1404 apresentou as menores médias. Para cada espaçamento, os clones que apresentaram as maiores médias foram influenciados pela idade. Além disso, se abordou a importância do padrão de crescimento, encontrando-se um aumento em crescimento do mês 35 aos 37. O clone AEC 042 obteve as maiores médias de comprimento de copa em relação aos demais para cada espaçamento. O crescimento de copa desse clone no espaçamento 3m x 1m foi inferior aos demais espaçamentos (6,8 m a 8,4 m, Figura 25. A), conforme pode ser verificado nas Figuras 25 B e C (3m x 2m - 7,5 m a 9,4 m; 3m x 4m - 7,9 m a 10,9 m). Ocorre influência de fatores externos que mudam o crescimento das variáveis morfofisiológicas, diretamente proporcional ao fator água, como já exposto na Figura 24. B. Na Figura 25. As médias dos clones ao longo do período avaliado, no espaçamento 3m x 1m foram as menores encontradas (Figura 25. A). Os clones que obtiveram maiores médias foram AEC 042, AEC 1528 e COP 1407. O clone AEC 042 se destacou nos meses 31 até o final com valores de 7,3 m a 8,4 m. O clone AEC 1528 se destacou nos meses 27 e 35 e o clone COP 1407 no mês 35.

No espaçamento 3m x 2m, os clones que exibiram as maiores médias foram AEC 1528, AEC042 e AEC 0144 (Figura 25. B). O clone AEC 1528 se destacou nos meses 27 até 31, com médias de 7,9 m a 7,5 m. O clone AEC042 se destacou do mês 31 até o 37, com médias de 7,7 m a 9,4 m. O clone AEC 0144 exibiu valores semelhantes aos do clone AEC042 no mês 37.

A Figura 25. C indica que o clone COP 042 se sobressaiu por obter as maiores médias, com valores variando de 8,6 m a 10,9 m. Este espaçamento beneficiou de forma direta o desenvolvimento do comprimento da copa, obtendo as

maiores médias. O clone AEC 224, entretanto, obteve os menores valores nos meses 35 e 37 de idade.

Figura 25 – Médias do crescimento do comprimento da copa dos clones por espaçamento ao longo do tempo no solo LVd-1; (A) Médias dos clones no espaçamento 3m x 1m ao longo do tempo; (B) Média dos clones no espaçamento 3m x 2m ao longo do tempo; (C) Média dos clones no espaçamento 3m x 4m ao longo do tempo

A interação do espaçamento-clone ao longo do período de avaliação no solo LVd-1 apresentou diferença significativa entre os espaçamentos (Figura 26). Este fato ocorreu na maior parte da avaliação, exceto no mês 27 para o clone AEC 1528; e no mês 31 para o clone COP 1404. Os maiores comprimentos da copa foram encontrados no espaçamento 3m x 4m, podendo observar que o padrão de crescimento esta ligado ao crescimento secundário (DAP).

A Figura 26. A exibe as médias do clone COP 1404 ao longo do tempo. Verifica-se que existe diferença significativa ao longo dos meses. O espaçamento 3m x 4m proporcionou as maiores médias. Os clones COP 1407 e AEC 042 apresentaram as maiores médias no espaçamento 3m x 4m em todo o tempo de avaliação (Figuras 26. B e 26. C).

Em relação ao padrão de crescimento do clone AEC 224, as maiores médias se encontraram em dois espaçamentos em função da idade (Figura 26. D). No mês 27 foi o 3m x 4m que destacou no crescimento e no restante dos meses o espaçamento 3m x 2m evidenciou valores semelhantes. Por outro lado, o clone AEC 1528 obteve um padrão de crescimento diferente (Figura 26. E). No mês 31 os espaçamentos 3m x 2m e 3m x 4m proporcionaram valores similares e no restante do tempo o espaçamento 3m x 4m exibiram os maiores valores.

Em relação ao clone AEC 0144, a Figura 26. E mostra um padrão de crescimento muito parecido àquele relatado na Figura 26. D. Do mês 27 ao 35, as maiores médias foram encontradas no espaçamento 3m x 4m e ao final da avaliação verifica-se valores similares ao espaçamento 3m x 2m.

Ao final da avaliação, a interação que proporcionou as maiores médias foi verificada para o clone AEC 042 implantado no espaçamento 3m x 4m, com um valor de 10,87 m. As menores médias foram verificadas no clone AEC 224 implantado no espaçamento 3m x 1m.

Considerando que o menor espaçamento esteve relacionado ao menor comprimento da copa, é possível correlacionar este fato ao que foi descrito por Eloy et al, (2012). Os autores afirmam que o espaçamento entre as plantas influencia na quantidade de radiação fotossinteticamente ativa que chega ao interior do povoamento. Quanto menor o espaçamento de plantio, maior é o fechamento do dossel pela cultura, e menor a incidência da radiação no interior do povoamento, comprometendo, assim, a formação de mais galhos.

Figura 26 – Médias do crescimento do comprimento da copa dos espaçamentos por clone ao longo do tempo no solo LVdf; (A) Médias dos espaçamentos no clone COP 1404 ao longo do tempo; (B) Média dos espaçamentos no clone COP 1407 ao longo do tempo; (C) Média dos espaçamentos no clone AEC 042 ao longo do tempo; (D) Média dos espaçamentos no clone AEC224 ao longo do tempo; (E) Média dos três espaçamentos no clone AEC 1528 ao longo do tempo; (F) Média dos espaçamentos no clone AEC 0144 ao longo do tempo. Barras indicam o erro padrão. Médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si. Foi aplicado o teste de Tukey ($P > 0,05$)

As médias gerais do comprimento da copa (m) dos clones ao longo do tempo para o solo LVdf estão descritas na Figura 27.A. Houve diferença significativa entre os clones para cada mês, sendo que os clones que sobressaíram por obter as maiores médias foram AEC 1528, AEC 042 e AEC 0144. O clone AEC 1528 se destacou dos meses 27 até o 35, com médias de 9,7 m a 8,6 m. O clone AEC 042 se destacou do mês 35 até o final da avaliação, com valores médias de 8,5 m a 10,6 m. O clone AEC 0144 apresentou valores semelhantes aos do clone AEC 042 no mês 35. Os clones que obtiveram valores inferiores foram COP 1404 e AEC 224. Além disso, foi possível observar que a tendência de crescimento durante o tempo é inconstante, variando entre valores altos e baixos nos meses. Do mês 27 aos 31 existe um decréscimo, por exemplo, no clone 1528, com médias de 9,7 m a 8 m. Esta redução pode ser devido ao fato de que as variáveis climatológicas influenciam de forma direta no crescimento da planta como o exposto já anteriormente na Tabela 2. Isto ocorre, em especial, em relação à precipitação, a qual, no mês 31, correspondente ao mês de julho, apresenta baixa pluviometria - 28,17 mm.

O espaçamento influencia de forma direta no crescimento. A Figura 27. B indica que houve diferença significativa entre os espaçamentos e o padrão de crescimento para cada mês em relação ao espaço ocorreu de forma crescente na seguinte ordem: 3m x 1 m, 3m x 2m e 3m x 4m. Isto foi semelhante à tendência de crescimento do DAP relatada na Figura 12. B. Os valores médios encontrados no espaçamento 3m x 4m foram de 9,2 m a 10,9 m. Portanto, é possível assumir que o crescimento em diâmetro e a formação de galhos estão diretamente relacionados.

Para ambos os solos avaliados, em relação ao comprimento da copa nos espaçamentos, se observou a mesma tendência e, portanto, o comportamento deste padrão é independente do solo.

Figura 27 – Médias gerais do crescimento do comprimento da copa ao longo do tempo no solo LVdf; (A) Média dos clones ao longo do tempo; (B) Média dos espaçamentos ao longo do tempo. Barras indicam o erro padrão. Médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si. Foi aplicado o teste de Tukey ($P>0,05$)

A Figura 28 descreve médias encontradas ao longo do tempo para o solo LVdf para cada espaçamento. Houve diferença significativa entre os espaçamentos e as médias inferiores foram observadas nos clones COP 1404 e AEC 0144. Os padrões de crescimento foram determinados pela idade.

As médias dos clones ao longo do período de avaliação no espaçamento 3m x 1m estão descritas na Figura 28. A. Os clones que obtiveram as maiores médias demonstraram ser dependentes da idade. O clone AEC 1528 obteve maiores médias do mês 27 ao 31. O clone AEC 0144 obteve maiores médias no mês 35 e o clone

AEC 042 obteve maiores médias no último mês. Neste espaçamento, também se observa o decréscimo já descrito na Figura 27.B. O clone AEC 1528 obteve valores de 9,19 m a 7,13 m correspondentes ao período do mês 27 ao 31.

No espaçamento 3m x 2m, os clone que demonstraram diferenças significativas, exibindo as maiores médias foram: AEC 1528, AEC042 e AEC 224 (Figura 28. B). O clone AEC 1528 se destacou durante todo o tempo da avaliação, com médias de 9,8 m a 10,5 m. Os clones AEC042 e AEC 224 apresentaram valores similares no mês 37 com 10,4 m. O clone COP 1404 apresentou valores inferiores em quase todo tempo de avaliação, ao passo que o clone AEC 224 apresentou médias inferiores no mês 35.

A Figura 28. C indica que o crescimento ocorreu de acordo com a idade e as condições externas, as quais ajudaram o desenvolvimento da planta. No mês 27, o clone AEC 1528 apresentou as maiores médias. O clone AEC 042 obteve as maiores médias dos meses 31 até final da avaliação. O clone AEC 224 obteve valores inferiores nos meses 27 e 37.

Em todos os espaçamentos, o clone AEC 1528 se sobressaiu no crescimento para as variáveis DAP, altura e comprimento da copa. Este resultado está de acordo com o observado por Muinga (2013) que, avaliando essas variáveis no solo LVd-1, implantados no espaçamento 3m x2m, encontrou o mesmo padrão de crescimento destacando-se os clones AEC 1528 e AEC 0144 em relação aos demais. O clone obteve o melhor crescimento independente dos solos avaliados.

Figura 28 – Médias do crescimento do comprimento da copa dos clones por espaçamento ao longo do tempo no solo LVdf; (A) Média dos clones no espaçamento 3m x 1m ao longo do tempo; (B) Média dos clones no espaçamento 3m x 2m ao longo do tempo; (C) Média dos clones no espaçamento 3m x 4m ao longo do tempo

A Figura 29 descreve a interação do espaçamento-clone no crescimento do comprimento da copa (m) ao longo do tempo para solo LVdf. Houve diferenças significativas entre os espaçamentos e para grande parte dos clones, a tendência de maior crescimento se acentua no espaçamento 3m x 4m. O clone AEC 224, entretanto, apresentou maiores médias para o espaçamento 3m x 2m no mês 31. As menores médias foram encontradas no espaçamento 3m x 1m. Para cada clone, o crescimento variou de maneira dependente da idade e estação do ano, havendo influência de fatores externos no desenvolvimento.

Para o clone COP 1404, o espaçamento 3m x 4m resultou nas maiores médias em quase todo o tempo da avaliação, exceto no mês 35 em que o espaçamento 3m x 2m mostrou valores similares (Figura 29. A). O COP 1407, por sua vez, possui uma tendência de crescimento diferente, com médias maiores observadas para os espaçamentos 3m x 2m e 3m x 4m do mês 27 ao 35 (Figura 29. B). No último mês, apenas o espaçamento 3m x 4m se destacou.

O clone AEC 042 obteve as maiores médias no espaçamento 3m x 4m em todo o período de avaliação (Figura 29.C). A Figura 29.D demonstra que o clone AEC 224 obteve as maiores médias no restante dos meses para os espaçamentos 3m x 2m e 3m x 4m. O clone AEC 1528 obteve, na maior parte o tempo, as maiores médias para o espaçamento de 3m x 4m, exceto no mês 27, em que o espaçamento 3m x 2m resultou em valores similares ao espaçamento 3m x 4m. O clone AEC 0144 apresentou inicialmente uma redução das médias no espaçamento 3m x 4m e nos últimos meses o espaçamento 3m x 2m resultou em valores semelhantes. O maior crescimento da copa observado foi referente clone AEC 1528 implantado no espaçamento 3m x 4m, com uma média de 11,3 m.

Figura 29 – Médias do crescimento em altura dos espaçamentos por clone ao longo do tempo com no solo LVd-1; (A) Médias dos espaçamentos no clone COP 1404 ao longo do tempo; (B) Médias dos espaçamentos no clone COP 1407 ao longo do tempo; (C) Médias dos espaçamentos no clone AEC 042 ao longo do tempo ; (D) Médias dos espaçamentos no clone AEC 224 ao longo do tempo; (E) Médias dos espaçamentos no clone AEC 1528 ao longo do tempo; (F) Médias dos três espaçamentos no clone AEC 0144 ao longo do tempo. Barras indicam o erro padrão. Médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si. Foi aplicado o teste de Tukey ($P>0,05$)

4.1.2 Índice de área foliar

O índice de área foliar - IAF está diretamente relacionado com a produtividade e a evapotranspiração de ecossistemas florestais (LANG; McMURTRIE, 1992). O presente trabalho ressalta a grande importância de seu estudo, por meio da distribuição das médias das áreas encontradas em diferentes clones ao longo do tempo implantados no solo LVd-1 (Figura 30.A). Não houve diferença significativa entre os clones para os meses 31 e 37, ao passo que para o restante do tempo as diferenças foram observadas. O clone que se sobressaiu, obtendo as maiores médias foi o AEC 042. O clone COP 1404, por outro lado, obteve as menores médias observadas.

O padrão de crescimento foi influenciado pelos meses. Do mês 27 ao 31 se observa um decréscimo do índice de área foliar. O mês 31 apresentou uma baixa pluviometria com 28,17 mm, comprometendo assim, o sucesso da formação da copa. Estes resultados estão de acordo com o exposto por Sivakumar e Shaw (1978) que afirmaram que, em condições de déficit hídrico no solo, reduz-se a expansão das folhas, acelera a senescência, diminui o índice de área foliar e aumenta a abscisão das folhas. O aumento da senescência no dossel vegetativo tem sido identificado por Wullschleger e Oosterhuis (1992) e Carlesso (1993) como uma limitação potencial na produtividade da cultura. A Tabela 2 mostra as condições climáticas que ocorreram durante as avaliações dos experimentos, as quais afetaram de forma direta esta variável.

Em relação ao espaçamento, o índice de área foliar em grande parte do tempo apresentou diferenças significativas entre os espaçamentos avaliados (Figura 30. B). Com exceção do mês 37, para o restante do tempo, os maiores índices de área foliar foram observados nos espaçamentos 3m x 1m e 3m x 2m. As menores médias foram encontradas no mês 31 de acordo com o que foi discutido anteriormente.

Para o mês 37, quanto o espaçamento é mais adensado maior o IAF. Quando há um maior número de indivíduos por hectare, os espaçamentos mais próximos promovem um maior índice de área foliar, o que aumenta a interceptação da luz e a fotossíntese. A eficiência de conversão é regulada pelo fornecimento de água e de nutrientes (LANDSBERG; WARING, 1997). Em muitos estudos sobre *Eucalyptus*, a idade em que se atinge o máximo IAF coincide com a maior taxa de produção de biomassa (RYAN et al., 1997).

Figura 30 – Médias gerais do Índice de área foliar (IAF) ao longo do tempo no solo LVd-1; (A) Média dos clones ao longo do tempo; (B) Média dos espaçamentos ao longo do tempo. Barras indicam o erro padrão. Médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si. Foi aplicado o teste de Tukey ($P>0,05$)

A Figura 31 apresenta as médias dos índices de área foliar nos clones implantados em diferentes espaçamentos. Cada espaçamento resultou em diferentes padrões de crescimento. Além disso, se observou valores inferiores no mês 31. Esta redução de áreas é coincidente a diminuição do comprimento da copa e observa-se que tais respostas estão ligadas aos fatores ambientais descritos na Tabela 2, desfavoráveis ao desenvolvimento da planta. Os índices de área foliar para o espaçamento 3m x 1m não demonstram diferenças significativas entre os

clones dos meses 31 aos 37 (Figura 31. A). No mês 27, o clone COP 1407 foi o que apresentou a maior média. O clone COP 1404 apresentou os menores valores. Nesta situação, é possível observar que ao início da avaliação as copas não fecharam, encontrando-se assim, tais diferenças. À medida que a árvore cresce, ocorre o fechamento do dossel, o que ocorre de forma mais acelerada em um espaçamento menor. Conforme o exposto por Eloy et al, (2012), de fato, quanto menor o espaçamento, maior é o fechamento do dossel pela cultura.

Para o espaçamento 3m x 2m, os índices de área foliar não apresentaram diferenças significativas entre os meses 35 e 37 (Figura 31. B). No mês 27, o clone AEC 042 obteve a maior média, com o valor de $3,7 \text{ m}^2 / \text{m}^2$. No mês 31, o clone AEC 1528 obteve a maior média, com o valor de $2,2 \text{ m}^2 / \text{m}^2$. O clone COP apresentou as menores médias.

No espaçamento 3m x 4m os clones COP 1404 e COP 1407 obtiveram as menores médias (Figura 31. C). Entre os meses 31 e 37 não foram observadas diferenças significativas entre os clones. No restante do tempo, o clone que se sobressaiu foi o AEC 042 com valores de $3,2 \text{ m}^2 / \text{m}^2$ e $2,5 \text{ m}^2 / \text{m}^2$, respectivamente.

Em todos os espaçamentos se observa que o clone que obteve menor índice de área foliar, menor crescimento do comprimento da copa, menor altura e DAP foi o clone 1404.

Figura 31 – Médias do Índice de área foliar (IAF) dos clones por espaçamento ao longo do tempo no solo LVd-1; (A) Médias dos clones no espaçamento 3m x 1m ao longo do tempo; (B) Médias dos clones no espaçamento 3m x 2m ao longo do tempo; (C) Médias dos clones no espaçamento 3m x 4m ao longo do tempo

Os índices de área foliar - IAF encontrados na interação entre espaçamento e clone ao longo do tempo para o solo LVd-1 mostraram que há diferença significativa entre os espaçamentos (Figura 32). O espaçamento 3m x 1m promoveu as maiores médias nos clones COP 1404 (Figura 32.A) e COP 1407(Figura 32.B). Os demais clones apresentaram as médias maiores no espaçamento 3m x 2m. Neste mesmo contexto, se observou que as médias diferem de acordo com a idade. As menores médias foram encontrados no mês 31 e as maiores médias no mês 27.

O padrão de crescimento do clone AEC 042 variou de com a idade (Figura 32. C). Não houve diferenças significativas entre os espaçamentos, ao início e ao final da avaliação. No restante do tempo, o espaçamento que promoveu as maiores médias foi o de 3m x 2m. O crescimento do clone AEC 224 seguiu um padrão muito parecido a este (Figura 32. D).

O padrão de crescimento do clone AEC 1528 é regido pelo tempo (Figura 32.E). As maiores médias encontradas foram no espaçamento 3m x 2m, do mês 27 ao 35. No último não houve diferenças entre os espaçamentos. O clone AEC 0144 não apresentou diferenças significativas entre os espaçamentos (Figura 32. F), exceto no mês em que o espaçamento que obteve as maiores médias foi o de 3m x 2m.

Nesta interação, o clone COP 1407 implantado no espaçamento 3m x 2m e o clone AEC 224 implantado no espaçamento 3m x 4m exibiram as maiores médias, com os valores de de $3,77 \text{ m}^2/\text{m}^2$ e $3,70 \text{ m}^2/\text{m}^2$ para o mês 27, respectivamente.

Figura 32 – Médias do Índice de área foliar (IAF) dos espaçamentos por clone ao longo do tempo no solo LVd-1; (A) Média dos espaçamentos no clone 1404 ao longo do tempo; (B) Médias dos espaçamentos no clone 1407 ao longo do tempo; (C) Médias dos espaçamentos no clone I042 ao longo do tempo; (D) Médias dos espaçamentos no clone I224 ao longo do tempo; (E) Médias dos espaçamentos no clone 1528 ao longo do tempo; (F) Médias dos espaçamentos no clone I144 ao longo do tempo. Barras indicam o erro padrão. Médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si. Foi aplicado o teste de Tukey ($P>0,05$)

Para o melhor entendimento do comportamento morfológico no crescimento das plantas e suas interações, clones implantados em diferentes condições hídricas foram fotografados. A Figura 33 ilustra as fotografias horizontais das copas das árvores em linha e entre linha. O clone COP 1404 foi o que apresentou maior abertura do dossel independente do espaçamento. O clone AEC 042, por outro lado, foi o que apresentou maior IAF.

No solo LVd-1, o comportamento da formação da copa durante o tempo é dependente do material genético. Monteiro et al. (2005) afirmam que a área foliar de uma planta depende do número e do tamanho das folhas, sendo que sua variação dependerá da espécie, das condições edafoclimáticas e da densidade populacional. Para esses autores, quanto mais rápido a plantação atingir o ótimo do índice de área foliar (IAF) e quanto maior for o tempo de atividade dessa área, maior será a produção biológica, pois esta condição ecológica está relacionada ao processo da fotossíntese.

Além disso, é possível observar que, quanto mais adensada, maior é o índice de área foliar. Uma vez que, de acordo com a idade, o dossel está em processo de fechamento, não foram encontradas diferenças significativas entre espaçamentos em grande parte da avaliação. Castillo, et al (2014) encontraram o efeito dos espaçamentos de plantio sobre o IAF no híbrido de *Eucalyptus camaldulensis* Dehnh. x *Eucalyptus grandis* W. Hill. com um ano de idade, e o maior IAF foi obtido pelos tratamentos 3m x 1m e 3m x 2m, mais densos, podendo ser futuramente os tratamentos mais produtivos.

Figura 33 - Comparação do fechamento da copa em linha e entre linha dos clones em função aos espaçamentos para solo LVd-1 (Agosto 2015)

O crescimento e o desenvolvimento dos vegetais é consequência de vários processos fisiológicos e são controlados pelas condições ambientais e pelas características genéticas de cada espécie vegetal (TONELLO, 2007). Tendo em consideração este contexto, os índices de área foliar ao longo do tempo nos clones implantados no solo LVdf (Figura 34.A) não apresentaram diferenças significativas entre os clones a partir do mês 31 até o final da avaliação. Porém, no início do mês 27, os clones AEC 224 e AEC 042 se sobressaíram com as maiores médias, e o clone COP 1407 apresentou um padrão de crescimento inverso. No solo LVd-1 a resposta foi diferente (Figura 30. A) devido às condições edáficas, que resultaram em maiores IAF em outros clones.

Tal diferença observada no início da avaliação pode ser devido ao fato de que o crescimento da árvore e a formação da copa correlacionam-se com a idade e a altura. Conforme descrito por Wink et al. (2002), o comprimento de copa (cc) aumentou com a idade das florestas e com o DAP das árvores. Esse mesmo aumento foi verificado para o diâmetro, a área de projeção e para a percentagem de copa. Esse resultado diverge com o encontrado por Linhares et al. (2000), que no estudo com plantações de *Pinus* spp., não observaram correlação significativa entre IAF e idade.

Além disso, foi possível observar que a tendência de crescimento varia. Entre o mês 31 ao 35, existe um decréscimo e do mês 35 ao 37, há um aumento, influenciados pelas condições climáticas descritas na Tabela 2. O que está de acordo com o que foi descrito por Paiva (2009) que observou menores valores do IAF na época seca do ano.

Em relação às médias dos espaçamentos ao longo de tempo (Figura 34. B) não houve diferença significativa entre os espaçamentos para o mês 37. Para o restante do período de avaliação, as médias maiores recaíram nos espaçamentos 3m x 1m e 3m x 2m. Além disso, durante todo o tempo da avaliação, as menores médias se encontraram no mês 35.

Figura 34 – Médias gerais do Índice de área foliar (IAF) ao longo do tempo no solo LVdf; (A) Médias dos clones ao longo do tempo; (B) Médias dos espaçamentos ao longo do tempo. Barras indicam o erro padrão. Médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si. Foi aplicado o teste de Tukey ($P > 0,05$)

O espaçamento é um fator que influencia a produção de biomassa. Quanto maior a densidade, mais rápido ocorrerá o fechamento da copa. A Figura 35 demonstra as médias dos clones para cada espaçamento ao longo tempo dentro do solo LVdf. Cada espaçamento tem uma mesma tendência de crescimento, sendo que as menores médias foram observadas no mês 35.

Para os espaçamentos 3m x 1m e 3m x 2m (Figuras 35. A e 34. B), não foram observadas diferenças significativas entre as médias. Para a variável índice de área foliar, estes espaçamentos não influenciaram no crescimento da copa dos clones.

Para o espaçamento 3m x 4m, entretanto, no mês 27 houve diferenças significativas (Figura 35. C). Os clones AEC 042 e AEC 224 obtiveram as maiores médias em relação aos demais clones, com valores de $3,7 \text{ m}^2/\text{m}^2$ e $3,8 \text{ m}^2/\text{m}^2$, respectivamente. O clone COP 1407 obteve valores inferiores em relação aos demais. No mesmo espaçamento se observa o mesmo padrão de crescimento encontrado na Figura 35. B. O clone AEC224 apresentou uma redução da média do índice de área foliar de $3,4 \text{ m}^2/\text{m}^2$ para $2,5 \text{ m}^2/\text{m}^2$, do mês 31 para 37. Do mês 35 ao 37, entretanto, houve uma aceleração no crescimento com uma média de $2,5 \text{ m}^2/\text{m}^2$ a $3,4 \text{ m}^2/\text{m}^2$.

O IAF é uma medida quantitativa derivada da medida de abertura de dossel, combinada a um modelo de distribuição foliar (Pereira Jr. et al., 2002). Quanto menor o padrão de crescimento menor o IAF e conforme descrito por Landsberg e Waring (1997), espaçamentos mais próximos promovem um maior índice de área foliar, o que aumenta a interceptação da luz e fotossíntese. A eficiência de conversão é regulada pelo fornecimento de água e de nutrientes.

Em relação ao padrão de crescimento, o padrão de aumento do índice de área foliar do mês 35 para o mês 37 também foi observado no crescimento em altura e comprimento da copa.

Figura 35 – Médias Índice de área foliar (IAF) dos clones por espaçamento ao longo do tempo no solo LVdf; (A) Médias dos clones no espaçamento 3m x 1m ao longo do tempo; (B) Médias dos clones no espaçamento 3m x 2m ao longo do tempo; (C) Médias dos clones no espaçamento 3m x 4m ao longo do tempo

A Figura 36 apresenta as médias dos espaçamentos para cada clone ao longo do tempo no solo LVdf. Por meio da análise exploratória, é possível observar que as menores médias foram obtidas no espaçamento 3m x 4m, que é menos denso e cujo fechamento da copa é mais tardio. No espaçamento 3m x 1m, que é mais fechado, a copa obteve a maior a média observada. O espaçamento 3m x 2m resultou em valores semelhantes. Durante todo o tempo, por fatores externos, idade e material genético, se observam diferentes padrões de crescimento. As menores médias foram obtidas no mês 35.

Pelo exposto anteriormente, as médias dos índices de área foliar variam em relação ao clone. Os clones AEC 042 e AEC 224 não apresentaram diferenças significativas entre os espaçamentos (Figuras 36. C e 36. D). O clone COP 1404, por outro lado, apresentou maior média para o espaçamento 3m x 1m, correspondente ao mês 27 (Figura 36. A).

Em relação às médias dos espaçamentos do IAF no clone COP 1407, as maiores médias foram encontradas no espaçamento 3m x 2m, no mês 27 (Figura 36. B). Por outro lado, para o clone AEC 1528, os espaçamentos diferem entre si para os meses 31 e 35, em que as maiores médias foram obtidas para o espaçamento 3m x 1m (Figura 36. E).

O clone AEC 0144 obteve um padrão de crescimento muito diferente dos demais clones (Figura 36. F). Do mês 27 ao 35, não houve diferenças significativas entre os espaçamentos, e no final da avaliação, o espaçamento 3m x 1m evidencia valores similares aos espaçamentos 3m x 2m. O espaçamento 3m x 4m, por outro lado, apresentou os menores valores.

Nesta interação, as maiores médias encontradas foram as do clone COP 1407 implantado no espaçamento 3m x 2m.

Figura 36 – Médias do Índice de área foliar (IAF) dos espaçamentos por clone ao longo do tempo no solo LVdf; (A) Médias dos espaçamentos no clone COP 1404 ao longo do tempo; (B) Médias dos espaçamentos no clone COP 1407 ao longo do tempo; (C) Médias dos espaçamentos no clone AEC 042 ao longo do tempo ; (D) Médias dos espaçamentos no clone AEC 224 ao longo do tempo; (E) Médias dos espaçamentos no clone 1528 ao longo do tempo; (F) Médias dos espaçamentos no clone AEC 144 ao longo do tempo. Barras indicam o erro padrão. Médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si. Foi aplicado o teste de Tukey ($P>0,05$)

Através da ilustração da Figura 37, no solo LVdf, observam-se os dados encontrados na análise estatística. Por meio da análise exploratória entre os clones, verifica-se que não há diferenças entre os clones implantados nos espaçamentos 3m x 1m e 3m x 2m. Entretanto, no espaçamento 3m x 4m, o clone que apresenta visualmente maior abertura do dossel é o COP 1407, obtendo os menores valores de IAF.

Os clones implantados no espaçamento 3m x 4m, que visualmente demonstram menor abertura do dossel, são AEC 224 e AEC 042. O clone AEC 042 apresentou um padrão de formação da copa semelhante quando implantado no solo LVd-1 (Figura 33).

Tendo em consideração o maior espaçamento, se encontrou um menor IAF, maior comprimento da copa e maior DAP.

Figura 37 - Comparação do fechamento da copa em linha e entre linha dos clones em função aos espaçamentos para solo LVdf (Agosto 2015)

4.1.3 Deposição de folheto

A deposição de folheto é considerada uma reação comum das plantas em situação de deficiência hídrica, também está relacionada com alteração de fase fenológica e pelas condições climáticas (CHAVES et al., 2004). Na Figura 38 é possível observar séries temporais das médias dos pesos de folheto depositado no solo LVd-1 (Figura 38), verificando-se que ocorre uma flutuação ao longo do tempo na deposição de folheto. **O mês que as plantas apresentaram o maior pico de deposição foi janeiro de 2014, quando as plantas estavam com 25 meses de idade. É possível que tendo as condições favoráveis obteve maior crescimento em altura e por ende ocorreu fechamento da copa tendo uma pressão lateral entre as copas dos árvores e incidência solar seja menor dentro sob dossel, é assim gerado maior senescência foliar.**

O comportamento entre os meses de agosto até outubro de 2013 é verificado uma queda que depois volta a aumentar até janeiro 2014, no entanto se produziu a menor peso de folheto depositado no mês de março 2014, depois retoma novamente um processo de aumento e diminuição da deposição de folheto; não atingindo o mesmo nível registrado dois meses antes. Não há uma relação aparente entre os picos de deposição de folheto e a redução da precipitação, diferindo de alguns autores (CHAVES et al., 2004).

Na Figura 38 A pode-se observar a série temporal das médias de peso de folheto depositado e a precipitação mensal por clone. Não foram verificadas diferenças entre os clones para os meses de fevereiro, maio, junho, setembro, outubro e dezembro de 2014, para os demais meses o clone com maior senescência de folhas foi COP 1404, coincidentemente este clone apresenta menor IAF, menor crescimento em DAP e altura total.

