

**UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA “JÚLIO DE MESQUITA FILHO”
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E VETERINÁRIAS
CÂMPUS DE JABOTICABAL**

**DESEMPENHO E DIVERGÊNCIA GENÉTICA ENTRE CLONES
DE *Eucalyptus* spp. EM DIFERENTES REGIMES DE
IRRIGAÇÃO EM CASA DE VEGETAÇÃO.**

Ana Lidia Tonani Tolfo Vellini
Engenheira Agrônoma

JABOTICABAL - SÃO PAULO - BRASIL
Fevereiro de 2007

**UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA “JÚLIO DE MESQUITA FILHO”
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E VETERINÁRIAS
CÂMPUS DE JABOTICABAL**

**DESEMPENHO E DIVERGÊNCIA GENÉTICA ENTRE CLONES
DE *Eucalyptus* spp. EM DIFERENTES REGIMES DE
IRRIGAÇÃO EM CASA DE VEGETAÇÃO.**

Ana Lídia Tonani Tolfo Vellini

Orientador: Prof. Dr. Rinaldo César de Paula

Tese apresentada à Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias – Unesp, Câmpus de Jaboticabal, como parte das exigências para a obtenção do título de Doutor em Agronomia (Genética e Melhoramento de Plantas).

JABOTICABAL - SÃO PAULO - BRASIL
Fevereiro de 2007

DADOS CURRICULARES DO AUTOR

ANA LIDIA TONANI TOLFO VELLINI - nasceu em 21 de outubro de 1976 em Olímpia (SP). Terminou o segundo grau em 1994. Ingressou na Universidade em 1995, concluindo o curso de Agronomia pela Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias – UNESP - Jaboticabal em 2000. Iniciou o mestrado na área de Genética e Melhoramento de Plantas em 2001, na mesma Universidade, onde foi bolsista CAPES durante o curso e no segundo semestre de 2001 fez estágio de docência na disciplina Silvicultura, concluindo em 2003.

AGRADECIMENTOS

A Deus, pela oportunidade da vida.

Ao Prof. Dr. Rinaldo Cesar de Paula, pela orientação, paciência, amizade e confiança.

A Votorantim Celulose e Papel, por tornar possível a realização deste trabalho.

A CAPES, pela bolsa de estudo.

À banca examinadora, composta pelo Dr. Miguel Luiz Menezes Freitas, Profa. Dra. Susi Meire Maximino Leite, Prof. Dr. Sérgio Valiengo Valeri, Prof. Dr. Pedro Luis da Costa Aguiar Alves pelas sugestões e correções fundamentais para melhoria deste trabalho.

À Nádia, pela ajuda e esclarecimentos.

Ao Prof. Pavani, pela valiosa ajuda.

Aos meus pais Nilza e Francisco Adilor, pela confiança.

Ao meu irmão Kico, pelo incentivo.

Ao meu marido Adriano, pela ajuda e companheirismo.

Às avós Lydia (in memoriam) e Alzira, pela experiência de vida.

Aos meus tios Alice, Ronaldo (in memoriam) e Zito e pela presença constante.

Ao meu tio Eloi (in memoriam), pela indicação profissional.

À prima Daniella, pelas traduções.

À amiga Ângela, pela ajuda e amizade.

A todas as pessoas que de alguma forma colaboraram para a realização deste trabalho.

SUMÁRIO

	Página
RESUMO.....	vi
ABSTRACT.....	viii
CAPÍTULO 1 – CONSIDERAÇÕES GERAIS.....	1
Introdução.....	1
O Gênero <i>Eucalyptus</i>	3
Estresse Hídrico.....	5
Divergência Genética.....	9
Referências.....	13
CAPÍTULO 2 – CRESCIMENTO E CARACTERÍSTICAS FISIOLÓGICAS DE CLONES DE <i>Eucalyptus</i> spp. EM DIFERENTES REGIMES DE IRRIGAÇÃO EM CASA DE VEGETAÇÃO.....	20
Resumo.....	20
Introdução.....	20
Material e Métodos.....	24
Resultados e Discussão.....	26
Conclusões.....	47
Referências.....	47
CAPÍTULO 3 – DIVERGÊNCIA GENÉTICA ENTRE CLONES DE <i>Eucalyptus</i> spp. EM DIFERENTES REGIMES DE IRRIGAÇÃO EM CASA DE VEGETAÇÃO.....	53
Resumo.....	53
Introdução.....	54
Material e Métodos.....	58
Resultados e Discussão.....	62
Conclusões.....	87
Referências.....	90

DESEMPENHO E DIVERGÊNCIA GENÉTICA ENTRE CLONES DE *Eucalyptus* spp. EM DIFERENTES REGIMES DE IRRIGAÇÃO EM CASA DE VEGETAÇÃO

RESUMO – O presente trabalho teve por objetivo avaliar o desempenho e a divergência genética entre 18 clones de *Eucalyptus* spp. submetidos a quatro regimes de irrigação (RI1 – irrigação diária; RI2 – irrigação a cada dois dias; RI3 – irrigação a cada quatro dias; RI4 – irrigação a cada seis dias). O experimento foi implantado em casa de vegetação no delineamento em blocos casualizados, no esquema fatorial 18 x 4 (18 clones e quatro regimes de irrigação), com quatro repetições, e conduzido por 73 dias. Foram avaliadas características de crescimento como: incremento relativo em altura (IR-ALT), em diâmetro do coleto (IR-DC), em número de folhas (IR-NF), em área foliar (IR-AF), em matéria seca de folha (IR-MSF), em matéria seca de caule (IR-MSC) e em matéria seca de raiz (IR-MSR); relação raiz-parte aérea (RPA) e fisiológicas: taxa líquida de fotossíntese (A), condutância estomática (g_s), transpiração (E), teor relativo de clorofila total, eficiência quântica do fotossistema II (F_v/F_m) e potencial hídrico foliar (ψ_f). As avaliações fisiológicas foram realizadas um dia antes (AI) e um dia após a irrigação (DI) de cada tratamento, em intervalos regulares de 11 e 13 dias, respectivamente, ocasião em que coincidia a irrigação (12 dias) em todos os regimes hídricos. Quanto ao estudo da divergência genética, foi usada como medida de dissimilaridade a distância generalizada de Mahalanobis (D^2), aplicando-se em seguida o método hierárquico de agrupamento de Ligação Média Entre Grupos (UPGMA) e também o algoritmo de otimização de Tocher. Adicionalmente, foi feito o estudo da importância relativa dos caracteres para a divergência usando a técnica de Componentes Principais. Observou-se que todas as características avaliadas apresentaram diferenças significativas tanto entre os clones quanto entre os regimes hídricos. As estimativas do coeficiente de determinação genotípico (h^2) apresentaram valores acima de 0,86 para as características de crescimento e entre 0,46 a 0,84 para as características fisiológicas. Em geral, os clones apresentaram reduções em suas características à medida que a frequência de irrigação diminuiu, mas em proporções

variáveis entre os mesmos. Entre os regimes de irrigação estudados, observou-se maior variabilidade genética entre clones no regime RI4, por apresentar a formação de maior número de grupos; observou-se, também, que o material genético estudado não apresenta grande divergência genética, posto que a maioria dos clones compõe um único grupo, sendo que os demais grupos foram formados por um único ou por poucos clones. Os clones mais similares foram o 5 e 18 no regime de irrigação RI1, 7 e 12 no regime RI2, 10 e 11 no regime RI3, 8 e 18 no regime RI4 e os clones 7 e 12 na análise conjunta, considerando-se a média dos quatro regimes de irrigação. Os clones 14 e 16 apresentaram as maiores distâncias nos quatro regimes de irrigação estudados e também para a análise conjunta dos dados, formando grupos unitários e distintos dos demais e, portanto, podem ser considerados os mais divergentes. Estes dois clones também foram superiores tanto para as características de crescimento como fisiológicas.

Palavras-chave: estresse hídrico, melhoramento florestal, parâmetros fisiológicos

PERFORMANCE AND GENETIC DIVERGENCES AMONG *Eucalyptus* spp. CLONES UNDER DIFFERENT WATER REGIMES IN GREENHOUSE

ABSTRACT- The objectives of this work was to evaluate the growth and physiological traits and genetic divergence among 18 *Eucalyptus* spp. clones submitted to four irrigation regimes (RI1 - daily; RI2 - every two days; RI3 - every four days; RI4 - every six days). The experiment was carried out in a greenhouse, in a randomized block design, and a factorial scheme 18 x 4 (18 clones and four irrigation regimes) with four replications during 73 days. It was evaluated the growth traits: relative increment at height (RI-H), collar diameter (RI-CD), number of leaves (RI-NL), leaf area (RI-LA), dry mater of the leaves (RI-DML), stem (RI-DMS) and roots (RI-DMR), the root-shoot ratio (RSR); and physiological traits: net photosynthesis (A), stomatal conductance (g_s), transpiration (E), relative chlorophyll content of total (U.R.), quantum efficiency of Photosystem II (F_v/F_m) and leaf water potential (ψ_f). The physiological evaluations were performed one day before (BI) and one day after the irrigation (AI) in each treatment, in regulate intervals of 11 and 13 days, respectively, when the irrigation (12 days) coincided with every irrigation regimes. The genetic divergence it was used as dissimilarity measure the generalized Mahalanobis distance, using the hierarchical method of grouping of Unweighted Arithmetics Average (UPGMA) and Tocher's optimization method. In addition, it was done the study of relative importance of traits to the divergence using the Principal Components technique. It was observed that all traits evaluated presented significant difference among genotypes and water regimes. The estimates of genotypic determination coefficient presented values over 0.85 for growth traits and between 0.28 and 0.87 for physiological ones. The clones generally presented reduction in their traits as the frequency of irrigation was decreased, although in variable proportions among them. It was possible to identify promising genotypes for breeding aiming the resistance to drought stress. Among the irrigation regimes studied, it was observed a larger genetic variability among clones in regime RI4, for presenting a

formation of a larger number of groups; it was also observed that the genetic material which was studied did not show a large genetic divergence, that is most of the clones form an only group, being the others formed by an only or few clones. The clones were similarity 5 and 18 in the irrigation regimes RI1, 7 and 12 in the regimes RI2, 10 and 11 in the regimes RI3, 8 and 18 in the regimes RI4 and the clones 7 and 12 at the joint analysis, considering the average of four irrigation regimes. Clones 14 and 16 showed the largest distances in four irrigation regimes which were studied and also for the joint analysis of data, forming only group and distinct from the others and, therefore, they can be considered the most divergent. These two clones were superior not only to the growth but also to physiological traits.

Key words: water stress, forest improvement, physiological parameters

CAPÍTULO 1- CONSIDERAÇÕES GERAIS

Introdução

A devastação das florestas naturais brasileiras, aliada a crescente demanda por madeira nos mercados nacional e internacional, especialmente para energia, celulose, serraria e usos nobres, tem feito com que esforços sejam empreendidos no estabelecimento de florestas de usos comerciais capazes de produzir madeira em qualidade e quantidade. Para atender à demanda crescente por madeira tem-se duas alternativas: aumentar a área cultivada ou aumentar a produtividade (TOLFO, 2003).

O necessário é a complementação das técnicas de manejo com a aplicação do melhoramento genético, visando tornar os povoamentos mais produtivos e aumentar a adaptabilidade dos materiais genéticos ao ambiente trabalhado (MARTINS et al., 2001).

Freqüentemente as plantas encontram condições externas que afetam desfavoravelmente seu desenvolvimento (CAMBRAIA, 2005), sendo que diversos fatores ambientais podem ocasionar uma desvantagem no desenvolvimento de um indivíduo, tais como condições desfavoráveis de radiação solar, disponibilidade hídrica e temperatura (SOUZA et al., 2006). Destes, a água é o fator mais limitante para sustentabilidade dos sistemas agrícolas (PAIVA et al., 2005), pois além de afetar as relações hídricas nas plantas, alterando-lhes o metabolismo, a limitação em sua disponibilidade é fenômeno que ocorre em grandes extensões de áreas cultiváveis, causando grandes prejuízos (NOGUEIRA et al., 2001).

O aumento dos períodos de escassez de água bem como o aumento das temperaturas têm colocado um grande desafio a pesquisadores de espécies comercialmente cultivadas, qual seja, encontrar materiais genéticos resistentes a estas condições ambientais e com boa produção. No setor florestal, a expansão da silvicultura clonal tem-se dado principalmente em áreas cujas limitações hídricas são relativamente grandes, de forma que o estudo do comportamento dos principais materiais genéticos empregados pelas empresas, sob condições adversas de disponibilidade de água

torna-se de grande importância para a recomendação correta dos materiais a serem usados em larga escala de plantio.

O estresse por escassez hídrica afeta o crescimento e a produtividade de florestas, e ocorre quando o conteúdo de água cai abaixo do nível que afeta os processos fisiológicos (SILVA, 1998), como transpiração, fotossíntese, abertura estomática, produção de ácido abscísico e ajuste osmótico (TAIZ & ZEIGER, 2004).

Com a diminuição gradativa da água disponível no solo, o desenvolvimento das plantas fica comprometido e é variável em função das características adaptativas da espécie, da severidade do déficit de água, do estágio de desenvolvimento e da possibilidade de aclimação ao déficit (CALBO & MORAES, 2000).

A identificação e a compreensão dos mecanismos de resistência à seca são fundamentais no desenvolvimento de novos cultivares comerciais mais resistentes ao estresse hídrico (NEPOMUCENO et al., 2001). O efeito da deficiência hídrica sobre as plantas é complexo, e as mesmas respondem através de vários processos adaptativos, não havendo, para tanto, mecanismo universal de resistência à seca, mas sim certos tipos de adaptações dentro de cada grupo ecofisiológico que as permitem resistir a escassez de água. Essas respostas estão relacionadas com a capacidade de reduzir o potencial hídrico, aliadas às adaptações morfológicas, anatômicas e fisiológicas que se traduzem em evitar ou transpor os efeitos letais da seca, sendo que embora os parâmetros sejam avaliados muitas vezes isoladamente, as espécies utilizam mecanismos associados para a manutenção da vida em ambientes adversos (NOGUEIRA et al., 2005).

Atualmente, a madeira do gênero *Eucalyptus* vem se constituindo numa das principais fontes de matéria-prima fibrosa para a indústria de celulose e papel, tanto em termos nacional como mundial, assumindo posição de destaque pela grande diversidade de espécies botânicas e boa adaptação nos mais diferentes tipos de ambiente (PIRES et al., 1996; MARTINS et al., 2001).

Desta forma este trabalho teve como objetivos avaliar o comportamento de clones de *Eucalyptus* spp em diferentes condições de disponibilidade hídrica; estudar a variabilidade e a divergência genética entre diferentes clones de *Eucalyptus* spp por

caracteres fisiológicos e de crescimento; e subsidiar trabalhos de seleção e de melhoramento genético para condições de deficiência hídrica.

O Gênero *Eucalyptus*

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

O gênero *Eucalyptus* L'Herit pertence a família Myrtaceae, possui mais de 700 espécies, variedades e híbridos, totalizando oito subgêneros, sendo o principal deles o *Symphomyrtus*, com mais de 300 espécies, dentre as quais estão as espécies mais plantadas no Brasil para fins comerciais, como *E. grandis*, *E. globulus*, *E. urophylla*, *E. camaldulensis*, *E. saligna* e *E. tereticornis* (MORA & GARCIA, 2000).

A maioria destas espécies é característica do continente australiano, existindo apenas um pequeno número de espécies próprias dos territórios vizinhos da Nova Guiné e Indonésia. Algumas espécies foram introduzidas em outros continentes onde tem desempenhado uma importância econômica relevante, devido ao fato de crescerem rapidamente e serem muito utilizadas para obtenção de diversos produtos como pasta de celulose, usada na fabricação de papel, carvão vegetal e madeira empregada para usos variados (ELDRIDGE et al., 1993). Assim, o cultivo do *Eucalyptus* pode evitar o corte e abate de árvores em florestas naturais e tornar-se uma opção para o uso em áreas degradadas (FERREIRA & GALVÃO, 2000).

O plantio de *Eucalyptus* no Brasil já ocupa cerca de 3,5 milhões de hectares e continua crescendo. Um dos motivos dessa expansão é a elevada produtividade das florestas, resultado do esforço de equipes de pesquisa e operacionais de empresas, bem como de universidades e institutos de pesquisa ao longo dos últimos 35 anos (IPEF, 2007).

O setor florestal brasileiro, como um todo, é responsável por aproximadamente 4% do PIB, 8% das exportações e geram aproximadamente 700 mil empregos diretos. Sem dúvida, a eucaliptocultura é a principal responsável por este desempenho, o que demonstra a importância do *Eucalyptus* para a economia do País e a necessidade de se buscar sempre a máxima competitividade num mercado altamente disputado (EMBRAPA, 2007).

Apesar das plantações florestais estarem aumentando em todos os segmentos, o setor acredita que com base nas expectativas de crescimento de demanda por produtos madeireiros, haverá uma necessidade de plantio em torno de 630 mil hectares ao ano, ao invés dos 200 mil hectares atuais. A Sociedade Brasileira de Silvicultura - SBS distribui essa necessidade de plantio como sendo: 170 mil ha / ano para celulose, 130 mil ha / ano para madeira sólida, 250 mil ha / ano para carvão vegetal e 80 mil ha / ano para energia (EMBRAPA, 2007).