As médias dos pesos depositados por espaçamento Figura (38 B) não apresentaram diferenças entre os espaçamentos nos meses: outubro 2013; março, maio, junho, outubro, novembro e dezembro de 2014, já para os demais meses o espaçamento que apresentou maior peso de folheto depositado foi o 3mx1m, sendo que os clones neste espaçamento apresentam o seguinte padrão de resposta: maior senescência de folhas e IAF e inverso ao comprimento da copa e o DAP.

Figura 38 – Médias gerais dos pesos de folheto ao longo do tempo no solo LVd-1 em relação à precipitação; (A) Médias dos clones ao longo do tempo; (B) Médias dos espaçamentos ao longo do tempo com barras que indicam seu erro padrão; e letras que amostram se os valores diferem entre si pelo teste de Tukey ($P > 0,05$)

No solo LVd-1, na Figura 39 pode-se observar séries temporais do peso de folheto depositado dos clones por espaçamento, verificando-se médias similares entre os espaçamentos para os meses: fevereiro, março, junho, setembro, outubro

de 2014. Em janeiro de 2014, foi o mês que sobressaiu dos outros meses, por obter maior senescência e o pico mais alto. Observou-se quando o espaçamento é mais adensado, é maior a deposição de folhas, além disso, no decorrer o tempo, para todos os espaçamentos a tendência oscila.

No espaçamento 3mx1m (Figura 39 A), não houve diferenças entre os clones aos 29, 35 e 36 meses de idade, correspondentes aos meses: maio, novembro e dezembro de 2014, para os outros meses, o clone que destacou por obter maior senescência de folhas em relação aos demais clones, foi COP 1404. Além disso se observou diferenças entre os clones, para os meses janeiro e julho, onde para janeiro de 2014, os clones que sobressaíram por obter maiores médias foram COP 1407 e AEC 0144, no entanto o clone AEC 224 obteve valores inferiores, já para o mês de julho 2014 o clone COP 1404 foi quem se diferenciou dos demais obtendo os maiores resultados.

Com respeito aos clones no espaçamento 3mx2m (Figura 39 B), observou-se que para os meses dezembro 2013; janeiro, maio e dezembro 2014 evidenciaram maiores valores de senescência das folhas no clone COP 1404. Além disso verificou-se diferenças entre os clones nos meses de janeiro, abril e julho de 2014, onde em janeiro o clone COP 1407 destacou-se dos outros demais, obtendo uma média de 28,94 g; para os outros meses foi COP 1404 quem se destacou.

Para a Figura 39 C, observa-se quando o espaçamento foi menos adensado (3mx4m), menor foi a senescência de folhas em comparação aos outros espaçamentos. Verificou-se que nos meses outubro 2013; janeiro, julho, agosto de 2014 não apresentaram diferenças entre os clones, os maiores valores foram observados nos meses dezembro 2013 e janeiro 2014, onde o clone COP 1404 se destacou por obter as maiores médias, e o clone que apresentou os valores inferiores foi o AEC 0224.

Figura 39 – Médias dos pesos de folheto dos clones por espaçamento ao longo do tempo no solo LVd-1 e a precipitação; (A) Médias dos clones no espaçamento 3m x 1m ao longo do tempo; (B) Médias dos clones no espaçamento 3m x 2m ao longo do tempo; (C) Médias dos clones no espaçamento 3m x 4m ao longo do tempo

As séries temporais do peso de folheto depositado, dos espaçamentos por clone, no solo LVd-1 (Figura 40), apresentaram para cada clone uma tendência semelhante, nos meses: fevereiro, junho, novembro e dezembro de 2014 os espaçamentos evidenciaram valores similares. Para toda a avaliação o padrão de comportamento da precipitação não coincidiu com a tendência do peso de folheto depositado. As maiores médias recaíram no mês de janeiro 2014 e as menores médias nos meses de março, outubro e dezembro 2014.

O clone COP 1404 (Figura 40 A) apresentou diferenças nos meses de abril e julho 2014. Este clone sofreu influência do espaçamento 3mx2m para ambos os meses, apresentando maior senescência de folhas nessa condição em comparação aos outros espaçamentos. Além disso, observou-se em agosto de 2013 médias superiores, em comparação aos demais clones. Tendo os maiores picos nos meses de dezembro 2013; janeiro, abril e julho 2014. Em relação ao clone COP 1407 (Figura 40 B) a tendência foi diferente do clone COP 1404, o pico mais alto que sobressaiu no tempo de avaliação, foi no mês de janeiro 2014. Neste clone implantado no espaçamento 3mx1m evidenciaram médias superiores diferenciando-se nos meses de outubro e dezembro 2013; e julho 2014.

Na Figura 40 C correspondente ao clone AEC 0042, observa-se que entre os espaçamentos houve diferenças nos meses: janeiro, março, julho, agosto, setembro e outubro de 2014, para os três primeiros meses no espaçamento 3mx1m evidenciaram médias superiores e para os demais meses essas médias altas foram observadas no espaçamento 3mx2m. Os maiores picos foram apresentados nos meses de janeiro e fevereiro de 2014, dentro do clone AEC 0224 (Figura 40 D), observa-se também diferenças significativas dos espaçamentos nos meses julho e agosto 2014, onde a medida que o espaçamento aumenta, apresenta menor senescência de folhas.

Nos meses de maio e julho 2014 o clone AEC 1528 (Figura 40 E) apresentou diferenças entre os espaçamentos, sendo que quando o espaçamento foi menos adensado, as árvores apresentaram maior senescência de folhas para o mês de maio e o padrão inverso foi para o mês de julho. Verifica-se semelhante padrão de COP 1407, tendo pico em janeiro 2014. Já para clone AEC 0144, observa-se diferença no mês de agosto 2014, quando implantado no espaçamento 3mx1m mostrou maior senescência de folhas. Para os outros espaçamentos não evidenciaram diferenças.

Figura 40 – Médias dos pesos de folheto dos espaçamentos e precipitação por clone ao longo do tempo com barras que indicam seu erro padrão; no solo LVd-1; (A) Médias dos espaçamentos no clone COP1404 ao longo do tempo; (B) Médias dos espaçamentos no clone COP 1407 ao longo do tempo; (C) Médias dos espaçamentos no clone AEC 042 ao longo do tempo; (D) Médias dos espaçamentos no clone AEC 224 ao longo do tempo; (E) Médias dos espaçamentos no clone AEC 1528 ao longo do tempo; (F) Médias dos espaçamentos no clone AEC 0144 ao longo do tempo

No solo LVdf a deposição de folheto está apresentada na Figura 41 onde é possível observar séries temporais das médias do peso de folheto depositado. Verificando-se a ocorrência da flutuação da deposição de folheto ao longo do tempo, observa-se uma maior uniformidade nas médias em comparação a outro solo estudado (Figura 38). A deposição de folheto (peso) reflete o mesmo comportamento da deposição verificada no outro solo ao longo do tempo. Semelhante ao solo LVd-1, inicia com um peso que oscila em sua maioria entre 5 a 15 g, para logo aumentar para mais de 40g, o mês janeiro de 2014, quando as plantas estavam com 25 meses de idade, tendo o pico mais alto. Após esta fase, se verifica redução significativa até o mês de março 2014, onde atinge o peso mínimo, o aumento da deposição tem um incremento, novamente em abril. Observam-se oscilações de deposição de folheto, mas não repercutem significativamente como nos meses anteriores.

Na Figura 41 A é apresentada a série temporal das médias de peso de folheto depositado e a precipitação mensal por clone. Não foram verificadas diferenças entre os clones para os meses fevereiro, março, setembro e outubro do 2014, para os demais meses o clone com maior senescência de folhas foi COP 1404, seguido do AEC 1528 e AEC 224, no mês de abril por meio do análise exploratória se observa diferenças entre os clones onde os que se destacaram por obter médias maiores foram os clone COP 1404 e AEC 224, e para o mês julho observou-se que o clone COP 1404 diferiu significativamente dos demais clones, obtendo maior deposição de folheto.

Para as médias dos pesos depositados por espaçamento (Figura- 41 B) onde não se apresentaram diferenças entre os espaçamentos foram nos meses fevereiro até julho 2014, e outubro até dezembro 2014, para os demais meses no espaçamento 3mx1m apresentou maior peso de folheto depositado, portanto a maior densidade de árvores promoveu maior senescência de folhas, no espaçamento com maior densidade os clones amostraram maior IAF, menor diâmetro, menor comprimento de copa e maior altura.

Séries temporais dos pesos de folheto depositado, dos clones por espaçamento para o solo LVdf são apresentadas na Figura 42, onde em relação ao experimento instalado no outro tipo de solo (Figura 39), verifica-se um

comportamento mais uniforme, flutuando através do tempo, a diferença do outro solo para cada espaçamento mostra um padrão semelhante. Para os meses janeiro, fevereiro, março, maio, agosto e setembro de 2014 não houve diferenças entre os clones, observando-se maior senescência das folhas no mês Janeiro 2014, para todos os espaçamentos. No mês de julho o clone COP 1404 apresentou diferença significativa em relação aos demais clones, sendo o clone que teve maior deposição de folhas.

No espaçamento 3mx1m (Figura 42 A) os clones apresentaram diferenças significativas para os meses: agosto 2013; julho e dezembro 2014. Nos primeiros dois meses o clone COP 1404 apresentou as maiores médias evidenciando-se uma alta diferenciação em comparação aos demais clones, e os clones AEC1528 e COP 1407 evidenciaram valores inferiores. Já para o último mês foi encontrada outra resposta, onde as médias superiores recaíram no clone AEC 1528 e as médias inferiores nos clones AEC 0144 e AEC 0042.

Nos meses abril, junho e setembro de 2014, os clones apresentaram valores similares dentro do espaçamento 3mx2m (Figura 42 B), no entanto para os outros meses observou-se diferentes padrões de resposta dependente do mês (idade e condições climáticas), as maiores médias significativas foram encontradas nos clones AEC 0144, AEC 1528, COP 1404, em que o primeiro clone foi no mês de outubro 2013, para o segundo nos meses de dezembro 2013 e julho e o terceiro clone nos meses de novembro e dezembro 2014.

No espaçamento 3mx4m (Figura 42 C) a diferença dos demais espaçamentos, nesta condição os clones amostram diferenças significativas em grande parte do período avaliado, onde o clone que sobressaiu por produzir maior senescência foi COP 1404 e os clones que apresentaram valores inferiores foram AEC 224 e COP 1407. Analisando as séries temporais, no mês de maio se observa claramente a diferença entre os clones obtendo o maior pico o clone AEC 1528.

Figura 42 – Médias dos pesos de folheto dos clones por espaçamento ao longo do tempo no solo LVdf e a precipitação; (A) Médias dos clones no espaçamento 3m x 1m ao longo do tempo; (B) Médias dos clones no espaçamento 3m x 2m ao longo do tempo; (C) Médias dos clones no espaçamento 3m x 4m ao longo do tempo

Na Figura 43, apresenta-se as séries temporais dos espaçamentos por clone em relação na peso de folheto depositado, em comparação ao outro solo, os clones apresentaram semelhantes padrões de comportamento. Além disso, em grande parte do período de avaliação verificaram-se valores semelhantes entre os espaçamentos. A tendência é semelhante ao outro solo (Figura 41). Para o clone AEC 0042 durante toda a avaliação não apresentaram diferenças nos espaçamentos.

Para o clone COP 1404 (Figura 43 A) os espaçamentos não apresentaram diferenças nos meses outubro 2013 e julho 2014, apresentando maiores médias no espaçamento 3mx1m.

Nos meses de outubro 2013 e março 2014 o clone COP 1407 (Figura 43 B) nos distintos espaçamentos apresentam diferenças, onde para ambos os meses, os valores inferiores recaíram no espaçamento 3mx2m.

No mês dezembro 2013 se registrou diferenças significativas entre os espaçamentos, sendo que no espaçamento menos adensado o clone AEC 224 (Figura 43 D) amostrou menor senescência de folhas.

Já os clones AEC 1528 e AEC 0144 (Figura 43 E e Figura 43 E), apresentaram diferenças entre os espaçamentos apenas nos meses: julho e outubro 2014 respectivamente, onde tiveram o mesmos padrões encontrados no COP 1404.

Figura 43 – Médias dos pesos de folheto dos espaçamentos e precipitação por clone ao longo do tempo com barras que indicam seu erro padrão; no solo LVdf; (A) Médias dos espaçamentos no clone COP1404 ao longo do tempo; (B) Médias dos espaçamentos no clone COP 1407 ao longo do tempo; (C) Médias dos espaçamentos no clone AEC 042 ao longo do tempo; (D) Médias dos espaçamentos no clone AEC 224 ao longo do tempo; (E) Médias dos espaçamentos no clone AEC 1528 ao longo do tempo; (F) Médias dos espaçamentos no clone AEC 0144 ao longo do tempo

4.2 Correlações existentes entre as variáveis avaliadas

4.2.1 Relação entre as variáveis DAP, altura total e comprimento da copa, índice de área foliar (IAF) e a deposição do folheto.

Para entender melhor o padrão de correlação entre as variáveis em relação a diferentes fatores como a idade, condições edáficas e variações da restrição hídrica para o desenvolvimento da árvore analisando-se as Tabelas 5, 6, 7 e 8 observou-se:

Clone COP 1404

No solo LVdf, as árvores do clone COP 1404, apresentaram alta correlação positiva entre altura e DAP, isso ocorreu provavelmente pelo maior teor de argila se comparado ao LVd-1, favorecendo assim melhores condições de fertilidade do solo. O LVdf está localizado em área de maior declividade, apresentando menor homogeneidade na arquitetura do plantio, o que explica as correlações mais baixas, apesar das maiores produtividades. O LVd-1 está localizado em área mais plana, com menores dificuldades de crescimento para as árvores, promovendo assim, maior homogeneidade no plantio, o que justifica as maiores correlações.

Para as duas idades avaliadas, no solo LVd-1, encontrou-se uma alta correlação positiva entre altura em relação ao comprimento da copa e DAP. Aos 31 meses de idade, houve alta correlação positiva entre DAP, deposição de folheto e comprimento da copa. Aos 37 meses, a senescência das folhas foi maior, apresentando alta correlação negativa ao IAF.

No LVdf, observa-se diferenças nas correlações, onde aos 31 meses, verifica-se uma alta correlação positiva entre altura e diâmetro. No entanto, aos 37 meses, observa-se alta correlação negativa entre deposição de folheto e comprimento da copa.

Para a correlação entre DAP e comprimento da copa, no LVd-1, houve alta correlação no espaçamento 3x4m aos 31 meses, porém aos 37 meses, essa correlação só foi significativa no espaçamento 3mx2m, Indicando que há maior disponibilidade de luz e menor competição entre as árvores, favorece a formação de galhos e conseqüentemente, maior crescimento em DAP. No LVdf, apenas no espaçamento 3mx1m, aos 31 meses foi verificado correlação positiva, acontecendo o contrario nesta condição edáfica.

Quando se observa as correlações entre altura e comprimento da copa, no LVd-1, considerando-se a variação no tempo, as correlações tenderam a aumentar

em função do tempo e do espaçamento, com exceção no espaçamento 3mx4m, que foi altamente negativa. Já no LVdf, apenas no espaçamento 3mx1m, aos 37 meses, houve correlação positiva. Entre altura e DAP, no LVd-1, houve correlação positiva, que de modo geral foi crescente em função do tempo, exceto no espaçamento 3mx4m, que passou a ser baixa e negativa; para esta correlação no LVdf, foram observadas altas correlações positivas nos dois espaçamentos maiores que 3mx1m.

Considerando-se o IAF, com relação ao comprimento da copa, no solo LVd-1, em função do tempo, no espaçamento 3mx4m, verifica-se alta correlação negativa. Entretanto, no LVdf, a mesma correlação foi observada aos 37 meses. O IAF em relação à altura, no LVd1, comportou-se de forma diferente em cada espaçamento e idade, onde aos 31 meses houve alta correlação negativa nos espaçamentos 3mx1m e 3mx4m, e aos 37 meses, observa-se altas correlações positivas nos espaçamentos 3mx2m e 3mx4m.

No LVd-1, as correlações entre peso de folheto depositado em relação ao comprimento de copa, DAP e altura, no espaçamento 3mx2m, foi altamente positiva nas duas idades avaliadas. Já no LVdf, observou-se altas correlações apenas no espaçamento 3mx4m, onde foi altamente negativa quando correlacionada com o comprimento da copa e altamente positiva quando correlacionada com IAF.

Clone COP 1407

As correlações encontradas no clone COP 1407, no LVd1, aos 31 meses, pode-se observar alta correlação positiva da altura em relação ao DAP e a peso de folhas. Aos 37 meses, verifica-se alta correlação positiva entre o IAF e comprimento da copa, além de uma alta correlação negativa entre peso de folhas e DAP. De modo geral, no LVdf, encontrou-se aos 37 meses, altas correlações positivas entre altura e IAF e peso de folhas.

Para a correlação entre DAP e comprimento da copa foram encontradas altas correlações positivas no solo LVd-1 em função à idade e nas variações de restrição hídrica, onde essas correlações foram verificadas aos 31 meses no espaçamento 3mx4m e aos 37 no espaçamento 3mx2m. No entanto, para o solo LVdf foi verificada alta correlação negativa no espaçamento 3mx4m, aos 37 meses.

Entre altura e comprimento da copa se verificaram altas correlações positivas para o solo LVd-1 no espaçamento 3mx2m aos 31 e 37 meses, e no solo LVdf, foi

encontrada essa correlação no espaçamento 3mx1m aos 31 meses e no espaçamento 3mx2m aos 37 meses.

Foram encontradas altas correlações positivas entre as variáveis: altura e DAP, no solo LVd-1 em ambos períodos avaliados. No entanto, para o LVdf, não foram significativas para essa correlação.

Para o IAF, em relação ao comprimento da copa, foram verificadas altas correlações positivas no mês 37 em ambos os solos, em função dos espaçamentos. Sendo verificadas no LVd-1, no espaçamento 3mx4m e no solo LVdf, nos espaçamentos mais adensados. No entanto, a correlação existente entre IAF e altura foi altamente negativa para o solo LVd-1 implantado no espaçamento 3mx1m, enquanto no solo LVdf, no espaçamento 3mx4m, em ambos os meses foi encontrada correlação muito alta positiva entre essas variáveis.

No solo LVd-1, aos 37 meses, a peso de folhas em relação ao comprimento da copa, altura e IAF, verificou-se alta correlação positiva no espaçamento 3mx1m, e no espaçamento 3mx4m foram verificadas altas correlações positivas da peso de folhas em relação ao DAP e altura. Também se observou altas correlações negativas, onde aos 31 meses, no espaçamento 3mx4m, foi verificada correlação negativa muito alta entre pesos de folhas e IAF. Já aos 37 meses, no espaçamento 3mx2m, foi verificada alta correlação negativa entre peso de folhas com DAP.

No solo LVdf a peso de folhas em relação a altura e IAF, houve alta correlação positiva aos 37 meses no espaçamento 3mx4m.

Clone AEC 1528

De modo geral, avaliando o AEC 1528 nas correlações aos 31 meses, só foram significativas no LVd1, quando analisado o IAF em relação ao comprimento da copa, que foi negativa, e entre a peso de folhas em relação ao DAP, que foi positiva. Aos 37 meses, no LVd1, encontrou-se alta correlação entre altura e comprimento da copa e entre IAF em relação ao DAP e peso de folhas. Para o LVdf, encontraram-se correlações positivas quando comparadas ao comprimento da copa e IAF aos 31 meses, e aos 37 meses foi encontrada correlação negativa entre IAF e o DAP, além de observar-se correlação positiva da peso de folheto depositado em relação ao comprimento da copa e IAF.

Dentro do clone AEC 1528 em relação aos espaçamentos, entre comprimento da copa e o DAP, foram verificadas altas correlações positivas no solo LVdf, sendo aos 31 meses no espaçamento 3mx1m e aos 37 meses no espaçamento 3mx2m. Já aos 31 meses, foi verificada uma correlação alta positiva do comprimento da copa com o DAP.

Aos 37 meses para ambos os solos, no espaçamento 3mx2m foi verificada alta correlação positiva entre altura e comprimento da copa, além de observar-se no LVd-1 no espaçamento com maior densidade e ao contrario, para o outro solo, com menor densidade populacional.

Para a altura em relação ao DAP só foi encontrada alta correlação positiva aos 37 meses no solo LVd-1, implantado no espaçamento 3mx4m.

Para a variável IAF, aos 37 meses, em ambos os solos, no espaçamento 3mx4m foram verificadas altas correlações negativas para comprimento da copa, no entanto para quando o DAP foram verificadas altas correlações inversas no espaçamento 3mx1m, onde no solo LVd-1 foi positiva e para o outro solo foi negativa.

No LVd-1 respeito ao IAF foi verificada alta correlação positiva aos 31 meses no espaçamento 3mx1m quanto à variável altura.

A correlação verificada para peso de folheto depositado varia em função aos meses, solo e variação da restrição hídrica, para o solo LVd-1 aos 31 meses observou-se altas correlações em quanto ao IAF, nos espaçamentos com menores densidades populacionais, no 3mx2m foi positiva e para 3mx4m foi negativa. Aos 37 meses também se verificaram altas correlações positivas a menor densidade, para o DAP no espaçamento 3mx4m e para o IAF. Já no LVdf observou-se em quando a altura total alta correlação positiva, no espaçamento 3mx1m aos 31meses, nos 37 meses foram encontradas altas correlações positivas em quanto a comprimento da copa, DAP e IAF, no espaçamento 3mx2m.

Clone AEC 042

As árvores do clone AEC 042, aos 37 meses, em ambos os solos, apresentaram alta correlação positiva entre DAP em relação à altura e comprimento da copa, além de isso se verificou, simultaneamente, uma correlação inversa entre peso de folheto depositado em relação ao DAP e comprimento da copa, onde no solo LVd-1 foi observada correlação muito alta negativa e no solo LVdf, alta

correlação positiva. Aos 31 meses, no solo LVd-1, foram verificadas correlações entre altura e comprimento da copa, entre peso de folheto depositado e DAP, sendo altas e positivas. Para o solo LVdf observou-se correlação muito alta positiva entre IAF e comprimento da copa. Referente a este clone em diferentes espaçamentos, as correlações foram em função do tempo e do solo.

Correlações entre DAP e comprimento da copa foram altas aos 37 meses, em função do espaçamento em ambos os solos, onde no LVd-1 no espaçamento 3mx1, foi negativo e no 3mx4m foi positivo. Já no solo LVdf, verificou-se alta correlação positiva no 3mx2m.

Ambos os solos apresentam altas correlações positivas entre altura e comprimento da copa em função da idade e em menores densidades populacionais: aos 31 meses, no espaçamento 3mx2m e aos 37 meses, no espaçamento 3mx4m. Além disso, no solo LVd-1 aos 31 meses foram verificadas altas correlações nos espaçamentos 3mx1m e 3mx4m.

Entre o DAP e altura, em ambos os solos, aos 37 meses, foram significativas as correlações em todos os espaçamentos do LVd-1, sendo negativa apenas no espaçamento 3mx1m. Já para o LVdf, correlação positiva muito alta no espaçamento 3mx1m.

As correlações que envolveram IAF só foram significativas no LVd-1 aos 37 meses, sendo, no espaçamento 3mx4m, altamente negativa quando correlacionada com DAP e altura. Sendo altamente positiva apenas no espaçamento 3mx1m, quando comparada com altura.

Quando avaliadas as correlações entre peso de folheto depositado, apenas aos 37 meses, no LVd1, foram verificadas altas correlações positivas no espaçamento 3mx1m quando correlacionadas com altura e IAF. No LVdf, foram verificadas correlações em ambos os meses, no espaçamento 3mx1m, onde, aos 31 meses, foram altamente positivas quando correlacionadas com o comprimento da copa e IAF. E aos 37 meses, no espaçamento 3mx1m, foram muito altas, quando correlacionadas ao DAP e altura.

Clone AEC 224

Para o clone AEC 224 foram verificadas correlações significativas em relação ao DAP, onde aos 31 meses no solo LVd-1 observou-se em quando a altura total alta correlação negativa, já aos 37 meses em ambos solos foram encontradas altas

correlações positivas, onde no LVd-1 quando foi correlacionado ao IAF. No entanto, no LVdf foi correlacionado ao comprimento da copa.

O clone AEC 224 em diferentes espaçamentos, idades e condições edáficas apresentaram diferentes correlações significativas. Para DAP entre comprimento da copa se encontraram altas correlações positivas aos 37 meses de idade no solo LVdf, quando o clone estava implantado a maior espaçamento, que dizer nos espaçamentos 3mx2m e 3mx4m.

Quanto ao comprimento da copa correlacionado à altura total, verificou-se alta e positiva para: no LVd-1 no espaçamento 3mx4m em ambos meses, além disso, para o mês 37 no espaçamento 3mx1m. Já no solo LVdf observou-se altas correlações positivas a maior densidade, onde aos 31 meses se verificou esse resultado no espaçamento 3mx2m, e aos 37 meses no espaçamento 3mx1m, além de verificar-se correlação significativa do comprimento da copa com altura.

Para o IAF foram verificadas altas correlações positivas em função de idade e espaçamento, aos 31 meses de idade, no espaçamento 3mx1m, para o solo LVd-1 observou-se aquela resposta quando correlacionado à altura total. No entanto, para o solo LVdf, quando correlacionado ao DAP. Já aos 37 meses, verificou-se alta correlação positiva, quando correlacionado com comprimento da copa e altura no espaçamento 3mx4m.

Com relação ao peso de folheto depositado, verificou-se correlações significativas em função aos três fatores avaliados, idade, condições edáfica e variações das restrições hídricas. No LVd-1 aos 31 meses foram encontradas altas correlações negativas no espaçamento 3mx1m, quando correlacionado com altura e no espaçamento 3mx4m, quando correlacionado com IAF, aos 37 meses observou-se alta correlação positiva no espaçamento 3mx1m, quando correlacionado com DAP, além de encontrar-se altas correlações negativas, onde verificasse nos espaçamentos 3mx2m e 3mx4m correlacionado com IAF, e correlacionado com comprimento da copa no espaçamento 3mx4m. Para LVdf aos 31 meses de idade se encontraram altas correlações positivas, correlacionando com altura total nos espaçamentos 3mx1m e 3mx4m, e aos 37 meses também foram verificadas altas correlações positivas a maior densidade no espaçamento 3mx1m, quando correlacionado com IAF, e no espaçamento 3mx2m quando correlacionada com comprimento da copa e DAP, verificando-se alta correlação entre essas variáveis.

Clone AEC 144

As árvores do clone AEC 0144, aos 37 meses, no solo LVd-1, apresentou alta correlação positiva entre peso de folheto depositado, altura e comprimento da copa. Além de isso foi verificado simultaneamente, uma correlação muito alta positiva entre IAF e DAP. No solo LVdf, aos 31 meses, foi verificada alta correlação positiva entre peso de folheto depositado e IAF e aos 37 meses observou-se correlação muito alta positiva entre altura total e DAP. Referente a este clone em diferentes espaçamentos, as correlações foram em função do tempo, espaçamento e do solo.

No solo LVd-1, nos 31 meses de idade, o clone AEC 0144 implantado no espaçamento 3mx1m observou-se alta correlação positiva entre altura, comprimento da copa e DAP. Para o espaçamento 3mx2m, verificou-se alta correlação negativa entre altura total e o DAP, e para o espaçamento 3mx4m se encontraram correlações altas positivas do peso de folheto depositado em relação à altura e DAP. Aos 37 meses, no espaçamento 3mx1m, foram apresentadas altas correlações positivas entre o IAF e comprimento da copa, simultaneamente a peso de folheto depositado em relação ao comprimento da copa, altura total e IAF, para o espaçamento 3mx2m também verificasse altas correlações positivas, em relação à altura total, DAP e IAF, ao mesmo tempo a peso de folheto depositado em relação à altura total e DAP, e para o espaçamento 3mx4m observou-se a diferença do resto dos espaçamentos foram verificadas altas correlações negativas da peso de folheto depositado em relação ao DAP e IAF, tendo correlação positiva entre as últimas variáveis.

No LVdf foram encontradas menos correlações significativas que o outro solo, todas foram altas e positivas, aos 31 meses observou-se no espaçamento 3mx1m entre altura e comprimento da copa, no espaçamento 3mx2m entre altura total e o DAP e no espaçamento 3mx4m entre peso de folheto depositado e IAF. Aos 37 meses no espaçamento 3mx1m foi verificada alta correlação positiva entre comprimento da copa e altura total, no espaçamento 3mx2m na relação entre altura total e DAP, assim mesmo do peso de folheto depositado em relação à altura e IAF, e no espaçamento 3mx4m entre peso de folheto depositado e comprimento da copa.