Grande parte da área cultivada com *Eucalyptus* e, ou disponível para expansão do seu cultivo apresenta limitações ao desenvolvimento das plantas, como baixa fertilidade natural, altos teores de alumínio e níveis variados de deficiência hídrica, entre outras (CARMO et al., 1990). Como os materiais genéticos respondem de maneira distinta aos fatores do meio, porém de forma mais pronunciada quando sob condições limitantes (LI, 1989), torna-se necessário identificar os materiais mais promissores em cada uma destas situações (PAVAN, 2003).

Estresse Hídrico

A água é o constituinte vegetal mais abundante, podendo corresponder a 95% da biomassa total, sendo, porém, de apenas 5% nos tecidos lenhosos e nos órgãos dormentes. A maior parte da água absorvida por uma planta é perdida pela evaporação das folhas, processo conhecido como transpiração, o restante fica retido nos tecidos vegetais, e somente uma porção muito pequena (~0,2%) é utilizada na fotossíntese. Esse conteúdo de água na planta é bastante variável, e muda muito com as flutuações

de umidade do solo e do ar e, em muitos casos, a transpiração excede a absorção. Devido a esses fatores, de todas as substâncias absorvidas pelas plantas, a água é a necessária em maior quantidade (SUTCLIFFE, 1980), ocasionando maiores limitações no crescimento das plantas, do que qualquer outro fator interno isolado (SILVA, 1998).

A disponibilidade de água afeta o crescimento das plantas por causa da interação entre abertura estomática e produção de matéria seca. O fechamento dos estômatos bloqueia o influxo de CO₂ para as folhas afetando o acúmulo de fotoassimilados. A falta de assimilados influencia, indiretamente, a absorção de nutrientes a qual, em sua grande maioria, depende da incorporação ativa. Assim, se o fechamento dos estômatos tenta equilibrar o balanço hídrico da planta, seus efeitos colaterais atingem diretamente a produção (OLIVA et al., 1989).

Segundo TAIZ & ZEIGER (2004), tanto no crescimento inicial das plantas quanto nos estádios mais tardios, a diminuição da disponibilidade hídrica não limita apenas a dimensão das folhas individuais, mas também o número de folhas, o número e taxas de crescimento dos ramos, e o crescimento do caule.

A redução no crescimento é um dos mais notáveis efeitos da restrição hídrica sobre as plantas, principalmente causada por uma inibição do alongamento da folha e do caule quando o potencial hídrico decresce, sendo esse efeito diferente entre as espécies (SILVA et al., 2003).

PAVAN (2003), estudando diferentes regimes de irrigação, observou que as mudas de *Eucalyptus* apresentaram desempenhos inferiores em todos os parâmetros avaliados com a redução da disponibilidade de água. A limitação hídrica aumentou a resistência estomática, ocasionando o fechamento dos estômatos, a redução da taxa fotossintética e, conseqüentemente, o desenvolvimento das plantas.

O potencial de água no qual a fotossíntese torna-se nula depende das características adaptativas da espécie, do tempo de exposição e da severidade do déficit de água, do estágio de desenvolvimento da planta e da possibilidade de aclimação ao estresse (CALBO & MORAES, 2000).

NOGUEIRA et al. (2001) salientam, também, que diferença de temperatura foliar em plantas com e sem estresse afeta o estado hídrico das plantas, no

comportamento estomático e na perda de calor latente por meio de transpiração, diferindo todos esses processos para cada espécie, conforme a intensidade e duração do estresse hídrico. Pode-se supor, assim, que o comportamento estomático ao longo do estresse depende mais do potencial da água da folha e sua relação com o potencial da água no solo do que de outros fatores do ambiente, tais como luz e umidade relativa.

Segundo TAIZ & ZEIGER (2004), em situações em que a quantidade de água disponível é insuficiente para suprir as necessidades básicas da planta, ou no caso de excesso de água no solo, ocorre um estresse na planta, que pode ser definido como um fator externo que exerce uma influência desvantajosa na planta. A intensidade dos efeitos prejudiciais na planta dependerá da duração e da severidade do estresse, do estágio de desenvolvimento e do genótipo usado. Esses efeitos causam mudanças metabólicas induzidas dentre as quais destaca-se o acúmulo de uma mistura complexa de ácidos orgânicos, açúcares e aminoácidos, a qual tem sido denominada de ajustamento osmótico (NOGUEIRA et al., 2001).

Muitas mesófitas podem se aclimatar a um estresse moderado de falta de água através de ajustamento osmótico, que possibilita a manutenção da turgescência celular e conseqüentemente o crescimento em potenciais de água foliares mais baixos. A manutenção da turgescência é obtida pela diminuição do potencial osmótico resultante do acúmulo de diferentes solutos no simplasma (CALBO & MORAES, 2000).

O aumento das temperaturas, e a tendência nas próximas décadas desse aumento vir a crescer, têm feito com que pesquisadores de diversas espécies comercialmente importantes direcionem seus estudos buscando desenvolver cultivares mais tolerantes a períodos de estresse hídrico, bem como tecnologias que auxiliem as plantas a tolerarem períodos prolongados de estiagem (NEPOMUCENO et al., 2001).

Para KLAR et al. (1985) o desenvolvimento das plantas sob tensão de água envolve mecanismos complexos que podem ser classificados de três maneiras: “tolerar”, “escapar”, e “evitar” a seca. A primeira permite à planta sobreviver e produzir, sob condições de elevado estresse hídrico interno; na segunda, a planta completa seu ciclo antes do advento de um período de seca; e na terceira, a planta mantém um potencial de água relativamente elevado sob condições de seca, através de

mecanismos diversos, como o fechamento dos estômatos, aumento da cerosidade na cutícula, desenvolvimento do sistema radicular, eficiente transporte de água-solo-folha, dentre outros.

De acordo com MORAES et al. (1989), a resistência à seca é a somatória dos processos: evitar e tolerar a seca. Assim, todas as características morfológicas e fisiológicas da planta que lhe permitem manter um conteúdo relativo de água favorável em face à seca do solo e da atmosfera, dão-lhe um certo grau de resistência. Isso inclui o aumento da absorção de água do solo através de um decréscimo do potencial da água e extensão do sistema radicular, redução da perda de água pelo fechamento estomático; prevenção da evaporação pela cutícula; redução da superfície transpirante; armazenamento de água e aumento da capacidade de condução de água pelo xilema.

Assim, a identificação e a compreensão dos mecanismos de tolerância à seca são fundamentais no desenvolvimento de novos cultivares comerciais mais tolerantes ao estresse hídrico. Tolerância das plantas à seca, claramente, não é uma característica simples, mas uma característica onde mecanismos trabalham isoladamente ou em conjunto para evitar ou tolerar períodos de estresse hídrico (NEPOMUCENO et al., 2001).

Com o decréscimo nos potenciais de água do solo, haverá maiores dificuldades na absorção, o fluxo de água começa a se tornar cada vez mais difícil e o xilema envia este aviso às folhas, também através de decréscimo nos potenciais de água, promovendo perda na turgescência das células-guarda dos estômatos até o fechamento destes (KLAR et al., 1985), diminuindo concomitantemente a retirada de água pela transpiração das plantas (SILVA , 1998).

A planta apresenta como mecanismo de defesa o fechamento dos estômatos e quando se desenvolve em condições de estresse hídrico acentuado aprimora esses mecanismos. Como consequência, consegue suportar esta adversidade, porém tem seu desenvolvimento reduzido, prejudicando também o acúmulo de matéria verde radicial (SILVA , 1998).

O desenvolvimento de mecanismos de adaptação a estas condições adversas, relatados anteriormente, tem o componente genético. Sendo assim, mesmo entre

plantas de uma mesma espécie, há respostas diferentes quanto à adaptação a estas condições (ARRIEL, 2004).

Mudas de *E. camaldulensis* e de *E. grandis* em tubetes, quando plenamente irrigadas, apresentaram altas taxas transpiratórias e rápido murchamento, quando submetidas a ciclo curto de seca. Após vários ciclos de seca, as plantas que desenvolveram sintomas moderados de murcha foliar apresentaram aumento na resistência estomática e redução no potencial hídrico com a depleção da água do substrato dos tubetes. De certo modo, essas mudas desenvolveram adaptação à deficiência hídrica, com os estômatos fechando-se rapidamente nas horas de maior demanda evaporativa e mantendo um favorável status hídrico, sem possivelmente comprometer a eficiência assimilatória da planta. O *E. grandis* mostrou-se mais sensível ao estresse hídrico do que o *E. camaldulensis* (REIS et al., 1988).

Acessos que possuem diversidade nas respostas ao estresse hídrico constituem excelente material para ser usado em programas de melhoramento. Dessa forma, torna-se necessário o uso de técnicas eficientes para melhor selecionar clones, variedades e cultivares que possam ser utilizadas para a produção de mudas que atendam às necessidades do setor produtivo. Para tanto, é importante o conhecimento dos mecanismos que conferem as respostas diferenciais, sendo que o uso de caracteres fisiológicos e/ou bioquímicos adequados para seleção podem beneficiar o melhoramento genético com o objetivo de se obter materiais com tolerância a condições de seca (NOGUEIRA et al., 2001).

Divergência Genética

O sucesso de um programa de melhoramento depende da variabilidade da população a ser trabalhada. Melhoristas têm recomendado, para a formação de população-base, o intercruzamento entre cultivares superiores e divergentes. Essa divergência pode ser avaliada a partir de características agrônômicas, morfológicas, moleculares, entre outras, resultando informações múltiplas de cada cultivar expressas

em medidas de dissimilaridade, representando a diversidade existente no conjunto de acessos estudados (CRUZ & CARNEIRO, 2003).

As medidas de dissimilaridade são de grande importância em estudos de diversidade genética a qual tem sido avaliada com objetivo de identificar as combinações híbridas de maior efeito heterótico e maior heterozigose, de tal forma que, em suas gerações segregantes, se tenha maior possibilidade de recuperação de genótipos superiores, podendo resultar em híbridos superiores (CRUZ & REGAZZI, 1994).

No gênero *Eucalyptus*, a existência de diversidade genética entre espécies e entre procedências dentro de espécies e a manifestação de heterose em algumas características têm incentivado a realização de programas de hibridação (RESENDE et al, 1994).

A sintetização de híbridos inter e intraespecíficos no gênero *Eucalyptus* tem assumido destacada importância dentro dos programas de melhoramento genético. A possibilidade de associação de características diferenciadas em espécies importantes, bem como a manifestação de heterose verificada nos cruzamentos entre vários pares de espécies têm levado os melhoristas de *Eucalyptus* a buscar na hibridação um meio mais rápido de promover o melhoramento de características florestais desejáveis. A viabilidade do aproveitamento comercial da heterose, verificada em vários cruzamentos, bem como da perpetuação e multiplicação de combinações híbridas superiores, por intermédio da propagação clonal, possibilitou a adoção da hibridação como ferramenta importante na produção de florestas de qualidade superior (ASSIS et al., 1993).

Segundo CRUZ et al. (1994), a predição do comportamento dos híbridos, fundamentada na diversidade de seus genitores, pode envolver, entre outros, o tipo e o número de características usadas na estimação da diversidade genética, sendo que a avaliação da divergência genética, com base em evidências científicas, também é de grande importância no contexto da evolução das espécies, uma vez que provê informações sobre recursos disponíveis e auxilia na localização e no intercâmbio dos mesmos (CRUZ & REGAZZI, 1994).

A divergência pode ser avaliada, por meio de técnicas biométricas, baseadas na quantificação da heterose, como por exemplo as análises dialélicas, que avaliam tanto a capacidade específica quanto a heterose manifestada nos híbridos, ou por processos preditivos (CRUZ & REGAZZI, 1994), muito utilizados, sobretudo pelo fato de que, ao se basearem em diferenças morfológicas e fisiológicas, dispensam a obtenção das combinações híbridas entre eles, o que é vantajoso, especialmente quando o número de genitores cuja diversidade se deseja conhecer é elevado (CARVALHO et al., 2003).

Por se tratar de uma análise que permite integrar as múltiplas informações, de um conjunto de caracteres, extraídas das unidades experimentais, a estatística multivariada tem sido amplamente usada para quantificar a divergência genética, oferecendo maior oportunidade de escolha de genitores divergentes em programas de melhoramento (FONSECA et al., 2006), de modo que as inferências sejam fundamentadas em um complexo de variáveis (FERRÃO et al., 2002).

O estudo da diversidade genética além dos objetivos já mencionados possibilita o conhecimento da base genética da população (FERRÃO et al., 2002), além de proporcionar o descarte de genótipos similares, possibilitando economia de tempo, mão-de-obra e recursos financeiros (MOURA et al., 1999; ARRIEL et al., 2004) na condução dos programas de melhoramento.

A quantificação da dissimilaridade genética é um dos mais importantes parâmetros estimados pelos melhoristas de plantas (BENIN et al., 2003), pois quanto mais divergentes forem os genitores, maior a variabilidade resultante na população segregante, e maior a probabilidade de reagrupar os alelos em novas combinações favoráveis (BARBIERI et al., 2005).

Segundo XAVIER (1996), a hibridação pode ser encarada como uma forma de explorar a heterose para características que representam maior produtividade, ou como um meio de reunir atributos específicos de interesse que estão separados nos genitores. A presença de heterose depende basicamente que haja diversidade genética entre os genitores e de algum nível de dominância nos *loci* que controlam uma determinada característica (FALCONER, 1987).

Em um programa de hibridação, a escolha dos genitores é o passo fundamental para o sucesso do programa. Estes devem apresentar bom desempenho e grande divergência genética, sob o risco de não se ampliar variabilidade genética suficiente para se obterem ganhos com a seleção (NASCIMENTO FILHO et al., 2001). Portanto, há a preocupação em realizar uma escolha dos cultivares a serem cruzados, para que o êxito do programa não seja, logo de início, comprometido, e dessa forma, na escolha, tem-se dado ênfase tanto ao comportamento “per se” dos cultivares, ou seja, materiais com melhor desempenho, no que se refere às características de importância econômica, quanto às suas divergências genéticas (CRUZ, 1990).

Para XAVIER (1996) nos programas de melhoramento florestal, a escolha de genitores a serem usados em cruzamentos é importante na obtenção de progênies melhores que as já existentes, o que pode ser confirmado nos resultados satisfatórios obtidos quando a população-base para seleção alia ampla variabilidade genética a uma alta média para os caracteres a serem selecionados. O sucesso do programa depende de uma escolha criteriosa, recomendando-se cruzamentos entre genitores divergentes.

XAVIER et al. (1996) consideram que as aplicações das análises multivariadas nos programas de melhoramento genético florestal, em que são comuns os testes de progênies e estudos da divergência genética, além de fornecer informações dos padrões de variação fenotípica desta população, proporcionam informações que irão auxiliar no processo de seleção das progênies, bem como da alocação espacial destas no futuro pomar de sementes, na tentativa de buscar cruzamentos entre as mais divergentes.

Em outras situações, estudos sobre a diversidade genética têm sido realizados com o intuito de identificar grupos de cultivares com maior similaridade, visando a formação de multilinhas. Em avaliações de banco de germoplasma, coeficientes de similaridade evidenciam a existência de duplicatas, as quais poderiam ser eliminadas, reduzindo os custos e a mão-de-obra necessários para a conservação dos acessos (CRUZ & CARNEIRO, 2003).

No estudo da divergência genética, vários métodos multivariados podem ser aplicados. Dentre eles, citam-se a análise por componentes principais e por variáveis canônicas e os métodos aglomerativos (CRUZ, 1990).

As estimativas de dissimilaridade atendem aos objetivos do melhorista, por quantificarem e informarem sobre o grau de semelhança ou de diferença apresentado entre dois quaisquer genótipos. No entanto, o número de estimativas é grande, $n(n-1)/2$, em que n é o número de acessos considerados no estudo, tornando impraticável o reconhecimento de grupos homogêneos. Para realizar esta tarefa, faz-se uso de métodos de agrupamento ou de projeções de distâncias em gráficos bidimensionais, em que cada coordenada é obtida a partir da medida de dissimilaridade escolhida (CRUZ & CARNEIRO, 2003).

Os métodos aglomerativos podem ser hierárquicos ou de otimização. Nos métodos de otimização os grupos são formados pela adequação de algum critério de agrupamento, ou seja, o objetivo é alcançar uma partição dos indivíduos que otimize (maximize ou minimize) alguma medida predefinida (CRUZ & CARNEIRO, 2003). Entre os métodos de otimização, o de Tocher é um dos mais usados pelos melhoristas. Nesse caso, assume-se que a média das medidas de dissimilaridade dentro do grupo é menor que as distâncias médias entre os grupos. Formado o grupo inicial pela identificação do par de genitores mais similar, é avaliada a possibilidade de inclusão dos outros genitores, considerando o critério assumido anteriormente (CRUZ & REGAZZI, 1994).

Nos métodos hierárquicos, o agrupamento dos genitores é realizado por meio de um processo que se repete em vários níveis até que seja construído o dendrograma, que permitirá estabelecer a relação entre os acessos. O dendrograma é um diagrama em forma de árvore que mostra a subdivisão dos grupos formados (MARTEL et al., 2003).

Segundo SOUZA et al. (2005), os métodos aglomerativos têm como objetivo a reunião dos genitores em grupos, de modo que haja homogeneidade dentro do grupo e heterogeneidade entre os grupos.

A escolha do método mais adequado tem sido determinada pela precisão desejada pelo pesquisador, pela facilidade da análise e pela forma como os dados foram obtidos (CRUZ, 1990; LÚCIO et al., 2006).

Referências

ARRIEL, E. F. **Divergência genética em *Cnidoscolus phyllacanthus* (Mart.) Pax. Et Hoffm. (Euphorbiaceae)**. 2004. 89 f. Tese (Doutorado em Produção Vegetal) – Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2004.

ARRIEL, E. F.; PAULA, R. C.; BAKKE, O. A.; ARRIEL, N. H. C. Divergência genética em *Cnidoscolus phyllacanthus* (MART.) Pax et K. Hoffm. **Revista Brasileira de Oleaginosas e Fibrosas**, Campina Grande, v. 8, n. 2/3, p. 813-822, 2004.

ASSIS, T. F.; BAUER, J. F. S.; TATAREL, G. Sintetização de híbridos de *Eucalyptus* por cruzamentos controlados. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 3, n. 1, p. 161-170, 1993.

BARBIERI, R. L.; LEITE, D. L.; CHOER, E.; SINIGAGLIA, C. Divergência genética entre populações de cebola com base em marcadores morfológicos. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 35, n. 2, p. 303-308, 2005.

BENIN, G.; CARVALHO, F. I. F.; OLIVEIRA, A. C.; MARCHIORO, V. S.; LORENCETTI, C.; KUREK, A. J.; SILVA, J. A. G.; CRUZ, P. J.; HARTWIG, I.; SCHMIDT, D. A. M. Comparações entre medidas de dissimilaridade e estatísticas multivariada como critérios no direcionamento de hibridações em aveia. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 33, n. 4, p.657-662, 2003.

CALBO, M. E. R.; MORAES, J. A. P. V. Efeitos da deficiência de água em plantas de *Euterpe oleracea* (açai). **Revista Brasileira Botânica**, São Paulo, v. 23, n. 3, p. 225-230, 2000.

CAMBRAIA, J. Aspectos bioquímicos, celulares e fisiológicos dos estresses nutricionais em plantas. In: 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. p. 95-105.

CARMO, D. N.; RESENDE, M.; SILVA, T. C. A. Avaliação da aptidão das terras para eucalipto. In: BARROS, N. F.; NOVAIS, R. F. **Relação solo-eucalipto**. Viçosa: editora Folha de Viçosa, 1990. p. 187-235.

CARVALHO, L. P.; LANZA, M. A.; FALLIERI, J.; SANTOS, J. W. dos. Análise da divergência genética entre acessos de banco ativo de germoplasma de algodão. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 38, n. 10, p. 1149-1155, 2003.

CRUZ, C. D. **Aplicação de algumas técnicas multivariadas no melhoramento de plantas**. 1990. 187f. Tese (Doutorado em Genética e Melhoramento de Plantas) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiróz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 1990.

CRUZ, C. D.; CARNEIRO, P. C. S. **Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético**. Viçosa: UFV, 2003. v. 2, 585 p.

CRUZ, C. D.; REGAZZI, A. J. **Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético**. Viçosa: UFV, 1994. 390 p.

CRUZ, C. D.; CARVALHO, S. P.; VENCOSKY, R. Estudos sobre divergência genética. I. Fatores que afetam a predição do comportamento de híbridos. **Revista Ceres**, Viçosa, v. 41, n. 234. p. 178-182, 1994.

ELDRIDGE, K.; DAVIDSON, J.; HARWOOD, C.; WYK, G. van. ***Eucalypt domestication and breeding***. Oxford, Clarendon, 1993. 288 p.

EMBRAPA – Empresa Brasileira de pesquisa Agropecuária. Cultivo do Eucalipto. Disponível em: http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/Eucalipto/CultivocoEucalipto/01_Importancia_economica.htm. Acesso em: 15 jan. 2007.

FALCONER, D. S. **Introdução à genética quantitativa**. Viçosa: UFV, Imprensa Universitária, 1987. 279 p.

FERRÃO, M. A. G.; VIEIRA, C.; CRUZ, C. D.; CARDOSO, A. A. Divergência genética em feijoeiro em condições de inverno tropical. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 37, n. 8, p. 1089-1098, 2002.

FERREIRA, C. A.; GALVÃO, A. P. M. Importância da atividade florestal no Brasil. In: GALVÃO, A. P. M. (Org.) **Reflorestamento de propriedades rurais para fins produtivos e ambientais: um guia para ações municipais e regionais**. Brasília: EMBRAPA Comunicação para Transferência de Tecnologia, 2000. p. 15-18.

FONSECA, A. F. A.; SEDIYAMA, T.; CRUZ, C. D.; SAKAIYAMA, N. S.; FERRÃO, M. A. G.; BRAGANÇA, S. M. Divergência genética em café conilon. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 41, n. 4, p. 599-605, 2006.

IPEF – Instituto de Pesquisas e Estudos Florestais. BEPP - Brasil Eucalyptus Produtividade Potencial. Disponível em: <http://www.ipef.br/bepp/>. Acesso em: 15 jan. 2007.

KLAR, A. E.; CATÂNEO, A.; DENADAI, I. A. M.; SAAD, J. C. C.; PICARELLI, M. Mediadas da adaptação de plantas de trigo a déficits hídricos. **Científica**, São Paulo, v. 13, n. 1/2, p. 117-127, 1985.

LI, B. **Genetic variation among loblolly pine families in seedling growth, root and shoot morphology and nitrogen use efficiency, and use of these traits for potential early genetic selection.** 1989. 131f. Tese (Ph.D.). Raleigh, University of Raleigh, 1989.

LÚCIO, A. D.; FORTES, F. O.; STORCK, L.; CARGNELUTTI FILHO, A. Abordagem multivariada em análise de sementes florestais exóticas. **Revista Cerne**, Lavras, v. 12, n. 1, p. 27-37, 2006.

MARTEL, J. H. I.; FERRAUDO, A. S.; MÔRO, J. R.; PERECIN, D. Estatística multivariada na discriminação de raças amazônicas de pupunheiras (*Bactris gasipaes* Kunth) em Manaus (Brasil). **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 25, n. 1, p. 115-118, 2003.

MARTINS, I. S.; MARTINS, R. C. C.; CORREIA, H. S. Comparação entre seleção combinada e seleção direta em *Eucalyptus grandis*, sob diferentes intensidades de seleção. **Floresta e Ambiente**, Brasília, v. 8, n. 1, p. 36-43, 2001.

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

MORAES, J. A. P. V.; PEREZ, S. C. J. G. A.; CARVALHO JÚNIOR, L. F. Curso diário e sazonal do potencial da água e da resistência estomática em plantas de um cerradão. **Annals Missouri Botanical Garden**, v. 27, p. 13-23, 1989.

MOURA, W. M.; CASALI, V. W. D.; CRUZ, C. D.; LIMA, P. C. Divergência genética em linhagens de pimentão em relação à eficiência nutricional de fósforo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 34, n. 2, p. 217-224, 1999.

NASCIMENTO FILHO, F. J.; ATROCH, A. L.; SOUZA, N. R.; GARCIA, T. B.; CRAVO, M. S.; COUTINHO, E. F. Divergência genética entre clones de guaranazeiro. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 36, n. 3, p. 501-506, 2001.

NEPOMUCENO, A. L.; NEUMAIER N.; FARIAS J. R. B.; OYA, T. Tolerância à seca em plantas: Mecanismos fisiológicos e moleculares. **Biotecnologia Ciência & Desenvolvimento**, Brasília, n. 23, p. 12-18, 2001.

NOGUEIRA, R. J. M. C.; MORAES, J. A. P. V.; BURITY, H. A.; BEZERRA NETO, E. Alterações na resistência à difusão de vapor das folhas e relações hídricas em aceroleiras submetidas a déficit de água. **Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal**, Viçosa, v. 13, n. 1, p. 75-87, 2001.

NOGUEIRA, R. J. M. C.; ALBUQUERQUE, M. B.; SILVA, E. C. da. Aspectos ecofisiológicos da tolerância à seca em plantas da caatinga. In: 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. p. 22-31.

OLIVA, M. A.; BARROS, N. F.; GOMES, M. M. S.; LOPES, N. F. Seca de ponteiros em *Eucalyptus camaldulensis* Dehn. em relação a estresse hídrico e nutrição mineral. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 13, n. 1, p. 19-33, 1989.

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

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

PIRES, I. E.; CRUZ, C. D.; BORGES, R. C. G.; REGAZZI, A. J. Índice de seleção combinada aplicado ao melhoramento genético de *Eucalyptus* spp. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 20, n. 2, p. 191-197, 1996.

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

RESENDE, M. D. V.; OLIVEIRA, E. B.; HIGA, A. R. Maximização da eficiência da seleção em testes de progênies de *Eucalyptus* através da utilização de todos os efeitos do modelo matemático. **Boletim de Pesquisa Florestal**, Colombo, n. 28/29, p. 37-55, 1994.

SILVA, M. R. **Caracterização morfológica, fisiológica e nutricional de mudas de *Eucalyptus grandis* Hill ex. Maiden submetidas a diferentes níveis de estresse hídrico durante a fase de rustificação**. 1998. 104 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 1998.

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 Botânica Brasílica**, São Paulo, v.17, n. 2, p. 231-246, 2003.

SOUZA, F. F.; QUEIRÓZ, M. A.; DIAS, R. C. S. Divergência genética em linhagens de melancia. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 23, n. 2, p. 179-183, 2005.

SOUZA, M. J. H.; RIBEIRO, A.; LEITE, H. G.; LEITE, F. P.; MINUZZI, R. B. Disponibilidade hídrica do solo e produtividade do eucalipto em três regiões da Bacia do Rio Doce. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 30, n. 3, p. 399-410, 2006.

SUTCLIFFE, J. F. **As plantas e a água**. São Paulo: APU, 1980. 126 p.

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

TOLFO, A. L. T. **Estudo da viabilidade de aplicação da seleção precoce em testes clonais de *Eucalyptus* spp. e qualidade da madeira para polpa celulósica**. 2003. 50 f. Dissertação (Mestrado em Genética e melhoramento de plantas) – Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2003.

XAVIER, A. **Aplicação da análise multivariada da divergência genética no melhoramento de *Eucalyptus* spp.** 1996. 126f. Tese (Doutorado em Ciência Florestal) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 1996.

XAVIER, A.; BORGES, R. C. G.; CRUZ, C. D.; CECON, P. R. Aplicação da análise multivariada da divergência genética no melhoramento de *Eucalyptus* spp. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 20, n. 4, p. 495-505, 1996.

CAPÍTULO 2 - CRESCIMENTO E CARACTERÍSTICAS FISIOLÓGICAS DE CLONES DE *Eucalyptus* spp. EM DIFERENTES REGIMES DE IRRIGAÇÃO EM CASA DE VEGETAÇÃO

RESUMO – Este trabalho teve por objetivo avaliar o desempenho de 18 clones de *Eucalyptus* spp. submetidos a quatro regimes de irrigação (RI1 – irrigação diária; RI2 – irrigação a cada dois dias; RI3 – irrigação a cada quatro dias; RI4 – irrigação a cada seis dias). O experimento foi implantado em casa de vegetação no delineamento em blocos casualizados, no esquema fatorial 18 x 4 (18 clones e quatro regimes de irrigação), com quatro repetições, e conduzido por 73 dias. Foram avaliados o incremento relativo em altura, diâmetro do coleto, número de folhas, área foliar, matéria seca de folha, de caule e de raiz; relação raiz-parte aérea, taxa líquida de fotossíntese, condutância estomática, transpiração, teor relativo de clorofila total, eficiência quântica do fotossistema II e potencial hídrico foliar. As avaliações fisiológicas foram realizadas um dia antes e um dia após a irrigação de cada tratamento, em intervalos regulares de 11 e 13 dias, respectivamente. Todas as características avaliadas apresentaram diferenças significativas tanto entre os clones quanto entre os regimes hídricos. As estimativas do coeficiente de determinação genotípico apresentaram valores acima de 0,86 para os caracteres de crescimento e entre 0,46 a 0,84 para os caracteres fisiológicos. Em geral os clones apresentaram reduções em seus caracteres à medida que a frequência de irrigação diminuiu, mas em proporções variáveis entre os mesmos. Foi possível identificar materiais genéticos promissores para trabalhos de melhoramento visando à tolerância ao estresse hídrico.

Palavras-chave: estresse hídrico, melhoramento florestal, parâmetros fisiológicos

Introdução

A busca por maiores produtividades no setor florestal tem demandado pesquisas à procura de materiais com maior rendimento e adaptados às diversas condições ambientais. Frequentemente, as plantas se encontram sob condições externas que afetam desfavoravelmente seu desenvolvimento (CAMBRAIA, 2005). Essas condições usualmente são chamadas de estresse, que nada mais são do que um fator externo que exerce uma influência desvantajosa na planta, sendo que a intensidade e os efeitos prejudiciais à planta dependerão de sua duração e severidade, do estágio de desenvolvimento e do genótipo utilizado (TAIZ & ZEIGER, 2004).

Diversos fatores ambientais podem ocasionar um estresse em um indivíduo, tais como radiação solar, disponibilidade hídrica e temperatura (SOUZA et al., 2006). Destes, a água é o fator mais limitante para sustentabilidade dos sistemas agrícolas (PAIVA et al., 2005), pois além de afetar as relações hídricas nas plantas, alterando-lhes o metabolismo, a limitação em sua disponibilidade é fenômeno que ocorre em grandes extensões de áreas cultiváveis, causando grandes prejuízos (NOGUEIRA et al., 2001).

Como resposta à deficiência hídrica, as plantas passam por mudanças fundamentais na relação da célula com a água e nos seus processos fisiológicos (PIMENTEL, 2005), morfológicos e nutricionais, influenciando na sua capacidade de resistir às condições adversas do meio, por conseguinte, há restrição ao acúmulo de massa (SILVA, 1998), prejudicando tanto o crescimento inicial das plantas como os estádios mais tardios, limitando a dimensão das folhas individuais, o número de folhas, o número e taxas de crescimento dos ramos e o crescimento do caule (TAIZ & ZEIGER, 2004).

Desta forma, o estresse hídrico afeta o crescimento e a produtividade de florestas, e ocorre quando o conteúdo de água cai abaixo do nível que afeta os processos fisiológicos (SILVA, 1998), como transpiração, fotossíntese, abertura estomática, produção de ácido abscísico e ajuste osmótico (TAIZ & ZEIGER, 2004).

As plantas, ao absorverem CO₂, inevitavelmente, perdem água pelas folhas. Essa perda de água ocorre principalmente através dos estômatos, que apresentam mecanismos para controlar o seu grau de abertura (PAIVA et al., 2005). Sob condições de falta de água, o fechamento estomático é provavelmente a primeira linha de defesa da planta contra a dessecação, como também é o fator mais importante de controle da fixação do carbono (AZEVEDO NETO et al., 2002), reduzindo a transpiração com reflexos diretos na fotossíntese (MACHADO et al., 2002a; VIANA et al., 2002; NOGUEIRA et al., 2005). Como consequência, a planta consegue suportar esta adversidade, mas tem seu desenvolvimento reduzido (SILVA, 1998). Assim, a deficiência hídrica causa redução na condutância estomática, nas taxas de transpiração, sendo essas reduções acompanhadas pela queda do potencial de água na folha (OLIVEIRA et al., 2002).

Com a diminuição gradativa da água disponível no solo, a fotossíntese vai diminuindo progressivamente até tornar-se nula. Esta redução na fotossíntese é variável em função das características adaptativas da espécie, da severidade da deficiência de água, do estágio de desenvolvimento e da possibilidade de aclimação ao estresse (CALBO & MORAES, 2000). Os mecanismos de tolerância a deficiência hídrica variam entre e dentro de espécies, de acordo com o material genético e com os fatores edafoclimáticos (PAVAN, 2003), podendo incluir raízes mais profundas, modificações na superfície (cera e pubescência) e na orientação da folha e até senescência (FERREIRA, 2001).

Segundo OLIVEIRA et al. (2002), o fechamento parcial dos estômatos, que pode ser observado através da diminuição da condutância estomática, e a queda na taxa de transpiração mais rápida que a queda na fotossíntese, indicam a existência de mecanismos de adaptação, no sentido de diminuir as perdas de água, quando sob condições de estresse hídrico moderado. Assim como o restabelecimento das trocas gasosas após a reidratação (MEDINA et al., 1999; QUEIROZ et al., 2002; ZANELLA et al., 2004).