Tabela 5 - Correlações entre as variáveis de IAF (índice de área foliar), crescimento, e peso do folheto para o solo LVd-1. Com uma precipitação pluviométrica de 28,17 mm aos 31 meses de idade

TRATAMENTO	DAP/CC	HT/CC	HT/DAP	IAF/CC	IAF/DAP	IAF/HT	PESO/CC	PESO/DAP	PESO/HT	PESO/IAF
1	0,56	0,73**	0,75**	-0,58	-0,63	-0,94***	0,67	0,69	0,36	-0,27
2	0,68	0,81**	0,51	0,48	-0,2	0,68	0,90***	0,73**	0,79**	0,41
3	0,77**	0,95***	0,88**	-0,71**	-0,52	-0,73**	0,05	0,37	0,22	-0,62
4	-0,08	0,59	0,70**	-0,36	-0,5	-0,76**	0,52	0,12	0,55	-0,64
5	0,07	0,89**	0,31	-0,54	-0,69	-0,44	0,16	0,51	0,19	-0,53
6	0,92***	0,65	0,79**	-0,37	-0,07	0,17	0,22	-0,09	-0,21	-0,98***
7	-0,21	0,15	0,59	-0,08	0,11	0,77**	-0,66	-0,37	-0,51	0,05
8	-0,13	0,49	0,5	-0,62	0,42	0,35	-0,18	0,29	0,48	0,73**
9	0,09	0,26	-0,05	-0,41	-0,88**	-0,18	0,6	0,53	0,66	-0,82**
10	-0,44	0,98***	-0,46	0,34	-0,23	0,44	-0,55	-0,51	-0,5	-0,14
11	0,52	0,80**	0,65	-0,16	-0,65	0,03	0,65	0,08	0,62	0,54
12	0,56	0,70**	0,21	-0,69	-0,63	-0,08	-0,34	0,12	-0,56	-0,29
13	-0,37	0,35	0,26	0,44	0,02	0,70**	-0,23	0,14	-0,77**	-0,33
14	0,46	0,39	-0,03	0,63	0,21	-0,11	-0,57	-0,61	-0,58	-0,42
15	-0,18	0,82**	-0,61	-0,15	0,58	-0,47	0,06	-0,61	0,42	-0,94***
16	0,71**	0,84**	0,93***	-0,09	-0,18	-0,01	-0,55	-0,17	-0,34	0,53
17	-0,46	0,32	-0,74**	-0,46	-0,29	0,64	0,41	0,42	-0,4	-0,48
18	0,16	0,1	0,90***	-0,15	0,01	0,31	0,15	0,7**	0,88**	0,19
CLONE	DAP/CC	HT/CC	HT/DAP	IAF/CC	IAF/DAP	IAF/HT	PESO/CC	PESO/DAP	PESO/HT	PESO/ IAF
1404	0,75**	0,87**	0,86**	-0,28	-0,21	-0,21	0,74**	0,83**	0,61	-0,21
1407	0,14	0,55	0,76**	-0,48	-0,06	-0,55	0,44	0,22	0,76**	-0,61
1528	-0,37	0,49	-0,14	-0,72**	0,42	0,21	-0,22	0,87**	0,33	0,63
I042	-0,16	0,89**	-0,19	-0,25	-0,58	0,01	0,34	0,82**	0,24	-0,55
I144	-0,29	0,62	0,38	-0,19	-0,26	0,17	-0,59	0,69	0,17	0,36
I224	-0,17	0,66	-0,76**	0,06	0,11	0	-0,31	-0,39	-0,2	-0,04
ESPAÇAMENTO	DAP/CC	HT/CC	HT/DAP	IAF/CC	IAF/DAP	IAF/HT	PESO/CC	PESO/DAP	PESO/HT	PESO/ IAF
3x1	0,43	0,95***	0,64	-0,48	-0,3	-0,43	0,01	-0,12	-0,04	0,67
3x2	-0,16	0,91***	-0,47	-0,67	-0,56	-0,33	0,04	-0,76**	0,18	0,49
3x4	0,01	0,62	0,45	-0,54	0,39	-0,18	-0,09	-0,11	0,4	-0,3

Tabela 6 - Correlações entre as variáveis de IAF (índice de área foliar), o crescimento, e pesos do folheto para o solo LVd-1.
Com precipitação pluviométrica de 160 mm aos 37 meses de idade

TRATAMENTO	DAP/CC	HT/CC	HT/DAP	IAF/CC	IAF/DAP	IAF/HT	PESO/CC	PESO/DAP	PESO/HT	PESO/IAF
1	0,54	0,96***	0,75**	-0,63	0,27	-0,42	-0,23	-0,87**	-0,46	-0,39
2	0,873**	0,89**	0,86	0,61	0,31	0,73**	0,94***	0,85**	0,99***	0,76**
3	0,47	-0,88**	-0,15	-0,98***	-0,4	0,82**	-0,58	-0,98***	0,23	0,54
4	-0,23	0,64	0,54	0,42	0,08	0,67	0,94***	-0,13	0,77**	0,70**
5	0,96***	0,97	0,95***	0,42	0,26	0,21	-0,54	-0,71**	-0,68	0,5
6	0,24	0,32	0,97***	0,91**	0,2	0,18	-0,1	0,87**	0,73**	0,06
7	0,08	0,73**	0,24	0,78**	0,89**	0,08	0,09	-0,03	-0,15	0,43
8	0,31	0,95***	0,06	0,72**	0,68	0,65	0	0,90***	-0,3	0,32
9	0,44	0,5	0,85**	-0,84**	-0,27	-0,61	-0,5	0,16	-0,34	0,87**
10	-0,84**	0,67	-0,78**	0,65	-0,65	0,97***	0,19	-0,22	0,78**	0,86**
11	-0,02	-0,05	1,00***	0,56	0,43	0,47	-0,27	-0,69	-0,63	0,01
12	0,84**	0,85**	0,99***	-0,64	-0,89**	-0,92***	0,44	-0,09	-0,01	0,12
13	0,15	0,94***	0,32	-0,49	0,35	-0,16	-0,35	0,86**	-0,12	0,69
14	0,66	0,67	-0,11	0,62	0,64	0,14	-0,26	-0,2	-0,07	-0,87**
15	-0,25	0,93***	-0,47	0,86**	-0,56	0,79**	-0,87**	0,25	-0,69	-0,94***
16	0,67	0,39	0,54	0,83**	0,15	0,05	0,83**	0,48	0,75**	0,70**
17	0,88**	-0,04	0,42	0,97***	0,73**	-0,27	0,59	0,89**	0,72**	0,36
18	-0,22	0,5	0,67	-0,2	0,96***	0,55	0,25	-0,83**	-0,32	-0,95***
CLONE	DAP/CC	HT/CC	HT/DAP	IAF/CC	IAF/DAP	IAF/HT	PESO/CC	PESO/DAP	PESO/HT	PESO/DAP
1404	0,59	0,73**	0,93***	-0,61	0,13	0,08	0,31	-0,58	-0,35	-0,77**
1407	-0,33	0,54	0,42	0,98***	-0,37	0,6	0,53	-0,86**	0,07	0,64
1528	0,61	0,95***	0,44	0,47	0,73**	0,54	0,08	0,6	0,16	0,91***
1042	0,98***	0,56	0,72**	0,67	0,58	-0,04	-1,00***	-0,98***	-0,57	-0,67
1144	0,5	0,86**	0,59	0,56	0,99***	0,69	0,73**	0,13	0,88**	0,27
1224	0,35	0,67	-0,47	0,31	0,91***	-0,45	0,6	0,61	0,11	0,28
ESPAÇAMENTO	DAP/CC	HT/CC	HT/DAP	IAF/CC	IAF/DAP	IAF/HT	PESO/CC	PESO/DAP	PESO/HT	PESO/DAP
3x1	0,29	-0,3	0,74**	-0,16	0,22	0,68	-0,12	-0,26	0,23	0,87**
3x2	0,88**	0,38	0,71**	0,28	0,35	-0,2	-0,79**	-0,99***	-0,78**	-0,35
3x4	0,76**	0,68	0,34	-0,21	-0,77	0,3	-0,04	-0,09	-0,67	0,35

Tabela 7 - Correlações entre as variáveis de IAF (índice de área Foliar), crescimento, e peso do folheto para o solo LVdf. Com uma precipitação pluviométrica de 28,17 mm aos 31 meses de idade

TRATAMENTO	DAP/CC	HT/CC	HT/DAP	IAF/CC	IAF/DAP	IAF/HT	PESO/CC	PESO/DAP	PESO/HT	PESO/IAF
1	0,99***	0,5	0,45	-0,27	-0,24	0,06	-0,59	-0,62	-0,44	0,43
2	-0,41	-0,48	0,97***	0,54	-0,21	-0,34	0,57	-0,48	-0,4	0,34
3	-0,05	-0,52	0,36	0,22	0,03	0,56	-0,84**	-0,08	0,5	-0,21
4	-0,05	0,71**	-0,13	0,12	0,19	0,19	0,00	-0,05	-0,07	0,14
5	-0,21	0,4	0,3	0,26	-0,18	-0,06	0,68	-0,11	0,37	0,49
6	-0,44	0,53	0,49	0,45	0,57	0,93***	-0,12	-0,63	-0,48	-0,58
7	0,79**	0,82**	0,57	0,55	0,47	0,12	-0,62	-0,47	0,71**	-0,54
8	-0,4	0,36	0,3	0,24	0,12	0,86	0,03	-0,24	0,46	0,65
9	0,21	0,25	0,65	0,42	0,76**	0,27	0,62	0,49	0,6	0,69
10	0,37	0,22	0,29	0,82**	0,18	-0,22	0,88**	0,12	-0,15	0,76**
11	-0,51	0,72**	-0,13	0,3	0,49	0,41	-0,41	0,13	0,04	-0,55
12	0,25	-0,24	0,41	0,9	0,22	-0,46	0,63	0,17	-0,51	0,66
13	0,12	0,61	0,37	0,28	0,76**	0,1	0,57	0,66	0,75**	0,36
14	0,11	0,87**	-0,04	-0,26	-0,53	-0,07	-0,14	-0,69	-0,31	0,29
15	0,04	-0,36	0,39	-0,19	0,33	0,4	0,31	0,65	0,70**	0,14
16	0,2	0,74**	0,08	0,32	0,62	0,17	0,64	0,36	0,3	0,52
17	0,42	0,54	0,81**	0,81	0,06	0,14	0,07	0,29	-0,1	-0,07
18	-0,69	-0,38	0,78	-0,28	0,23	-0,11	-0,15	0,18	-0,02	0,70**
CLONE	DAP/CC	HT/CC	HT/DAP	IAF/CC	IAF/DAP	IAF/HT	PESO/CC	PESO/DAP	PESO/HT	PESO/DAP
1404	0,02	-0,36	0,74**	0,2	-0,13	0,25	-0,38	0,12	0,26	0,3
1407	-0,53	-0,29	-0,1	0,33	0,25	0,08	0,21	-0,67	0,34	0,3
1528	0,17	0,01	0,56	0,77	0,62	0,52	0,49	-0,21	0,49	0,39
I042	0,05	0,34	0,31	0,94***	0,25	0,38	0,19	0,43	-0,02	0,18
I144	-0,59	0,08	0,35	0,57	0,09	-0,12	0,64	-0,15	-0,27	0,74**
I224	0,23	0,52	0,31	0,37	0,31	-0,076	0,59	0,47	0,33	0,6
ESPAÇAMENTO	DAP/CC	HT/CC	HT/DAP	IAF/CC	IAF/DAP	IAF/HT	PESO/CC	PESO/DAP	PESO/HT	PESO/DAP
3x1	0,74**	0,35	-0,13	0,90***	0,48	0,50	0,72**	0,41	0,77**	0,82**
3x2	-0,10	0,03	0,40	0,34	0,37	-0,09	0,31	0,84**	0,60	0,32
3x4	0,15	-0,29	0,52	0,54	0,49	0,16	0,70	0,34	0,12	0,56

Tabela 8 - Correlações entre as variáveis de IAF (índice de área foliar), o crescimento, e pesos do folheto para o solo LVd-1. Com precipitação pluviometria de 160 mm aos 37 meses de idade

TRATAMENTO	DAP/CC	HT/CC	HT/DAP	IAF/CC	IAF/DAP	IAF/HT	PESO/CC	PESO/DAP	PESO/HT	PESO/IAF
1	0,5	0,74**	0,57	-0,52	-0,63	-0,12	-0,01	-0,6	0,19	0,43
2	0,02	0,17	0,97***	0,03	-0,35	-0,4	-0,33	0,43	0,33	0,62
3	0,18	-0,25	0,79**	-0,92***	-0,02	0,2	-0,47	0,32	0,11	0,77**
4	0,69	0,6	0,02	0,75**	0,49	0,66	-0,16	-0,54	0,63	0,36
5	0,6	0,77**	0,36	0,76**	0,43	0,4	-0,02	-0,46	0,17	0,41
6	-0,77**	-0,48	0,22	-0,55	0,07	0,89**	-0,19	-0,07	0,84**	0,86**
7	0,11	-0,45	0,09	0,43	-0,71**	0,07	-0,22	-0,77**	0,42	0,59
8	0,78**	0,86**	0,6	0,86	0,55	0,65	0,76**	0,70**	0,42	0,91***
9	0,4	0,83**	0,67	-0,89**	-0,29	-0,18	0,21	0,11	0,56	-0,02
10	0,67	0,64	0,96***	-0,1	0,33	0,41	0,54	0,94***	0,96***	0,62
11	0,82**	0,36	0,06	0,69	0,52	-0,31	0,07	0,43	-0,5	0,33
12	0,48	0,95***	0,53	-0,32	-0,22	-0,27	0,01	-0,18	0,3	-0,4
13	0,69	0,94***	0,80**	0,11	0,56	0,24	-0,08	0,55	0,03	0,88**
14	0,97***	0,5	0,56	0,45	0,33	-0,54	1,00***	0,95***	0,45	0,5
15	0,87**	0,54	0,31	-0,4	-0,4	-0,51	0,28	0,38	-0,57	-0,16
16	0,43	0,89**	0,58	0,51	-0,49	0,18	0,28	0,41	0,56	-0,42
17	0,22	-0,15	0,85**	0,42	0,37	0,5	0,26	0,48	0,7**	0,93***
18	0,48	-0,16	0,5	-0,17	-0,3	0,5	0,96***	0,47	-0,35	-0,4
CLONE	DAP/CC	HT/CC	HT/DAP	IAF/CC	IAF/DAP	IAF/HT	PESO/CC	PESO/DAP	PESO/HT	PESO/DAP
1404	-0,32	0,15	0,61	-0,49	0,04	0,32	-0,98	0,35	-0,09	0,4
1407	0,11	-0,18	0,12	0,22	0,61	0,72**	-0,54	-0,28	0,75**	0,38
1528	-0,36	0,42	0,42	0,66	-0,81**	0,17	0,71**	-0,54	0,42	0,91***
1042	0,84**	0,72**	0,91***	0,59	0,52	0,37	0,79**	0,90***	0,67	0,39
1144	0,6	0,54	0,99***	0,12	-0,41	-0,36	0,31	0,14	0,08	-0,1
1224	0,96***	0,69	0,67	0,25	0,08	-0,3	0,66	0,65	0,23	-0,01
ESPAÇAMENTO	DAP/CC	HT/CC	HT/DAP	IAF/CC	IAF/DAP	IAF/HT	PESO/CC	PESO/DAP	PESO/HT	PESO/DAP
3x1	0,09	0,03	0,11	0,19	-0,76**	0,15	0,46	-0,15	0,78**	0,22
3x2	0,29	0	0,72**	0,87**	0,53	0,36	0,69	0,48	0,59	0,92***
3x4	-0,32	-0,11	0,96***	-0,15	-0,65	-0,70**	0,42	0,66	0,74**	-0,85**

4.3 Caracterização ecofisiológicas a nível foliar

4.3.1 Avaliações de área foliar, densidade e dimensão dos estômatos

Em condições favoráveis, as plantas se desenvolvem bem, à medida que alguns dos recursos que interagem no crescimento faltem, em especial a água, elas passam a desenvolver estratégias fisiológicas para sobreviverem. Entre as variáveis ecofisiológicas apresentamos a área foliar (mm^2), onde a redução no tamanho das folhas é um dos primeiros indicativos do estresse hídrico. (MCCREC; FERNADEZ, 1989; SANTOS; CARLESCO, 1998, TAIZ; ZEIGER, 2009), na Figura 44. As médias da área foliar nos diferentes clones, no solo LVd-1, mostraram diferenças entre os clones, em ambos os meses com tendência de crescimento muito similar, sendo os clones que apresentaram as maiores médias os clones AEC 1528 e o AEC 042, e o clone COP 1404 apresentou as médias inferiores, Muianga (2013) no estudo de avaliação do crescimento de *Eucalyptus ssp.* aos 15 meses de idade, encontrou as maiores áreas foliares também para o clone AEC 1528 e ao contrário, o clone que obteve uma redução mínima em comparação aos demais foi o COP 1404.

Analisando a Figura 44. B pode-se verificar que houve efeito significativo dos espaçamentos para o tamanho da folha, em ambos os meses, cuja tendência de crescimento dos espaçamentos é semelhante. Os clones que apresentaram maiores médias de área foliar foram implantados no espaçamento 3m x 1m, e na menor densidade, a resposta foi inversa, obtendo médias inferiores no espaçamento 3mx4m. Segundo Landsberg e Waring (1997) os espaçamentos mais densos promovem um maior índice de área foliar e um maior tamanho de folha, o que aumenta a interceptação da luz e fotossíntese sendo que a eficiência de conversão é regulada pelo fornecimento de água e de nutrientes.

Figura 44 – Médias gerais da área foliar em dois meses diferentes no solo LVd-1 (A) Médias dos clones em dois meses diferentes; (B) Médias dos espaçamentos em dois meses com barras que indicam seu erro padrão; e letras que amostram si os valores diferem entre si pelo teste de Tukey ($P > 0,05$)

As médias de área foliar por clone em relação ao espaçamento para o solo LVd-1 (Figura 45) evidenciam diferenças significativas entre os clones em cada espaçamento, verifica-se que o clone AEC 1528 sobressaiu por obter as maiores médias. Por outro lado apresenta diferente padrão do comportamento em função da idade e as variações de restrição hídrica.

Para o espaçamento 3mx1m Figura 45 A, para os dois meses o padrão de comportamento dos clones não é similar. O clone que apresentou maior tamanho de folha foi AEC 1528 com 5.528,54 mm² aos 29 meses e 5.225,63 mm² aos 35 meses

de idade. Verifica-se que dependendo do mês, no terço superior da copa, houve diferença na área das folhas, pois se desenvolveram folhas com menor área nos clones COP 1404 e COP 1407 no mês 35, entretanto, quando avaliados aos 29 meses, as folhas menores foram observadas no clone AEC 224.

Na Figura 45 B observa-se as médias dos clones implantados no espaçamento 3mx2m, em que o clone AEC 1528 apresenta as maiores médias em ambos os meses, com 5.466,57 mm² e 5.042,59 mm² respectivamente. Os clones que apresentaram menores médias foram COP 1404 e AEC 224. Neste espaçamento a diferença em relação aos demais, há uma tendência das médias semelhante nos dois meses.

Em relação ao espaçamento 3mx4m (Figura 45 C), a diferença com relação aos demais, é o clone AEC 042, que destacou-se pelo maior valor de área foliar, em ambos os meses. No mês 35 o clone que evidenciou valores semelhantes ao clone AEC 042, foi AEC 1528, e o crescimento sendo inverso foi o clone COP 1404 e AEC 224 para os meses 29 e 35 respectivamente.

Figura 45 – Médias da área foliar dos clones por espaçamento em dois meses diferentes no solo LVd-1; (A) Média dos clones no espaçamento 3m x 1m; (B) Médias dos clones no espaçamento 3m x 2m ; (C) Médias dos clones no espaçamento 3m x 4m

A interação entre espaçamento e clone (Figura 46), para as áreas foliares, permite observar que dependendo do clone, ocorreu a formação da folha, onde para os clones COP 1407 e AEC 042 não apresentaram diferenças significativas entre os espaçamentos, para os demais clones, a maior densidade de árvores promoveu maiores tamanhos das folhas, concordando os dados expostos por Landsberg e Waring (1997). Além disso, se observa os menores valores foram nos clones COP1404 e AEC 224.

Na Figura 46 A pode-se verificar que as maiores áreas foliares foram observadas no clone COP 1404, no espaçamento 3mx1m para o mês 29, no entanto, para o mês 35, os espaçamentos apresentaram médias similares. No 29º. mês de idade as condições climáticas apresentaram menores temperaturas e menor precipitação em comparação ao mês 35.

O clone AEC 1528 (Figura 46 E) apresentou comportamento muito parecido com o COP 1404, no mês 35 não se encontraram diferenças significativas entre os espaçamentos, e no mês 29, foram observadas diferenças nos espaçamentos 3mx1m e 3mx2, onde que apresentaram maior tamanho de folhas.

Na Figura 46F o clone AEC 0144, neste clone o efeito do espaçamento levou a mudança de comportamento combinado às condições climáticas distintas, assim foi observado maiores médias para o mês 29 no espaçamento 3mx2m, no caso do mês 35 as maiores médias foram encontradas em dois espaçamentos 3mx1m e 3mx2m

Em relação ao clone AEC 224 (Figura 46 D), que apresentou resposta muito diferente aos demais clones, onde no mês 29, as maiores áreas foliares recaíram nos espaçamentos maiores (3mx2m e 3mx4m) e para o mês 35, apresentou um comportamento inverso.

Figura 46 - Médias da área foliar dos espaçamentos por clone em dois meses diferentes com barras que indicam seu erro padrão; e letras que amostram se os valores diferem entre si pelo teste de Tukey ($P>0,05$) no solo LVd-1; (A) Médias dos espaçamentos no clone COP 1404; (B) Médias dos espaçamentos no clone COP 1407; (C) Médias dos espaçamentos no clone AEC 042; (D) Médias dos espaçamentos no clone AEC 224; (E) Médias dos espaçamentos no clone AEC 1528; (F) Médias dos espaçamentos no clone AEC 0144

As médias de área foliar em cada clone e nos diferentes espaçamentos, no solo LVdf, em dois meses deferentes são apresentados na Figura 47, onde o comportamento dos clones e os espaçamentos são muito semelhantes para ambos meses a diferença do outro solo. Figura 47 A o clone AEC 1528 independe do tipo de solo destacou-se apresentando maior área foliar com respeito ao resto dos clones, com 5.246,26 mm² e 4.914,31mm². Os demais clones não apresentaram diferenças significativas entre eles.

Em relação às médias de área foliar, em função do espaçamento, como pode ser verificado na Figura 46B, as médias dos espaçamentos apresentaram a mesma tendência que no solo arenoso, nas menores densidades de árvores e área foliar, encontrando-se no espaçamento 3mx4m folhas menores. Já para os espaçamentos 3mx1m e 3mx2m, verificou-se o contrário.

Figura 47 – Médias gerais da área foliar em dois meses diferentes no solo LVdf (A) Médias dos clones em dois meses diferentes; (B) Médias dos espaçamentos em dois meses com barras que indicam seu erro padrão; e letras que amostram si os valores diferem entre si pelo teste de Tukey ($P > 0,05$)

Em relação às médias de área foliar para a interação dos clones por espaçamento no solo LVdf (Figura 48), observa-se que, para cada espaçamento, os clones têm um comportamento diferente além de diferirem entre si, onde nos três espaçamentos e nos dois meses o clone que se destacou por obter as maiores médias em área foliar foi AEC 1528.

No espaçamento 3mx1m da Figura 48 A, no mês 29, os clones não apresentaram diferenças significativas entre si. No entanto, para o mês 35, o clone que apresentou as maiores médias foi o AEC 1528 com 5.042,208 mm². Entre os

demaís clones não houve diferenças evidenciando valores semelhantes entre eles. Na Figura 48 B, verifica-se as médias dos clones do espaçamento 3mx2m, onde em ambos os meses o clone que apresentou as maiores médias foi o AEC 1528, com médias de 5.561,81 mm² e 5.505,80 mm², respectivamente. Ao contrário, o clone que apresentou médias inferiores significativas foi o COP 1407. Para o mês 29, o clone que evidenciou valores semelhantes foi o AEC 224.

Na Figura 48 C, é possível verificar que, para o espaçamento 3mx4m, não há diferença entre os clones para o mês 35. No entanto, para o mês 29, o clone AEC 1528 apresentou folhas maiores em relação aos demais clones. Já para os demais espaçamentos, o clone que apresentou valores inferiores foi o AEC 0144.

Figura 48 – Médias da área foliar dos clones por espaçamento em dois meses diferentes no solo LVdf; (A) Média dos clones no espaçamento 3m x 1m; (B) Médias dos clones no espaçamento 3m x 2m; (C) Médias dos clones no espaçamento 3m x 4m

Para as médias de área foliar em relação aos espaçamentos por clone, no solo LVdf, observa-se na Figura 49 que estes diferem entre si. O comportamento dos clones em função dos espaçamentos foi diferente em sua maioria, com exceção dos clones AEC 1528 e AEC 042 (Figura 49 C e Figura 49 E) que apresentam a mesma tendência entre as médias dos espaçamentos onde, no mês 29, não encontrou diferenças entre os espaçamentos. No entanto, para o mês 35, o clone que diferiu dos demais foi no espaçamento 3mx4m, apresentando folhas menores.

Para o clone COP 1404, implantado em diferentes espaçamentos (Figura 49 A), observa-se que, no mês 35, os espaçamentos não promoveram diferenças. No entanto, para o mês 29, os clones que apresentaram folhas de tamanho maior foram àqueles implantados no espaçamento 3mx2m.

O clone COP 1407 (Figura 49 B) evidenciou outro padrão de crescimento, onde as maiores médias foram encontradas no espaçamento 3mx1m e os menores no espaçamento 3mx2m.

Diferente dos demais clones avaliados, apesar do mesmo padrão do outro solo, o clone AEC 224 (Figura 49 D) apresentou a relação de que quanto maior o espaçamento, maior o tamanho das folhas. Porém, este comportamento só foi evidenciado no mês 29, já que no mês 35 as médias não apresentaram diferenças entre os espaçamentos. O clone AEC 0144 (Figura 49 F), apresenta as maiores médias no espaçamento 3mx2m.

Figura 49 - Médias da área foliar dos espaçamentos por clone em dois meses diferentes com barras que indicam seu erro padrão; e letras que amostram se os valores diferem entre si pelo teste de Tukey ($P > 0,05$) no solo LVd-1; (A) Médias dos espaçamentos no clone COP 1404; (B) Médias dos espaçamentos no clone COP 1407; (C) Médias dos espaçamentos no clone AEC 042; (D) Médias dos espaçamentos no clone AEC 224; (E) Médias dos espaçamentos no clone AEC 1528; (F) Médias dos espaçamentos no clone AEC 0144

A densidade e o tamanho estomático são considerados parâmetros importantes para a fisiologia vegetal por apresentarem relação com a condutância estomática (AASAMAA et al., 2001; BUSSIS et al., 2006; PEARCE et al., 2006). A Figura 50 A expõe, através de um gráfico, as médias dos clones em relação às concentrações dos estômatos em dois meses diferentes para o solo LV d-1. Os estômatos foram encontrados somente na superfície abaxial (folhas hipostomáticas), Onde foi verificado que os clones diferem entre si, sendo o clone COP 1404 o que apresentou maior concentração de estômatos nos dois meses em comparação aos demais clones, enquanto que o clone AEC 1528 apresentou uma concentração de menor quantidade no mês 29 e o clone AEC 042 no mês 35.

Por meio de uma análise exploratória, observa-se um leve incremento na concentração dos estômatos no mês 35. Isto pode ser explicado pelo fato de que este mês teve uma precipitação pluviométrica de 156,6mm, quase o dobro que alcançou o mês 29, com 87,35mm. As condições climáticas influenciam na elevação da concentração de estômatos, demonstrando que quanto maior a densidade de estômatos, maior o processo fotossintético e maior o processo metabólico para produzir celulose, maior será o crescimento físico dos clones.

Segundo James e Bell (2000), folhas com estômatos pequenos e numerosos podem proporcionar melhor redução de potencial hídrico sob condições de alta disponibilidade de água comparada às folhas adultas e, por sua vez, pode maximizar a absorção dos nutrientes.

Momentel (2013), no estudo do crescimento e respostas ecofisiológicas de *Eucalyptus sp.* ao analisar a concentração dos estômatos, encontrou comportamento similar de seus clones aos 22 meses de idade aos clones COP 1404 e foram os que apresentaram maiores densidades estomáticas (média de 441 estômatos/mm²) e o clone AEC 1528 o que apresentou a menor densidade (399 estômatos/mm²), sendo 10% inferior.

Existe diferença significativa entre os espaçamentos, onde no espaçamento 3mx1m encontrou-se uma maior concentração de estômatos, o que difere do espaçamento 3mx4m, que mostra uma concentração menor de estômatos no solo LVd-1, o que é possível identificar na Figura 50 B. A tendência é decrescer na seguinte ordem de maior para menor espaçamento: 3mx1m, 3mx2m e 3mx4m.

Figura 50 – Médias gerais da Concentração dos Estômatos por mm² em dois meses diferentes no solo LVd-1 (A) Médias dos clones em dois meses diferentes; (B) Médias dos espaçamentos em dois meses com barras que indicam seu erro padrão; e letras que amostram si os valores diferem entre si pelo teste de Tukey (P>0,05)

Para as médias da concentração dos estômatos por mm² dos clones por espaçamento em dois meses diferentes no solo LVd-1 Figura 51, os clones mostram comportamentos não padronizados, segundo o mês e o espaçamento onde desenvolve a planta, encontrando-se diferenças significativas entre elas, em grande

parte da avaliação se observou que o clone que se destaca por obter maior concentração de estômatos foi o COP 1404, com a exceção do mês 29 no espaçamento 3m x1m (Figura 51.A), onde o clone que apresentou maiores concentrações de estômatos foi COP 1407 e AEC 0144.

No espaçamento 3mx1m (Figura 51 A), no mês 35, o clone que apresentou maior concentração de estômatos foi o COP 1404. No entanto, os clones COP 1407 e AEC 042 obtiveram um padrão diferente com menor densidade, permanecendo assim nos dois meses de estudo.

Na Figura 51 B, os clones implantados no espaçamento 3mx2m evidenciaram um aumento na concentração de estômatos do mês 29 aos 35. Só nos clones COP 1404, COP 1407, AEC 1528, AEC I144 e AEC I224 há diferença do clone AEC 042, que mostrou uma baixa concentração de estômatos, onde as maiores concentrações foram percebidas no clone COP 1404. Já os clones que obtiveram valores inferiores foram COP 1407 e AEC 042, nos meses 29 e 35, respectivamente.

No espaçamento 3mx4m, apresentado na Figura 51 C, encontrou-se leve diminuição de estômatos no clone I042 do mês 29 aos 35. No entanto, existe uma diferença entre os clones, tendo um suave aumento da concentração de estômatos nos clones COP 1407, AEC 1528 e AEC 224, mas os clones COP 1404 e AEC 0144 não apresentaram nenhuma mudança significativa na concentração de estômatos através de sua idade. Neste espaçamento, pôde-se observar que o clone COP 1404 também apresentou as maiores concentrações. Além disso, o clone AEC 224 apresentou valores estatísticos similares para o mês 35. Já os clones AEC 1528 e AEC 042 apresentaram o padrão inverso nos meses 29 e 35, respectivamente.

Figura 51 – Médias da Concentração dos Estômatos por mm² dos clones por espaçamento em dois meses diferentes no solo LVd-1; (A) Média dos clones no espaçamento 3m x 1m; (B) Médias dos clones no espaçamento 3m x 2m; (C) Médias dos clones no espaçamento 3m x 4m

As médias da concentração dos estômatos por mm² dos espaçamentos por clone em dois meses para o solo LVd-1 (Figura 52), apresentaram diferentes tendências entre os clones e meses avaliados, sendo possível encontrar diferenças entre os espaçamentos, onde na maior parte da avaliação encontrou-se maior concentração em densidades populacionais maiores.

As Figuras 52 A e 52 B apresentam os resultados dos clones COP 1404 e COP 1407, respectivamente. No primeiro clone se mostra claramente um aumento de concentração de estômatos em diferentes níveis de espaçamento na seguinte ordem: 3mx4m; 3mx2m; 3mx1m. No entanto, para o COP 1407 encontrou-se o mesmo comportamento no mês 35. A diferença foi no mês 29, com maiores concentrações encontradas no espaçamento 3mx2m.

Na avaliação presente na Figura 52 C, correspondente ao clone AEC 042, observa-se que no espaçamento 3mx1m se encontraram maior número de estômatos, em comparação aos espaçamentos 3mx2m e 3mx4m para o mês 29. No mês 35, os clones mostraram um padrão de crescimento decrescente de estômatos nos seguintes espaçamentos: de 3mx1m, seguido por 3mx2m e 3mx4m. Ou seja, quanto menor o espaçamento, maior a concentração de estômatos.

O clone AEC 224, apresentado na Figura 52 D, no mês 29 apresentou um padrão decrescente, sendo que no espaçamento 3mx1m o que apresentou maiores médias. No entanto, para o mês 35, diferente dos demais, as maiores concentrações de estômatos se encontraram no espaçamento de 3mx4m, diferindo dos demais espaçamentos de maior concentração.

Para os clones AEC 1528 e AEC 0144 (Figura 52 E e 52 F), foi possível perceber o mesmo padrão, onde no mês 29 se encontrou a concentração dos estômatos da maior para menor ordem do espaçamento, sendo o de menor espaçamento o de maior concentração de estômatos. No entanto, para o mês 35, os espaçamentos 3mx1m e 3mx2m não apresentaram diferenças e obtiveram os maiores valores.