A identificação e a compreensão dos mecanismos de resistência à seca são fundamentais no desenvolvimento de novos cultivares comerciais mais resistentes ao

estresse hídrico (NEPOMUCENO et al., 2001). O efeito da deficiência hídrica sobre as plantas é complexo, e as mesmas respondem através de vários processos adaptativos, não havendo, para tanto, mecanismo universal de resistência à seca, mas sim certos tipos de adaptações dentro de cada grupo ecofisiológico que as permitem resistir a escassez de água. Essas respostas estão relacionadas com a capacidade de reduzir o potencial hídrico, aliadas às adaptações morfológicas, anatômicas e fisiológicas que se traduzem em evitar ou transpor os efeitos letais da seca, sendo que, embora os parâmetros sejam avaliados muitas vezes isoladamente, as espécies usam mecanismos associados para a manutenção da vida em ambientes adversos (NOGUEIRA et al., 2005).

Muitas plantas podem se aclimatar a um estresse moderado de falta de água através de ajustamento osmótico, que possibilita a manutenção da turgescência celular e, conseqüentemente, o crescimento em baixos potenciais de água nas folhas (NOGUEIRA et al., 2001; ARRIEL, 2004; CARVALHO, 2005).

Os genótipos respondem de maneira distinta aos fatores do meio, porém de forma mais pronunciada quando sob condições limitantes. Em culturas como a do *Eucalyptus*, que se encontra espalhada por quase todo o território nacional, em que grande parte desta área apresenta limitações ao desenvolvimento das plantas, como diversos níveis de estresse hídrico, a escolha de indivíduos adaptados fica difícil, tornando-se necessário identificar os materiais mais promissores para cada situação (PAVAN, 2003; 2005). A identificação destes materiais pode se dar através do emprego de características fisiológicas adequadas para seleção, auxiliando o melhoramento genético (NOGUEIRA et al., 2001), buscando equilíbrio entre os caracteres que otimizam o crescimento com aqueles que conferem maior resistência à seca (PITA et al., 2005).

Diante do relatado, o presente trabalho teve o objetivo de avaliar a variabilidade genética entre clones de *Eucalyptus* spp., cultivados em diferentes regimes de irrigação em casa de vegetação, quanto às características de crescimento e fisiológicas.

Material e Métodos

O trabalho foi realizado em casa de vegetação, no Viveiro Experimental de Plantas Ornamentais e Florestais, da Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, *Campus* de Jaboticabal – São Paulo. Foram usadas mudas de 18 clones de *Eucalyptus* spp., com cerca de 70 dias de idade, fornecidas pela Votorantim Celulose e Papel (VCP), localizada no município de Luiz Antônio, SP. As mudas foram produzidas pelo método de miniestaquia, de acordo com metodologia adotada pela empresa, usando-se tubetes de polipropileno, com capacidade para 60 cm³ de substrato.

As mudas foram plantadas em vasos pretos, de plástico, aos quais foram adicionados 3 kg de solo (Neossolo Quartzarênico), o que corresponde a 2 L de solo, proveniente de área de cultivo de *Eucalyptus*, localizada na Fazenda Cara Preta, no município de Santa Rita do Passa Quatro, SP. Este solo foi seco em estufa de circulação forçada de ar (70 °C), passado em peneira de 0,4 cm e adubado com formulação NPK (4-30-16) em quantidade suficiente para fornecer 150 mg dm⁻³ de K. Com o solo totalmente seco e adubado, foi adicionado a cada vaso quantidade de água suficiente para elevar a umidade para 21% em volume, ou seja 60% da capacidade de campo, de forma que cada vaso recebeu 420 mL de água. Durante quatro dias, visando garantir a sobrevivência das mudas, todos os vasos foram mantidos com 21% de umidade, por reposição diária da água perdida, a qual foi determinada pelo uso de um sistema portátil denominado hydrosense system (Campbell Scientific, modelo CS620) que estima a porcentagem de água em volume no substrato.

Após o período de aclimação das mudas de quatro dias, estas foram submetidas a quatro regimes de irrigação: RI1 - irrigação diária; RI2 – irrigação a cada dois dias; RI3 – irrigação a cada quatro dias e; RI4 – irrigação a cada seis dias, (estabelecido em testes preliminares). No decorrer do experimento, a quantidade de água a ser repostada foi determinada com o uso do hydrosense system, em função da necessidade de cada vaso, repondo o suficiente para atingir os 21%.

Com 45 dias após o início dos tratamentos de irrigação, todas as plantas receberam adubação de cobertura, aplicando-se via solução aquosa $30 \text{ mg dm}^{-3} \text{ N}$, na forma de sulfato de amônio.

Na implantação do experimento e ao final do mesmo, ou seja com 73 dias após o início da aplicação dos regimes de irrigação, foram feitas avaliações de altura, diâmetro do coleto, número de folhas, área foliar e massa de matéria seca de folha, de caule, de raiz e relação raiz-parte aérea. A altura foi determinada com régua graduada em mm e o diâmetro do coleto, com paquímetro digital em mm.

As características fisiológicas avaliadas, um dia antes e um dia depois da irrigação em cada um dos tratamentos, foram: teor relativo de clorofila total, usando um clorofilômetro portátil (Minolta, modelo SPAD-502); medida da eficiência quântica (F_v/F_m) do fotossistema II (PSII), usando um detector de fluorescência de clorofila a portátil (Hansatech Ltd., modelo Plant Efficiency Analyser - PEA) e medidas das taxas de fotossíntese líquida (A), condutância estomática (g_s) e transpiração (E), usando um analisador de gases a infravermelho, portátil (LICOR, Inc., LI-6400,), acoplado a uma fonte de luz artificial (LED 6400-02B). As medidas de A , g_s e E foram feitas sob concentração de CO_2 ambiente ($370 \pm 10 \mu\text{mol m}^{-2}\text{s}^{-1}$), FFFA (fluxo de fótons fotossinteticamente ativo) de $900 \mu\text{mol m}^{-2}\text{s}^{-1}$ e temperatura da folha mantida a $26 \text{ }^\circ\text{C}$. As medições foram feitas nos períodos compreendidos entre 8:00-10:00h, 10:00-12:00h e 13:30-15:30h. Estas avaliações foram realizadas em três repetições, na terceira folha totalmente expandida, contada a partir do ápice da planta. Também, antes da última irrigação, foi determinado o potencial hídrico foliar (Ψ_f) por meio de uma bomba de pressão (SCHOLANDER et al., 1965), empregando-se duas repetições para cada tratamento.

Durante a condução do experimento, para monitorar o crescimento e os parâmetros fisiológicos das plantas, foram feitas avaliações do crescimento em altura, diâmetro do coleto e número de folhas a cada 15 dias e das características fisiológicas um dia antes e um dia após a irrigação de todos os tratamentos, em intervalos regulares de 11 e 13 dias, respectivamente, posto que a cada 12 dias coincidia o momento de irrigação de todos os regimes hídricos.

Ao final do experimento, após todas as avaliações fisiológicas, as plantas foram cortadas, separando-se as folhas, caule e raízes para posterior secagem em estufa de circulação forçada de ar (70 °C) até massa constante, para determinação das respectivas matérias secas. Antes das folhas serem submetidas à secagem, determinou-se a área foliar de cada planta, usando-se um medidor de área foliar (Li - Cor, inc., modelo LI - 3100).

As análises estatísticas, considerando-se a última avaliação, foram realizadas segundo o delineamento de blocos casualizados, no esquema fatorial 18 x 4 (18 clones e quatro regimes de irrigação), com quatro repetições para crescimento, três para as características fisiológicas e duas para o potencial hídrico foliar. Como os clones apresentavam desenvolvimento diferenciado na época da instalação do experimento, os dados de altura, diâmetro do coleto, número de folhas, área foliar e matéria seca de folha, de raiz e de caule foram analisados em termos incremento relativo (IR), pela aplicação da seguinte expressão:

$$IR = \frac{(A_f - A_i)}{A_i} * 100 ;$$

em que

A_f : valor da característica A (altura, diâmetro do coleto,...) na avaliação final;

A_i : valor da característica A (altura, diâmetro do coleto,...) na avaliação inicial.

As análises de variância e as estimativas dos parâmetros genéticos foram processadas no programa Genes (CRUZ, 2001), considerando os efeitos de clones e regime de irrigação como fixos. As médias de clones e de regimes de irrigação foram comparadas pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade, pelo programa SISVAR, da Universidade Federal de Lavras.

Resultados e Discussão

Todas as características de crescimento avaliadas apresentaram diferenças altamente significativas ($P \leq 0,01$) em relação aos materiais genéticos e aos regimes

hídricos. Com exceção do incremento relativo em área foliar (IR-AF) e em massa seca de raiz (IR-MSR), a interação clones x regimes hídricos não foi significativa ($P > 0,05$) para as demais características (Tabela 1).

Os coeficientes de variação experimental (CV) apresentaram valores altos para todas as características, exceto para o incremento relativo em altura (IR-ALT) e em matéria seca de caule (IR-MSC), que apresentaram valores de média magnitude, segundo a classificação de GOMES (2000).

A relação CV_g/CV foi superior a 1,0 para a IR-ALT, IR-AF e para o incremento em número de folhas (IR-NF), e inferior a 1,0 para os demais caracteres (Tabela 1). De acordo com VENCOVSKY (1987) a relação CV_g/CV , é um dos indicativos das possibilidades de ganhos com a seleção. Sendo que, quando essa razão é maior que um, indica condição favorável à seleção, pois a variação genética supera a ambiental.

As estimativas do coeficiente de determinação genotípico (h^2) variaram de 0,86 para o incremento relativo em diâmetro do coleto (IR-DC) a 0,97 para IR-ALT e IR-AF. Resultados semelhantes foram encontrados por ARRIEL (2004), estudando crescimento de faveleira submetidas a três regimes hídricos, o que indica que as características estudadas apresentam-se sob alto controle genético.

A variabilidade entre os clones pode, de certa forma, ser avaliada pelo número de grupos formados na discriminação das médias (Tabela 1) para cada característica. Assim, foram formados três grupos quanto ao IR-DC e RPA, quatro grupos quanto ao IR-NF, IR-MSF, IR-MSC e IR-MSR, cinco grupos quanto ao IR-ALT e seis grupos para IR-AF. Os clones 5, 10, 11, 14 e 16 se destacaram quanto ao IR-ALT; para IR-DC sobressaíram-se os clones 3, 4, 5, 10, 15 e 18; o clone 16 destacou-se quanto ao IR-NF; para o IR-AF tiveram melhor desempenho os clones 14 e 16; o clone 14 apresentou maior IR-MSF; os clones 4 e 15 apresentaram maior IR-MSC; para IR-MSR destacaram-se os clones 10, 11 e 14 e os clones 4, 10, 11 e 15 foram os que apresentaram maior RPA.

Os clones 10 e 14 apareceram entre os de melhor desempenho em quatro das oito características avaliadas; e os clones 4, 11, 15 e 16 em três características. Por outro lado, o clone 6 está entre os de pior desempenho em seis das oito características.

Tabela 1 – Resumo da análise de variância para as características incremento relativo (IR) em altura (ALT), diâmetro do coleto (DC), número de folhas (NF), área foliar (AF), matéria seca de folha (MSF), de caule (MSC) e de raiz (MSR) e para relação raiz-parte aérea (RPA), em plantas de 18 clones de *Eucalyptus* spp. submetidas a quatro regimes de irrigação, aos 71 dias após o início da aplicação dos regimes de irrigação.

Fonte de Variação	IR-ALT (%)	IR-DC (%)	IR-NF (%)	IR-AF (%)	IR-MSF (%)	IR-MSC (%)	IR-MSR (%)	RPA
Blocos	4299,5	4530,9	682910,3	1415295,5	24450023,4	298210,1	190198,1	0,6306
Clone (C)	20370,4**	10899,9**	1693512,3**	7032739,1**	1190902,8**	229666,9**	109060,1**	0,0527**
Regime (RI)	42061,7**	228582,8**	1985045,71**	13143357,3**	4416272,1**	6077791,9**	1565701,5**	0,2487**
C x RI	630,85 ^{ns}	1306,83 ^{ns}	105513,29 ^{ns}	310085,04**	89930,89 ^{ns}	17564,55 ^{ns}	13426,11*	0,0067 ^{ns}
Erro	556,59	1500,03	84845,13	164778,46	134886,63	21348,65	7223,48	0,0049
Média	128,9	173,1	887,8	1454,9	1242,2	839,4	258,1	0,324
CV	18,29	22,37	32,81	27,90	29,57	17,41	32,93	21,69
h ²	0,97	0,86	0,95	0,97	0,89	0,91	0,94	0,91
CVg	27,24	13,99	35,48	45,03	21,68	13,59	30,91	16,87
CVg/CV	1,49	0,63	1,08	1,61	0,70	0,78	0,94	0,78
Médias para Clones ¹								
1	106 d	155 c	1080 b	2190 b	1447 b	845 b	183 d	0,32 b
2	87 e	174 b	1199 b	1426 c	1052 c	786 c	163 d	0,32 b
3	127 c	206 a	1206 b	1320 d	1342 b	933 b	252 c	0,31 b
4	131 c	208 a	891 c	1448 c	1519 b	1088 a	221 c	0,37 a
5	166 a	218 a	781 c	1562 c	1418 b	914 b	280 b	0,34 b
6	92 e	135 c	415 d	409 f	681 d	598 d	197 c	0,34 b
7	130 c	147 c	847 c	1136 d	1089 c	641 d	224 c	0,26 c
8	142 b	173 b	1194 b	1233 d	1100 c	791 c	130 d	0,31 b
9	85 e	177 b	702 c	1137 d	1262 c	747 c	241 c	0,35 b
10	170 a	187 a	394 d	1174 d	987 c	846 b	407 a	0,41 a
11	166 a	176 b	355 d	709 e	1086 c	761 c	399 a	0,39 a
12	150 b	158 c	933 b	1611 c	1286 c	825 b	291 b	0,26 c
13	79 e	149 c	678 c	911 e	998 c	860 b	289 b	0,26 c
14	184 a	146 c	1085 b	3015 a	1923 a	921 b	393 a	0,25 c
15	111 d	195 a	1120 b	1410 c	1175 c	988 a	300 b	0,44 a
16	171 a	164 b	1588 a	2908 a	1543 b	925 b	140 d	0,22 c
17	73 e	135 c	820 c	1286 d	1242 c	737 c	225 c	0,33 b
18	145 b	204 a	692 c	1295 d	1200 c	895 b	280 b	0,35 b
Médias para Regimes de Irrigação ²								
RI1	149 A	228 A	1023 A	1888 A	1527 A	1147 A	394 A	0,35 A
RI2	148 A	209 B	1017 A	1697 B	1335 B	1000 B	356 B	0,37 A
RI3	119 B	149 C	835 B	1305 C	1159 C	709 C	208 C	0,33 B
RI4	99 C	105 D	676 C	927 D	946 D	500 D	67 D	0,24 C

ns – não significativo pelo teste F ($P > 0,05$); * e ** significativo pelo teste F ($P \leq 0,05$; $P \leq 0,01$, respectivamente)

h² – estimativa do coeficiente de determinação genotípico; CVg - estimativa do coeficiente de variação genotípico; CV - estimativa do coeficiente de variação ambiental.

¹, ² – médias seguidas por uma mesma letra, minúscula para clones e maiúscula para regimes de irrigação, não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott ($P > 0,05$)

Quanto às médias para os regimes de irrigação, estas foram maiores para o regime de irrigação diária (RI1) e menores para o regime de irrigação a cada seis dias (RI4). Este resultado, de certa forma, já era esperado, pois segundo LARCHER (2004), as plantas são afetadas pelo declínio do potencial hídrico e tendem a se desenvolver melhor quando em condições hídricas adequadas.

Para os caracteres fisiológicos (Tabela 2), houve diferenças significativas a 1% de probabilidade entre clones para a taxa de fotossíntese líquida (A) depois da irrigação e para condutância estomática (gs), transpiração (E) e teor relativo de clorofila total (U.R.) antes e depois da irrigação. Para fotossíntese (A) antes da irrigação, a relação F_v/F_m antes e depois da irrigação e potencial hídrico foliar (Ψ_f) houve diferença significativa a 5% de probabilidade.

Quanto aos regimes hídricos, houve efeito significativo ($P \leq 0,01$) deste sobre todas as características avaliadas, exceto para A depois da irrigação que teve diferenças detectadas ao nível de 5% de probabilidade. A interação foi altamente significativa ($P \leq 0,01$) para E antes da irrigação e para as demais características foi não significativa.

Os valores de coeficiente de variação experimental (CV), com base em GOMES (2000), foram baixos ($< 10\%$) para teor relativo de clorofila total e F_v/F_m , antes da irrigação, e para F_v/F_m depois da irrigação; médios ($10-20\%$) para teor relativo de clorofila total depois da irrigação e Ψ_f , e altos ($20-30\%$) para A , tanto antes como depois da irrigação e muito altos para condutância estomática (gs) e E antes e depois da irrigação ($> 30\%$).

As estimativas de h^2 para A e teor relativo de clorofila total, antes e depois da irrigação, e para E antes da irrigação foram de alta magnitude ($> 0,61$), sugerindo que estes caracteres encontram-se sob alto grau de controle genético, enquanto que os demais caracteres apresentaram moderado controle genético ($0,46 < h^2 < 0,59$). Os valores de CV_g/CV foram inferiores a 1,0, indicando uma condição pouco favorável à seleção, nesta fase, pois a variação genética é menor que a ambiental.