Figura 52 - Médias da Concentração dos Estômatos por mm^2 dos espaçamentos por clone em dois meses diferentes com barras que indicam seu erro padrão; e letras que amostram se os valores diferem entre si pelo teste de Tukey ($P > 0,05$) no solo LVd-1; (A) Médias dos espaçamentos no clone COP 1404 ; (B) Médias dos espaçamentos no clone COP 1407; (C) Médias dos espaçamentos no clone AEC 042; (D) Médias dos espaçamentos no clone AEC 224; (E) Médias dos espaçamentos no clone AEC 1528; (F) Médias dos espaçamentos no clone AEC 0144

A densidade estomática corresponde ao número de estômatos por unidade de superfície foliar e representa um valor diagnóstico para fragmentos de lâminas

foliares (CROXDALE, 2000). Como variável importante no solo LVdf para a Figura 53, observa-se que as médias dos clones, como dos espaçamentos, variam muito no comportamento em relação ao mês e entre os diferentes meses, encontrando-se diferenças significativas entre os valores para cada mês. A Figura 53 A mostra a distribuição das médias dos clones em relação às contrações dos estômatos para solo LVdf, onde se pode observar por meio de análise exploratória que, do mês 29 ao 35, os clones COP 1404, AEC 1528 e AEC 0144 mostram um aumento de concentração de estômatos, sendo o clone COP 1404 o que sobressaiu obtendo a maior concentração de estômatos com respeito aos demais. Os clones COP 1407 e COP 1224 mostram uma baixa concentração de estômatos e, por outro lado, o clone AEC 042 não mostrou alterações entre os meses 29 e 35.

Além disso, o clone que apresentou maiores concentrações de estômatos significativos foi o COP 1407. Por outro lado, o que apresentou menores concentrações foi o clone AEC 1528, corroborado por Momentel (2013), que encontrou o mesmo padrão nesse clone, com menor densidade estomática.

Para o mês 35 apresentou outro padrão de crescimento onde os maiores valores recaíram no clone COP 1404 e AEC 224.

A respeito das medidas gerais dos espaçamentos, apresentados na Figura 53 B, pode-se observar que o espaçamento 3mx1m e 3mx4m não apresentaram diferenças significativas na concentração de estômatos. Porém, no mês 35 é possível identificar que o espaçamento que se destacou por obter as maiores médias foi o de 3mx1m em relação aos demais espaçamentos. Por meio da análise exploratória, observou-se que no espaçamento de 3mx4m, no mês 29, começou com uma concentração de estômatos igual ao do espaçamento 3mx1m e maior que o espaçamento de 3mx2m, sendo a de menor concentração no mês 35.

Figura 53 – Médias gerais da Concentração dos Estômatos por mm^2 em dois meses diferentes no solo LVdf (A) Médias dos clones em dois meses diferentes; (B) Médias dos espaçamentos em dois meses com barras que indicam seu erro padrão; e letras que amostram si os valores diferem entre si pelo teste de Tukey ($P > 0,05$)

Na Figura 54 pode-se verificar a interação do clone com um espaçamento, onde é observada a existência da diferença entre os clones nos meses avaliados, além de encontrar uma tendência não padronizada por mês e por espaçamento.

Quanto aos clones implantados no espaçamento 3mx1m, a Figura 54 A mostra diferença entre eles, onde os clones AEC 224 e COP 1404 apresentam maior concentração de estômatos com relação aos meses 29 e 35, respectivamente. No

entanto, os clones AEC 1528 e AEC 042 apresentaram valores inferiores com relação aos meses 29 e 35, respectivamente.

Para o espaçamento 3mx2m, na Figura 54 B, os clones AEC 224 e COP 1404, também como no espaçamento anterior, apresentaram um maior número de estômatos com relação aos meses 29 e 35, respectivamente. Inversamente a estes resultados foram apresentados pelos clones COP 1407 e AEC 1528 nos meses 29 e 35, respectivamente.

Em relação aos clones implantados no espaçamento 3mx4m, na Figura 52 C, o clone que mostrou menores concentrações de estômatos foi o AEC 1528 para ambos os meses. No entanto, para o mês 29, o clone COP 1407 foi quem apresentou as maiores concentrações. Já para o mês 35, foi o clone AEC 0144.

Figura 54 – Médias da Concentração dos Estômatos por mm² dos clones por espaçamento em dois meses diferentes no solo LVdf; (A) Média dos clones no espaçamento 3m x 1m; (B) Médias dos clones no espaçamento 3m x 2m; (C) Médias dos clones no espaçamento 3m x 4m

Para compreender melhor e de forma mais específica a interação entre espaçamento e clone, pode-se analisar a Figura 55 que mostra a tendência de formação dos estômatos por mês e por clone, apresentando diferenças entre as médias dos espaçamentos, onde o comportamento das médias de concentrações é relativa. Para os clones COP 1404, COP 224 e AEC 1528 (Figura 55 A; Figura 55 D e Figura 55 E) implantados no espaçamento 3mx1m mostram maiores concentrações de estômatos. No entanto, para os demais clones as maiores médias foram apresentadas nos espaçamentos 3mx4m e 3mx2m, respectivamente ao clone.

Na Figura 55 B é possível identificar que o clone COP 1407 apresenta menor densidade e maior concentração de estômatos, concentrando as maiores médias no espaçamento 3mx4m. Além disso, foi encontrada uma maior concentração de estômatos no mês 29 do que no mês 35, diferindo dos demais clones, onde o resultados é o inverso.

A Figura 55 C, corresponde ao clone AEC 042, que apresentou maior concentração de estômatos no espaçamento 3mx2m. No entanto, para o clone AEC 0144, as maiores concentrações dependeram do mês. Para o mês 29, as maiores médias foram encontradas no espaçamento 3mx4m. Já para o mês 35, foram encontradas no espaçamento 3mx2m.

Figura 55 - Médias da Concentração dos Estômatos por mm² dos espaçamentos por clone em dois meses diferentes com barras que indicam seu erro padrão; e letras que amostram se os valores diferem entre si pelo teste de Tukey (P>0,05) no solo LVdf; (A) Médias dos espaçamentos no clone COP 1404; (B) Médias dos espaçamentos no clone COP 1407; (C) Médias dos espaçamentos no clone AEC 042; (D) Médias dos espaçamentos no clone AEC 224; (E) Médias dos espaçamentos no clone AEC 1528; (F) Médias dos espaçamentos no clone AEC 0144

Segundo Aasamaa et al (2001); Bussis et al (2006) e Pearce et al(2006) os estômatos maiores e densidades menores são vistos como um processo compensatório, mas o fato de estômatos grandes tenderem a fechar mais lentamente, pode se tornar uma desvantagem em zonas de alta irradiância, pelo fato de altas densidades estomáticas ocorrerem geralmente em ambientes sazonais, elas são relacionadas à redução na disponibilidade hídrica concordando com os dados encorados dentro do estudo onde na Figura 56 A apresenta médias dos clones em relação ao comprimento do diâmetro equatorial em dois meses diferentes no solo LVd-1. Em ambos meses se encontraram diferenças significativas entre os clones, onde o clone que destacou por obter maior diâmetro foi AEC 042, que obteve o maior tamanho de folha, menor concentração de estômatos. Além disso, é possível verificar que os clones que obtiveram os valores inferiores em diâmetro equatorial foram o COP 1404 e o COP 1407. O COP 1404 apresentou menor área foliar e maior concentração de estômatos. Observou-se também que os clones para os dois meses apresentaram comportamento diferente, onde os maiores diâmetros foram encontrados no mês 35.

Com relação aos espaçamentos (Figura 56 B), à medida que o espaçamento é maior, maior é o diâmetro equatorial, além de observar que, de forma crescente, o comportamento das médias dos espaçamentos segue a seguinte ordem de menor para o maior: 3mx1m, 3mx2m, 3mx4m. A menor densidade de árvores, menor área foliar, menor concentração de estômatos e maior diâmetro equatorial. O espaçamento que obteve menores diâmetros foi o de 3mx1m.

Figura 56 – Médias gerais do comprimento do diâmetro equatorial em dois meses diferentes no solo LVd-1 (A) Médias dos clones em dois meses diferentes; (B) Médias dos espaçamentos em dois meses com barras que indicam seu erro padrão; e letras que amostram si os valores diferem entre si pelo teste de Tukey ($P > 0,05$)

Em relação à interação dos clones por espaçamento no solo LVd-1 (Figura 57) os diâmetros equatoriais dos estômatos apresentam um comportamento não padronizado em relação ao espaçamento e a idade. Houve efeito dos espaçamentos para o diâmetro equatorial dos estômatos em clones, apresentando diferenças significativas entre suas médias.

Os clones implantados no espaçamento 3mx1m, (Figura 57 A) mostram que para o mês 29, o clone que destacou por apresentar maior DE nos estômatos foi AEC 042, e ao inverso foi COP 1407. No entanto, no mês 35 foi outro clone que apresentou maior média com relação aos demais clones sendo o clone AEC 0144, e o inverso foi AEC 1528, que apresentou menor diâmetro. Além disso, por meio da análise exploratória, observa-se que do mês 29 para 35 alguns dos clones tiveram um aumento em diâmetro equatorial dos estômatos.

A Figura 57 B ilustra os clones implantados no espaçamento 3mx2m, onde para cada mês um comportamento diferente foi apresentado. Para o mês 29, os clones que apresentam maiores diâmetros equatoriais foram o AEC 042, o AEC 0144 e o AEC 224. Os demais não evidenciaram diferenças entre as médias. No entanto, para o mês 35, o clone AEC 042 foi quem apresentou a maior média e a menor foi apresentada pelo clone COP 1407.

Para o espaçamento 3mx4m, a Figura 57 C mostra que para cada mês é apresentado um resultado. No mês 29, o clone que se destacou por obter as maiores médias foi o AEC 1528. Já o clone COP 1404 foi o que se destacou por ter menor concentração dos estômatos e o menor diâmetro equatorial. Para o mês 35, os clones que apresentaram maiores diâmetros foram o AEC 042 e o AEC 224. Os menores diâmetros foram apresentados pelo clone COP 1407.

Figura 57 – Médias do comprimento do diâmetro equatorial dos clones por espaçamento em dois meses diferentes no solo LVd-1; (A) Média dos clones no espaçamento 3m x 1m; (B) Médias dos clones no espaçamento 3m x 2m; (C) Médias dos clones no espaçamento 3m x 4m

A interação entre espaçamentos e clones no solo LVd-1, apresentado na Figura 58 mostra que o comportamento não é padronizado entre os meses e os clones, observando-se o efeito dos espaçamentos na maioria dos clones, com exceção dos clones COP 1404 e AEC 224 (Figura 58 A e Figura 58 D), onde não apresentaram diferenças nos espaçamentos em ambos os meses. A maioria dos clones apresentaram menor densidade e maior diâmetro equatorial.

A Figura 58 B apresenta o clone COP 1407, onde para o mês 35 não foi encontradas diferenças entre as médias dos espaçamentos. Já no mês 29, encontraram-se as maiores médias do diâmetro equatorial dos estômatos para o espaçamento 3mx4m.

Para o clone AEC 042, a Figura 58 C mostra que em ambos os meses quanto menor densidade de árvores maior é o diâmetro equatorial dos estômatos, obtendo maior tamanho de diâmetro no espaçamento 3mx4m. E o inverso é quanto maior a densidade menor o DE, encontrando assim os menores diâmetros no espaçamento 3mx1m.

Com relação ao clone AEC 1528, na Figura 58 E, é possível identificar um comportamento diferente para cada mês, onde no mês 29 o espaçamento que apresentou maior diâmetro equatorial foi o de 3mx4m, sendo altamente significativo. No entanto, para o mês 35, o espaçamento de 3mx2m foi o que se destacou, obtendo maior tamanho em diâmetro. Já para o espaçamento 3mx1m foi o inverso.

Diferentemente dos demais clones, o clone AEC 0144 (Figura 58 F) apresenta maior a densidade quanto maior o diâmetro equatorial, obtendo as maiores médias no espaçamento 3mx1m. Já o oposto, com as menores médias, foi verificado no espaçamento de 3mx4m.

Figura 58 - Médias do comprimento do diâmetro equatorial dos espaçamentos por clone em dois meses diferentes com barras que indicam seu erro padrão; e letras que amostram se os valores diferem entre si pelo teste de Tukey ($P > 0,05$) no solo LVd-1; (A) Médias dos espaçamentos no clone COP 1404; (B) Médias dos espaçamentos no clone COP 1407; (C) Médias dos espaçamentos no clone AEC 042; (D) Médias dos espaçamentos no clone AEC 224; (E) Médias dos espaçamentos no clone AEC 1528; (F) Médias dos espaçamentos no clone AEC 0144

Para o solo LVdf, as médias do DE dos estômatos por clone (Figura 59 A) mostra que existe diferenças significativas entre os clones, e o comportamento para cada mês é muito diferente sendo não padronizado, onde para o mês 29 os clones que apresentaram maiores médias foram AEC 1528, AEC 042, e AEC 0144, e o

clone que apresentou os valores mais baixos foi COP 1404. No entanto, para o mês 35 o clone que sobressaiu por obter as maiores médias foi AEC 224, e o inverso a que obteve as médias inferiores foram COP 1404 e COP1407.

Os diâmetros equatoriais dos estômatos por espaçamentos em dois meses no solo LVdf (Figura 59 B) pode-se observar que o comportamento é padronizado para ambos os meses. A tendência é ascendente na seguinte ordem de espaçamento: 3mx1m, 3mx2m e 3mx4m. A mesma tendência é apresentada no outro solo, onde à medida que o espaçamento é maior, o DE dos estômatos é maior, obtendo os valores maiores no espaçamento 3mx4m e os valores inferiores no espaçamento 3mx1m.

Figura 59 – Médias gerais do comprimento do diâmetro equatorial em dois meses diferentes no solo LVdf (A) Médias dos clones em dois meses diferentes; (B) Médias dos espaçamentos em dois meses com barras que indicam seu erro padrão; e letras que amostram si os valores diferem entre si pelo teste de Tukey ($P > 0,05$)

Para as médias dos diâmetros equatoriais na interação dos clones por espaçamento dentro do solo LVdf, a Figura 60 mostra que o comportamento não é padronizado entre os meses e os espaçamentos, apresentando diferenças significativas entre os clones, em que se observa na maior parte da Figura que o clone que destaca por obter as maiores médias foi AEC 224 e a maior densidade foi o clone COP 1404, que apresentou menor diâmetro em 3x1m e 3x2m (Figura 60 A e

Figura 60 B). Além disso, com relação aos meses, o mês 35 apresentou médias maiores.

Dentro do espaçamento 3mx1m (Figura 60 A) observa-se que o clone que apresentou valores inferiores nos dois meses foi COP 1404, os demais clones apresentaram um padrão diferente, onde no mês 29 o clone que sobressaiu por obter maior DE dos estômatos foi AEC 1528 e para o mês 35 foram AEC 042 e AEC 224.

Para o espaçamento 3mx2m (Figura 60 B) o clone COP 1404 foi quem apresentou os menores diâmetros para ambos os meses. Porém, no mês 35 adquiriu o mesmo padrão do espaçamento 3mx2m, onde as maiores médias recaíram nos clones AEC 042 e AEC 224. No entanto, para o mês 29, somente o COP 1404 diferiu dos demais clones.

Neste espaçamento, há diferença dos demais espaçamentos. No espaçamento 3mx4m (Figura 60 C), percebeu-se que o clone COP 1407 apresentou as menores médias e, ao contrário, o clone que apresentou o maior DE dos estômatos foi o AEC 224. Para o mês 29 foi o AEC 0144, evidenciando valores semelhantes ao AEC 224.

Figura 60 – Médias do comprimento do diâmetro equatorial dos clones por espaçamento em dois meses diferentes no solo LVdf; (A) Média dos clones no espaçamento 3m x 1m; (B) Médias dos clones no espaçamento 3m x 2m; (C) Médias dos clones no espaçamento 3m x 4m

Entre a interação dos espaçamentos por clones no solo LVdf , a Figura 61 verifica-se que o comportamento não é padronizado entre os meses, observando-se que no clone AEC 1407 (Figura 61 B) e no mês 35 dos clones AEC 042 e AEC 1528 (Figura 61 C e Figura 61 E) não apresentaram diferenças em função dos espaçamentos. A maioria dos clones apresentou menor densidade e maior diâmetro equatorial.

Na Figura 61 A e na Figura 61 D são apresentados os clones COP 1404 e AEC 224, onde se encontrou a menor densidade e a maior média do DE dos estômatos, em que o espaçamento 3mx4m resulta maior DE. Os menores diâmetros se encontraram no espaçamento 3mx1m.

Para o clone AEC 042 (Figura 61 C) no mês 29 se obteve maior tamanho de diâmetro no espaçamento 3mx2m, e o inverso a maior densidade e o menor DE, encontrando os menores diâmetros no espaçamento 3mx1m.

Em relação ao clone AEC 1528 (Figura 61 E) no mês 29 mostra que quanto maior a densidade maior o diâmetro equatorial, obtendo as maiores médias no espaçamento 3mx1m e, ao contrário, as menores médias se encontraram no espaçamento de 3mx4m.

Para o clone I144 (Figura 61 F), cada mês apresenta um comportamento diferente, mas apresentou maior densidade e menor DE dos estômatos, onde para os dois meses no espaçamento 3mx1m apresentaram menor diâmetro. No entanto, para o mês 29, o espaçamento 3mx4m apresentou maior diâmetro equatorial. Já no mês 35, o espaçamento 3mx2m foi o qual se destacou, obtendo maior tamanho em diâmetro.

Figura 61 - Médias do comprimento do diâmetro equatorial dos espaçamentos por clone em dois meses diferentes com barras que indicam seu erro padrão; e letras que amostram se os valores diferem entre si pelo teste de Tukey ($P > 0,05$) no solo LVdf; (A) Médias dos espaçamentos no clone COP 1404; (B) Médias dos espaçamentos no clone COP 1407; (C) Médias dos espaçamentos no clone AEC 042; (D) Médias dos espaçamentos no clone AEC 224; (E) Médias dos espaçamentos no clone AEC 1528; (F) Médias dos espaçamentos no clone AEC 0144

Na Figura 62 A apresenta médias dos clones em relação ao comprimento do diâmetro polar em dois meses diferentes no solo LVd-1, em ambos os meses foram encontradas diferenças significativas entre os clones, onde o clone que destacou por obter maior diâmetro foi o AEC 224, que obteve o maior tamanho de folha, menor concentração de estômatos, foi também verificado valores inferiores em diâmetro polar para o clone COP 1407, no mês 29 o clone AEC 042 evidencio valores semelhantes ao clone AEC 224. Além se observou-se os clones para ambos os meses apresentaram comportamento semelhantes, onde os maiores diâmetros foram verificadas em mês 35.

Com relação aos espaçamentos (Figura 62 B) à medida que o espaçamento é maior, maior é o diâmetro polar, observa-se uma tendência crescente, o comportamento das médias dos espaçamentos segue a seguinte ordem: do menor ao maior 3mx1, 3mx2m e 3mx4m. A menor densidade de árvores, menor área foliar, menor concentração de estômatos e estômatos reduzidos (menor diâmetro equatorial e diâmetro polar), e maiores DAP, altura e comprimento da copa. O espaçamento que obteve menores diâmetros foi o 3m x1m.

Segundo Nery et al. (2007) no estudo dos aspectos de folhas jovens de *Calophyllum brasiliense* Cambess. verificou a ocorrência de aumento na frequência e no índice estomático, à medida que se aumenta a intensidade luminosa, os estômatos das folhas submetidas a pleno sol são menores em diâmetro equatorial em relação aos das folhas a 50% de sombreamento. Por outro lado não foram verificadas diferenças no diâmetro polar dos estômatos, divergindo com os valores encontrados no estudo.

Figura 62 – Médias gerais do comprimento do diâmetro polar em dois meses diferentes no solo LVd-1 (A) Médias dos clones em dois meses diferentes; (B) Médias dos espaçamentos em dois meses com barras que indicam seu erro padrão; e letras que amostram si os valores diferem entre si pelo teste de Tukey ($P > 0,05$)

Em relação à interação dos clones por espaçamento no solo LVd-1 (Figura 63) os diâmetros polares dos estômatos apresentam um comportamento não padronizado em relação ao espaçamento e a idade. Houve efeito dos espaçamentos para o diâmetro polar dos estômatos em clones, apresentando diferenças significativas entre suas médias. Para os três espaçamentos (Figura 63 A, Figura 63 B e Figura 63 C) o clone que apresentou menor diâmetro polar e equatorial foi o COP 1407. Este clone se caracteriza por ter folhas pequenas, menor IAF e maior densidade de estômatos. Muianga (2013) encontrou o mesmo padrão de

comportamento, a importância desta estratégia da planta segundo DONG; ZAHNG,(2000); HETERINGTON; WOODWARD(2003); ASSAMA et al. (2001) BUSSIS et al.(2006) e PEARCE et al. (2006) folhas que apresentam estômatos com diâmetros menores, tem uma melhor eficiência no uso da água comparadas às que apresentam diâmetros maiores, pois estômatos menores respondem mais rapidamente a quedas do potencial hídrico foliar, assim a diferença na abertura estomática tem grande efeito na difusão da H_2O do que na difusão do CO_2 .

O clone que se destacou no mês 29 por apresentar menor DP nos estômatos foi o AEC 042, o mesmo padrão do diâmetro equatorial, no entanto no mês 35 entre os demais clones não apresentaram diferenças entre espaçamentos. Além disso, através do análise exploratória se observa que entre o mês 29 e 35 alguns dos clones tiveram um aumento em diâmetro polar dos estômatos.

A Figura 63 B apresenta as informações dos clones implantados no espaçamento 3mx2m, onde nos dois meses o clone que apresentou maior diâmetro polar foi AEC 042, além do mês 29 o clone AEC 224 evidenciou valores semelhantes ao clone AEC 042. O clone 042 se caracteriza por ter folhas grandes, menor concentração de estômatos e seus estômatos maiores (maior diâmetro equatorial e maior diâmetro polar).

Para o espaçamento 3mx4m (Figura 63 C), verifica-se que para cada mês se apresenta diferente padrão, onde em ambos os meses o clone que destacou por obter as maiores médias foi AEC 224, no entanto o clone AEC 1528 evidencia médias similares ao clone AEC 224 no mês 29. Respeito ao clone AEC 1528 se caracteriza por obter maior tamanho de folha com menor concentração de estômatos e estômatos maiores (maior diâmetro equatorial e maior diâmetro polar).

Figura 63 – Médias do comprimento do diâmetro polar dos clones por espaçamento em dois meses diferentes no solo LVd-1; (A) Média dos clones no espaçamento 3mx1m; (B) Médias dos clones no espaçamento 3m x 2m; (C) Médias dos clones no espaçamento 3mx4m

A interação dos espaçamentos por clones no solo LVd-1, a Figura 64 mostra que o comportamento não é padronizado entre os meses e os clones. A maioria dos clones apresentou menor densidade e maior diâmetro polar. Almeida et al. (2004) encontrou o mesmo padrão na espécie *Cryptocarya aschersoniana* Mez., que apresentou maior número de estômatos por mm² em mudas cultivadas a pleno sol. Observou-se também um incremento no diâmetro polar equatorial dos estômatos, ocorrendo um aumento nestas dimensões com o progressivo sombreamento.

Houve efeito dos espaçamentos na maioria dos clones, a exceção do mês 35 para os clones AEC 1528 e AEC 0144 (Figura 64 E e Figura 64 F), e para o mês 29 nos clones AEC 042 e COP 1407 (Figura 64 C e Figura B), onde não apresentaram diferenças significativas dos espaçamentos.

Nas Figuras 64 E e 64 F, correspondente aos clones AEC 1528 e AEC 0144, para o mês 29 foi apresentado a maior densidade e o menor diâmetro polar, onde os maiores valores foram encontrados no espaçamento 3mx4m, ao contrário, no espaçamento 3mx1m.

A Figura 64 B apresenta o clone COP 1407, onde para o mês 35 se encontrou as maiores médias do DP dos estômatos para o espaçamento 3mx4m e as menores médias no espaçamento 3mx1m.

Para o clone AEC 042 (Figura 64 C), no mês 35, o espaçamento onde se obteve o maior tamanho em diâmetro polar foi o de 3mx2m as menores médias foram encontradas no espaçamento 3mx1m.

Em relação ao clone COP 1404, a Figura 64 A mostra um comportamento diferente para cada mês, onde no mês 29 o espaçamento que apresentou maior diâmetro equatorial foi 3mx4m, sendo altamente significativo. No entanto, para o mês 35 foi o espaçamento 3mx2m que se destacou, obtendo maior tamanho em diâmetro e o inverso foi o observado no espaçamento 3mx1m.

O clone AEC 0144 da Figura 64 F mostra que quanto menor a densidade maior o diâmetro polar, obtendo as maiores médias no espaçamento 3mx4m e ao contrário as menores médias no espaçamento de 3mx1m e 3mx2m.

Figura 64 - Médias do comprimento do diâmetro polar dos espaçamentos por clone em dois meses diferentes com barras que indicam seu erro padrão; e letras que amostram se os valores diferem entre si pelo teste de Tukey ($P > 0,05$) no solo LVd-1; (A) Médias dos espaçamentos no clone COP 1404; (B) Médias dos espaçamentos no clone COP 1407; (C) Médias dos espaçamentos no clone AEC 042; (D) Médias dos espaçamentos no clone AEC 224; (E) Médias dos espaçamentos no clone AEC 1528; (F) Médias dos espaçamentos no clone AEC 0144

Para o solo LVdf, as médias do DP dos estômatos por clone (Figura 65 A) mostram que existem diferenças significativas entre os clones, e o comportamento por mês não é padronizado, onde para os dois meses os clones COP 1404 e COP1407 obtiveram as médias inferiores coincidentes ao diâmetro equatorial. Para o mês 29 o clone que apresentou maior média foi AEC 0144. No entanto, para o mês 35 o clone que se sobressaiu por obter as maiores médias foi o AEC 224.

As médias de DP dos estômatos por espaçamentos em dois meses no solo LVdf (Figura 65 B) neste contexto se observa que o comportamento é padronizado para ambos meses, sua tendência é ascendente da seguinte ordem 3mx1, 3mx2 e 3mx4m. Apresenta a mesma tendência do outro solo, onde à medida que o espaçamento é maior, o DP dos estômatos é maior, obtendo os valores maiores no espaçamento 3mx4m e os valores inferiores no espaçamento 3mx1m, comportamento coincidente ao diâmetro equatorial.

Independente do solo observa-se que quanto maior o espaçamento, maior o estômato (maior o diâmetro polar e equatorial). A irradiância da luz ajuda a formar estômatos maiores e a distribuição de água nesse espaçamento parece ser mais uniforme que no espaçamento 3mx1m.

Figura 65 – Médias gerais do comprimento do diâmetro polar em dois meses diferentes no solo LVdf (A) Médias dos clones em dois meses diferentes; (B) Médias dos espaçamentos em dois meses com barras que indicam seu erro padrão; e letras que amostram si os valores diferem entre si pelo teste de Tukey ($P > 0,05$)

Para as médias dos diâmetros polares na interação dos clones por espaçamento dentro do solo LVdf (Figura 66) mostra que o comportamento não é padronizado entre os meses e os espaçamentos, apresentando diferenças significativa entre os clones.

No espaçamento 3mx1m (Figura 66 A) se observa que no mês 29 o clone que sobressai por obter maior DP dos estômatos foi AEC 1528, e as menores médias foram encontradas no clone COP 1404. Para o mês 35 o maior diâmetro se

encontrou no clone AEC 042 e quem apresentou o inverso foi o clone COP 1407 conseguindo valores inferiores.

Para o espaçamento 3mx2m (Figura 66 B) o clone COP 1407, foi o que apresentou os menores diâmetros para os dois meses, para o mês 29 o clone de maior média foi o AEC 042, no entanto para o mês 35 foi o clone AEC 224.

No espaçamento 3mx4m (Figura 66 C), nos dois meses de avaliação os clones que apresentaram menores diâmetros polares foram COP 1407 e COP 1404, as medias maiores foram apresentadas em diferentes clones dependendo do mês, onde no mês 29 o clone AEC 224 foi o que sobressaiu, e no mês 35 foi o clone AEC 224.

Figura 66 – Médias do comprimento do diâmetro polar dos clones por espaçamento em dois meses diferentes no solo LVd-1; (A) Média dos clones no espaçamento 3m x 1m; (B) Médias dos clones no espaçamento 3m x 2m; (C) Médias dos clones no espaçamento 3m x 4m

A interação dos espaçamentos por clones no solo LVdf (Figura 67) mostra que o comportamento não é padronizado entre os meses e os clones, observando-se que no mês 35 dos clones AEC 042 e AEC 1528 (Figura 67 C e Figura 67 E) não foram observadas diferenças entre os espaçamentos.

Na Figura 67 A e a Figura 64 F, são apresentados os clones COP 1404 e AEC 0144, onde se encontrou a menor densidade e maior média do DP dos estômatos, em que o espaçamento 3mx4m resultou com maior DP. Os menores diâmetros se encontraram no espaçamento 3mx1m.

Para o clone COP 1407 (Figura 67 B) cada mês apresenta um comportamento diferente, mas apresentou uma maior densidade e um menor DE dos estômatos, onde para os dois meses no espaçamento 3mx4m apresentaram menor diâmetro, no entanto, para o mês 29, o espaçamento 3mx2m apresentou maior diâmetro polar e no mês 35 foi o espaçamento 3mx1m que se destacou, obtendo maior tamanho em diâmetro.

Para o clone AEC 042 (Figura 67 C) no mês 29 obteve-se maior tamanho de diâmetro no espaçamento 3mx4m. E o inverso foi com a maior densidade menor o DE, encontrando os menores diâmetros no espaçamento 3mx1m. Este mesmo padrão de comportamento obteve o clone AEC 224 (Figura 67 D) em ambos os meses.

Em relação ao clone AEC 1528 (Figura 67 E) no mês 29 verifica-se que com uma maior densidade o diâmetro polar é maior, obtendo as maiores médias no espaçamento 3mx1m e 3mx2m e ao comportamento inverso com a menor densidade menores médias em diâmetro polar, encontrado no espaçamento maior 3mx4m.

Figura 67 - Médias do comprimento do diâmetro polar dos espaçamentos por clone em dois meses diferentes com barras que indicam seu erro padrão; e letras que mostram se os valores diferem entre si pelo teste de Tukey ($P > 0,05$) no solo LVdf; (A) Médias dos espaçamentos no clone COP 1404; (B) Médias dos espaçamentos no clone COP 1407; (C) Médias dos espaçamentos no clone AEC 042; (D) Médias dos espaçamentos no clone AEC 224; (E) Médias dos espaçamentos no clone AEC 1528; (F) Médias dos espaçamentos no clone AEC 0144.

4.4 Relação da área foliar com as características estomáticas (concentração e dimensão dos estômatos).

Foram descritas as características anatômicas das folhas de diferentes clones implantadas em distintos espaçamentos, através da Tabela 9 se amostra as correlações existentes entre área foliar, densidade estomática e o tamanho dos estômatos, onde no mês 29 a densidade estomática e o diâmetro equatorial do estômato apresentou uma correlação moderada inversamente proporcional de -0,427 para o solo LVd-1. Estou se deve que alguns clones como em alguns espaçamentos o crescimento foi inverso, por exemplo, no clone AEC 042, obteve maior diâmetro equatorial e menor densidade estomática, no entanto para o clone 1404 foi inverso apresentou maiores concentrações dos estômatos e menor diâmetro. Além se observe a maior densidade de árvores obteve menor diâmetro equatorial e maior densidade estomática.