Os clones apresentaram menor variabilidade quanto aos caracteres fisiológicos (Tabela 2), comparativamente aos de crescimento (Tabela 1), em que o número

Tabela 2 – Resumo da análise de variância para as características taxa de fotossíntese líquida (A), condutância estomática (g_s), transpiração (E), teor relativo de clorofila total (UR) e eficiência quântica do fotossistema II (F_v/F_m) e potencial hídrico foliar (Ψ_f) em plantas de 18 clones de *Eucalyptus* spp. submetidas a quatro regimes de irrigação (RI1 – diário; RI2 – a cada 2 dias; RI3 – a cada 4 dias; RI4 – a cada 6 dias), antes (A.I.) e depois (D.I.) da irrigação.

Fonte de Variação	A ($\mu\text{molm}^{-2}\text{s}^{-1}$)		g_s ($\text{molm}^{-2}\text{s}^{-1}$)		E ($\text{mmolm}^{-2}\text{s}^{-1}$)		Clorofila (U.R.)		Fv/Fm		Ψ_f (MPa)
	A.I.	D.I.	A.I.	D.I.	A.I.	D.I.	A.I.	D.I.	A.I.	D.I.	A.I.
Blocos	417,81	577,52	0,444	0,308	35,6	32,87	161,43	139,31	0,045	0,0808	6,718
Clone – C	13,92*	9,83**	0,023 ^{ns}	0,014**	2,21**	1,59*	47,68**	83,69**	0,003**	0,0024*	0,073*
Regime-RI	332,42**	12,08*	0,937**	0,370**	112,78**	40,69**	2120,14**	2373,63**	0,013**	0,0113**	16,741**
RI x C	6,56 ^{ns}	3,78 ^{ns}	0,014 ^{ns}	0,007 ^{ns}	1,21**	0,65 ^{ns}	12,11 ^{ns}	10,97 ^{ns}	0,001 ^{ns}	0,0015 ^{ns}	0,035 ^{ns}
Erro	4,66	3,86	0,010	0,006	0,69	0,66	12,08	13,24	0,001	0,0013	0,039
Média	7,84	7,50	0,108	0,140	2,47	2,09	37,93	35,65	0,76	0,78	-1,454
CV	27,54	26,2	54,50	57,19	33,51	38,70	9,16	10,2	5,74	4,58	13,74
h^2	0,66	0,61	0,58	0,56	0,69	0,59	0,75	0,84	0,46	0,47	0,46
CVg	11,20	9,40	18,36	18,46	14,44	13,37	4,54	6,8	1,52	1,25	4,46
CVg/CV	0,41	0,36	0,34	0,32	0,43	0,34	0,50	0,67	0,26	0,27	0,32
Médias para Clones											
1	6,83 b	6,53 b	0,16 b	0,12 b	2,16 b	1,77 b	39 b	38 b	0,77 a	0,78 a	-1,39 b
2	7,20 a	7,27 b	0,14 b	0,12 b	2,13 b	1,96 b	38 c	37 b	0,76 a	0,77 a	-1,66 a
3	8,73 b	7,58 b	0,26 a	0,18 a	2,95 a	2,41 a	40 b	34 c	0,78 a	0,78 a	-1,47 a
4	7,50 a	6,95 b	0,16 b	0,10 b	2,37 b	1,64 b	37 c	33 c	0,78 a	0,75 a	-1,37 b
5	7,93 b	7,07 b	0,16 b	0,13 b	2,41 b	1,99 b	38 c	38 b	0,77 a	0,78 a	-1,45 b
6	8,10 a	7,47 b	0,22 a	0,15 a	2,80 a	2,30 a	38 c	36 c	0,77 a	0,78 a	-1,56 a
7	8,38 a	8,53 a	0,20 a	0,17 a	2,58 a	2,44 a	38 c	34 c	0,76 a	0,77 a	-1,49 a
8	8,53 a	8,54 a	0,22 a	0,17 a	2,88 a	2,46 a	37 c	36 c	0,78 a	0,77 a	-1,36 b
9	7,95 a	5,81 b	0,14 b	0,07 b	2,04 b	1,28 b	36 c	34 c	0,77 a	0,78 a	-1,29 b
10	7,13 b	7,65 b	0,17 b	0,15 a	2,31 b	2,21 a	37 c	35 c	0,74 b	0,77 a	-1,33 b
11	7,40 b	7,51 b	0,19 a	0,14 a	2,52 a	2,21 a	36 c	33 c	0,78 a	0,79 a	-1,54 a
12	9,05 a	8,51 a	0,22 a	0,17 a	2,94 a	2,57 a	37 c	34 c	0,76 a	0,78 a	-1,52 a
13	4,95 c	6,29 b	0,11 b	0,10 b	1,58 b	1,72 b	36 c	33 c	0,73 b	0,76 a	-1,44 b
14	8,68 a	7,92 a	0,20 a	0,13 b	2,75 a	2,08 a	38 c	36 c	0,72 b	0,75 a	-1,36 b
15	7,18 b	7,32 b	0,16 b	0,16 a	2,17 b	2,16 a	35 c	35 c	0,76 a	0,79 a	-1,49 a
16	9,18 a	9,22 a	0,26 a	0,18 a	3,19 a	2,49 a	44 a	44 a	0,77 a	0,80 a	-1,57 a
17	9,45 a	8,38 a	0,22 a	0,18 a	2,81 a	2,39 a	40 b	36 c	0,78 a	0,80 a	-1,49 a
18	6,98 b	6,48 b	0,12 b	0,09 b	1,89 b	1,63 b	40 b	35 c	0,75 a	0,78 a	-1,40 b
Médias para Regimes de Irrigação											
RI1	9,31 A	7,99 A	0,34 A	0,25 A	4,04 A	3,23 A	32 D	30 D	0,75 B	0,76 B	-0,78 D
RI2	9,08 A	7,34 B	0,23 B	0,14 B	3,15 B	2,28 B	34 C	31 C	0,75 B	0,77 B	-1,00 C
RI3	8,84 A	7,76 A	0,12 C	0,09 C	1,97 C	1,61 C	39 B	38 B	0,78 A	0,78 B	-1,78 B
RI4	4,13 B	6,92 B	0,04 D	0,07 C	0,71 D	1,26 D	46 A	44 A	0,78 A	0,80 A	-2,25 A

ns – não significativo pelo teste F ($P > 0,05$); * e ** significativos pelo teste F ($P \leq 0,05$; $P \leq 0,01$, respectivamente)

h^2 – estimativa do coeficiente de determinação genotípico; CVg - estimativa do coeficiente de variação genotípico; CV - estimativa do coeficiente de variação ambiental.

^{1, 2} – médias seguidas por uma mesma letra, minúscula para clones e maiúscula para regimes de irrigação, não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott ($P > 0,05$)

máximo de grupos formados foi três para A antes da irrigação e teor relativo de clorofila total, antes e depois da irrigação; para F_v/F_m depois da irrigação os clones não se diferenciaram e para os demais caracteres foram formados dois grupos.

O clone 16 aparece no grupo de maiores valores em todos os caracteres avaliados, o oposto acontece com o clone 13. Quanto aos regimes de irrigação, os maiores valores para Ψ_f e para A , g_s , E , antes e depois da irrigação, foram registrados no regime de irrigação diária (RI1), enquanto os menores valores sempre foram observados no regime de irrigação a cada seis dias (RI4). Para teor relativo de clorofila total e F_v/F_m , antes da irrigação, os valores máximos foram obtidos em RI4 e os valores mínimos ocorreram no RI1.

Na Tabela 3, é apresentado o desdobramento das três características que apresentaram interação significativa entre clones e regimes hídricos. O IR-AF no geral foi maior nos regimes RI1 e RI2, comparativamente à RI3 e RI4. Já quanto a clones, houve a formação de cinco grupos no regime RI1, em que os clones 14 e 16 apresentaram maiores IR-AF e os clones 6 e 11, os menores IR-AF; no regime RI2 houve a formação de três grupos sendo os clones 14, 16 e 1 os de maiores IR-AF e os clones 6, 11 e 13 os de menores crescimento relativo em área foliar; no regime RI3 houve a formação de quatro grupos com os clones 16 e 14, com maiores IR-AF e os clones 6, 11, 13 e 7, com menores IR-AF e, no regime RI4 foram formados dois grupos em que os clones 14, 16, 1 e 5 superaram os demais quanto a esta característica.

Para IR-MSR, os regimes RI1 e RI2 foram no geral os que proporcionaram os maiores valores, seguidos por RI3 e, finalmente, RI4. Em relação a clones, quatro grupos foram formados em RI1, em que os clones 14 e 10 apresentaram os maiores valores de IR-MSR e os clones 8, 16, 2, 4, 6, 1 e 9 com os menores; no regime RI2 três grupos se formaram, em que os clones 10, 11, 14, 15 e 5 tiveram maior desempenho e o 16, 8, 6, 2, 1 e 17 os menores valores; em RI3 dois grupos foram formados em que os clones 10, 15, 11, 14, 9, 13, 3, 18, 12, 5, 17 e 4 superaram os demais, e em RI4 os clones não apresentaram diferenças entre si quanto o IR-MSR.

Quanto a transpiração (E), de uma forma geral foram formados dois grupos relacionados a regimes de irrigação com os tratamentos RI1 e RI2 com maiores valores

Tabela 3 – Incremento relativo em área foliar (IR-AF) e em matéria seca de raiz (IR-MSR) e transpiração antes da irrigação (*E*-AI), de 18 clones de *Eucalyptus* spp. submetidos a quatro regimes de irrigação (R11 – irrigação diária; R12 – irrigação a cada 2 dias; R13 – irrigação a cada 4 dias; R14 – irrigação a cada 6 dias).

Clones	IR-AF (%)				IR-MSR (%)				<i>E</i> - AI (mmolm ⁻² s ⁻¹)			
	R11	R12	R13	R14	R11	R12	R13	R14	R11	R12	R13	R14
1	2567 bA	2868 aA	1840 bB	1484 aB	309 dA	289 cA	107 bB	28 aB	3,95 bA	2,78 bA	1,61 aB	0,31 aB
2	2082 bA	1651 bA	1167 cB	806 bB	279 dA	280 cA	73 bB	31 aB	3,32 bA	2,59 bA	2,10 aA	0,49 aB
3	1734 cA	1481 bA	1252 cA	813 bB	347 cA	364 bA	231 aB	64 aC	4,64 aA	3,67 aA	2,59 aB	0,91 aC
4	1886 cA	1608 bA	1582 cA	715 bB	282 dA	358 bA	207 aA	40 aB	3,47 bA	3,82 aA	1,73 aB	0,47 aB
5	1798 cA	1753 bA	1508 cA	1189 aA	417 cA	414 aA	226 aB	64 aC	3,68 bA	2,84 bA	2,37 aA	0,74 aB
6	576 eA	460 cA	365 dA	234 bA	289 dA	269 cA	175 bB	76 aB	5,24 aA	3,28 aB	2,12 aC	0,55 aD
7	1426 dA	1422 bA	887 dB	808 bB	344 cA	356 bA	134 bB	85 aB	4,44 aA	3,57 aA	1,82 aB	0,49 aB
8	1229 dA	1571 bA	1281 cA	852 bA	168 dA	201 cA	147 bA	4 aB	5,33 aA	3,67 aA	1,79 aC	0,73 aC
9	1325 dA	1387 bA	1226 cA	611 bB	318 dA	340 bA	245 aA	85 aB	2,45 bA	1,62 bA	1,35 aA	2,72 aA
10	1610 cA	1211 bA	1051 cA	825 bA	654 aA	556 aA	321 aB	100aC	4,01 bA	2,87 bB	2,07 aB	0,28 aC
11	935 eA	722 cA	707 dA	474 bA	557 bA	538 aA	282 aB	223aB	4,90 aA	2,86 bB	1,86 aB	0,44 aC
12	2224 bA	1882 bA	1269 cB	1069 bB	462 bA	383 bA	228 aB	93 aC	4,32 aA	3,89 aA	2,69 aB	0,87 aC
13	1215 dA	1037 cA	878 dA	516 bA	468 bA	367 bA	244 aB	80 aC	2,86 bA	2,68 bA	0,54 aB	0,22 aB
14	4242 aA	3400 aB	2529 aC	1889 aD	698 aA	484 aB	265 aC	125aD	3,40 bA	4,71 aA	2,15 aB	0,74 aC
15	1672 cA	1745 bA	1147 cB	1075 bB	419 cA	433 aA	286 aB	64 aC	3,78 bA	2,06 bB	2,37 aB	0,45 aC
16	3990 aA	3345 aB	2637 aC	1660 aD	256 dA	158 cA	135 bA	20 aB	5,33 aA	4,36 aA	2,35 aB	0,73 aC
17	1754 cA	1609 bA	1108 cB	673 bB	347 cA	292 cA	214 aA	64 aB	4,31 aA	3,37 aA	2,44 aB	1,13 aB
18	1726 cA	1402 bA	1055 cB	997 bB	490 bA	340 bB	229 aC	65 aD	3,29 bA	2,11 bA	1,59 aB	0,56 aB

* médias seguidas por uma mesma letra, minúscula na coluna e maiúscula na linha para uma mesma característica, não diferem entre si ($P > 0,05$) pelo teste de Scott-Knott.

de E , e os regimes RI3 e RI4 com menores valores. Quanto ao comportamento dos clones nos diferentes regimes hídricos, nos regimes RI1 e RI2 formaram-se dois grupos em que os clones 3, 6, 7, 8, 11, 12, 16 e 17 apresentaram maiores valores de transpiração no regime RI1 e os clones 14, 16, 12, 4, 3, 8, 7, 17 e 6 maiores valores de E no regime RI2; nos regimes RI3 e RI4 os clones apresentaram taxas de transpiração semelhantes, não diferenciando entre si.

Na Figura 1 são apresentados os desempenhos médios dos clones para cada um dos caracteres de crescimento avaliados, nos quatro regimes de irrigação. Verificam-se diferenças expressivas tanto entre os materiais genéticos quanto entre os regimes hídricos. Na grande maioria dos casos, o regime de irrigação diária (RI1) resultou nos maiores valores e o de irrigação a cada seis dias (RI4) em menor crescimento e, conseqüentemente, menor produção de matéria seca. Resultados semelhantes aos aqui encontrados foram reportados por MACHADO et al. (2002b), em estudo com milho.

Nas Figuras 2, 3 e 4 são apresentados o desempenho em IR-ALT, IR-DC e IR-NF, respectivamente, dos 18 clones em cada regime de irrigação ao longo do período experimental. Observa-se que após 15 dias da aplicação dos regimes de irrigação, as diferenças, para cada clone, quanto aos quatro regimes hídricos foram pequenas; porém, a partir de 30 dias, os regimes de irrigação começam a provocar diferenças no desempenho dos clones. De maneira geral, para a maioria dos clones nestas três características, o regime de irrigação RI4 proporcionou menores valores de incremento relativo e os regimes RI1 e RI2 pouco diferiram entre si.