Além disso, entre os diâmetros dos estômatos, diâmetro polar e diâmetro equatorial, se encontra uma forte correlação proporcional de média 0,7 em diferentes idades e condições edáficas. Para o resto das relações entre as variáveis se acharam correlações muito baixa insignificativas.

Para a primeira correlação descrita se observa a estratégia de cada material genético implantadas em distintas condições hídricas, concordando com Longui (2007) observado plantas jovens de três espécies de eucalipto, *Eucalyptus pellita*, *E. urograndis* e *Corymbia citriodora*, sob o manejo hídrico de 25% de reposição da água evapotranspirada a redução do poro estomático é uma estratégia para minimizar a perda de água através da transpiração.

Tabela 9 - Magnitudes das correlações da área foliar – AF (mm²) e as características estomáticas (DE- Diâmetro equatorial (μm); DP- Diâmetro polar (μm); DENS- Densidade dos estômatos (N° de estômatos/mm²)) em dois meses diferentes e dois solos LVd-1 e LVdf

SOLO	MÊS	DE/AF	DENS/AF	DENS/ DE	DP/AF	DP/DE	DP/DENS
LVd-1	29	0,116	-0,258	-0,427*	0,1	0,778**	-0,325
LVd-1	35	0,111	-0,278	-0,247	0,105	0,613*	-0,19
LVdf	29	-0,002	-0,164	-0,208	0,002	0,756**	-0,399
LVdf	35	-0,058	0,108	-0,323	-0,043	0,781**	-0,312

Legenda: *Moderado (0,40-0,69)** Forte(0,70-0,90)

4.5 Dinamica do incremento de diâmetro no tronco

Através de séries temporais, a Figura 68 apresenta as médias do incremento corrente quinquenal do tronco (mm) em relação à precipitação pluviométrica (mm) no solo LVd-1 durante os meses junho 2014 até março 2015, em que se observa um comportamento padronizado apresentando uma flutuação crescente durante o tempo. Com base ao comportamento durante os meses junho até setembro do ano 2014 foram identificados valores médios baixos a 1,5 mm no incremento do tronco, sendo que a precipitação pluviométrica variou de 0,0 mm a 38,92 mm, com temperaturas médias de 15,30 C° a 17,40 C° e umidade do ar de 57 % a 73,5 %, observando assim que tais características climáticas influenciaram no crescimento secundário da planta, cabe ressaltar que no mês de Julho (Figura 33 B) mais acentuada a redução do incremento em diâmetro coincidente a redução de área foliar (m^2/m^2) e aumento de deposição de folheto (gr), concordando com Ferreira-Fedele et al.2004, que no estudo da periodicidade de crescimento de *Esenbecki leiocarpa Engl.*, encontrou que no período seco (abril- maio) ocorreu uma progressiva diminuição da taxa de crescimento do tronco, coincidente da senescência e queda das folhas da copa das árvores, optando esta estratégia de adaptação em condições inversas .

Dentro do mesmo contexto, para o primeiro dia do mês de outubro, obteve-se uma média maior de 2,5 mm em uma maior precipitação, comparada até esse instante com os demais meses de 80,80 mm. Depois de quinze dias, observa-se a inexistência de chuvas (precipitação pluviométrica 0,0 mm), encontrando-se uma redução no incremento menor a zero. Ao final do mês, observa-se um incremento com uma média maior a 1,0 mm, flutuando entre valores médios altos e baixos com base nas características climáticas. Além disso, observam-se valores médios maiores a 2,5 mm nos meses de outubro, novembro e fevereiro, correspondente aos dias de plantio 1001, 1057 e 1127.

A Figura 68 A mostra as médias do incremento quinquenal no tronco por clone, apresentando, na maior parte do tempo da avaliação, as médias diferenciais entre os clones, à exceção dos dias 931 (julho), 987 (setembro), 1015 (outubro). Entre todos os clones avaliados, o padrão de crescimento varia dependendo da idade do plantio, onde os clones que mostraram valores médios maiores, sendo significativos AEC 0144, AEC 042 e AEC 1528, COP 1407 nos dias 903 até 973; 1099 até 1141. Para o primeiro clone de 903 até 973; 1099 até 1141. Para o

segundo clone de 973 até 1085; e para o terceiro clone de 1099 até 1113. O último foi para o final da avaliação. As menores médias foram encontradas no clone 1404.

Entre todos os clones avaliados, o padrão de crescimento varia dependendo da idade do plantio, onde os clones que mostraram valores médios maiores, sendo significativos AEC 0144, AEC 042 e AEC 1528, COP 1407 nos dias 903 até 973; 1099 até 1141. Para o primeiro clone de 903 até 973; 1099 até 1141. Para o segundo clone de 973 até 1085; e para o terceiro clone de 1099 até 1113. O último foi para o final da avaliação. As menores médias foram encontradas no clone 1404.

Os picos mais altos foram notados nos dias 1001, 1057 e 1127, onde nos dias 1001 e 1057 o clone que se destacou foi o AEC 042 e para o dia 1127 foi o AEC 0144. Nos dias que apresentaram diferenças entre os clones foram o 1057 e o 1099, onde os clones com maiores médias foram o AEC 0144 e o AEC 1528. No entanto, situação inversa foi encontrada no clone AEC 224.

No comportamento das médias do incremento no tronco nos espaçamentos, a Figura 68 B mostra que em grande parte do tempo da avaliação, encontrou-se diferenças significativas entre os espaçamentos, à significativas entre os espaçamentos, a exceção do mês Julho com 931 dias; setembro com 987 dias; e outubro com 1015 dias idade após de plantio, para os dois primeiros meses já mencionados se verificou uma redução na atividade cambial das árvores obtendo valores negativos, onde as precipitações foram extremamente baixas 0,26 mm e 0,0 mm, interferindo neste resultado. As médias significativas, por obterem valores altos, localizaram-se no espaçamento 3m x 4m, a exceção do mês em novembro com 1057 dias após do plantio, evidenciando valores estatisticamente similares a 3m x 2m. A partir de 1057 dias de idade apresentaram maior índice pluviométrico, apresentando diferenças mais acentuadas entre os espaçamentos.

Figura 68 - Médias gerais do incremento corrente quinquenal do tronco em relação á precipitação pluviométrica no solo LVd-1 (A) Médias dos clones ao longo do tempo; (B) Médias dos espaçamentos ao longo do tempo

As médias do incremento corrente quinquenal do tronco dos clones em relação à precipitação por espaçamento no solo LVd-1 Figura 69, mostram um comportamento padronizado por espaçamento, onde a maior parte dos clones apresentam diferenças entre si, à exceção no dias 931, 945, 987, 1015 e 1141 de idade. Os incrementos quinquenais dos clones no espaçamento 3mx1m da Figura 69 A, mostra uma grande uniformidade no comportamento dos clones em relação ao tempo e em comparação aos demais espaçamentos. Onde não se apresentaram diferenças entre os clones foram nos dias já mencionados, além dos dias 903, 959, 973, 1043, 1057, 1127 e 1155. Para o resto do tempo, as maiores médias do incremento foram nos clones AEC 042 e AEC 1528. No entanto, o clone que apresentou menores incrementos foi o COP 1404. Dentro de todo o tempo de avaliação, o que mais acentuou diferenças entre os clones foi aos 1099, onde o clone que apresentou maior incremento foi o AEC 1528 e o clone que resultou o contrário foi AEC 042

Para o espaçamento 3mx2m da Figura 69 B, diferentemente do espaçamento 3mx1m, os clones mostram diferenças mais acentuadas a partir do dia 1043. Os clones não apresentaram diferenças entre si nos dias 917, 959, 973, 1001 e 1155, e para os demais dias os clones que mostraram maiores médias significativas foram AEC 042 e AEC 1528. No entanto, o clone que obteve menor incremento obtendo valores inferiores foi COP 1404. Para o dia 1057 se observa o pico mais alto, onde o clone que destaca foi AEC 042.

Em relação às médias de incremento dos clones por espaçamento 3mx4m, a Figura 69 C mostra a inexistência de diferenças entre os clones. Com relação ao espaçamento, apresentado no dia 917, observa-se uma grande diferença entre os clones no decorrer do tempo, onde os clones que sobressaíram por obter maiores incrementos foram AEC 0144 e AEC 042. No entanto, os que apresentaram menores incrementos foram COP 1404 e AEC 224. O pico mais alto foi no dia 1057.

No comportamento dos clones com base aos incrementos, observa-se uma flutuação crescente, onde quanto menor densidade de árvores, maior será o incremento e maior a diferenciação entre os clones.

Figura 69 – Médias do incremento corrente quinquenal do tronco dos clones em relação à precipitação por espaçamento no solo LVd-1; (A) Média dos clones no espaçamento 3m x 1m; (B) Médias dos clones no espaçamento 3m x 2m; (C) Médias dos clones no espaçamento 3mx 4m

Em relação à interação espaçamento-clone, são mostradas as médias do incremento corrente quinquenal do tronco em relação à precipitação para o solo LVd-1 (Figura 70), em que se observa o mesmo padrão de comportamento para todos os clones, para cada clone, os dias após o plantio que não houveram diferenças entre os espaçamentos foram 931, 945, 1015 e 1043 dias de idade. Por meio da análise exploratória, observa-se que os clones COP 1407, AEC 224 e AEC 1528 (Figura 70 B, Figura D e Figura E) não apresentaram diferenças entre os espaçamentos em grande parte do tempo de avaliação, tendo um comportamento mais uniforme, onde para o primeiro clone evidenciaram valores semelhantes aos espaçamentos nos dias 973, 987, 1057, 1071, 1099. Para o segundo clone esse padrão foi nos dias 917, 987, 1001, 1029. Para o resto dos dias apresentou que quanto menor densidade de árvores, maior será o incremento, obtendo as maiores médias nos espaçamentos 3mx2m e 3mx4m; e para o último clone, os espaçamentos obtiveram diferenças entre si nos dias 903, 917 e 1141.

Para o clone COP 1404, foi mostrada a inexistência das diferenças entre os espaçamentos no dia 903, onde os demais dias de avaliação mostrou que quanto maior o espaçamento, maior o incremento obtendo maior incremento no espaçamento 3mx4m e ao contrario no espaçamento 3mx1m. O mesmo padrão foi encontrado no clone AEC 014 (Figura 70 F), a diferença que o dia onde não apresenta diferenças entre os espaçamentos foi o dia 973, onde em ambos os clones a partir do dia 1071 foram percebidas as diferenças mais ressaltadas.

Em relação ao clone AEC 042, além dos dias já mencionados acima, os dias 917, 959 e 987 não evidenciaram diferenças entre os valores dos espaçamentos, onde para os demais dias o espaçamento que apresentou maiores incremento no tronco foi 3mx4m, e os menores incrementos foram apresentados no espaçamento 3mx1m. O pico mais alto em relação aos demais clones foi no dia 1071.

Figura 70 – Médias do incremento corrente quinquenal do tronco dos espaçamentos em relação à precipitação por clone para o solo LVd-1; (A) Médias dos espaçamentos no clone COP 1404 ; (B) Médias dos espaçamentos no clone COP 1407; (C) Médias dos espaçamentos no clone AEC 042; (D) Médias dos espaçamentos no clone AEC 224; (E) Médias dos espaçamentos no clone AEC 1528; (F) Médias dos espaçamentos no clone AEC 0144

Através de séries temporais, a Figura 71 apresenta as médias do incremento corrente quinquenal do tronco (mm) em relação à precipitação pluviométrica (mm) no solo LVdf durante os meses junho 2014 até março 2015, em que se observa um comportamento padronizado apresentando uma flutuação durante o tempo. Além disso, observa-se valores médios destacáveis maiores que 4,5 mm nos meses outubro, novembro e janeiro correspondente aos dias de plantio 1001, 1057 e 1099. Os picos baixos foram encontrados nos dias 987 e 1015, onde a ocorrência de precipitações foi muito baixa. Em comparação ao outro solo existe maior incremento no tronco

A Figura 71 A mostra as médias do incremento quinquenal no tronco por clone, apresentando na maior parte do tempo da avaliação as médias diferenciais entre os clones, à exceção dos dias 903 (junho), 987 (setembro), 1043 (novembro).

Entre todos os clones avaliados, o padrão de crescimento varia dependendo da idade do plantio, onde os clones que mostraram valores maiores significativos são AEC 224, AEC 042 e AEC 1528. Para os dias 971 até 973; 1071 até 1085 no primeiro clone; de 959 aos 973; 1001 e 1057, para o segundo clone; 917, 1015 até 1029, 1071; 1099 até 1127 para o último. A menor média foi encontrada no clone 1404.

O picos mais altos foram identificados nos dias 1001, 1057 e 1099 onde nos dias 1001 e 1057 o clone que se destacou foi AEC 042 e para o último foi AEC 1528.

Nos dias em que foram mais notadas as diferenças entre os clones foram nos 1057 e 1099 dias de idade.

No comportamento das médias do incremento no tronco nos espaçamentos a Figura 71 B mostra diferenças significativas entre os espaçamentos, onde a tendência vai de forma ascendente, quanto maior o espaçamento, maior o incremento, flutuando na seguinte ordem de menor pro maior: 3mx1m, 3mx2m e 3mx4m. As médias significativas por obter valores altos se localizaram no espaçamento 3m x 4m.

Figura 71 – Médias gerais do incremento corrente quinquenal do tronco em relação à precipitação no solo LVdf (A) Médias dos clones ao longo do tempo; (B) Médias dos espaçamentos ao longo do tempo

As médias do incremento corrente quinquenal do tronco dos clones em relação à precipitação por espaçamento no solo LVdf Figura 72, mostram um comportamento padronizado por espaçamento, flutuando no tempo, onde a maioria dos clones apresentou diferenças entre si, à exceção no dias 903 e 987 de idade.

Os incrementos quinquenais dos clones no espaçamento 3mx1m da Figura 72 A mostra uma grande uniformidade no comportamento dos clones em relação ao tempo e em comparação aos demais espaçamentos, onde não se apresentaram diferenças entre os clones nos dias já mencionados, além dos dias 917 aos 973; 1015 aos 1057; 1127 a 1155, para o resto do tempo as maiores médias do incremento foram nos clones AEC 042 e AEC 1528, no entanto, o clone que apresentou menores incrementos foi o COP 1404. Dentro de todo o tempo de avaliação do dia, o dia que mais se acentuou diferenças entre os clones foi 1099, onde o clone que apresentou maior incremento foi AEC 1528 e o clone que resultou o contrário foi COP 1404. Muito semelhante ao comportamento do outro solo, que é mostrado na Figura 68 A.

Como mostra na Figura 72 B, os clones do espaçamento 3mx2m mostraram diferenças mais acentuadas que os clones do espaçamento 3mx1m. Os clones não apresentaram diferenças entre si nos dias 959, 1043, 1071, 1113, 1141 e 1155, para os demais dias os clones que mostraram maiores médias significativas foram AEC 042 e AEC 1528, no entanto o clone que obteve menor incremento, obtendo valores inferiores, foi COP 1404. Para os dias 1001 (outubro) e 1057 (novembro) se observaram picos mais altos, onde o clone que se destacou foi AEC 042.

Em relação às médias de incremento dos clones por espaçamento 3mx4m, a Figura 72 C mostra a inexistência de diferenças entre os clones além do mencionado os dias 917, 931, 973, 1015, 1029 e 1071. Neste espaçamento se observa diferença marcante entre os clones ao passar o tempo, onde os clones que sobressaíram por obter maiores incrementos foram AEC 244 E AEC 042 e AEC 12528, dependendo a idade e as condições climáticas onde se estava desenvolvendo. Os picos mais altos foram nos dias 1001, 1057 e 1099, os clones que apresentaram maiores incrementos foram AEC 224, AEC 042 e AEC 1528 respectivamente. Neste se encontraram maiores incrementos.

Figura 72 – Médias do incremento corrente quinquenal do tronco dos clones em relação á precipitação por espaçamento no solo LVdf; (A) Média dos clones no espaçamento 3m x 1m; (B) Médias dos clones no espaçamento 3m x 2m ; (C) Médias dos clones no espaçamento 3m x 4m

A interação espaçamento-clone é apresentada nas médias do incremento corrente quinquenal do tronco em relação à precipitação para o solo LVdf (Figura 73), em que se observa diferente padrão de comportamento entre os clones, para cada clone houveram diferenças significativas entre os espaçamentos. Por meio da análise exploratória pode-se observar semelhantes comportamentos entre os clones COP 1404 e COP 1407 (Figura 73 A e Figura 73 B); AEC 042 e AEC 224 (Figura 73 C e Figura 73 D); AEC 1528 e AEC 0144 (Figura 73 E e Figura 73 F). Com uma menor densidade de árvores foi encontrada maior incremento no tronco, obtendo a maior média no espaçamento 3mx4m.

O clone COP 1404 mostrou a inexistência de diferença entre os espaçamentos nos dias 1015 e 1029, onde para os demais dias de avaliação, quanto maior era o espaçamento, maior era seu incremento. O espaçamento que obteve maior incremento foi o 3mx4m e o de menor foi o 3mx1m. O mesmo padrão foi encontrado no clone COP 1407. A única diferença foi que o dia em que não apresenta diferença entre os espaçamentos foi o dia 945, onde em ambos os clones, a partir do dia 1029 foram identificadas diferenças mais evidentes.

Em relação ao clone AEC 042, evidenciaram diferenças entre os espaçamentos em todo o período de avaliação, apresentando maior incremento no tronco foi 3mx4m, e os menores incrementos no espaçamento 3mx1m. O pico mais alto em relação aos demais clones foi no dia 1057. Este mesmo padrão foi encontrado para clone AEC 224, os dias da avaliação em que não foram encontradas diferenças entre os espaçamentos foram nos dias 917 e 1155.

Os clones AEC 1528 não apresentaram diferenças no começo da avaliação dos dias 903 a 959. Depois que foram surgindo as diferenças. No entanto, para o clone AEC 0144, os dias onde se obtiveram redução dos incrementos não apresentaram diferenças entre os espaçamentos. Para ambos os clones o pico será obtido no dia 1099, apresentando padrões semelhantes.

Figura 73 – Médias do incremento corrente quinquenal do tronco dos espaçamentos em relação á precipitação por clone para o solo LVd-1; (A) Médias dos espaçamentos no clone COP 1404; (B) Médias dos espaçamentos no clone COP 1407; (C) Médias dos espaçamentos no clone AEC 042; (D) Médias dos espaçamentos no clone AEC 224; (E) Médias dos espaçamentos no clone AEC 1528; (F) Médias dos espaçamentos no clone AEC 0144

4.6 Relação da dinâmica de crescimento cambial e as variáveis climáticas no período de defasagem de 15 e 45 dias.

A Tabela 29 e Tabela 30 do Apêndice 1, mostra magnitudes das correlações do incremento em diâmetro no tronco em relação as variáveis climáticas para o solo LVd-1 e no solo LVdf respetivamente. Com respeito ao incremento diamétrico (mm) e a variável temperatura (T^0) para ambas as tabelas não foram encontrados correlações significativas na defasagem de 15 dias, no em tanto para a defasagem de 45 dias cada solo teve diferentes respostas, onde no solo LVd-1 para todos os tratamentos (Clone x espaçamento) e fatores avaliados (clones e espaçamentos) obteve uma moderada correlação positiva, já para o solo LVdf não apresentaram correlações significativas os clones AEC 0042 e AEC 0224 e implantadas nos três espaçamentos (3mx1m; 3mx2m e 3mx4m) para o resto dos tratamentos e fatores avaliados obtiveram uma moderada correlação positiva.

Para o incremento diamétrico (mm) e a variável precipitação pluviométrica (Pr) no defasagem de 15 dias foram encontradas correlações moderadas positivas para ambos solos em todos os tratamentos e fatores avaliados. Entre estas variáveis para o defasagem de 45 dias cada solo apresento diferente padrão de correlação onde para o LVd-1 o clone AEC 1528 implantado no espaçamento 3mx2m e 3mx4m mostraram forte correlação positiva, já para os demais fatores avaliados e tratamentos obteve uma correlação moderada e positiva. No solo LVdf não apresentaram correlações significativas os clones AEC 0042 e AEC 0224 e implantadas nos três espaçamentos (3mx1m; 3mx2m e 3mx4m) para os demais tratamentos e fatores obtiveram moderada correlação positiva. Conforme aos resultados quanto maior defasagem em alguns clones interagindo com maiores espaçamentos mais forte se apresenta a correlação concordando com Resende (2014) que no estudo mostrou correlação positiva e significativa, sendo a maior incidências de chuvas resulta maior incremento do tronco , em função ao aumento de água no solo, a maior defasagem.

Entre o incremento diamétrico (mm) e a humidade do ar (U^0) em quanto maior a defasagem (45 dias) a inexistência de correlações significativas para ambos os solos. No entanto para o defasagem de 15 dias cada solo apresentou distinto padrão de correlação, no solo LVd-1 não apresentou correlação significativa o espaçamento 3mx1m, influenciando nessa resposta em interação com quase todos os clones a exceção do AEC 0114, e no espaçamento 3mx2m em interação com os

clones COP 1404; COP 1407 e AEC 1528. No solo LVdf não foram encontradas correlações nos clones AEC 0042 e AEC 0224, além do espaçamento 3mx1m e no interação com quase todos clones a exceção do clone AEC 1528.

5 CONCLUSÕES

- As variáveis ecofisiológicas avaliadas, para os três níveis de restrição hídrica sob as duas condições edáficas distintas, mostraram diferentes respostas durante o período de estudo, sendo que quanto maior espaçamento (3mx4m) maiores foram os valores das variáveis: DAP, altura total e comprimento da copa, no entanto os valores de IAF e peso de folheto depositado mostraram menores valores quando comparados aos menores espaçamentos.
- As correlações entre as variáveis DAP, altura total, comprimento da copa, IAF e peso de folheto depositado, para cada clone, variaram em função da idade, condições hídricas e edáficas.
- Em todas as condições avaliadas, os clones AEC 1528, AEC 0144 e AEC 0042 demonstraram melhores estratégias no uso da água, apresentando maior área foliar, maior diâmetro estomático, menor concentração de estômatos e maior crescimento em DAP, comprimento da copa e altura total.
- Em maiores espaçamentos, independente das condições edáficas, verificou-se a tendência dos clones apresentarem menor área foliar, menor concentração de estômatos e maior diâmetro estomático.
- A série temporal de peso de folheto depositado demonstrou que quanto menor o espaçamento, maior a senescência de folhas. Os valores de deposição encontrados para os clones no solo LVdf foram mais homogêneos que aqueles encontrados no solo LVd-1, onde os materiais genéticos apresentaram maiores diferenças entre os valores médios. A tendência de deposição oscilou no decorrer do tempo em função da fenologia da planta.
- As dinâmicas do crescimento cambial e variáveis climáticas demonstraram influência da variação sazonal, em especial a precipitação pluviométrica, no crescimento da árvore, obtendo correlações mais significativas para o período de defasagem de 45 dias, nas distintas condições edáficas.

Dessa forma, os níveis de restrições hídricas e edáficas influenciaram nas respostas ecofisiológicas entre os distintos clones de *Eucalyptus sp.*

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Entre as sugestões do trabalho temos:

- Instalar replicas dos experimentos com outras espécies, involucrando também espécies nativas, em condições de déficit hídrico rigoroso (Deficit o excesso), permitindo assim estudar melhor o comportamento e as estratégias da adaptação da árvore ajustada na realidade, chegando com essa informação ao produtor para melhorar a produtividade das plantações florestais.
- Para compreender melhor as tendências futuras da produtividade florestal, dar continuidade as coletas e análises das séries temporais da dinâmica de crescimento cambial e deposição de folheto depositado.
- Ter em consideração para próximas avaliações outras variáveis como potencial hídrico, fotossínteses, estudo das raízes, transpiração, condutância estomática, umidade do solo entre outras variáveis complementando o estudo das respostas ecofisiológicas já que é muito extenso e complexo compreender o comportamento da árvore

REFERÊNCIAS

- AASAMAA, K.; SOBER, A.; RAHI, M. Leaf anatomical characteristics associated with shoot hydraulic conductance, stomatal conductance and stomatal sensitivity to changes of leaf water status in temperate deciduous trees. **Australian Journal of Plant Physiology**. Collingwood, v. 28, n. 8, p. 765-774, 2001.
- ALFENAS, A.C.; ZAUZA, E.A.V.; MAFIA, R.G.; ASSIS, T.F. de. **Clonagem e doenças do eucalipto**. Viçosa: UFV, 2004. 442 p.
- ASSMANN, E. **The principles of forest yield study**. München: BLV, 1970. 490 p.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE PRODUTORES DE FLORESTAS PLANTADAS. **Anuário estadístico ABRAF**. Brasília, 2013. 142 p.
- BALLONI, E.A. Influência do espaçamento de plantio na produtividade florestal, **Silvicultura**, São Paulo, v. 8, n. 31, p. 558-592, 1983.
- BARROSO, D.G. **Qualidade de mudas de *Eucalyptus camaldulensis* e *E. urophylla* produzidas em tubetes e em blocos prensados com diferentes substratos**. 1999. 77 p. Tese (Doutorado em Produção Vegetal) - Universidade Estadual do Norte Fluminense, Campo de Goytacases, 1999.
- BATTAGLIA, M.; BEADLE, C.; LOUGHHEAD, S. Photosynthetic temperature responses *Eucalyptus globulus* and *Eucalyptus nitens*. **Tree Physiology**, Victoria, v. 16, p. 81-89, 1996.
- BERGER, R.; SCHNEIDER, P.R.; FINGER, C.A.G.; HASELEIN, C.R. Efeito do espaçamento e da adubação no crescimento de um clone de *Eucalyptus saligna* Smith. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 12, n. 2, p. 75-87, 2002.
- BINKLEY, D.; STAPE, J.L.; RYAN, M.G.; BARNARD, H. Age-related decline in forest ecosystem growth an individual-tree, stand-structure hypothesis. **Ecosystems**, New York, v. 5, p. 58-67, 2002.
- CARLESSO, R. **Influence of soil water deficits on maize growth and leaf area adjustments**. 1993. Thesis (PhD)- Michigan State University, East Lansing, 1993.
- _____. Absorção de água pelas plantas: água disponível versus extrínseca e a produtividade das culturas. **Revista Ciência Rural**, Santa Maria, v.25, n.1, p.183-188, 1995.
- CARVALHO, C.J.R. Respostas de plantas de *Schizolobium amazonicum* (S. *parahyba* var: *amazonicum*) e *Schizolobium parahyba* (*Schizolobium parahybum*) à deficiência hídrica. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 29, n. 6, p. 907-914, 2005.

CASELLA E., CEULEMANS R., 2002. Spatial distribution of leaf morphology and physiological characteristics in relation to local radiation regime within the canopies of 3-year-old *Populus* clones in coppice culture. **Tree Physiol.** Belgium. 22, 1277- 1288.

CHAVES, J.H. **Crescimento fotossíntese e relações hídricas de eucalipto sob diferentes regimes hídricos**. 2001. 106 p. Tese (Magister Scientiae em Silvicultura) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2001.

CHAVES, J.H.; REIS, G.G.; REIS, M.G.F.; NEVES, J.C.L.; PEZZOPANE, J.E.M.; POLLI, H.Q. Seleção precoce de clones de eucalipto para ambientes com disponibilidade diferenciada de água no solo: relações hídricas de plantas em tubetes. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 28, n. 3, p. 333-341, 2004.

CHAVES, M.; FLEXAS, J.; PINHEIRO, C. Photosynthesis under drought and salt stress: regulation mechanisms from whole plant to cell. **Annals of Botany**, Oxford, v. 103, p. 551–560, 2009.

CHAVES, M.M. Effects of water deficits on carbon assimilation. **Journal of Experimental Botany**, Oxford, v. 42, p.1-16, 1991.

CONSELHO DE INFORMAÇÕES SOBRE BIOTECNOLOGIA. **Guia do eucalipto**. oportunidades para um desenvolvimento sustentável. 2008. 20 p. Disponível em: <[http://cib.org.br/wp-content/uploads/2011/10/Guia_do_Eucalipto_junho_2008 .pdf](http://cib.org.br/wp-content/uploads/2011/10/Guia_do_Eucalipto_junho_2008.pdf)>. Acesso em: 18 fev. 2014.

CORCUERA, L.; NOTIVOL, E.; MAESTRO, C. La ecofisiología como herramienta para la selección de clones más adaptados y productivos en el marco de una silvicultura clonal con chopos. **Investigación Agraria. Sistemas y recursos forestales**, Madrid, v. 14, n. 3, p. 394-407. 2005.

CROXDALE, J. Stomatal patterning in angiosperma. **American Journal of Botany**, Madison, v. 87, n. 8, p.1069-1080, 2000.

DONG,X.;ZHANG,X. Special stomata distribution in *Sabina vulgaris* in relation to its survival in a desert environment. **Trees**,Berlin,.v14,n.7,p. 369-375,2000.

DONOSO, S. y RUIZ, F. 2001. Potencial hídrico y crecimiento de *Eucalyptus globulus* plantado a diferentes espaciamientos en la Provincia de Huelva, España. **Bosque** 22: 37 -44.

DURLO, M.A.; SUTILI, F.J.; DENARDI, L. Modelagem da copa de *Cedrella fissilis* Vellozo. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 14, n. 2, p. 79-89, jul./dez. 2004.

FARIA, G.E.; BARROS, N.F. de; CUNHA, V.L.P.; MARTINS, I.S.; MARTINS, R.C.C. 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.

FEDELE, L.; TOMAZELLO FILHO, M.; BOTOSSO, P.; GIANNOTTI, E. Periodicidade do crescimento de *Esenbecki leiocarpa* Engl. (guarantã) em duas áreas da região Sudeste do Estado de São Paulo. **Scientia Forestalis**, Piracicaba, n. 65, p. 141-149, jun. 2004.

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

FLEXAS, J.; BOTA, J.; ESCALONA, J.M.; SAMPOL, B.; MEDRANO, H. Effects of drought on photosynthesis in grapevines under field conditions. **Functional Plant Biology**, Melbourne, v. 29, p. 461-471, 2002.

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, 1994.

GONÇALVES, J L M; ALVARES, C A; GONÇALVES, T D; R M MOREIRA⁴, MENDES⁵ J C T; GAVA⁶. J L – Mapeamento de solos e da produtividade de plantações de *Eucalyptus grandis*, com uso de sistema de informação geográfica. **Sci. For., Piracicaba**, v. 40, n. 94, p. 187-201, jun. 2012

GONÇALVES, J. F. C.; SILVA, C.E.M.; GUIMARÃES, D.G. Fotossíntese e potencial hídrico foliar de plantas jovens de andiroba submetidas à deficiência hídrica e à reidratação. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 44, n. 1, p. 8-14, 2009.

GONÇALVES, J.L.M.; SANTERELLI, E.G.; MORAES NETO, S.P.; MANARA, M.P. Produção de mudas de espécies nativas: substrato, nutrição, sombreamento e fertilização. In: GONÇALVES, J.L.M.; BENEDETTI, V. (Ed.) **Nutrição e fertilização florestal**. Piracicaba: IPEF, 2000. p. 309-350.

GONÇALVES, J.L.M.; STAPE, J.L; LACLAU, J.P.; SMETHURST, P.; GAVA, J.L. Silvicultural effects on productivity and wood quality of eucaypt plantations. **Forest Ecology and Management**, Amsterdam, v. 193, p.45-61, 2004.

GONÇALVES, M.R. **Crescimento, acúmulo de nutrientes e temperaturada copa de cinco espécies de *Eucalyptus* spp. Sob dois regimes hídricos**. 1992. 84 p. Dissertação (Mestrado em Fisiologia Vegetal) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 1992.

GRANT, R.F. Interaction between carbon dioxide and water deficits affedting canopy photosynthesis: simulation an testing. **Crop Science**, Madison, v. 32,

p. 1322-1328, 1992.

HETHERINGTON, A.M.; WOODWARD, F.I. The role of stomata in sensing and driving environmental change. **Nature**, London, v. 424, n 6951, p 901-908, 2003

HSIAO, T.C. Plant response to water stress. **Annual Review of Plant Physiology**, Palo Alto, v.24, p.519-570, 1973.

IPT - INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS. **Mapa Geológico do Estado de São Paulo: Itapetininga/Cornélio Procópio**. São Paulo: IPT, 1984. p. SF 22-Z-D/SF 22-Z-C. (Escala 1:250.000).

INDÚSTRIA BRASILEIRA DE ÁRVORES. **Anuário estatístico IBÁ**. Brasília, 2014. 100 p.

JAMES, S.A.; BELL, D.T. Influence of light availability on leaf structure and growth of two *Eucalyptus globulus*. Provenances. **Tree Physiology**, Oxford, v. 20, p. 1007-1018, 2000.

KAMELI, A.; LOSEL, D.M. Contribution of carbohydrates and other solutes to osmotic adjustment in wheat leaves under water. **Journals of plant Physiology**, Stuttgart, v.145, n. 3, p.363-366, 1995

KIEHL, E.J. **Manual de edafologia**. São Paulo: Ceres, 1979.

KOZLOWSKI, T.T. Water supply and leaf shedding. In: _____. **Water deficits and plant growth**. New York: Academic Press, 1976. v. 4, p. 191-222.

KOZLOWSKI, T.T.; KRAMER, P.J.; PALLARDY, S.G.; ROY, J. **The physiological ecology of woody plants**. San Diego: Academic Press, 1991. 657 p.

LANDBERG, J.; SANDS, P. **Physiological ecology of forest production: principles, process and models**. 4th ed. San Diego: Academic Press, 2012. 352 p.

LARCHER, W. **Physiological plant ecology**. Berlin: Springer-Verlag, 1980. 303 p.

LARCHER, W. **Ecofisiologia vegetal**. 4 ed. São Carlos: RiMa, 2006, 531p.

_____. **Ecofisiologia vegetal**. 4. ed. São Carlos: RiMa, 2006. 531 p.

_____. **Plantas sob estresse**. In: _____. **Ecofisiologia vegetal**. São Carlos: Ed. RIMA, 2000. p. 341-430.

LEVITT, J. **Response of plants to environmental stress**. II: Water radiation, salt and other stress. New York: Academic Press, 1980. 606 p.

LONGUI, B.M. **Fotossíntese e relações hídricas de espécies de *Eucalyptus* sp. submetidas a diferentes regimes hídricos.** 2007. 37 p.

Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal) - Universidade do Oeste Paulista, Presidente Prudente, 2007.

MACHADO, E.C.; MEDINA, C.L.; GOMES, M.M.A. Teor de água no substrato de crescimento e fotossíntese em laranjeira 'Valência'. **Bragantia**, Campinas, v. 58, p. 217-226, 1999.

MARCOLINO, L. **Crescimento de clones de eucalipto em quatro espaçamentos de plantio no interior de São Paulo.** 2010. 26 p. Monografia (Trabalho de Conclusão do Curso de Engenharia Florestal) - Universidade Federal Rural Do Rio De Janeiro, Seropédica, 2010.

McCREE, K.J.; FERNÁNDEZ, C.J. Simulation model for studying physiological water stress responses of whole plants. **Crop Science**, Madison, v. 29, p. 353-360, 1989.

MIRANDA, A.C.; MIRANDA, H.S.; LLOYD, J.; GRACE, J.; FRANCEY, J.R.J.; MCINTYRE, A.; MEIR, P.; RIGGAN, P.; LOCKWOOD, R.; BRASS, J. Fluxes of carbon, water and energy over Brazilian cerrado: an analysis using eddy covariance and stable isotopes. **Plant Cell Environment**, Amsterdam, Brasilia v. 20, p. 315-328, 1997.

MOMENTEL, L. **Crescimento e respostas ecofisiológicas de clones do híbrido *Eucalyptus grandis* vs. *E. urophylla* submetidos a diferentes adubações potássicas.** 2013. 16 p. Monografia (Trabalho de Conclusão do Curso de Engenharia Florestal) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2013.

MONTEIRO, J.E.B.A.; SENTELHAS, P.; CHIAVEGATO, E.J.; GUISELINI, C.; SANTIAGO, A.V.; PRELA, A. Estimação da área foliar do algodoeiro por meio das dimensões e massa de folhas. **Bragantia**, Campinas, v. 64, n. 1, p. 15-24, 2005.

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

MUIANGA, M. **Relação entre crescimento e respostas ecofisiológicas em clones híbridos de *Eucalyptus grandis* x *Eucalyptus urophylla* submetidos a diferentes doses de adubação potássica.** 2013. 70 p. Dissertação (Mestrado em Recursos Florestais) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2013.

MÜLLER-RÖBER, B.; EHRHART, T.; PLESCH, G. Molecular features of stomatal guard cells. **Journal of Experimental Botany**, Oxford, v. 49, p. 293-304, 1998.

MURO_ABAD, J.I. **Método de melhoramento, assistido por marcadores moleculares, visando à obtenção de híbridos de *Eucalyptus* spp.** 2000. 74 p. Dissertação (Mestrado em Genética e Melhoramento) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2000.

NERY, E.; ALVARENGA, A.; JUSTO, C.; SOUZA, E.; ALVES E. Aspectos anatômicos de folhas de plantas jovens de *Calophyllum brasiliense* Cambess. submetidas a diferentes níveis de sombreamento. **Revista Brasileira de Biociências**, Porto Alegre, v. 5, supl. 2, p. 129-131, jul. 2007.

NEVES, T.A.; PROTÁSIO, T.P.; TRUGILHO, P.F.; VALLE, M.L A.; SOUSA, L.C.; VIEIRA, C.M.M. Qualidade da madeira de clones de *Eucalyptus* em diferentes idades para a produção de bioenergia. **Revista de Ciências Agrárias**, Maringá, v. 56, n. 2, p. 139-148, 2013.

NGUGI, M.R.; HUNT, D.D.; DOLEY, D.; RYAN, P.; DART, P. Selection of species and provenances for low-rainfall areas: physiological responses of *Eucalyptus cloeziana* and *Eucalyptus argophloia* to seasonal conditions in subtropical Queensland. **Forest Ecology and Management**, Amsterdam, v. 193, p. 141-156, 2004.

NINEMETS, U.; SONNINEN, E.; TOBIAS, M. Canopy gradients in leaf intercellular CO₂ ole fractions revisited: interactions between leaf irradiance and water stress need considerations. **Plant, Cell And Environmet**, Oxford, v. 27, p. 569-583, 2004.

NOGUEIRA, R.J.M.C.; ARAÚJO, E.L.; WILLADINO, L.G.;CAVALCANTE, U.M.T. (Ed.). **Estresses ambientais: danos e benefícios em plantas**. Recife: UFRPE, Imprensa Universitária, 2005. 110 p.

NUTTO, L. Manejo do crescimento diamétrico de *Araucaria angustifolia* (Bertol.) O. Ktze. baseado na árvore individual. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 11, n. 2, p. 9-25, jul./dez. 2001.

NUTTO, L.; TONINI, H.; BORSOI, G.A.; MOSKOVICH, F.; SPATHELF, A.P. Utilização dos parâmetros da copa para avaliar o espaço vital em povoamentos de *Pinus elliottii* Engelm. **Boletim de Pesquisa Florestal**, Colombo, n. 42, p. 123-138, 2001.

OTTO, M.G.; VERGANI, A.; GONÇALVES, A.N.; VRECHI, A.; SILVA, S.; STAPE, J. Fotossíntese, condutância estomática e produtividade de clones de *Eucalyptus* sob diferentes condições edafoclimáticas. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 36/37, n. 3, p. 431-439, 2013.

PÁEZ, A.; GONZÁLES, M.E.; YRAUSQUÍN, O.X.; SLAZAR, A.; CASANOVA, A. Water stress and clipping management effects on guineagrass: I. Growth and biomass allocation. **Agronomy Journal**, Madison, v. 87, p. 698-706, 1995.

PAIVA, A.S.; FERNANDES, E.J.; RODRIGUES, T.J.D.; TURCO, J.EP. Condutância estomática em folhas de feijoeiro submetido a diferentes regimes de irrigação. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v. 25, n. 1, p. 161-169, 2005.

PALLARDY, S.G. **Physiology of woody plants**. 3rd ed. San Diego: Elsevier; Academic Press, 2008. 454 p.

PEREIRA, M.; SOUZA, G. de; RODRIGUES, A.; MELHORANÇA FILHO, A.L.; KLAR, A. Análise de crescimento em clones de eucalipto submetidos a estresse hídrico. **Revista Irriga**, Botucatu, v. 15, n. 1, p. 98-110, 2010.

PORTAL FLORESTAL. **Características dos clones 144, 224 e 1528**. Disponível em: <<http://www.portalflorestal.com.br/portfolio/mudas-de-eucalipto-clonada-clone-aec-144>; http://www.portalflorestal.com.br/construcoes_detalhes.php?con_id=13; http://www.portalflorestal.com.br/construcoes_detalhes.php?con_id=33. Acesso em: 02 mar. 2014.

REIS, A.R.; FURLANI JUNIOR, E.; BUZETTI, D.; ANDREOTTI, M. Metodologia e técnicas experimentais diagnóstico da exigência do cafeeiro em nitrogênio pela utilização do medidor portátil de clorofila. **Bragantia**, Campinas, v. 65, n. 1, p. 163-171, 2006.

REIS, G.G.; REIS, M.G.F. Fisiologia da brotação do eucalipto com ênfase nas suas relações hídricas. **Série Técnica IPEF**, Piracicaba, v. 11, n. 30, p. 9-22, 1997.

REIS, M.G.F.; FONTAN, I.C.I.; MONTE, M.A.; GOMES, A.N.; OLIVEIRA, C.H.R. Crescimento de raízes e da parte aérea de clones de híbridos de *Eucalyptus grandis* x *Eucalyptus urophylla* e de *Eucalyptus camaldulensis* x *Eucalyptus* spp submetidos a dois regimes de irrigação no campo. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 30, n. 6, p. 921-931, 2006.

SANT'ANNA, H.L.S. **Aspectos fisiológicos de variedades de citrossubmetidas à deficiência hídrica progressiva**. 2009. 84 p. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, Cruz das Almas, 2009.

SANTOS, R.; CARLESSO, R. Déficit hídrico e os processos morfológico e fisiológico das plantas. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 2, n. 3, p. 287-294, 1998.

SCHNEIDER, P.R. **Manejo florestal**: planejamento da produção florestal. Santa Maria: UFSM, 2004. 492 p.

SHANER, D.; BOYER, J. Nitrate reductase activity in maize (*Zea mays* L.) leaves. **Plant Physiology**. Urbana, v. 58, p. 505-509, 1976.

SHARMA, B.D.; KAUL, H.N.; SINGH, M. Growth analysis of potato varieties in autumn in subtropical conditions. **New Botanist**, Lucknow, v. 20, n. 54, p. 55-64, 1993.

SILVA, V.R.; REICHERT, J.M.; REINERT, D.J. & BORTOIUZZI, E.C. **Soil water dynamics related to the degree of soil compaction of two Brazilian oxisols under no-tillage**. A. Bras. Ci.Solo, 33: 1097-1104, 2009.

SILVA, E.C.; NOGUEIRA, R.J.M.C.; AZEVEDO NETO, A.D.; SANTOS, V.F. Comportamento estomático e potencial da água da folha em três espécies lenhosas cultivadas sob estresse hídrico. **Acta Botanica Brasilica**, Manaus, v. 17, p. 231-246, 2003.

SILVA, J.C.; MATOS, J.L.M. A madeira de eucalipto na indústria moveleira. **Revista da Madeira**, Curitiba, n. 70, p. 36-40, 2003.

SILVA, W.; SEDIYAMA, T.; SILVA, A.A.; FERREIRA, F.A. Condutância estomática de *Eucalyptus citriodora* e *E. grandis*, em resposta a diferentes níveis de água no solo e de convivência com *Brachiaria brizantha* Stapf. **Bragantia**, Campinas, v. 57, n. 2, p. 339-347, 1998.

SIVAKUMAR, M.V.K.; SHAW, R.H. Relative evaluation of water stress indicators for soybeans. **Agronomy Journal**, Madison, v. 70, p. 619-623, 1978.

STERBA, H. **Waldwachstumskunde**. Wien: Universität für Bodenkultur, Institut für Waldwachstumsforschung, 2006. 129 p. (Skriptum zur Lehrveranstaltung 420.020).

STRECK, N.A. Do we know how plants sense a drying soil? **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 34, n. 2, p. 581-584, 2004.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Plant physiology**. Redwood City: The Benjamin/Cummings Publ., 1991. 848 p.

_____. **Fisiologia vegetal**. 4. ed. Porto Alegre: Artmed, 2009. 848 p.

TATAGIBA, S.D. **Crescimento inicial, trocas gasosas e status hídrico de clones de eucalipto sob diferentes regimes de irrigação**. 2006. 128 p. Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal) - Universidade Federal do Espírito Santo, Alegre, 2006.

TATAGIBA, S.D.; PEZZOPANE, J.E.M.; REIS, E.F.; DARDENGO, M.C.; EFFGEN, T.A.M. Comportamento fisiológico de dois clones de *Eucalyptus* na época seca e chuvosa. **Cerne**, Cidade, v. 13, n. 2, p. 149-159, 2007.

TOMAZELLO FILHO, M.; BOTOSSO, P.C.; LISI, C.S. Potencialidade da família Meliaceae para dendrocronologia em regiões tropicais e subtropicais.

In: ROIG, F.A. **Dendrocronologia em América Latina**. Mendoza: CRICYT, 2000. p. 381-431.

TONELLO, K.C. **Comportamento ecofisiológico de clones de *Eucalyptus***. 2010. 161 p. Tese (Doutorado em Engenharia Agrícola) – Faculdade de Engenharia Agrícola, Universidade Estadual de Campinas, Campinas.

TONELLO, K.C.; TEXEIRA FILHO, J. Respostas fisiológicas de dois clones de eucalipto submetidos a diferentes potenciais hídricos. In: SEMINÁRIO DE RECURSOS HÍDRICOS DA BACIA HIDROFICA DO PARAÍBA DO SUL: O EUCALIPTO E O CICLO HIDROLÓGICO, 1., 2007, Taubaté. **Anais...** Taubaté: IPABHI, 2007. p. 287-294.

TUOMELA, K. Leaf water relations in six provenances of *Eucalyptus microtheca*: a greenhouse experiment. **Forest Ecology and Management**, Amsterdam, v. 92, n. 1/3, p. 1-10, 1997.

TURNER, N. Crop water deficit: a decade of progress. **Advances in Agronomy**, Madison, v. 39, p. 1-51, 1986.

VELLINI, A.L.T.T.; PAULA, N.F.; ALVES, P.L.C.A.; PAVANI, L.C.; BONINE, C.A.; SCARPINATI, E.A.; PAULA, R.C. Respostas fisiológicas de diferentes clones de eucalipto sob diferentes regimes de irrigação. **Revista 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**, Argentina, v. 64, p. 390-400, 2006.

WOLFE, D.W.; HENDERSON, D.W.; HSIAO, T.C.; ALVINO, A. Interactive water and nitrogen effects on senescence of maize: I. Leaf area duration, nitrogen distribution and yield. **Agronomy Journal**, Madison, v. 80, p. 859-864, 1988.

WRIGHT, G.C.; SMITH, R.G.; McWILLIAM, J.R. Differences between two grain sorghum genotypes in adaptation to drought stress. I. Crop growth rate and yield response. **Australian Journal of Agricultural Research**, Melbourne, v. 34, p. 615-626, 1983.

XAVIER, T.M.T. **Efeito da restrição hídrica sobre o crescimento de clones de eucalipto**. 2010. 80 p. Dissertação. (Mestrado em Produção Vegetal) – Universidade Federal do Espírito Santo, Alegre, 2010.

ZHU, X.G.; LONG, S.P.; ORT, D.R. Improving photosynthetic efficiency for greater yield. **Annual Review of Plant Biology**, Palo Alto, v. 61, p. 235–261, 2010.

APÊNDICES

Tabela 10 - Valores médios dos clones em relação às variáveis de crescimento geral e por espaçamento ao longo do tempo no solo LVd-1; as letras amostram si os valores diferem entre si pelo teste de Tukey ($P>0,05$)

TRATAMENTO		ALTURA (m)						COMPRIMENTO DA COPA (m)				DAP (cm)					
		Idade em meses						Idade em meses				Idade em meses					
		21	25	27	31	35	37	27	31	35	37	21	25	27	31	35	37
GERAL	1404	9,7 d	12,0 d	12,7 d	13,3 d	13,5 d	14,8 d	6,7 d	6,8 c	6,4 c	8 e	7,3 d	8,9 d	9,1 d	9,4 e	9,9 d	10,1 d
	1407	10,2 c	12,4 c	13,2 c	13,9 c	14,1 c	15,5 bc	7,7 b	7,4 b	7,0 b	8,9 b	7,4 d	9,1 cd	9,4 d	9,9 d	10,4 c	10,7 c
	1528	10,6 ab	12,7 ab	13,8 b	14,4 b	14,4 b	15,8 b	8 a	7,4 b	6,6 c	8,4 de	8 b	9,6 b	9,9 bc	10,1 cd	10,6 bc	10,9 bc
	I042	10,3 c	12,3 c	14,3 a	14,9 a	15,1 a	16,9 a	7,7 b	7,8 a	7,4 a	9,6 a	7,7 c	9,4 bc	9,7 cd	10,3 bc	10,7 bc	11,2 b
	I144	10,8 a	12,8 a	14,5 a	15,1 a	15,1 a	16,7 a	7,4 c	7,3 b	6,8 b	8,7 bc	8,3 a	10,0 a	10,4 a	10,8 a	11,3 a	11,7 a
	I224	10,3 bc	12,5 bc	12,9 cd	13,9 c	14,0 c	15,1 cd	7,3 c	7,2 b	6,5 c	8,2 cd	7,9 bc	9,7 b	10,1 b	10,5 b	10,9 b	11,1 b
3mx1m	1404	10,2 b	10,4 b	12,6 c	13,2 c	13,2 c	14,3 d	5,9 c	6,1 c	5,6 b	7,1 ab	6,8 b	7,8 c	7,9 c	8,0 c	8,5 c	8,5 c
	1407	10,4 b	12,7 ab	13,2 b	13,5 bc	14,1 b	15,6 c	6,8 b	6,5 bc	6,6 a	8,0 ab	7,0 b	8,1 bc	8,4 bc	8,7 b	9,1 b	9,3 b
	1528	10,0 a	13,0 a	14,1 a	14,0 b	14,3 b	16,0 bc	7,9 a	7,0 ab	6,2 a	8,0 ab	7,4 a	8,3 ab	8,7 ab	8,9 ab	9,4 ab	9,6 ab
	I042	10,2 b	12,3 b	14,2 a	14,8 a	14,8 a	17,0 a	6,9 b	7,3 a	6,8 a	8,4 a	6,9 b	8,3 ab	8,5 ab	9,0 ab	9,4 ab	9,6 ab
	I144	11,1 a	13,1 a	14,5 a	1,05 a	14,8 a	16,3 b	6,6 b	6,7 b	5,7 ab	7,8 abc	7,5 a	8,8 a	9,0 a	9,4 a	9,8 a	10,2 a
	I224	10,2 b	12,4 b	12,6 c	13,6 bc	13,5 c	14,8 d	6,6 b	6,6 bc	5,8 bc	7,5 bc	6,8 b	8 bc	8,4 bc	8,9 ab	9,2 b	9,3 b
3mx2m	1404	9,3 c	11,5 c	12,8 c	13,3 c	13,4 d	14,7 c	6,6 c	6,9 b	6,2 d	7,6 c	7,1 b	8,7 d	8,9 c	9,1 c	9,6 c	9,9 d
	1407	10,0 b	12,1 b	13,3 c	14,0 b	14,0 c	15,5 b	7,8 ab	7,5 a	6,8 bc	9,1 a	7,3 b	9,1 cd	9,5 b	9,8 b	10,3 b	10,8 c
	1528	10,6 a	12,8 a	13,9 b	14,7 a	14,6 b	15,7 b	7,9 a	7,5 a	6,6 c	8,2 bc	7,8 a	9,5 c	9,7 b	10,0 b	10,5 b	10,8 c
	I042	10,4 ab	12,4 ab	14,5 a	15,0 a	15,2 a	16,5 a	7,6 abc	7,7 a	7,5 a	9,4 a	7,7 a	9,5 c	9,8 b	10,3 b	10,7 b	11,2 bc
	I144	10,6 a	12,8 a	14,6 a	15,1 a	15,3 a	17,1 a	7,2 c	7,3 ab	7,1 ab	9,1 a	7,9 a	10,0 b	10,5 a	10,9 a	11,4 a	11,7 ab
	I224	10,2 b	12,7 a	12,8 c	14,1 b	14,3 bc	15,6 b	7,4 bc	7,2 ab	6,8 bc	8,8 ab	7,9 a	10,5 a	10,8 a	11,1 a	11,8 a	11,9 a
3mx4m	1404	9,8 c	11,9 b	12,7 b	13,5 d	14,0 c	15,3 bc	7,6 c	7,2 d	7,3 bc	9,3 bc	8,0 e	10,0 d	10,4 d	11,0 b	11,5 c	11,6 c
	1407	10,2 bc	12,4 a	13,0 a	14,1 c	14,4 bc	15,3 bc	8,5 ab	8,2 ab	7,5 b	9,7 b	7,9 de	10,1 cd	10,4 cd	11,1 b	11,7 bc	12 bc
	1528	10,1 c	12,4 a	13,4 ab	14,5 bc	14,4 b	15,7 b	8,2 b	7,8 bc	7,0 cd	9,0 c	8,7 bc	10,9 ab	11,2 ab	11,4 b	12,1 ab	12,4 b
	I042	10,2 bc	12,4 ab	14,1 a	15,0 ab	15,2 a	17,2 a	8,6 a	8,4 a	7,9 a	10,9 a	8,4 cd	10,5 bcd	10,7 bcd	11,5 b	12,0 bc	12,6 ab
	I144	10,6 a	12,6 a	14,3 a	15,1 a	15,3 a	16,6 a	8,3 ab	7,9 bc	7,7 ab	9,3 bc	9,3 a	11,2 a	11,6 a	12,3 a	12,6 a	13,1 a
	I224	10,7 a	12,5 a	13,2 bc	14,1 c	14,2 bc	15,0 c	8,0 b	7,6 cd	6,8 d	8,3 d	9,0 ab	10,5 bc	10,9 bc	11,3 b	11,8 bc	12,1 bc

Tabela 11 - Valores médios dos clones em relação às variáveis de crescimento geral e por espaçamento ao longo do tempo no solo LVdf; as letras amostram si os valores diferem entre si pelo teste de Tukey (P>0,05)

CONCEITO	CLONE	ALTURA (m)						COMPRIMENTO DA COPA (m)				DAP (cm)					
		Idade em Meses						Idade em Meses				Idade em Meses					
		21	25	27	31	35	37	27	31	35	37	21	25	27	31	35	37
GERAL	1404	10,7 d	12,8 d	13,9 cd	15,1 c	16,2 b	17,8 c	7,4 d	6,9 c	8 bc	9,1 c	7,7 c	9,4 c	9,8 b	10,2 c	11,2 d	11,4 d
	1407	10,4 e	12,5 e	13,6 d	14,6 d	15,8 c	17,9 c	8,5 b	7,1 c	8,1 b	9,9 b	7,8 c	9,5 bc	9,9 b	10,4 bc	11,4 cd	11,8 cd
	1528	11,6 b	13,7 b	15,0 a	15,8 a	17,0 a	19,6 a	9,7 a	8,0 a	8,6 a	10,3 ab	8,8 a	10,4 a	10,7 a	11,4 a	12,2 a	12,7 a
	1042	11,4 bc	13,8 ab	14,9 b	16,3 a	17,3 a	19,7 a	8,2 c	7,6 b	8,5 a	10,6 a	8,3 b	9,9 b	10,2 b	10,7 b	11,7 bc	12,2 bc
	1144	12,0 a	14,0 a	15,3 a	15,8 b	17,1 a	19,4 ab	8,3 bc	6,9 c	8,5 a	10,2 ab	8,8 a	10,2 a	10,7 a	11,3 a	12 ab	12,4 ab
	1224	11,2 c	13,3 c	14,1 c	15,4 c	16,5 b	19,1 b	8,6 b	7,1 c	7,7 c	10 b	8,7 a	10,4 a	10,8 a	11,3 a	12,4 a	12,8 a
3mx1m	1404	10,9 b	12,8 b	13,6 b	14,6 cd	15,8 b	16,5 c	6,25 d	6,37 bc	7,01 c	7,58 c	6,8 c	8,1 b	8,4 c	8,8 c	9,2 b	9,5 b
	1407	10,5 b	12,3 c	13,5 b	14,0 d	15,1 c	17,2 c	7,89 b	6,19 bc	7,53 abc	9,43 ab	6,9 bc	8,3 b	8,5 bc	8,9 bc	9,5 b	9,8 b
	1528	11,8 a	13,8 a	14,7 a	15,6 a	16,5 a	18,8 b	9,19 a	7,93 a	7,89 ab	9,27 ab	7,9 a	9,1 a	9,3 a	9,7 a	10,5 a	10,9 a
	1042	11,4 a	13,6 a	14,3 a	15,7 a	16,9 a	19,7 a	6,92 c	6,8 b	7,78 ab	9,81 a	7,4 ab	8,4 b	8,6 bc	9,1 abc	9,7 b	10,1 ab
	1144	11,8 a	13,9 a	14,5 a	14,9 bc	16,4 a	18,8 b	7,26 c	6,14 c	7,96 a	9,52 ab	7,6 a	8,6 ab	8,9 abc	9,3 abc	9,8 ab	10,1 ab
	1224	11,4 a	13,4 a	14,6 a	15,4 ab	16,4 a	18,7 b	7,92 b	6,79 b	7,32 bc	8,82 b	7,5 a	8,7 ab	9,1 ab	9,6 ab	10,5 ab	10,8 a
3mx2m	1404	10,6 d	12,7 d	13,8 c	15,1 c	16,1 b	18,1 d	7,4 d	6,9 b	8,2 ab	9,3 b	7,6 d	9,2 d	9,5 d	9,9 c	11,0 d	10,9 d
	1407	10,3 d	12,6 d	13,6 c	14,8 c	16,1 b	18,5 cd	8,7 b	7,3 ab	8,3 ab	9,8 ab	7,9 cd	9,6 cd	9,9 d	10,4 c	11,3 d	11,7 cd
	1528	11,7 b	13,9 b	15,2 b	16,0 a	17,2 a	20,0 a	9,8 a	7,7 a	8,6 a	10,5 a	8,6 ab	10,2 bc	10,6 bc	11,3 c	12,1 cd	12,7 b
	1042	11,3 bc	13,9 bc	14,9 b	16,4 a	17,2 a	19,3 abc	8 c	7,6 a	8 ab	10,4 a	8,2 bc	9,8 bcd	10,1 cd	10,3 b	11,6 bc	12 bc
	1144	12,3 a	14,3 a	15,9 a	15,9 ab	17,2 a	19,9 ab	8,5 bc	6,9 b	8,6 ab	9,9 ab	8,9 a	10,4 b	10,9 b	11,7 ab	12,3 b	12,6 b
	1224	11,1 c	13,3 c	13,6 c	15,2 bc	16,4 b	19,2 bc	8,9 b	7,4 ab	8 b	10,4 a	8,5 ab	11,3 a	11,8 a	12,1 a	13,4 a	13,9 a
3mx4m	1404	10,6 cd	13 cd	14,3 b	15,7 bc	16,8 b	18,8 c	8,57 c	7,36 c	8,69 bc	10,49 b	8,7 c	10,9 bc	11,4 b	12,0 d	13,3 a	13,8 b
	1407	10,2 d	12,5 d	13,7 c	15,0 c	16,3 b	18,0 d	9,02 bc	7,73 bc	8,45 cd	10,58 b	8,7 c	10,7 c	11,3 b	11,7 cd	13,4 a	13,9 b
	1528	11,3 ab	13,4 b	15,0 a	15,7 b	17,4 a	19,9 ab	10,09 a	8,34 ab	9,2 ab	11,26 ab	9,7 ab	11,7 a	12,3 a	13,0 a	13,9 a	14,7 a
	1042	11,4 ab	13,9 a	15,4 a	16,7 a	17,9 a	20,2 a	9,54 ab	8,43 a	9,75 a	11,52 a	9,4 b	11,4 abc	11,8 ab	12,6 abc	13,8 a	14,4 ab
	1144	11,7 a	13,9 a	15,6 a	16,5 a	17,9 a	19,4 bc	9,24 b	7,66 c	9,02 bc	10,96 ab	9,8 ab	11,7 a	12,2 a	12,9 ab	14,0 a	14,6 a
	1224	11,1 bc	13,1 bc	14 bc	15,6 bc	16,8 b	19,3 bc	9,04 bc	7,13 c	7,92 d	10,62 b	10,2 a	11,1 abc	11,5 b	12,3 bcd	13,2 a	13,7 ab

Tabela 12 - Valores médios dos clones em relação ao Índice de área foliar (IAF) geral e por espaçamento ao longo do tempo para os solos LVdf e LVd-1; as letras amostram si os valores diferem entre si pelo teste de Tukey (P>0,05)