No geral, a taxa de fotossíntese líquida (A) antes da irrigação (máximo estresse) diferiu pouco nos regimes RI1, RI2 e RI3, sendo, contudo, relativamente inferior no regime RI4. Exceção é feita para o clone 9, que apresentou maiores valores de A no regime considerado mais restritivo às plantas. O clone 17 que, mesmo com taxa fotossintética mais baixa no regime RI4 apresentou a maior A , comparativamente aos outros clones, neste nível de irrigação, ou seja, a redução na disponibilidade hídrica fez com que esse clone diminuísse sua taxa fotossintética, mas não nos níveis dos demais clones, desconsiderando-se o clone 9. Após a irrigação houve uma tendência geral de

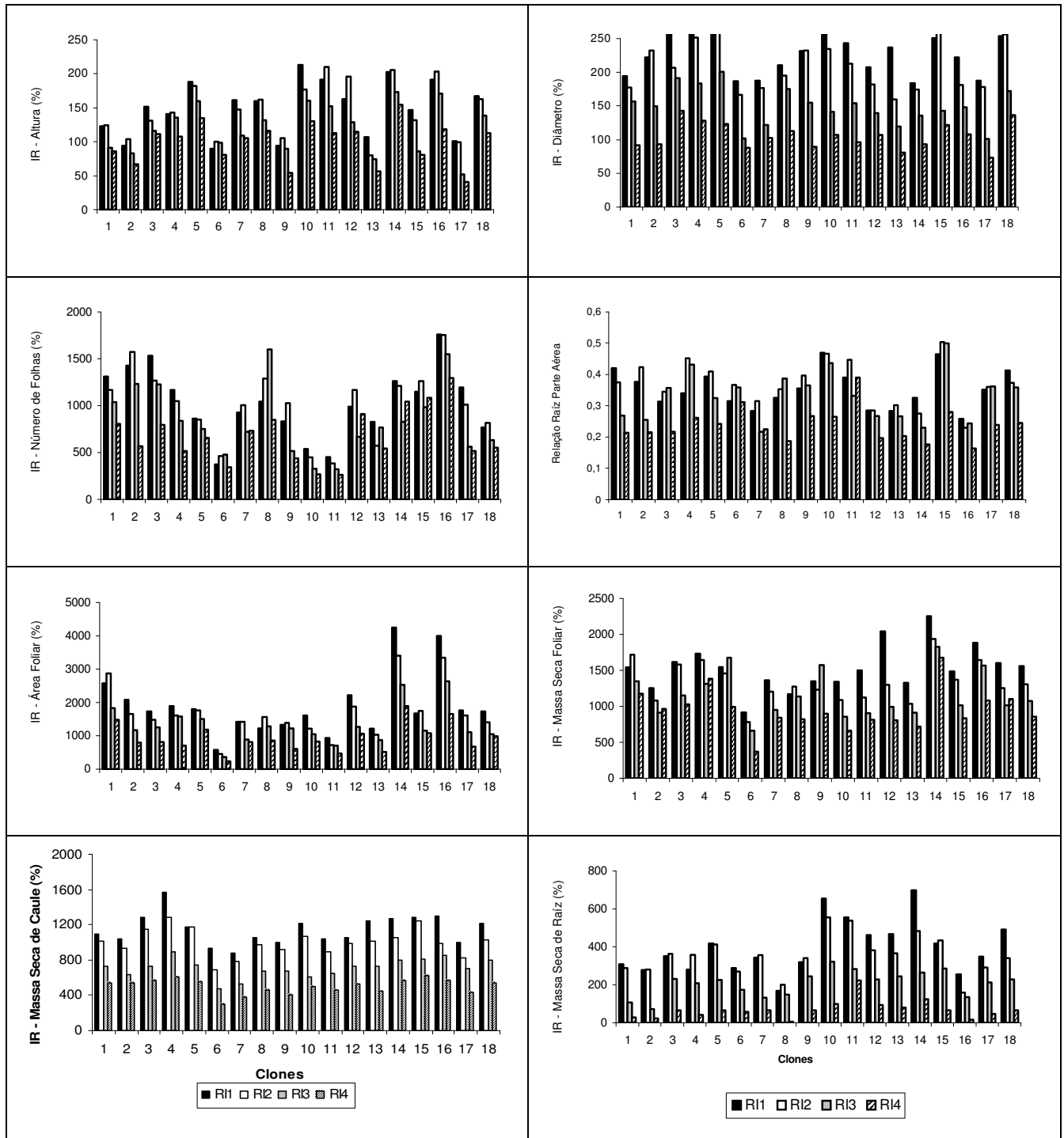


Figura 1 – Incremento relativo (IR) em altura, diâmetro do coleto, número de folhas, área foliar, matéria seca de folha, de caule e de raiz e relação raiz-parte aérea em 18 clones de *Eucalyptus* spp. submetidos a quatro regimes de irrigação (R1 – diário; R2 – irrigação a cada 2 dias; R3 – irrigação a cada 4 dias e; R4 – irrigação a cada 6 dias), aos 71 dias após o início da aplicação dos regimes de irrigação.

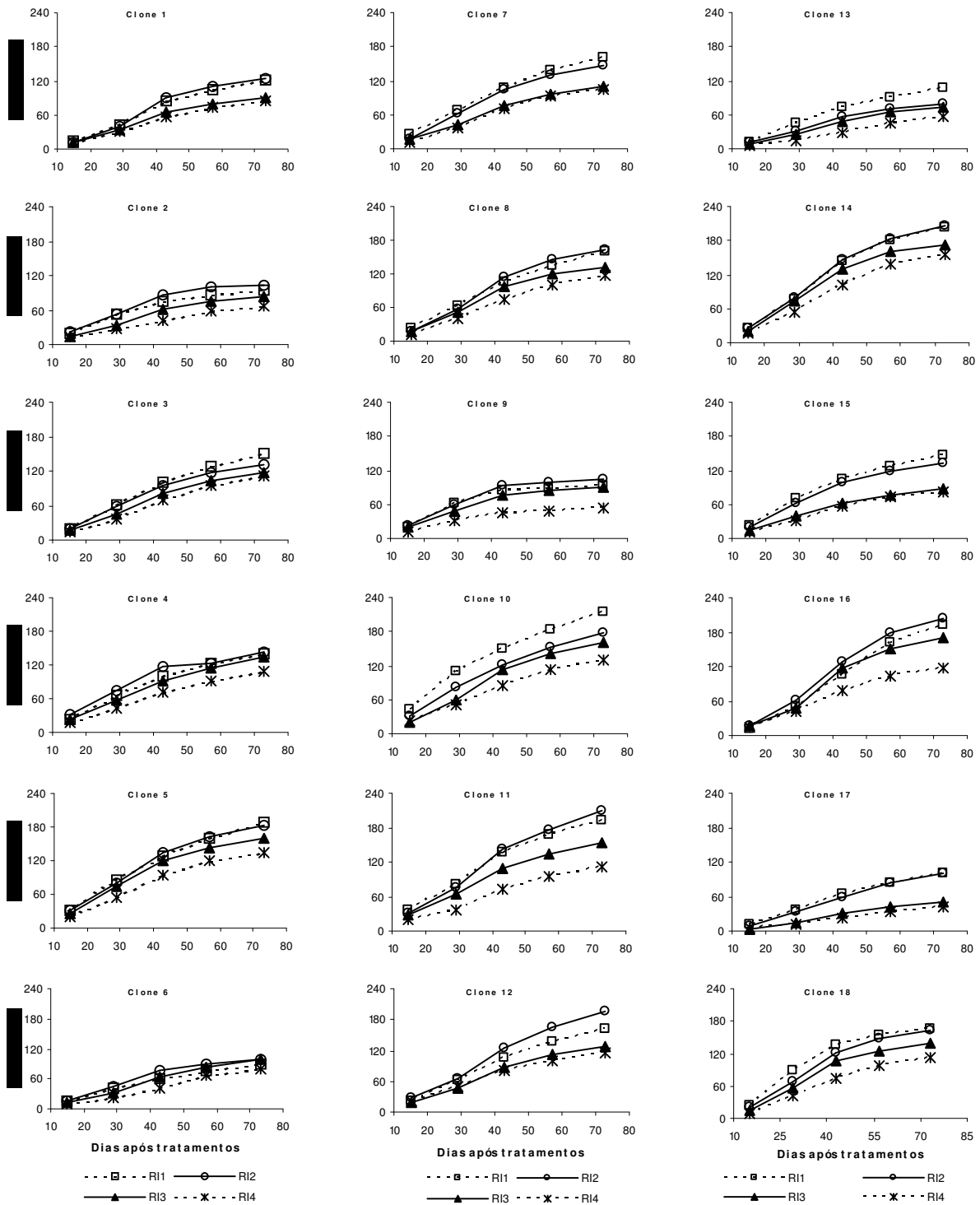


Figura 2 – Incremento relativo em altura (IR-ALT) de 18 clones de *Eucalyptus* spp. submetidos a quatro regimes de irrigação em casa de vegetação (R1 – irrigação diária; R2 – irrigação a cada dois dias; R3 – irrigação a cada quatro dias; R4 – irrigação a cada seis dias).

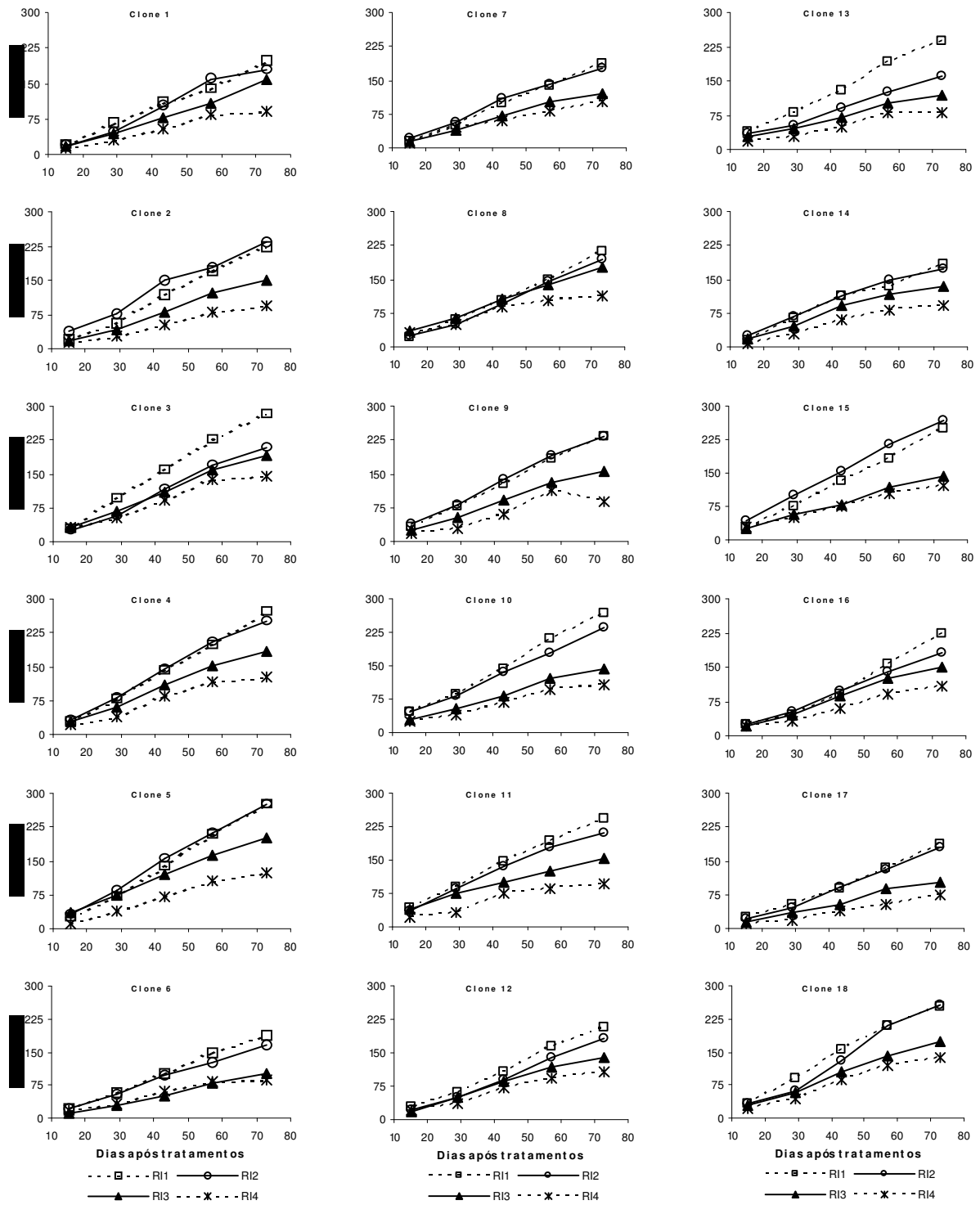


Figura 3 – Incremento relativo em diâmetro do coleto (IR-DC) de 18 clones de *Eucalyptus* spp. submetidos a quatro regimes de irrigação em casa de vegetação (RI1 – irrigação diária; RI2 – irrigação a cada dois dias; RI3 – irrigação a cada quatro dias; RI4 – irrigação a cada seis dias).

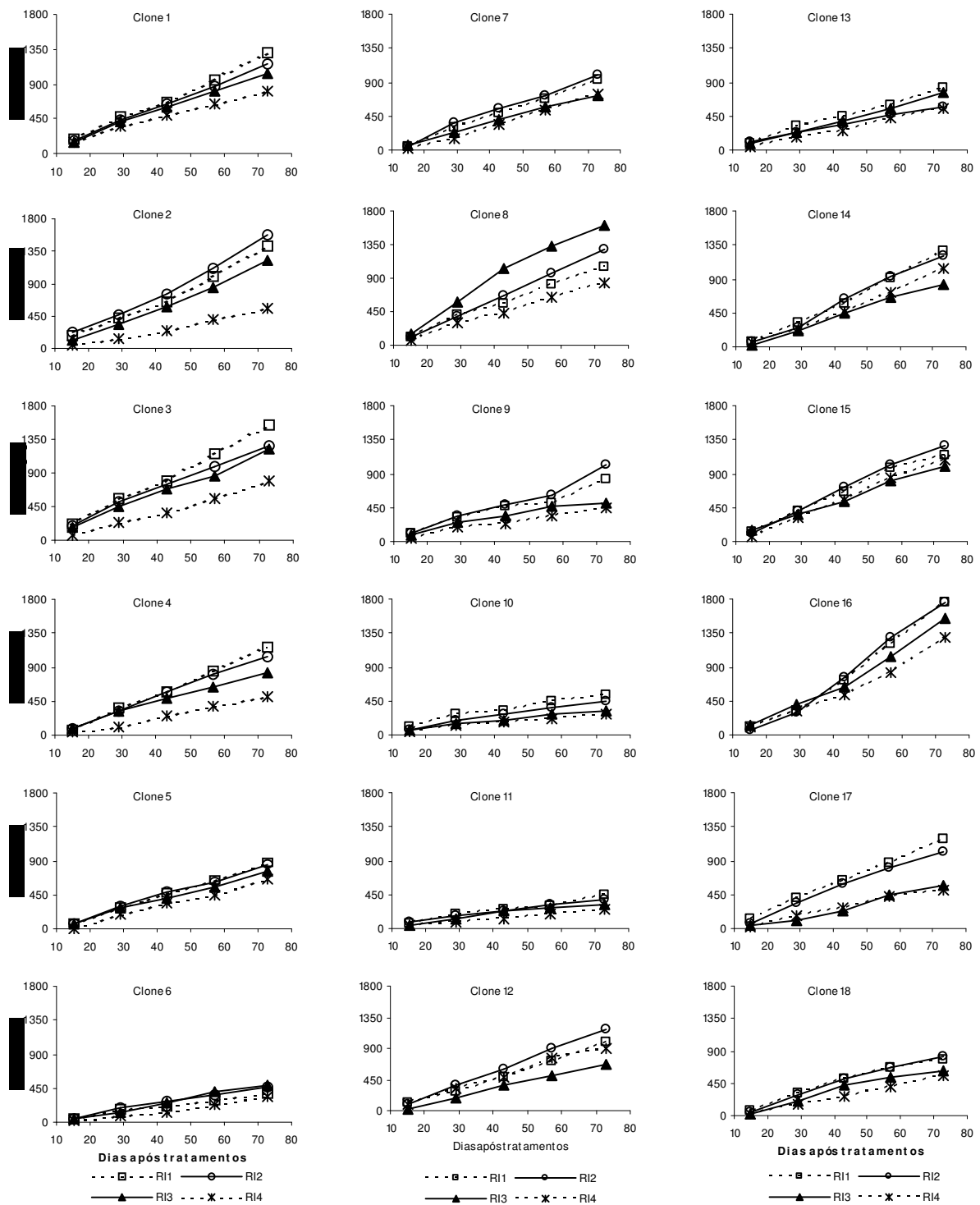


Figura 4 – Incremento relativo em número folhas (IR-NF) de 18 clones de *Eucalyptus* spp. submetidos a quatro regimes de irrigação em casa de vegetação (R1 – irrigação diária; R2 – irrigação a cada dois dias; R3 – irrigação a cada quatro dias; R4 – irrigação a cada seis dias).

todos os clones, nos quatro regimes hídricos, apresentarem taxa de fotossíntese semelhantes, evidenciando a recuperação hídrica dos mesmos (Figura 5).

De forma geral, a taxa líquida de fotossíntese (A) decresceu para todos os clones estudados nos quatro regimes de irrigação, sendo que os regimes RI1, RI2 e RI3 pouco diferiram entre si e o RI4 proporcionou menores valores de A nos diferentes clones ao longo do período experimental (Figura 6).

Para a g_s e E (Figura 5), houve comportamento diferenciado dos clones nos quatro regimes de irrigação, em que todos os clones, a exceção do 9, apresentaram valores decrescentes nestas características com a redução da frequência de irrigação. De uma forma geral, a recuperação dos clones após a irrigação foi mais intensa para a taxa de transpiração (E).

Observa-se nas Figuras 7 e 8 os comportamentos para g_s e E , respectivamente, entre os clones nos quatro regimes de irrigação. O padrão de comportamento dos clones quanto a estas características foi praticamente o mesmo, apresentando queda em seus valores com o decorrer do experimento, mas com os regimes RI1 e RI2 com valores superiores aos regimes RI3 e RI4.