CONCEITO	CLONE	Índice de Área foliar (m/m)- LVd-1				Índice de Área foliar (m/m)- LVdf			
		Idade em meses				Idade em meses			
		27	31	35	37	27	31	35	37
GERAL	1404	2,9 c	2 a	2,3 b	2,7 a	3,6 ab	3,4 a	2,4 a	3,4 a
	1407	3,1 bc	2 a	2,5 ab	2,9 a	3,2 b	3,5 a	2,7 a	3,6 a
	1528	3,1 bc	2 a	2,4 ab	2,9 a	3,4 ab	3,3 a	2,6 a	3,4 a
	I042	3,5 a	2,2 a	2,6 a	2,8 a	3,7 a	3,6 a	2,7 a	3,6 a
	I144	3,3 ab	2 a	2,5 ab	3 a	3,5 ab	3,6 a	2,7 a	3,5 a
	I224	3,4 ab	2,2 a	2,5 ab	2,7 a	3,8 a	3,6 a	2,8 a	3,6 a
3mx1m	1404	3 c	2,1 a	2,4 a	2,9 a	4,0 a	3,6 a	2,5 a	3,2 a
	1407	3,8 a	2,3 a	2,7 a	3,1 a	3,3 a	3,6 a	2,8 a	3,6 a
	1528	3,1 bc	2 a	2,5 a	2,8 a	3,5 a	3,6 a	2,9 a	3,8 a
	I042	3,5 abc	2,4 a	2,7 a	2,6 a	3,8 a	3,8 a	3,1 a	3,8 a
	I144	3,4 abc	2,1 a	2,6 a	3,4 a	3,5 a	3,7 a	2,7 a	3,6 a
	I224	3,7 ab	2,4 a	2,6 a	2,6 a	3,8 a	3,9 a	3,1 a	3,9 a
3mx2m	1404	3,1 b	2,1 b	2,4 a	2,8 a	3,5 a	3,4 a	2,5 a	3,6 a
	1407	3,1 b	1,9 b	2,5 a	2,9 a	3,6 a	3,6 a	2,9 a	3,9 a
	1528	3,4 ab	2,2 a	2,6 a	3,3 a	3,5 a	3,3 a	2,6 a	3,2 a
	I042	3,7 a	2,2 ab	2,7 a	2,7 a	3,6 a	3,8 a	2,7 a	3,6 a
	I144	3,5 ab	2,1 ab	2,6 a	3 a	3,7 a	3,8 a	3 a	3,8 a
	I224	3,5 ab	2,3 ab	2,6 a	3 a	3,8 a	3,7 a	2,8 a	3,6 a
3mx4m	1404	2,7 b	1,8 a	2 b	2,4 a	3,2 ab	3,2 a	2,3 a	3,4 a
	1407	2,5 b	1,8 a	2,2 ab	2,7 a	2,8 b	3,2 a	2,2 a	3,3 a
	1528	2,9 ab	1,8 a	2,2 ab	2,7 a	3,4 ab	3,1 a	2,3 a	3,1 a
	I042	3,2 a	2 a	2,5 a	3 a	3,7 a	3,4 a	2,5 a	3,5 a
	I144	2,9 ab	1,8 a	2,2 ab	2,7 a	3,3 ab	3,3 a	2,3 a	3,1 a
	I224	2,9 ab	1,9 a	2,3 ab	2,6 a	3,8 a	3,4 a	2,5 a	3,4 a

Tabela 13 - Valores médios de pesos de foplhedo depositados (g) mensal da interação clone/ Espaçamento para o solo LVd-1; as letras amostram si os valores diferem entre si pelo teste de Tukey (P>0,05)

CLONE/ESP		ANO 2013			ANO 2104											
		Ago	Out	Dez	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
1404	3X1	13,78 a	5,55 a	17,88 a	22,83 a	14,69 a	2 a	15,72 ab	10,4 a	4,34 a	15,8 a	5,9 a	9,1 a	2,01 a	7 a	0,55 a
1404	3X2	10,95 a	3,59 a	14,53 a	18,05 a	14,18 a	0,98 a	18,2 a	10,71 a	3,78 a	13,85 a	5,41 a	8,23 a	1,1 a	9,61 a	0,7 a
1404	3X4	10,35 a	4,9 a	19,91 a	14,84 a	11,34 a	1,14 a	12,77 b	8,2 a	3,71 a	9,05 b	4,28 a	5,56 a	1,09 a	8,03 a	0,83 a
1407	3X1	5,09 a	5,98 a	15,94 a	31,51 a	14,39 a	1,26 a	14,11 a	12,25 a	3,24 a	11,3 a	4,6 a	8,48 a	2,25 a	5,97 a	1 a
1407	3X2	2,11 a	4,1 ab	8,9 b	28,94 a	14,87 a	1,59 a	13,07 a	13,99 a	2,7 a	7,02 ab	5,16 a	9,22 a	1,46 a	5,04 a	0,8 a
1407	3X4	1,82 a	3,29 b	7,2 b	20,73 a	12,52 a	0,74 a	7,79 a	14,27 a	1,59 a	4,93 b	4,79 a	5,51 a	1,86 a	4,45 a	0,62 a
1528	3X1	5,27 a	4,93 a	11 a	21,45 a	10,72 a	1,46 a	12,04 a	10,76 b	4,85 a	6,38 a	4,15 a	7,12 a	0,95 a	5,32 a	0,88 a
1528	3X2	4,72 a	3,95 a	11,69 a	22,75 a	11 a	1,29 a	10,5 a	13,03 ab	3,99 a	10,38 ab	5,76 a	6,22 a	0,6 a	4,24 a	0,73 a
1528	3X4	4,99 a	4,79 a	8,63 a	18,5 a	13,58 a	1,24 a	8,06 a	16,38 a	4,7 a	5,83 b	3,78 a	6,07 a	1,52 a	4,66 a	1,32 a
l042	3X1	6,2 a	4,83 a	15,01 a	20,62 a	17,13 a	1,61 a	10,43 a	9,23 a	2,45 a	10,52 a	5,81 a	7,14 ab	0,72 ab	4,75 a	1,01 a
l042	3X2	6,71 a	5,26 a	14,37 a	22,43 ab	15,54 a	2,4 ab	12,98 a	12,37 a	4,09 a	7,09 ab	7,54 a	9,28 a	2,14 a	6,37 a	0,85 a
l042	3X4	6,59 a	4,2 a	10,76 a	9,84 b	12,43 a	0,58 b	10,34 a	8,01 a	3,26 a	5,59 b	5,34 b	5,18 b	0,22 b	3,38 a	1,02 a
l224	3X1	5,68 a	4,61 a	10,85 a	10,33 a	17,84 a	2,68 a	12,14 a	14,08 a	5,75 a	9,78 a	5,35 a	7 a	1,03 a	4,78 a	0,9 a
l224	3X2	3,77 a	3,38 a	8,91 a	15,04 a	14,88 a	1,69 a	14,92 a	11,89 a	3,6 a	5,72 ab	4,3 ab	6,86 a	1,25 a	5,16 a	0,6 a
l224	3X4	3,21 a	3,68 a	7,98 a	17,13 a	12,03 a	0,94 a	15,62 a	11,44 a	3,4 a	5,26 b	3,81 b	5,83 a	0,8 a	3,26 a	0,52 a
l144	3X1	12,86 a	5,8 a	17,81 a	30 a	17,88 a	1,53 a	8,54 a	9,05 a	3,7 a	8,02 a	7,45 a	9,99 a	1,2 a	6,67 a	0,68 a
l144	3X2	8,41 b	6,72 a	13,4 a	22,78 a	15,4 a	1,57 a	10,09 a	9,46 a	4,3 a	6,44 a	5,36 a	6,82 a	1,71 a	8,19 a	0,78 a
l144	3X4	8,52 b	5,76 a	15,01 a	19,33 a	10,76 a	2,23 a	9,74 a	11,84 a	4,84 a	5,18 a	4,77 a	5,97 a	2,03 a	8,24 a	0,71 a

Tabela 14 - Valores médios de pesos de foplhedo depositados (g) mensal da interação Espaçamento/clone para o solo LVd-1; as letras amostram si os valores diferem entre si pelo teste de Tukey (P>0,05)

ESP/CLONE		Ago	Out	Dez	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
3X1	I224	5,68 b	4,61 a	10,85 b	10,33 b	17,84 a	2,68 a	12,14 b	14,08 a	5,75 a	9,78 b	5,35 ab	7 a	1,03 a	4,78 a	0,9 a
3X1	I144	12,86 a	5,8 a	17,81 a	30 a	17,88 a	1,53 a	8,54 ab	9,05 a	3,7 a	8,02 b	7,45 a	9,99 a	1,2 a	6,67 a	0,68 a
3X1	I042	6,2 b	4,83 a	15,01 ab	20,62 ab	17,13 a	1,61 a	10,43 ab	9,23 a	2,45 a	10,52 ab	5,81 ab	7,14 a	0,72 a	4,75 a	1,01 a
3X1	1528	5,27 b	4,93 a	11 ab	21,45 ab	10,72 a	1,46 a	12,04 ab	10,76 a	4,85 a	6,38 b	4,15 b	7,12 a	0,95 a	5,32 a	0,88 a
3X1	1407	5,09 b	5,98 a	15,94 ab	31,51 a	14,39 a	1,26 a	14,11 ab	12,25 a	3,24 a	11,3 ab	4,6 b	8,48 a	2,25 a	5,97 a	1 a
3X1	1404	13,78 a	5,55 a	17,88 a	22,83 ab	14,69 a	2 a	15,72 a	10,4 a	4,34 a	15,8 a	5,9 ab	9,1 a	2,01 a	7 a	0,55 a
3X2	I224	3,77 cd	3,38 b	8,91 a	15,04 a	14,88 a	1,69 a	14,92 ab	11,89 a	3,6 a	5,72 b	4,3 b	6,86 a	1,25 a	5,16 ab	0,6 a
3X2	I144	8,41 ab	6,72 a	13,4 a	22,78 a	15,4 a	1,57 a	10,09 b	9,46 a	4,3 a	6,44 b	5,36 ab	6,82 a	1,71 a	8,19 ab	0,78 a
3X2	I042	6,71 abc	5,26 ab	14,37 a	22,43 a	15,54 a	2,4 a	12,98 ab	12,37 a	4,09 a	7,09 b	7,54 a	9,28 a	2,14 a	6,37 ab	0,85 a
3X2	1528	4,72 bcd	3,95 ab	11,69 a	22,75 a	11 a	1,29 a	10,5 b	13,03 a	3,99 a	10,38 ab	5,76 ab	6,22 a	0,6 a	4,24 b	0,73 a
3X2	1407	2,11 d	4,1 ab	8,9 a	28,94 a	14,87 a	1,59 a	13,07 ab	13,99 a	2,7 a	7,02 b	5,16 ab	9,22 a	1,46 a	5,04 ab	0,8 a
3X2	1404	10,95 a	3,59 ab	14,53 a	18,05 a	14,18 a	0,98 a	18,2 a	10,71 a	3,78 a	13,85 a	5,41 ab	8,23 a	1,1 a	9,61 a	0,7 a
3X4	I224	3,21 cd	3,68 a	7,98 c	17,13 a	12,03 a	0,94 a	15,62 a	11,44 ab	3,4 a	5,26 a	3,81 a	5,83 a	0,8 a	3,26 b	0,52 b
3X4	I144	8,52 ab	5,76 a	15,01 ab	19,33 a	10,76 a	2,23 a	9,74 b	11,84 ab	4,84 a	5,18 a	4,77 a	5,97 a	2,03 a	8,24 a	0,71 ab
3X4	I042	6,59 abc	4,2 a	10,76 ab	9,84 a	12,43 a	0,58 a	10,34 ab	8,01 b	3,26 a	5,59 a	5,34 a	5,18 a	0,22 a	3,38 b	1,02 ab
3X4	1528	4,99 bcd	4,79 a	8,63 ab	18,5 a	13,58 a	1,24 a	8,06 b	16,38 a	4,7 a	5,83 a	3,78 a	6,07 a	1,52 a	4,66 ab	1,32 a
3X4	1407	1,82 d	3,29 a	7,2 c	20,73 a	12,52 a	0,74 a	7,79 b	14,27 ab	1,59 a	4,93 a	4,79 a	5,51 a	1,86 a	4,45 ab	0,62 ab
3X4	1404	10,35 a	4,9 a	19,91 a	14,84 a	11,34 a	1,14 a	12,77 ab	8,2 b	3,71 a	9,05 a	4,28 a	5,56 a	1,09 a	8,03 a	0,83 ab

Tabela 15 - Valores médios de pesos de foplhedo depositados (g) mensal dos espaçamentos para o solo LVd-1; as letras amostram si os valores diferem entre si pelo teste de Tukey ($P>0,05$)

ESPAÇAMENTO	Ago	Out	Dez	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
3X1	8,15 a	5,28 a	14,75 a	22,79 a	15,44 a	1,76 a	12,16 ab	10,96 a	4,05 a	10,3 a	5,53 a	8,05 a	1,36 a	5,75 a	0,84 a
3X2	6,11 b	4,5 a	11,97 b	21,67 a	14,31 ab	1,59 a	13,29 a	11,91 a	3,74 a	8,42 b	5,59 a	7,76 a	1,38 a	6,44 a	0,74 a
3X4	5,91 b	4,44 a	11,58 b	16,73 b	12,11 b	1,14 a	10,72 b	11,69 a	3,58 a	5,97 c	4,43 b	5,69 b	1,25 a	5,33 a	0,84 a

Tabela 16 - Valores médios de pesos de foplhedo depositados (g) mensal dos espaçamentos para o solo LVd-1; as letras amostram si os valores diferem entre si pelo teste de Tukey ($P>0,05$)

CLONES	Ago	Out	Dez	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
1404	11,69 a	4,68 ab	17,44 a	18,57 bc	13,41 a	1,37 a	15,56 a	9,77 a	3,94 a	12,9 a	5,16 ab	7,5 a	1,4 a	8,21 a	0,69 a
1407	3 c	4,46 ab	10,68 cd	27,06 a	13,93 a	1,2 a	11,66 bc	13,5 a	2,51 a	7,75 b	4,85 ab	7,87 a	1,86 a	5,15 bc	0,81 a
1528	4,99 bc	4,56 ab	10,44 cd	20,9 abc	11,77 a	1,33 a	10,2 c	13,39 a	4,54 a	7,53 b	4,56 b	6,47 a	1,02 a	4,74 c	0,98 a
l042	6,5 b	4,76 ab	13,38 bc	17,63 bc	15,03 a	1,53 a	11,25 bc	9,87 a	3,26 a	7,73 b	6,28 a	7,2 a	1,03 a	4,83 c	0,96 a
l144	9,93 a	6,09 a	15,41 ab	24,04 ab	14,68 a	1,77 a	9,46 c	10,12 a	4,28 a	6,55 b	5,92 ab	7,45 a	1,64 a	7,7 ab	0,72 a
l224	4,22 bc	3,89 b	9,25 d	14,16 c	14,92 a	1,77 a	14,23 ab	12,47 a	4,25 a	6,92 b	4,49 b	6,56 a	1,03 a	4,4 c	0,68 a

Tabela 17 - Valores médios de pesos de foplhedo depositados (g) mensal da interação clone/ Espaçamento para o solo LVdf; as letras amostram si os valores diferem entre si pelo teste de Tukey (P>0,05)

CLONE/ESP		ANO 2013		ANO 2104											
		Ago	Dez	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
1404	3X1	20,17 a	20,11 a	37,05 a	15,19 a	3,21 a	18,26 a	11,82 a	6,73 a	14,11 a	7,36 a	11,51 a	6,37 a	13,18 a	2,07 a
1404	3X2	9,4 b	18,84 a	31,31 a	13,65 a	2,46 a	21,97 a	13,05 a	6,89 a	11,64 ab	6,14 a	10,44 a	4,19 a	8,42 a	2,14 a
1404	3X4	10,87 b	20,58 a	33,94 a	14,89 a	2,72 a	22,75 a	12,3 a	6,07 a	9,8 b	4,72 a	9,95 a	4,53 a	11,37 a	1,64 a
1407	3X1	20,17 a	20,11 a	37,05 a	15,19 a	3,21 ab	18,26 a	11,82 a	6,73 a	14,11 a	7,36 a	11,51 a	6,37 a	13,18 a	2,07 a
1407	3X2	9,4 b	18,84 a	31,31 a	13,65 a	2,46 b	21,97 a	13,05 a	6,89 a	11,64 a	6,14 a	10,44 a	4,19 a	8,42 a	2,14 a
1407	3X4	10,87 ab	20,58 a	33,94 a	14,89 a	2,72 a	22,75 a	12,3 a	6,07 a	9,8 a	4,72 a	9,95 a	4,53 a	11,37 a	1,64 a
1528	3X1	4,86 a	14,2 a	35,82 a	15,47 a	2,25 a	14,72 a	13,25 a	8,43 a	10,43 a	4,45 a	11,53 a	6,61 a	13,29 a	4,59 a
1528	3X2	4,79 a	12,37 a	29,28 a	12,92 a	2,58 a	14,99 a	13,94 a	6,64 a	6,11 b	3,68 a	9,82 a	6,46 a	15,12 a	4,08 a
1528	3X4	5,25 a	15,84 a	26,52 a	14,38 a	4,23 a	11,83 a	14,44 a	8,52 a	5 b	4,11 a	9,54 a	5,21 a	12,26 a	2,87 a
I042	3X1	9,75 a	19,52 a	35,38 a	13,52 a	3,56 a	14,69 a	10,07 a	5,17 a	8,64 a	6,79 a	12,4 a	5,8 a	14,04 a	1,56 a
I042	3X2	7,99 a	15,33 a	32,9 a	16,93 a	2,86 a	17,13 a	13,05 a	6,4 a	5,8 a	6,88 a	8,72 a	5,26 a	10,99 a	1,4 a
I042	3X4	6,72 a	15,32 a	37,41 a	13,3 a	3,24 a	15,02 a	12,55 a	4,77 a	5,06 a	6,26 a	10,14 a	6,74 a	13,47 a	1,84 a
I224	3X1	12,64 a	20,28 a	43,07 a	13,26 a	3,53 a	14,38 a	10,54 a	5,76 a	8,15 a	6,44 a	11,85 a	4,63 a	11 a	1,79 a
I224	3X2	12,2 a	19,15 ab	39,1 a	15,2 a	3,46 a	14,92 a	9,46 a	8,16 a	5,92 b	4,67 a	11,02 a	6,05 a	14,57 a	1,59 a
I224	3X4	8,18 a	19,86 b	38,52 a	15,43 a	2,07 a	18,27 a	11,87 a	6,18 a	4,29 b	5,26 a	11 a	8,85 a	14,38 a	1,8 a
I144	3X1	12,64 a	20,28 a	43,07 a	13,26 a	3,53 a	14,38 a	10,54 a	5,76 a	8,15 a	6,44 a	11,85 a	4,63 a	11 a	1,79 a
I144	3X2	12,2 a	19,15 a	39,1 a	15,2 a	3,46 a	14,92 a	9,46 a	8,16 a	5,92 a	4,67 a	11,02 a	6,05 ab	14,57 a	1,59 a
I144	3X4	8,18 a	19,86 a	38,52 a	15,43 a	2,07 a	18,27 a	11,87 a	6,18 a	4,29 a	5,26 a	11 a	8,85 b	14,38 a	1,8 a

Tabela 18 - Valores médios de pesos de foplhedo depositados (g) mensal da interação Espaçamento/clone para o solo LVdf; as letras amostram si os valores diferem entre si pelo teste de Tukey (P>0,05)

ESP/CLONE		Ago	Dez	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
3X1	I224	5,6 c	15,38 a	36,24 a	14,73 a	5,31 a	19,64 a	16,03 a	7,3 a	10,28 ab	6,01 a	12,33 a	6,93 a	10,98 a	2,27 ab
3X1	I144	12,64 b	20,28 a	43,07 a	13,26 a	3,53 a	14,38 a	10,54 a	5,76 a	8,15 b	6,44 a	11,85 a	4,63 a	11 a	1,79 b
3X1	I042	9,75 bc	19,52 a	35,38 a	13,52 a	3,56 a	14,69 a	10,07 a	5,17 a	8,64 b	6,79 a	12,4 a	5,8 a	14,04 a	1,56 b
3X1	1528	4,86 c	14,2 a	35,82 a	15,47 a	2,25 a	14,72 a	13,25 a	8,43 a	10,43 ab	4,45 a	11,53 a	6,61 a	13,29 a	4,59 a
3X1	1407	8,28 bc	14,86 a	41,97 a	15,19 a	3,99 a	19,28 a	12,15 a	6,64 a	6,43 b	5,73 a	12,72 a	6,99 a	10,02 a	2,14 ab
3X1	1404	20,17 a	20,11 a	37,05 a	15,19 a	3,21 a	18,26 a	11,82 a	6,73 a	14,11 a	7,36 a	11,51 a	6,37 a	13,18 a	2,07 ab
3X2	I224	5,25 bc	12,38 ab	31,27 a	14,71 a	3,7 a	19,58 a	13,9 a	8,08 a	6,23 b	5,5 a	9,4 a	3,91 a	9,48 ab	1,38 ab
3X2	I144	12,2 a	19,15 a	39,1 a	15,2 a	3,46 a	14,92 a	9,46 a	8,16 a	5,92 b	4,67 a	11,02 a	6,05 a	14,57 ab	1,59 b
3X2	I042	7,99 abc	15,33 ab	32,9 a	16,93 a	2,86 a	17,13 a	13,05 a	6,4 a	5,8 b	6,88 a	8,72 a	5,26 a	10,99 ab	1,4 b
3X2	1528	4,79 bc	12,37 ab	29,28 a	12,92 a	2,58 a	14,99 a	13,94 a	6,64 a	6,11 b	3,68 a	9,82 a	6,46 a	15,12 a	4,08 a
3X2	1407	2,58 c	10,27 b	36,8 a	13,71 a	1,76 a	18,09 a	11,3 a	6,83 a	5,34 b	4,6 a	10,53 a	5,54 a	10,33 ab	2,14 ab
3X2	1404	9,4 ab	18,84 a	31,31 a	13,65 a	2,46 a	21,97 a	13,05 a	6,89 a	11,64 a	6,14 a	10,44 a	4,19 a	8,42 b	2,14 ab
3X4	I224	3,79 b	8,46 c	28,31 a	12 a	4,48 a	22,7 a	18,1 a	7,93 ab	5,92 ab	4,73 a	8,87 a	3,59 b	8,27 a	1,37 a
3X4	I144	8,18 ab	19,86 ab	38,52 a	15,43 a	2,07 a	18,27 ab	11,87 a	6,18 ab	4,29 b	5,26 a	11 a	8,85 a	14,38 a	1,8 a
3X4	I042	6,72 ab	15,32 abc	37,41 a	13,3 a	3,24 a	15,02 ab	12,55 a	4,77 b	5,06 ab	6,26 a	10,14 a	6,74 ab	13,47 a	1,84 a
3X4	1528	5,25 b	15,84 abc	26,52 a	14,38 a	4,23 a	11,83 b	14,44 a	8,52 a	5 b	4,11 a	9,54 a	5,21 ab	12,26 a	2,87 a
3X4	1407	4,99 b	11,81 bc	33 a	13,44 a	5,87 a	14,17 b	14,28 a	4,83 b	3,56 b	4,27 a	9,01 a	4,79 ab	10,3 a	1,38 a
3X4	1404	10,87 a	20,58 a	33,94 a	14,89 a	2,72 a	22,75 a	12,3 a	6,07 ab	9,8 a	4,72 a	9,95 a	4,53 ab	11,37 a	1,64 a

Tabela 19 - Valores médios de pesos de foplhedo depositados (g) mensal dos espaçamentos para o solo LVdf; as letras amostram si os valores diferem entre si pelo teste de Tukey (P>0,05)

ESPAÇAMENTO	Ago	Dez	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
3X1	10,21 a	17,39 a	38,25 a	14,56 a	3,64 a	16,83 a	12,31 a	6,65 a	9,72 a	6,13 a	12,06 a	6,22 a	12,05 a	2,4 a
3X2	7,03 b	14,72 b	33,44 b	14,52 a	2,8 a	17,78 a	12,45 a	7,17 a	6,84 b	5,24 ab	9,98 b	5,23 a	11,48 a	2,12 a
3X4	6,59 b	15,41 ab	32,95 b	13,9 a	3,77 a	17,46 a	13,92 a	6,43 a	5,61 b	4,9 b	9,75 b	5,53 a	11,67 a	1,82 a

Tabela 20 - Valores médios de pesos de foplhedo depositados (g) mensal dos espaçamentos para o solo LVd-1; as letras amostram si os valores diferem entre si pelo teste de Tukey (P>0,05)

CLONES	Ago	Dez	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
1404	13,48 ab	19,85 a	34,1 a	14,57 a	2,8 a	20,99 b	12,39 b	6,56 ab	11,85 b	6,07 ab	10,64 a	5,03 a	10,99 ab	1,95 b
1407	5,28 d	12,35 c	37,26 b	14,15 a	3,87 a	17,18 a	12,58 a	6,17 a	5,11 b	4,87 ab	10,75 a	5,77 a	10,21 b	1,88 b
1528	4,97 bc	14,14 ab	30,54 ab	14,25 a	3,02 a	13,85 b	13,88 b	7,86 b	7,18 b	4,08 a	10,3 a	6,14 a	13,57 ab	3,84 b
l042	8,15 d	16,72 bc	35,23 b	14,58 a	3,22 a	15,61 b	11,89 ab	5,45 a	6,5 b	6,64 b	10,42 a	5,93 a	12,83 a	1,6 a
l144	11,17 cd	19,76 bc	40,23 ab	14,63 a	3,02 a	15,86 ab	10,62 ab	6,7 ab	6 b	5,46 ab	11,26 a	6,37 a	13,32 ab	1,72 b
l224	4,88 a	12,07 a	31,94 ab	13,81 a	4,5 a	20,64 a	16,01 ab	7,8 ab	7,48 a	5,45 a	10,2 a	4,81 a	9,58 ab	1,67 b

Tabela 21 - Valores médios dos Incrementos corrente quinquenal do tronco (mm) em relação a interação clone/ Espaçamento para o solo LVd-1; as letras amostram si os valores diferem entre si pelo teste de Tukey (P>0,05)

CLONE/ESP		2014														2015				
		Jun	Jul		Agos		Set		Out			Nov		Dic		Jan		Fev		Mar
		903	917	931	945	959	973	987	1001	1015	1029	1043	1057	1071	1085	1099	1113	1127	1141	1155
1404	3x1	0,22 a	-0,17 b	0,02 a	-0,1 a	0,4 b	0,43 b	-0,07 ab	1,37 b	0 a	0,38 c	0,08 a	2,6 b	1,92 b	0,75 c	1,65 b	0,48 c	2,37 b	1,27 b	2,08 b
1404	3x2	0,12 a	0,12 b	-0,02 a	-0,02 a	0,67 b	0,75 ab	0,15 a	2,53 a	-0,22 a	0,85 b	-0,08 a	3,15 ab	2,5 b	1,23 b	1,67 b	1,42 b	2,57 b	1,79 b	2,59 b
1404	3x4	0,65 a	0,62 a	0,08 a	0,15 a	1,42 a	1,23 a	-0,35 b	3,38 a	-0,75 a	1,35 a	0,19 a	3,85 a	3,53 a	1,76 a	3,42 a	2,28 a	3,93 a	2,54 a	3,91 a
1407	3x1	0,37 b	0,03 b	0 a	0 a	0,68 b	0,73 a	-0,18 a	2,23 b	-0,35 a	0,75 c	0,7 a	3,37 a	3,2 a	1,19 b	2,23 a	1,03 b	2,93 b	1,4 b	2,3 b
1407	3x2	0,5 b	0,43 ab	0,02 a	0,12 a	0,87 b	1,05 a	-0,13 a	2,83 b	-0,07 a	1,11 b	0,63 a	3,4 a	3,08 a	1,49 ab	2,36 a	1,85 a	3,45 ab	2,22 a	3,3 ab
1407	3x4	1,32 a	0,8 a	0,08 a	0,28 a	1,78 a	1,18 a	-0,03 a	3,82 a	-0,43 a	1,52 a	1,01 a	3,52 a	3,18 a	1,85 a	2,11 a	1,98 a	4,1 a	2,84 a	4,26 a
1528	3x1	0,25 b	0,32 b	0,12 a	0,25 a	0,52 a	0,57 a	-0,13 a	2,45 a	-0,33 a	0,9 a	0,52 a	2,95 a	3,53 a	1,24 a	3,68 a	1,8 a	2,65 a	1,7 b	1,74 a
1528	3x2	0,43 b	0,58 ab	0 a	0,15 a	0,7 a	0,47 a	-0,17 a	2,35 a	0,03 a	0,89 a	0,45 a	3,2 a	3,55 a	1,27 a	3,81 a	2,27 a	3,03 a	2,03 ab	2,25 a
1528	3x4	1,17 a	0,82 a	0,03 a	0,18 a	0,7 a	0,73 a	-0,35 a	2,58 a	-0,1 a	1,08 a	0,77 a	3,5 a	3,82 a	1,48 a	4,37 a	2,35 a	3,58 a	2,6 a	2,74 a
I042	3x1	0,23 b	0,63 a	0,02 a	0,13 a	0,72 a	0,83 a	-0,2 a	2,6 c	-0,08 a	1,05 b	0,48 a	3,62 c	2,95 b	1,48 b	1,49 b	0,75 b	2,08 b	1,67 b	1,59 a
I042	3x2	0,77 ab	0,48 a	0,05 a	0,02 a	1,02 a	1,03 a	-0,2 a	3,08 b	-0,7 a	1,15 b	1,23 a	5,08 b	3,8 a	1,81 b	2,97 a	1,45 ab	3,82 a	2,32 b	2,4 ab
I042	3x4	1,13 a	0,77 a	0 a	0,3 a	1,1 a	1,27 a	-0,18 a	4,68 a	-0,18 a	1,75 a	1,21 a	6,25 a	4,28 a	2,5 a	3,3 a	1,87 a	4,45 a	3,25 a	3,37 a
I144	3x1	0,37 b	0,38 b	0,13 a	0,23 a	0,57 b	0,68 a	-0,1 a	2,05 b	-0,07 a	0,84 b	0,71 a	3,33 b	2,93 b	1,25 b	2,71 b	1,25 b	2,57 c	1,84 b	1,74 c
I144	3x2	0,83 b	0,68 ab	0,15 a	0,28 a	1,17 a	0,9 a	-0,23 a	2,73 ab	-0,2 a	1,15 ab	0,72 a	4,17 ab	3,65 a	1,65 b	3,76 a	1,98 b	3,63 b	2,29 b	2,82 b
I144	3x4	1,73 a	0,95 a	0,03 a	0,47 a	1,57 a	1,4 a	-0,05 a	3,15 a	-0,07 a	1,49 a	0,91 a	4,53 a	3,9 a	2 a	4,72 a	3,23 a	5,3 a	3,1 a	4,01 a
I224	3x1	0,43 b	0,38 a	-0,1 a	0,18 a	0,28 b	0,32 b	-0,12 a	2,28 a	0,25 a	0,79 a	0,16 a	2,6 b	2,2 b	1,09 b	1,09 b	0,6 b	2,07 c	1,08 b	1,95 b
I224	3x2	0,75 ab	0,48 a	0,05 a	0,2 a	0,97 a	0,75 b	-0,27 a	2,58 a	-0,02 a	1 a	0,76 a	3,92 ab	3,63 a	1,49 a	2,13 a	1,1 ab	3,85 b	1,95 a	3,2 a
I224	3x4	1,03 a	0,63 a	-0,13 a	0,25 a	0,7 ab	0,67 a	-0,37 a	2,22 a	-0,07 a	0,94 a	0,81 a	3,33 a	3,25 a	1,34 ab	1,88 ab	1,48 a	5,18 a	2,51 a	4,13 a

Tabela 22 - Valores médios dos Incrementos corrente quinquenal do tronco (mm) em relação a interação Espaçamento/Clone para o solo LVd-1; as letras amostram si os valores diferem entre si pelo teste de Tukey (P>0,05)

ESP/CLONE		903	917	931	945	959	973	987	1001	1015	1029	1043	1057	1071	1085	1099	1113	1127	1141	1155
3x1	1404	0,22 a	-0,17 a	0,02 a	-0,1 a	0,4 a	0,43 a	-0,07 a	1,37 b	0 a	0,38 b	0,08 a	2,6 a	1,92 c	0,75 b	1,65 bc	0,48 b	2,37 a	1,27 a	2,08 a
3x1	1407	0,37 a	0,03 ab	0 a	0 a	0,68 a	0,73 a	-0,18 a	2,23 ab	-0,35 a	0,75 ab	0,7 a	3,37 a	3,2 a	1,19 ab	2,23 bc	1,03 ab	2,93 a	1,4 a	2,3 a
3x1	1528	0,25 a	0,32 ab	0,12 a	0,25 a	0,52 a	0,57 a	-0,13 a	2,45 a	-0,33 a	0,9 a	0,52 a	2,95 a	3,53 a	1,24 a	3,68 a	1,8 a	2,65 a	1,7 a	1,74 a
3x1	I042	0,23 a	0,63 a	0,02 a	0,13 a	0,72 a	0,83 a	-0,2 a	2,6 a	-0,08 a	1,05 a	0,48 a	3,62 a	2,95 ab	1,48 a	1,49 c	0,75 b	2,08 a	1,67 a	1,59 a
3x1	I144	0,37 a	0,38 ab	0,13 a	0,23 a	0,57 a	0,68 a	-0,1 a	2,05 ab	-0,07 a	0,84 ab	0,71 a	3,33 a	2,93 ab	1,25 a	2,71 ab	1,25 ab	2,57 a	1,84 a	1,74 a
3x1	I224	0,43 a	0,38 ab	-0,1 a	0,18 a	0,28 a	0,32 a	-0,12 a	2,28 ab	0,25 a	0,79 a	0,16 a	2,6 a	2,2 bc	1,09 ab	1,09 c	0,6 b	2,07 a	1,08 a	1,95 a
3x2	1404	0,12 b	0,12 a	-0,02 a	-0,02 a	0,67 a	0,75 a	0,15 a	2,53 a	-0,22 a	0,85 a	-0,08 b	3,15 b	2,5 b	1,23 b	1,67 c	1,42 ab	2,57 b	1,79 a	2,59 a
3x2	1407	0,5 ab	0,43 a	0,02 a	0,12 a	0,87 a	1,05 a	-0,13 a	2,83 a	-0,07 a	1,11 a	0,63 ab	3,4 b	3,08 ab	1,49 ab	2,36 bc	1,85 ab	3,45 ab	2,22 a	3,33 a
3x2	1528	0,43 ab	0,58 a	0 a	0,15 a	0,7 a	0,47 a	-0,17 a	2,35 a	0,03 a	0,89 a	0,45 ab	3,2 b	3,55 a	1,27 b	3,81 a	2,27 a	3,03 ab	2,03 a	2,25 a
3x2	I042	0,77 ab	0,48 a	0,05 a	0,02 a	1,02 a	1,03 a	-0,2 a	3,08 a	-0,7 a	1,15 a	1,23 a	5,08 a	3,8 a	1,81 a	2,97 ab	1,45 ab	3,82 a	2,32 a	2,4 a
3x2	I144	0,83 a	0,68 a	0,15 a	0,28 a	1,17 a	0,9 a	-0,23 a	2,73 a	-0,2 a	1,15 a	0,72 ab	4,17 ab	3,65 a	1,65 ab	3,76 a	1,98 ab	3,63 ab	2,29 a	2,82 a
3x2	I224	0,75 ab	0,48 a	0,05 a	0,2 a	0,97 a	0,75 a	-0,27 a	2,58 a	-0,02 a	1 a	0,76 ab	3,92 ab	3,63 a	1,49 ab	2,13 bc	1,1 b	3,85 a	1,95 a	3,2 a
3x4	1404	0,65 b	0,62 a	0,08 a	0,15 a	1,42 ab	1,23 abc	-0,35 a	3,38 bc	-0,75 a	1,4 abc	0,19 b	3,85 bc	3,53 ab	1,8 bcd	3,42 b	2,28 b	3,93 c	2,54 a	3,91 ab
3x4	1407	1,32 ab	0,8 a	0,08 a	0,28 a	1,78 a	1,18 abc	-0,03 a	3,82 ab	-0,43 a	1,52 a	1,01 ab	3,52 bc	3,18 b	1,85 bc	2,11 cd	1,98 b	4,1 bc	2,84 a	4,26 a
3x4	1528	1,17 ab	0,82 a	0,03 a	0,18 a	0,7 c	0,73 bc	-0,35 a	2,58 cd	-0,1 a	1,08 bc	0,77 ab	3,5 bc	3,82 ab	1,48 cd	4,37 ab	2,35 ab	3,58 c	2,6 a	2,74 b
3x4	I042	1,13 ab	0,77 a	0 a	0,3 a	1,1 bc	1,27 ab	-0,18 a	4,68 a	-0,18 a	1,75 a	1,21 a	6,25 a	4,28 a	2,5 a	3,3 bc	1,87 b	4,45 abc	3,25 a	3,37 ab
3x4	I144	1,73 a	0,95 a	0,03 a	0,47 a	1,57 ab	1,4 a	-0,05 a	3,15 bcd	-0,07 a	1,49 ab	0,91 ab	4,53 b	3,9 ab	2 b	4,72 a	3,23 a	5,3 a	3,1 a	4,01 ab
3x4	I224	1,03 ab	0,63 a	-0,13 a	0,25 a	0,7 c	0,67 c	-0,37 a	2,22 d	-0,07 a	0,94 c	0,81 ab	3,33 c	3,25 b	1,34 d	1,88 d	1,48 b	5,18 ab	2,51 a	4,13 a

Tabela 23 - Valores médios dos Incrementos corrente quinquenal do tronco (mm) em relação aos espaçamentos para o solo LVd-1; as letras amostram si os valores diferem entre si pelo teste de Tukey ($P>0,05$)

ESPAÇAMENTO	903	917	931	945	959	973	987	1001	1015	1029	1043	1057	1071	1085	1099	1113	1127	1141	1155
3x1	0,31 c	0,26 c	0,03 a	0,12 b	0,53 c	0,59 c	-0,13 a	2,16 c	-0,1 a	0,78 c	0,44 b	3,08 b	2,79 c	1,17 c	2,14 c	0,99 c	2,44 c	1,49 c	1,9 c
3x2	0,57 b	0,46 b	0,04 a	0,13 b	0,9 b	0,83 b	-0,14 a	2,69 b	-0,19 a	1,03 b	0,62 ab	3,82 a	3,37 b	1,49 b	2,78 b	1,68 b	3,39 b	2,1 b	2,77 b
3x4	1,17 a	0,76 a	0,02 a	0,27 a	1,21 a	1,08 a	-0,22 a	3,31 a	-0,27 a	1,36 a	0,82 a	4,16 a	3,66 a	1,82 a	3,3 a	2,2 a	4,43 a	2,81 a	3,74 a

Tabela 24 - Valores médios dos Incrementos corrente quinquenal do tronco (mm) em relação aos clones para o solo LVd-1; as letras amostram si os valores diferem entre si pelo teste de Tukey ($P>0,05$)

CLONE	903	917	931	945	959	973	987	1001	1015	1029	1043	1057	1071	1085	1099	1113	1127	1141	1155
1404	0,33 b	0,19 b	0,03 a	0,01 b	0,83 a	0,81 ab	-0,09 a	2,43 b	-0,32 a	0,86 d	0,06 b	3,2 c	2,65 d	1,25 c	2,3 bc	1,39 bc	2,96 c	1,87 b	2,86 abc
1407	0,73 ab	0,42 ab	0,03 a	0,13 ab	1,11 ab	0,99 a	-0,12 a	2,96 ab	-0,28 a	1,13 abc	0,78 a	3,43 bc	3,16 bc	1,51 bc	2,2 bc	1,62 ab	3,49 abc	2,15 ab	3,3 a
1528	0,62 ab	0,57 a	0,05 a	0,19 ab	0,64 b	0,59 b	-0,22 a	2,46 b	-0,13 a	0,95 bcd	0,58 ab	3,22 c	3,63 a	1,33 c	3,95 a	2,14 a	3,09 bc	2,11 ab	2,24 c
I042	0,71 ab	0,63 a	0,02 a	0,15 ab	0,94 ab	1,04 a	-0,19 a	3,46 a	-0,32 a	1,32 a	0,97 a	4,98 a	3,68 a	1,93 a	2,59 b	1,36 bc	3,45 abc	2,41 a	2,45 bc
I144	0,98 a	0,67 a	0,11 a	0,33 a	1,1 a	0,99 a	-0,13 a	2,64 b	-0,11 a	1,16 ab	0,78 ab	4,01 b	3,49 ab	1,63 b	3,73 a	2,16 a	3,83 a	2,41 a	2,86 abc
I224	0,74 a	0,5 ab	-0,06 a	0,21 ab	0,65 b	0,58 b	-0,25 a	2,36 b	0,06 a	0,91 cd	0,58 a	3,28 c	3,03 cd	1,31 c	1,7 c	1,06 c	3,7 ab	1,84 b	3,09 ab

Tabela 25 - Valores médios dos Incrementos corrente quinquenal do tronco (mm) em relação a interação clone/ Espaçamento para o solo LVdf; as letras amostram si os valores diferem entre si pelo teste de Tukey (P>0,05)

CLONE/ESP		2014														2015				
		Jun	Jul		Agos		Set		Out			Nov		Dic		Jan		Fev		Mar
		903	917	931	945	959	973	987	1001	1015	1029	1043	1057	1071	1085	1099	1113	1127	1141	1155
1404	3x1	0,43 b	0,52 b	0,45 b	0,23 b	0,97 b	0,78 b	0,17 b	2,08 b	0,23 a	0,9 a	0,55 b	2,37 b	1,72 c	1,15 b	1,22 c	1,52 b	1,08 c	1,3 c	0,92 b
1404	3x2	0,33 b	0,82 b	0,93 b	0,4 ab	1,5 ab	1,55 b	0,5 b	2,97 b	-0,02 a	1,43 a	1,4 ab	3,13 b	2,65 b	1,71 b	2,97 b	1,47 b	2,38 b	2,28 b	1,32 ab
1404	3x4	1,6 a	2,05 a	1,93 a	1,02 a	2,15 a	2,93 a	1,65 a	4,52 a	0,48 a	2,63 a	2,15 a	4,88 a	4,07 a	3 a	5,26 a	3,48 a	3,82 a	3,48 a	2,2 a
1407	3x1	0,08 b	0,45 b	0,62 b	0,25 a	0,78 b	1,6 b	0,25 b	2,8 b	-0,07 a	1,28 a	1,16 b	3,15 b	2,3 c	1,59 c	1,51 b	1,23 b	1,93 c	2,28 b	1,3 b
1407	3x2	0,9 a	1,1 ab	1,1 ab	0,83 a	1,93 a	2,3 ab	0,5 ab	4,03 a	0 a	2,07 a	1,31 b	3,72 b	3,15 b	2,35 b	1,7 b	1,63 b	2,93 b	2,58 b	1,3 b
1407	3x4	1,22 a	2,1 a	1,55 a	0,88 a	2,58 a	2,95 a	1,23 a	4,8 a	0,63 a	2,68 a	2,68 a	5,22 a	4,87 a	3,11 a	4,79 a	3,33 a	5,4 a	4,75 a	3,47 a
1528	3x1	1,02 a	1,37 a	1,12 a	0,75 b	1,68 a	1,75 b	0,63 a	2,93 b	0,28 b	1,7 b	1,2 b	3,03 b	2,92 b	1,92 b	3,14 c	2,02 b	1,95 b	2,1 b	1,35 a
1528	3x2	1,47 a	2,43 a	1,82 a	1,53 a	1,98 a	2,4 ab	1,4 a	3,93 ab	1,12 a	2,56 a	2,8 ab	3,3 b	3,57 b	2,69 a	4,45 b	2,28 b	3,53 a	2,85 ab	1,58 a
1528	3x4	1,73 a	2,45 a	1,77 a	1,45 a	1,88 a	2,9 a	1,1 a	4,22 a	1,13 a	2,75 a	1,81 a	5,28 a	4,83 a	3,18 a	6,29 a	3,35 a	4,42 a	3,72 a	2,17 a
1042	3x1	0,07 b	0,77 b	0,98 b	0,27 b	1,27 b	1,53 b	0,15 b	3,35 b	-0,23 b	1,48 b	0,72 c	3,43 c	2,08 c	1,8 b	2,06 b	0,4 b	1 c	1,68 b	0,97 b
1042	3x2	1,25 a	1,4 ab	1,4 ab	0,97 a	2,47 a	3,45 b	0,8 b	5,12 a	0,08 b	2,73 b	2,18 b	5,45 b	3,32 b	3,18 a	2,42 ab	1,45 a	3,05 b	3,32 a	1,45 ab
1042	3x4	1,72 a	1,97 a	1,77 a	1,22 a	2,98 a	3,87 a	1,97 a	5,93 a	0,9 a	3,25 a	3,67 a	6,57 a	4,38 a	3,8 a	3,57 a	2,23 a	4,2 a	3,45 a	2,28 a
1144	3x1	0,37 b	0,63 b	0,62 b	0,48 b	1,17 b	1,18 b	0,48 b	2,17 b	0,4 a	1,12 a	1,12 a	2,82 b	2,73 b	1,4 c	2,93 b	0,97 b	1,27 b	2,35 b	0,98 a
1144	3x2	0,47 b	1,73 a	1,2 b	0,8 ab	1,97 b	2,15 b	0,45 b	2,95 b	0,65 a	1,9 a	1,26 a	4,17 a	3,27 b	2,28 b	3,92 b	1,45 b	2,03 b	2,65 b	1,57 a
1144	3x4	1,93 a	2,33 a	2,23 a	1,32 a	3,12 a	3,55 a	1,42 a	4,18 a	0,45 a	2,85 a	2,25 a	4,9 a	4,07 a	3,19 a	5,13 a	2,37 a	3,55 a	3,7 a	1,77 a
1224	3x1	0,57 b	1,47 a	1,13 b	0,87 b	1,68 b	2,05 b	0,72 b	3,08 b	0,4 b	1,87 b	1,5 b	3,38 c	2,08 c	2,12 b	1,96 b	1,02 b	1,68 b	1,88 b	1,57 a
1224	3x2	0,9 ab	1,48 a	1,93 a	0,75 b	1,82 b	2,33 b	0,65 b	4 b	0,5 ab	2,1 ab	1,51 b	4,8 b	3,52 b	2,58 b	2,87 ab	1,37 b	2,28 b	2,77 a	2,1 a
1224	3x4	1,37 a	2,52 a	2,4 a	1,78 a	3,15 a	4,13 a	1,53 a	6,25 a	1,33 a	3,67 a	3 a	5,8 a	4,88 a	4,03 a	3,76 a	2,38 a	4,35 a	3,57 a	1,75 a

Tabela 26 - Valores médios dos Incrementos corrente quinquenal do tronco (mm) em relação a interação Espaçamento/Clone para o solo LVdf; as letras amostram si os valores diferem entre si pelo teste de Tukey (P>0,05)

ESP/CLONE		903	917	931	945	959	973	987	1001	1015	1029	1043	1057	1071	1085	1099	1113	1127	1141	1155
3x1	1404	0,43 a	0,52 a	0,45 a	0,23 a	0,97 a	0,78 a	0,17 a	2,08 b	0,23 a	0,9 a	0,55 a	2,37 a	1,72 b	1,15 b	1,22 c	1,52 a	1,08 a	1,3 a	0,92 a
3x1	1407	0,08 a	0,45 a	0,62 a	0,25 a	0,78 a	1,6 a	0,25 a	2,8 ab	-0,07 a	1,28 a	1,16 a	3,15 a	2,3 ab	1,59 ab	1,51 bc	1,23 ab	1,93 a	2,28 a	1,3 a
3x1	1528	1,02 a	1,37 a	1,12 a	0,75 a	1,68 a	1,75 a	0,63 a	2,93 ab	0,28 a	1,7 a	1,2 a	3,03 a	2,92 a	1,92 ab	3,14 a	2,02 a	1,95 a	2,1 a	1,35 a
3x1	1042	0,07 a	0,77 a	0,98 a	0,27 a	1,27 a	1,53 a	0,15 a	3,35 a	-0,23 a	1,48 a	0,72 a	3,43 a	2,08 ab	1,8 ab	2,06 abc	0,4 b	1 a	1,68 a	0,97 a
3x1	1144	0,37 a	0,63 a	0,62 a	0,48 a	1,17 a	1,18 a	0,48 a	2,17 ab	0,4 a	1,12 a	1,12 a	2,82 a	2,73 a	1,4 ab	2,93 ab	0,97 ab	1,27 a	2,35 a	0,98 a
3x1	1224	0,57 a	1,47 a	1,13 a	0,87 a	1,68 a	2,05 a	0,72 a	3,08 ab	0,4 a	1,87 a	1,5 a	3,38 a	2,08 ab	2,12 a	1,96 abc	1,02 ab	1,68 a	1,88 a	1,57 a
3x2	1404	0,33 a	0,82 b	0,93 b	0,37 b	1,48 a	1,55 b	0,5 a	2,97 b	-0,02 b	1,43 b	1,44 a	3,13 c	2,65 a	1,71 c	2,97 bc	1,47 a	2,38 ab	2,28 a	1,32 a
3x2	1407	0,9 a	1,1 b	1,12 ab	0,83 ab	1,93 a	2,32 ab	0,55 a	4,03 ab	0 b	2,07 b	1,31 a	3,72 bc	3,15 a	2,35 bc	1,7 c	1,63 a	2,93 ab	2,58 a	1,3 a
3x2	1528	1,47 a	2,43 a	1,82 ab	1,53 a	1,98 a	2,35 ab	1,4 a	3,93 ab	1,12 a	2,56 a	2,84 a	3,3 c	3,57 a	2,69 ab	4,45 a	2,28 a	3,53 a	2,85 a	1,58 a
3x2	1042	1,25 a	1,37 ab	1,4 ab	0,97 ab	2,47 a	3,45 a	0,8 a	5,12 a	0,08 b	2,73 b	2,18 a	5,45 a	3,32 a	3,18 a	2,42 c	1,45 a	3,05 ab	3,32 a	1,45 a
3x2	1144	0,47 a	1,73 ab	1,2 ab	0,78 ab	1,97 a	2,15 ab	0,45 a	2,95 b	0,65 ab	1,9 ab	1,26 a	4,17 bc	3,27 a	2,28 bc	3,92 ab	1,45 a	2,03 b	2,65 a	1,57 a
3x2	1224	0,98 a	1,48 ab	1,93 a	0,75 ab	1,82 a	2,33 ab	0,65 a	4 ab	0,55 ab	2,14 ab	1,51 a	4,8 ab	3,52 a	2,58 ab	2,87 bc	1,37 a	2,28 b	2,77 a	2,1 a
3x4	1404	1,6 a	2,05 a	1,93 a	1,02 ab	2,2 ab	2,93 a	1,65 a	4,52 c	0,48 a	2,63 a	2,15 ab	4,88 b	4,07 a	3 b	5,26 ab	3,48 a	3,82 b	3,48 b	1,75 b
3x4	1407	1,22 a	2,1 a	1,55 a	0,88 b	2,6 ab	2,95 a	1,23 a	4,8 bc	0,63 a	2,68 a	2,68 ab	5,22 b	4,87 a	3,11 b	4,79 bcd	3,33 ab	5,4 a	4,75 a	1,77 a
3x4	1528	1,73 a	2,45 a	1,77 a	1,45 ab	1,88 b	2,9 a	1,1 a	4,22 c	1,13 a	2,75 a	1,81 b	5,28 b	4,83 a	3,18 b	6,29 a	3,35 ab	4,42 ab	3,72 ab	2,28 b
3x4	1042	1,72 a	1,97 a	1,77 a	1,22 ab	2,98 a	3,87 a	1,97 a	5,93 ab	0,9 a	3,25 a	3,67 a	6,57 a	4,38 a	3,8 ab	3,57 d	2,23 b	4,2 b	3,45 b	2,17 b
3x4	1144	1,93 a	2,33 a	2,23 a	1,32 ab	3,12 a	3,55 a	1,42 a	4,18 c	0,45 a	2,85 a	2,25 ab	4,9 b	4,07 a	3,19 b	5,13 abc	2,37 c	3,55 b	3,7 ab	3,47 b
3x4	1224	1,37 a	2,52 a	2,4 a	1,78 a	3,15 a	4,13 a	1,53 a	6,25 a	1,33 a	3,67 a	3 ab	5,8 ab	4,88 a	4,03 a	3,76 cd	2,38 b	4,35 ab	3,57 b	2,2 b

Tabela 27 - Valores médios dos Incrementos corrente quinquenal do tronco (mm) em relação a interação aos espaçamentos para o solo LVdf; as letras amostram si os valores diferem entre si pelo teste de Tukey ($P>0,05$)

ESPAÇAMENTO	903	917	931	945	959	973	987	1001	1015	1029	1043	1057	1071	1085	1099	1113	1127	1141	1155
3x1	0,42 c	0,87 c	0,82 c	0,48 c	1,26 c	1,48 c	0,4 b	2,74 c	0,17 b	1,39 b	1,04 c	3,03 c	2,31 c	1,66 c	2,14 c	1,19 c	1,49 c	1,93 c	1,18 b
3x2	0,9 b	1,49 b	1,4 b	0,87 b	1,94 b	2,36 b	0,73 b	3,83 b	0,4 b	2,14 b	1,76 b	4,09 b	3,24 b	2,46 b	3,06 b	1,61 b	2,7 b	2,74 b	1,55 b
3x4	1,59 a	2,24 a	1,9 a	1,28 a	2,64 a	3,39 a	1,48 a	4,98 a	0,8 a	2,97 a	2,6 a	5,44 a	4,52 a	3,38 a	4,8 a	2,86 a	4,29 a	3,78 a	2,27 a

Tabela 28 - Valores médios dos Incrementos corrente quinquenal do tronco (mm) em relação a interação aos clones para o solo LVdf; as letras amostram si os valores diferem entre si pelo teste de Tukey ($P>0,05$)

CLONE	903	917	931	945	959	973	987	1001	1015	1029	1043	1057	1071	1085	1099	1113	1127	1141	1155
1404	0,79 a	1,13 b	1,11 b	0,54 b	1,53 b	1,76 b	0,77 a	3,19 cd	0,23 bc	1,65 bc	1,38 a	3,46 c	2,81 b	1,95 c	3,15 b	2,16 ab	2,43 b	2,36 b	1,48 a
1407	0,73 a	1,22 b	1,09 b	0,66 b	1,77 ab	2,29 ab	0,68 a	3,88 bc	0,19 c	2,01 c	1,72 a	4,03 bc	3,44 a	2,35 bc	2,67 b	2,07 ab	3,42 a	3,21 a	2,02 a
1528	1,41 a	2,08 a	1,5 ab	1,24 a	1,85 ab	2,33 ab	1,04 a	3,69 cd	0,84 a	2,34 a	1,95 a	3,87 c	3,77 a	2,59 ab	4,63 a	2,55 a	3,3 a	2,89 ab	1,7 a
I042	1,01 a	1,4 ab	1,4 ab	0,82 ab	2,24 a	2,95 a	0,97 a	4,8 a	0,25 bc	2,48 bc	2,19 a	5,15 a	3,26 ab	2,93 a	2,68 b	1,36 c	2,75 ab	2,82 ab	1,57 a
I144	0,92 a	1,6 ab	1,4 ab	0,86 ab	2,08 ab	2,29 ab	0,78 a	3,1 d	0,5 abc	1,9 abc	1,54 a	3,96 c	3,36 ab	2,29 bc	3,99 a	1,59 bc	2,28 b	2,9 ab	1,44 a
I224	0,97 a	1,8 ab	1,82 a	1,13 a	2,22 a	2,84 a	0,97 a	4,44 ab	0,76 ab	2,56 ab	2 a	4,66 ab	3,49 a	2,91 a	2,86 b	1,59 bc	2,77 ab	2,74 ab	1,81 a

Tabela 29 - Magnitudes das correlações do incremento em diâmetro do tronco (Ic) em relação às variáveis climatológicas (T- Temperatura média (C°); Pr- Precipitação (mm); Um- Umidade relativa do ar (%)) para solo LVd-1 antes e depois do defasagem (Lag) 15 e 45 dias

SOLO	TRATAMENTO	Lag -15	Lag - 45	Lag -15	Lag - 45	Lag -15	Lag - 45
		IC DAP (cm) – T (°C)		IC DAP (cm) – P (mm)		IC DAP (cm) - U(%)	
LVd-1	1	0,308	0,614*	0,472*	0,532*	0,291	0,053
LVd-1	2	0,313	0,603*	0,51*	0,552*	0,359	0,025
LVd-1	3	0,25	0,587*	0,537*	0,617*	0,481*	0,172
LVd-1	4	0,279	0,600*	0,489*	0,508*	0,394	0,032
LVd-1	5	0,321	0,655*	0,529*	0,594*	0,412*	0,068
LVd-1	6	0,171	0,552*	0,507*	0,508*	0,506*	0,102
LVd-1	7	0,371	0,644*	0,527*	0,656*	0,383	0,124
LVd-1	8	0,419*	0,689*	0,522*	0,702**	0,376	0,153
LVd-1	9	0,35	0,673*	0,55*	0,707**	0,467*	0,206
LVd-1	10	0,185	0,509*	0,503*	0,406*	0,368	-0,051
LVd-1	11	0,226	0,584*	0,531*	0,504*	0,46*	0,053
LVd-1	12	0,233	0,585*	0,547*	0,498*	0,431*	0
LVd-1	13	0,236	0,541*	0,441*	0,406*	0,322	-0,067
LVd-1	14	0,234	0,582*	0,473*	0,472*	0,423*	0,057
LVd-1	15	0,234	0,617*	0,451*	0,516*	0,475*	0,165
LVd-1	16	0,323	0,645*	0,564*	0,599*	0,418*	0,078
LVd-1	17	0,301	0,629*	0,542*	0,624*	0,454*	0,147
LVd-1	18	0,324	0,663*	0,519*	0,689*	0,477*	0,223
	CLONE	IC DAP (cm) – T (°C)		IC DAP (cm) – P (mm)		IC DAP (cm) - U(%)	
LVd-1	1404	0,286	0,608*	0,534*	0,585*	0,43*	0,098
LVd-1	1407	0,258	0,610*	0,517*	0,545*	0,447*	0,07
LVd-1	1528	0,381	0,672*	0,536*	0,693*	0,413*	0,164
LVd-1	I042	0,221	0,571*	0,535*	0,482*	0,429*	0,006
LVd-1	I144	0,319	0,654*	0,544*	0,650*	0,459*	0,161
LVd-1	I224	0,24	0,599*	0,467*	0,484*	0,429*	0,072
	ESPAÇAMENTO	IC DAP (cm) – T (°C)		IC DAP (cm) – P (mm)		IC DAP (cm) - U(%)	
LVd-1	3x1	0,294	0,612*	0,525*	0,540*	0,394	0,035
LVd-1	3x2	0,306	0,635*	0,529*	0,585*	0,426*	0,087
LVd-1	3x4	0,271	0,635*	0,538*	0,609*	0,487*	0,146

Coeficiente de correlação: *Moderado (0,40-0,69)** Forte(0,70-0,90)

Tabela 30 - Magnitudes das correlações do incremento em diâmetro do tronco (Ic) em relação às variáveis climatológicas (T- Temperatura média (C°); Pr- Precipitação (mm); Um- Umidade relativa do ar (%)) para solo LVdf antes e depois do defasagem (Lag) 15 e 45 dias

SOLO	CATEGORIA	Lag -15	Lag - 45	Lag -15	Lag - 45	Lag -15	Lag - 45
	TRATAMENTO	IC DAP (cm) – T (°C)		IC DAP (cm) – P (mm)		IC DAP (cm) - U(%)	
LVdf	1	0,308	0,528*	0,472*	0,498*	0,291	-0,045
LVdf	2	0,246	0,567*	0,624*	0,541*	0,453*	0,008
LVdf	3	0,291	0,587*	0,584*	0,632*	0,451*	0,094
LVdf	4	0,218	0,540*	0,591*	0,450*	0,382	-0,097
LVdf	5	0,05	0,387	0,489*	0,327	0,425*	-0,042
LVdf	6	0,295	0,656*	0,620*	0,613*	0,481*	0,073
LVdf	7	0,21	0,498*	0,558*	0,567*	0,443*	0,096
LVdf	8	0,222	0,569*	0,593*	0,532*	0,465*	0,029
LVdf	9	0,302	0,608*	0,587*	0,665*	0,443*	0,152
LVdf	10	0,015	0,283	0,539*	0,265	0,38	-0,12
LVdf	11	-0,017	0,326	0,527*	0,253	0,415*	-0,132
LVdf	12	0,112	0,134	0,500*	0,27	0,335	-0,229
LVdf	13	-0,012	0,298	0,528*	0,229	0,371	-0,153
LVdf	14	0,08	0,372	0,544*	0,334	0,422*	-0,059
LVdf	15	0,076	0,384	0,495*	0,272	0,341	-0,167
LVdf	16	0,284	0,561*	0,659*	0,569*	0,379	-0,017
LVdf	17	0,171	0,462*	0,615*	0,494*	0,406*	0,027
LVdf	18	0,056	0,410*	0,613*	0,496*	0,558*	0,133
	CLONE	IC DAP (cm) – T (°C)		IC DAP (cm) – P (mm)		IC DAP (cm) - U(%)	
LVdf	1404	0,287	0,582*	0,588*	0,588*	0,428*	0,036
LVdf	1407	0,207	0,561*	0,590*	0,498*	0,451*	-0,006
LVdf	1528	0,262	0,583*	0,596*	0,618*	0,46*	0,105
LVdf	I042	0,042	0,363	0,529*	0,267	0,382	-0,169
LVdf	I144	0,16	0,478*	0,639*	0,526*	0,467*	0,057
LVdf	I224	0,058	0,365	0,528*	0,288	0,381	-0,129
	ESPAÇAMENTO	IC DAP (cm) – T (°C)		IC DAP (cm) – P (mm)		IC DAP (cm) - U(%)	
LVdf	3x1	0,171	0,469*	0,591*	0,446*	0,398	-0,061
LVdf	3x2	0,21	0,460*	0,593*	0,422*	0,453*	-0,038
LVdf	3x4	0,203	0,546*	0,598*	0,519*	0,456*	0,006

Coeficiente de correlação: *Moderado (0,40-0,69)** Forte(0,70-0,90) *

	3m x 1m	3m x 2m	3m x 4m
OP 1404
COP 1407
AEC 1528
AEC 1042
AEC 224
AEC 0144

Figura 74 - Distribuição do DAP na interação clone – espaçamento para o solo LVd-1

COP 1404	3m x 1m	3m x 2m	3m x 4m

COP 1407
AEC 1528
AEC I042
AEC 224
AEC 0144

Figura 75 - Distribuição do DAP na interação clone – espaçamento para o solo LVdf

Figura 76 - Fotografias microscópicas objetiva de aumento 10x da superfície epidérmica baxial dos clones sometidos em diferentes espaçamentos no solo LVD-1
 Legenda. T: tratamento

Figura 77 - Fotografias microscópicas objetiva de aumento 10x da superfície epidérmica abaxial dos clones submetidos em diferentes espaçamentos no solo LVdf

Legenda. T: tratamento