Além das diferenças apresentadas entre clones e entre regimes de irrigação, pode-se observar boa recuperação dos materiais genéticos no regime de irrigação menos freqüente após a irrigação. Essa recuperação das trocas gasosas logo após a reidratação é indicativo de tolerância ao estresse, assim como o fechamento parcial dos estômatos, observado através da diminuição nos valores de g_s e E , mais rápida que a queda na fotossíntese (OLIVEIRA et al., 2002). Nota-se que tanto para a fotossíntese, como para a condutância estomática e para a transpiração houve aumento em todos os clones após a irrigação, concordando com os resultados de outros autores em estudos com plantas de laranja (MEDINA et al., 1999), açaí (CALBO & MORAES, 2000), pupunha (OLIVEIRA et al., 2002), aroeira-do-sertão (QUEIROZ et al., 2002) e feijão-deporco (ZANELLA et al., 2004). Somente no clone 9 pode ser observado um comportamento contrário, em que, no regime de irrigação a cada seis dias (RI4), os valores foram superiores ao dos demais regimes de irrigação, para essas três

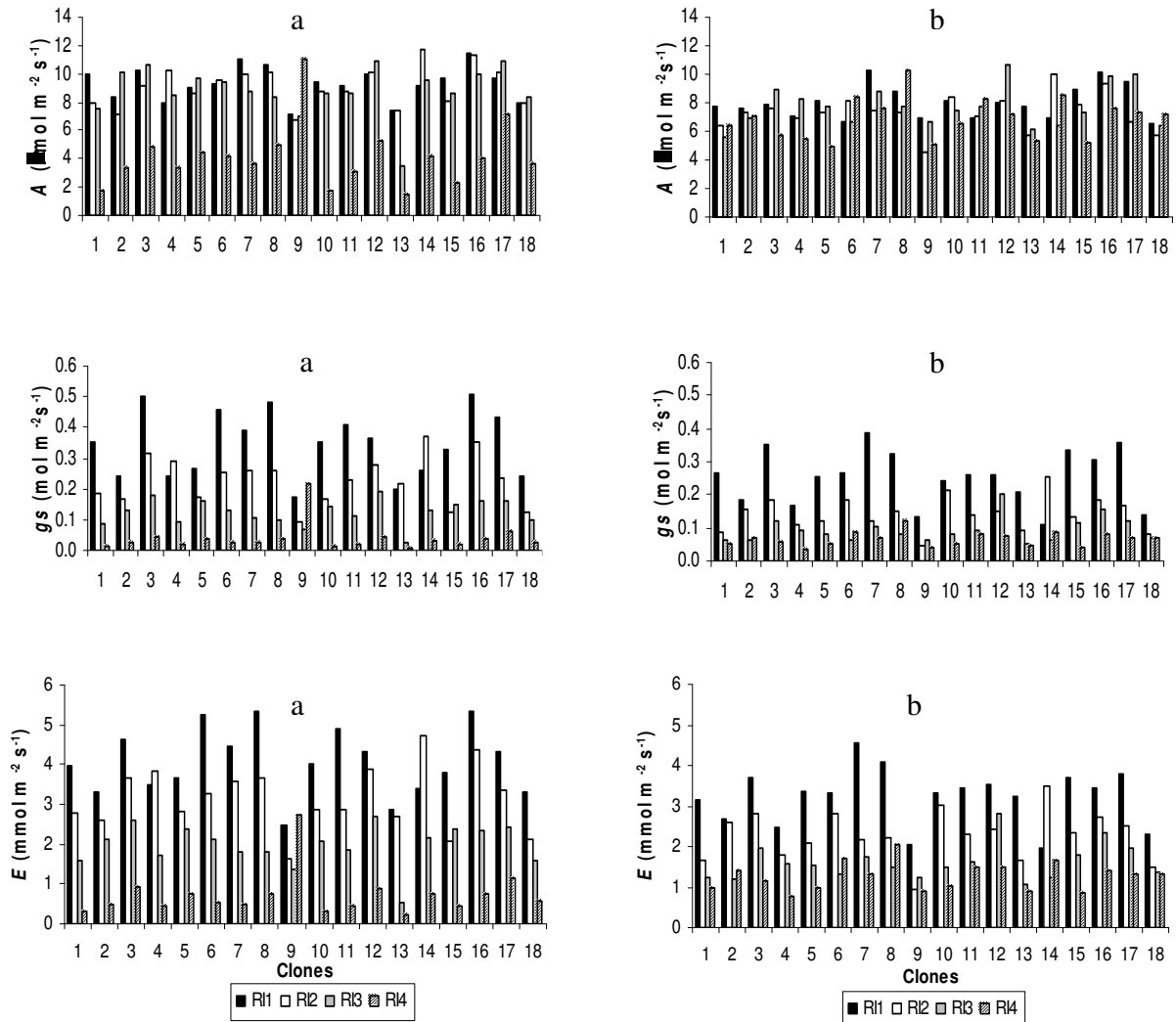


Figura 5 – Taxa líquida de fotossíntese (A), condutância estomática (g_s) e transpiração (E), antes (a) e após (b) a irrigação, em plantas de 18 clones de *Eucalyptus* spp. submetidos a quatro regimes de irrigação (R11 – diário; R12 – irrigação a cada 2 dias; R13 – irrigação a cada 4 dias e; R14 – irrigação a cada 6 dias), aos 71 e 73 dias após o início da aplicação dos regimes de irrigação, respectivamente.

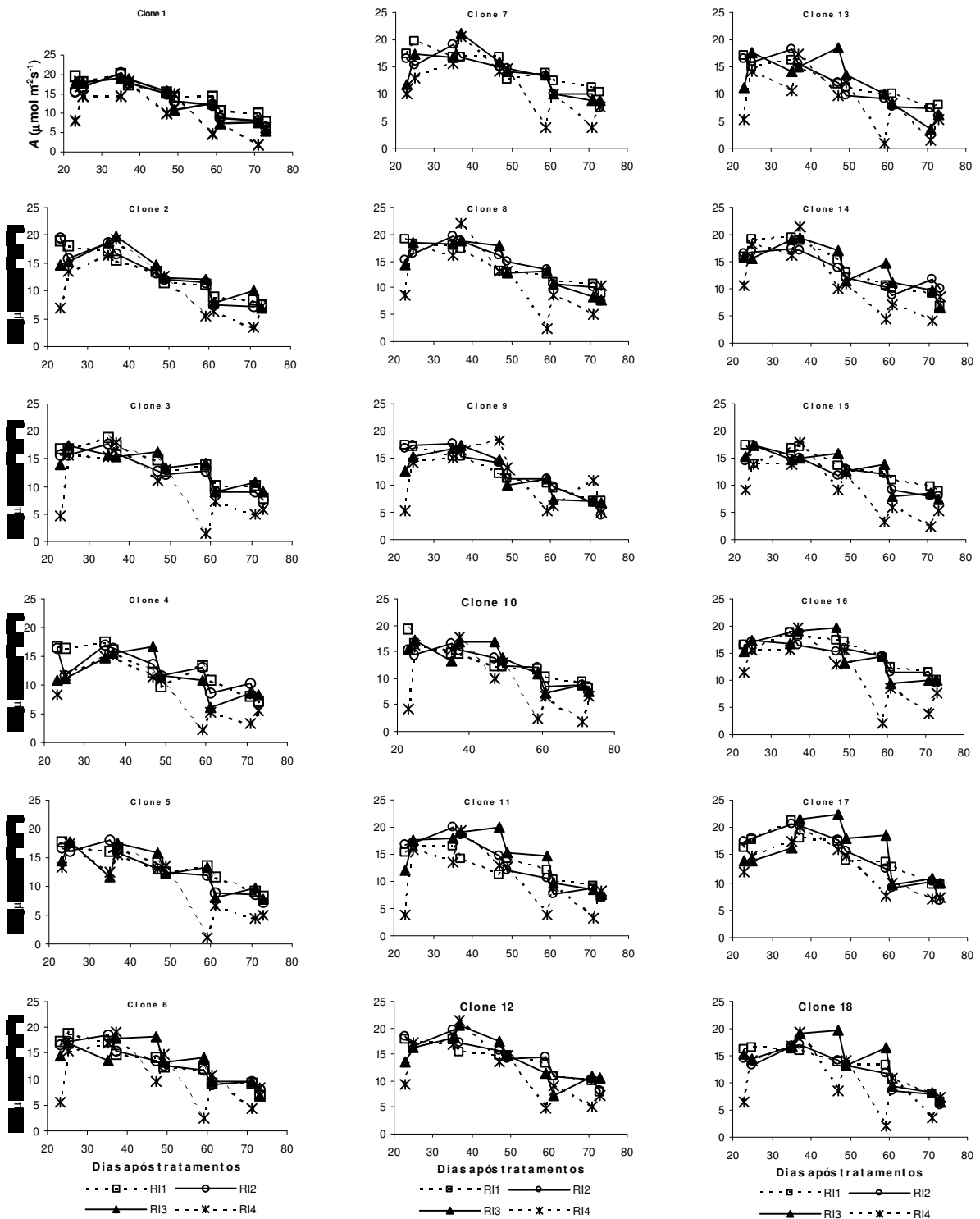


Figura 6 – Taxa líquida de fotossíntese (A) de 18 clones de *Eucalyptus* spp. submetidos a quatro regimes de irrigação em casa de vegetação (RI1 – irrigação diária; RI2 – irrigação a cada dois dias; RI3 – irrigação a cada quatro dias; RI4 – irrigação a cada seis dias).

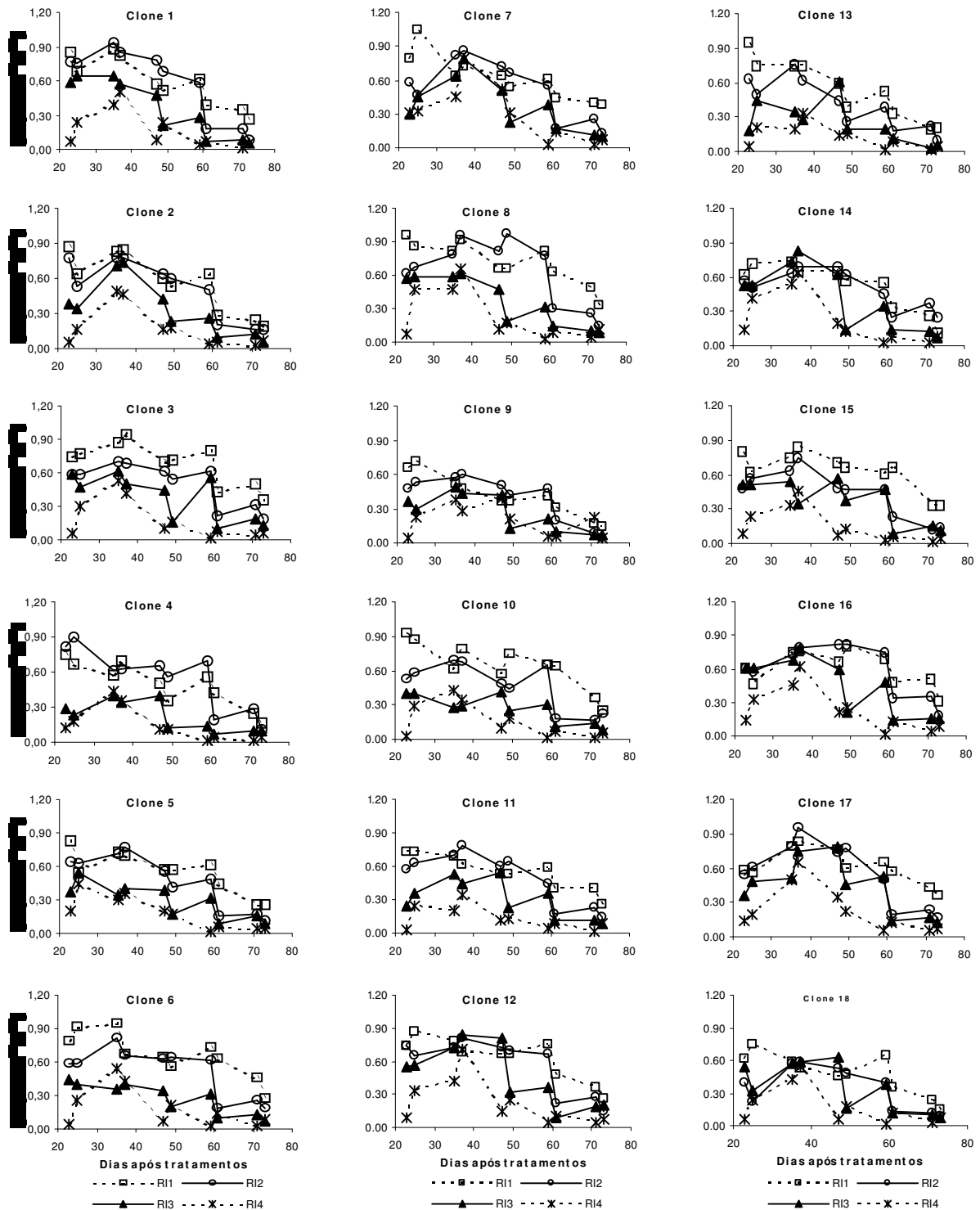


Figura 7 – Condutância estomática (gs) de 18 clones de *Eucalyptus* spp. submetidos a quatro regimes de irrigação em casa de vegetação (RI1 – irrigação diária; RI2 – irrigação a cada dois dias; RI3 – irrigação a cada quatro dias; RI4 – irrigação a cada seis dias).

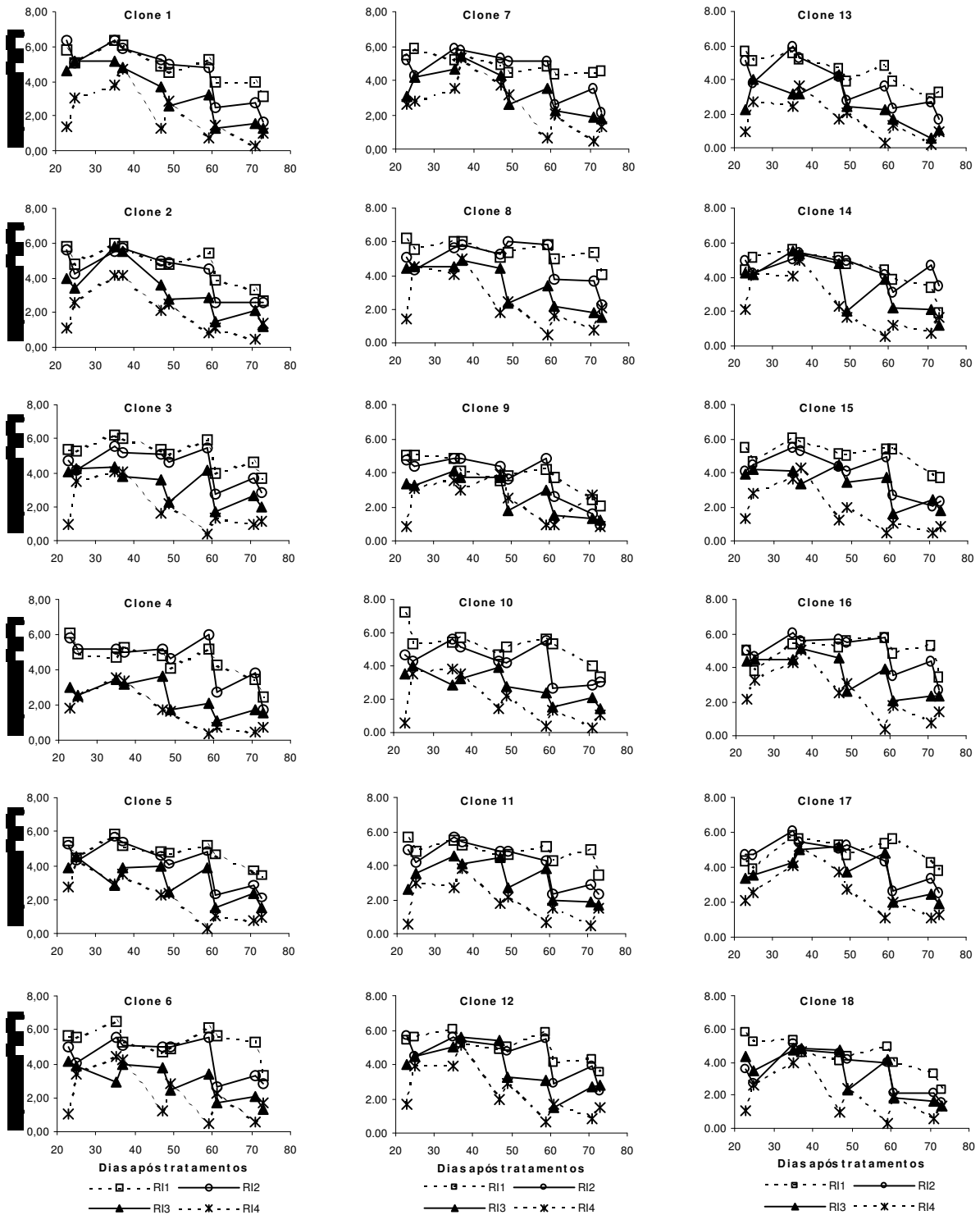


Figura 8 – Taxa de transpiração (E) de 18 clones de *Eucalyptus* spp. submetidos a quatro regimes de irrigação em casa de vegetação (RI1 – irrigação diária; RI2 – irrigação a cada dois dias; RI3 – irrigação a cada quatro dias; RI4 – irrigação a cada seis dias).

características fisiológicas antes da irrigação, e tendo seus valores reduzidos após irrigação.

A condutância estomática (gs) atingiu valores inferiores a $0,1 \text{ mol m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ no regime RI4, ou seja, menos de 20% dos valores máximos em RI1. Este resultado pode ser decorrente da baixa reserva hídrica no substrato, caracterizando o fechamento estomático de forma a evitar a perda de água pelas folhas nesse período crítico de estresse hídrico (PAIVA et al., 2005). Essas mudanças na condutância estomática são de grande importância, pois genótipos que apresentam este controle quando submetidos a situações de falta de água podem tolerar ou resistir períodos variáveis nestas condições, sendo que além de controlar a falta de água controlam também a taxa de absorção de dióxido de carbono necessária para a fixação de CO_2 durante a fotossíntese (TAIZ & ZEIGER, 2004). Exceção é feita ao clone 9, em que a gs foi maior no RI4 comparativamente aos outros regimes de irrigação, o que sugere menor controle da transpiração sob condições de estresse hídrico e maior tolerância a valores mais baixos de potencial hídrico foliar (PASSOS et al., 2005).

Na Figura 9, são apresentados os desempenhos médios dos clones nos quatro regimes de irrigação para teor relativo de clorofila total, F_v/F_m e Ψ_f . Observa-se que as diferenças entre os clones e entre os regimes hídricos foram relativamente pequenas, mas ao contrário das demais características fisiológicas, há uma ligeira tendência da razão F_v/F_m do teor relativo de clorofila total apresentarem maiores valores no regime de irrigação menos freqüente (RI4). Na maioria dos casos, esta tendência foi observada antes e após a irrigação. Resultados divergentes foram encontrados por alguns autores que estudaram estas características em outras espécies, em que observaram decréscimo nos valores da razão F_v/F_m quando submetidas ao estresse hídrico (LIMA et al., 2003). Porém estes resultados corroboram em parte com os encontrados por QUEIROZ et al. (2002) e ZANELLA et al. (2004) que relataram a ausência de alterações nestes valores. Já para o teor relativo de clorofila total, VIANA et al. (2002) observaram decréscimo nos seus valores quando em condições de deficiência hídrica.

Para o potencial hídrico (Figura 9) observa-se que à medida que as plantas ficaram mais estressadas, este diminuiu consideravelmente, com diferenças entre todos

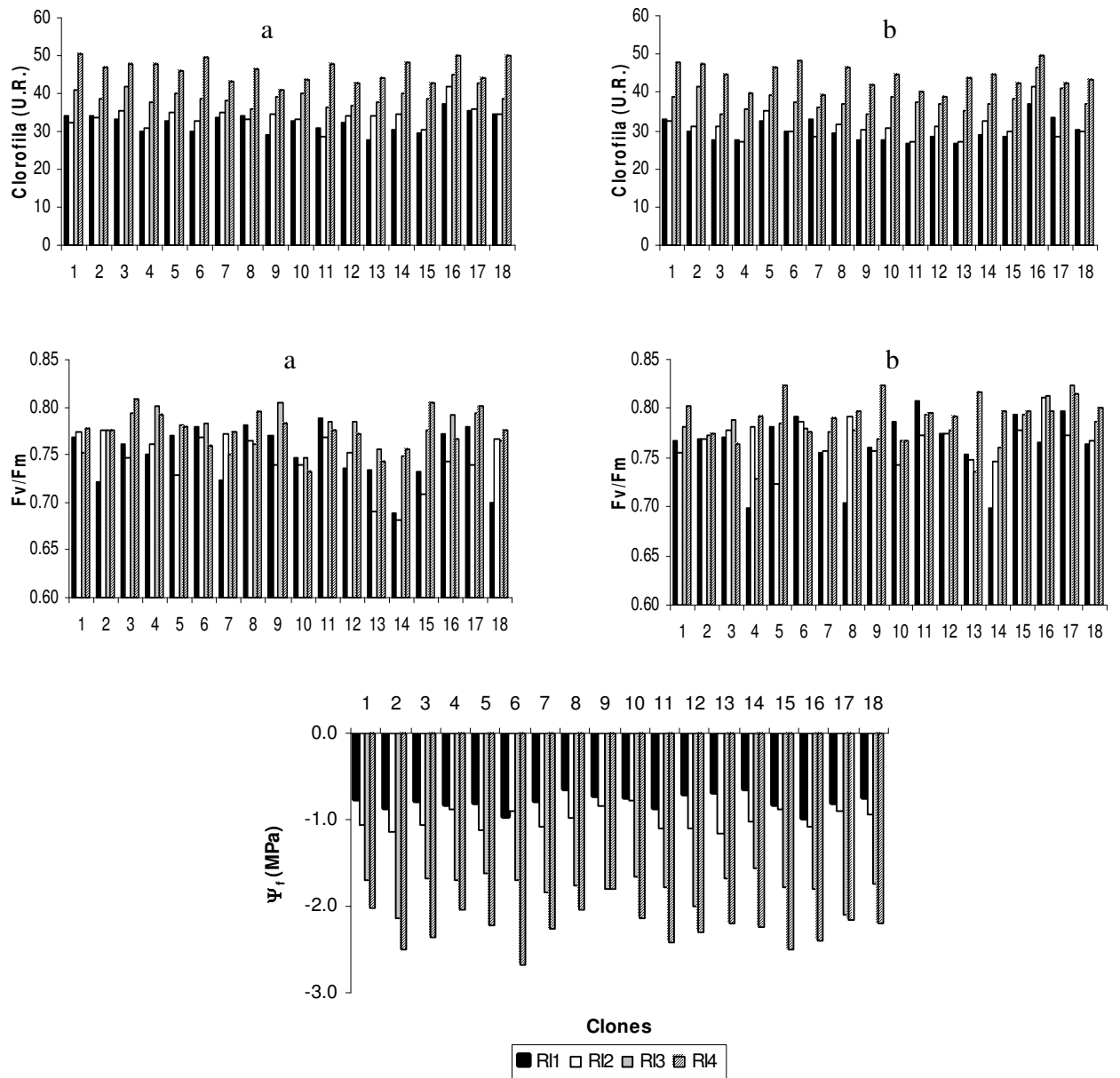


Figura 9 – Teor relativo de clorofila total (U.R.) e eficiência quântica do fotossistema II (Fv/Fm), antes (a) e após (b) a irrigação, e potencial hídrico foliar (Ψ_l) em plantas de 18 clones de *Eucalyptus* spp. submetidas a quatro regimes de irrigação (R1 – diário; R2 – irrigação a cada 2 dias; R3 – irrigação a cada 4 dias e; R4 – irrigação a cada 6 dias), aos 71 e 73 dias após o início dos regimes de irrigação, respectivamente.

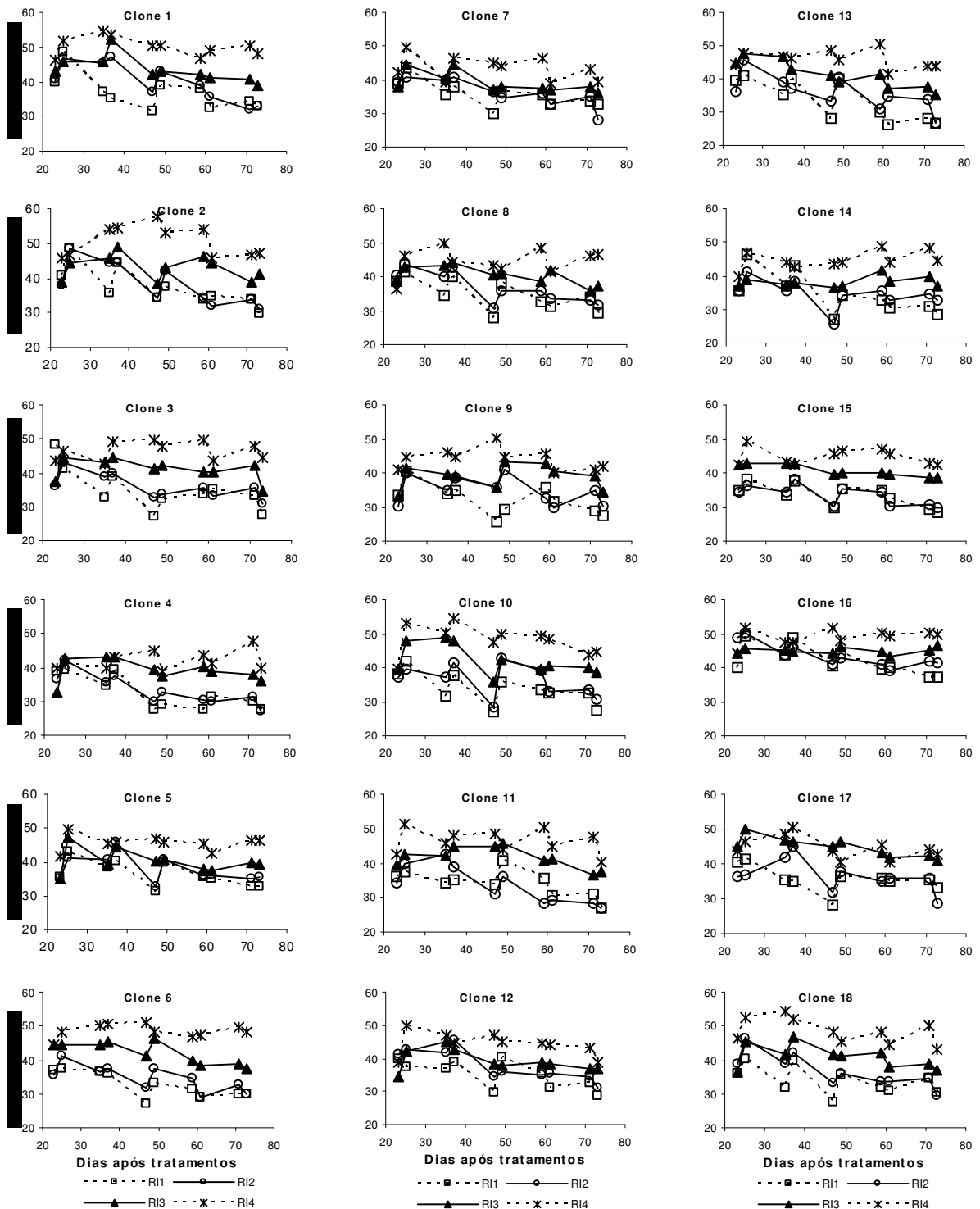


Figura 10 – Teor relativo de clorofila total (Clorofila, U.R.) de 18 clones de *Eucalyptus* spp. submetidos a quatro regimes de irrigação em casa de vegetação (R1 – irrigação diária; R2 – irrigação a cada dois dias; R3 – irrigação a cada quatro dias; R4 – irrigação a cada seis dias).

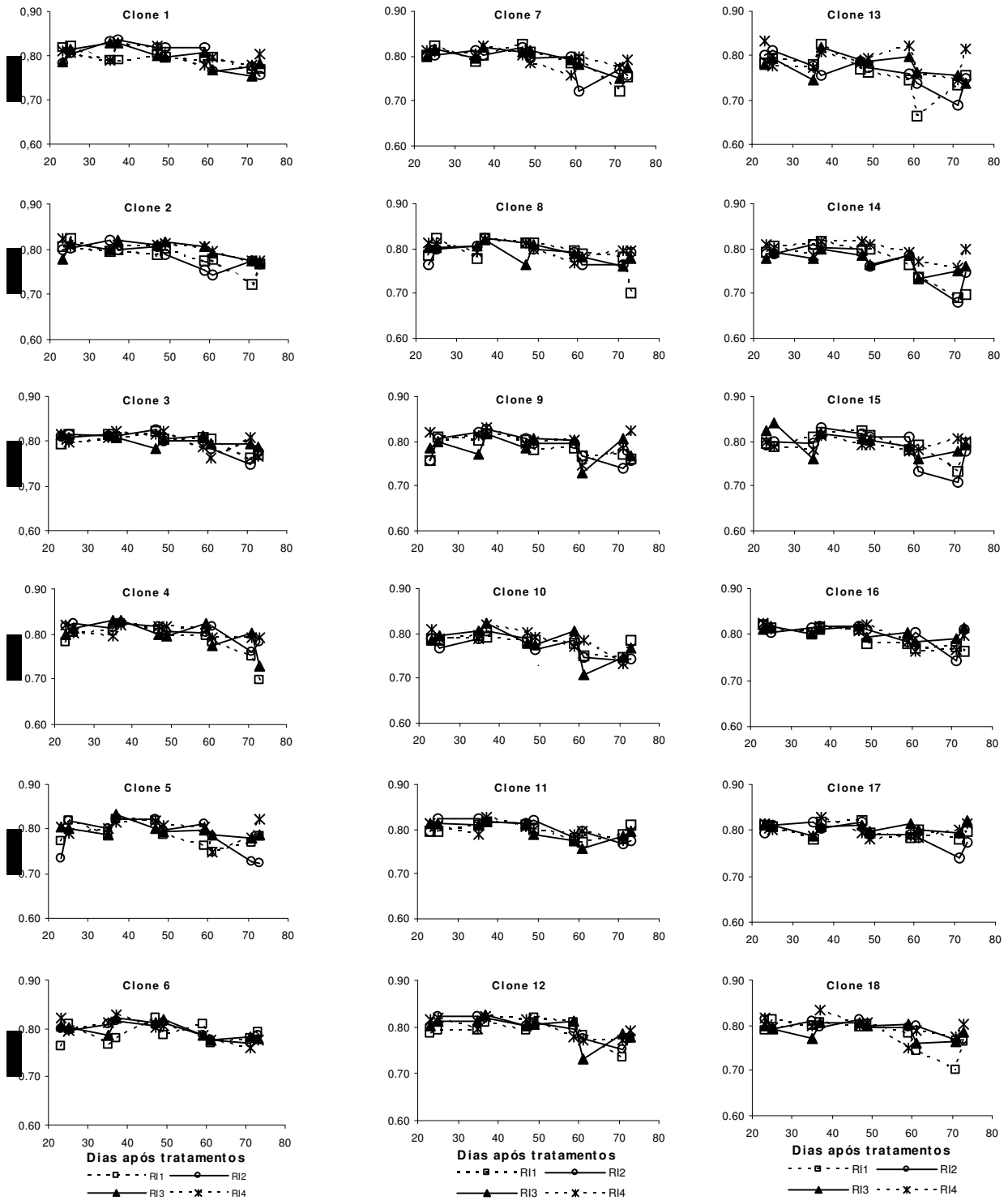


Figura 11 - Eficiência quântica do fotossistema II (Fv/Fm) de 18 clones de *Eucalyptus* spp. submetidos a quatro regimes de irrigação em casa de vegetação (R1 – irrigação diária; R2 – irrigação a cada dois dias; R3 – irrigação a cada quatro dias; R4 – irrigação a cada seis dias).

os tratamentos exceto para o clone 9, em que nos regimes de irrigação a cada quatro (RI3) e seis (RI4) dias, foram observados os maiores valores. Estes resultados estão de acordo com os encontrados por SILVA et al. (2003), que estudando o comportamento de três espécies lenhosas sob estresse hídrico obtiveram decréscimo no potencial de água na folha das plantas estressadas em relação ao controle.

Nas Figuras 10 e 11 observa-se a evolução dos valores do teor relativo de clorofila total e da relação Fv/Fm, respectivamente, nos 18 clones e nos quatro regimes de irrigação durante o experimento. Para o teor relativo de clorofila total, de uma forma geral nota-se que o comportamento entre os clones foi semelhante, sendo que no regime RI4 foram registrados os maiores valores, seguido dos regimes RI3, RI2 e RI1. Quanto à relação Fv/Fm, praticamente não há diferenças entre os 18 clones nos quatro regimes de irrigação, demonstrando a baixa variabilidade quanto a estas características.

Conclusões

Há considerável variabilidade genética entre os clones de *Eucalyptus* spp. estudados quanto às características de crescimento e fisiológicas, sendo o controle genético sobre as mesmas relativamente alto.

A redução na disponibilidade de água no substrato afetou negativamente a maioria dos caracteres avaliados.

A expectativa de progressos genéticos com a seleção na fase em que as plantas foram avaliadas é pequena, embora seja possível identificar clones promissores.

Os clones 10, 14 e 16 se mostraram superiores aos demais nas condições estudadas.

Referências

ARRIEL, E. F. **Divergência genética em *Cnidoscolus phyllacanthus* (Mart.) Pax. et K. Hoffm.** 2004. 89 f. Tese (Doutorado em Produção Vegetal) – Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2004.

AZEVEDO NETO, A. D.; GOMES FILHO, E.; PRISCO, J. T.; ENÉAS FILHO, J., MEDEIROS, J. V. R.; TABOSA, J. N. Efeito do estresse salino sobre as trocas gasosas e relações hídricas de cultivares de milho. In: CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO, 24., 2002, Florianópolis. **Anais...** Florianópolis: editora, 2002, 1 CD ROM.

CALBO, M. E. R.; MORAES, J. A. P. V. de. Efeitos da deficiência de água em plantas de *Eutерpe oleracea* (açai). **Revista Brasileira de Botânica**, São Paulo, v. 23, n. 3, p. 225-230, 2000.

CAMBRAIA, J. Aspectos bioquímicos, celulares e fisiológicos dos estresses nutricionais em plantas. In: 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. p. 95-105.

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.

CRUZ, C. D. **Programa genes:** Versão Windows; aplicativo computacional em genética e estatística. Viçosa: Editora Folha de Viçosa, 2001. 648 p.

FERREIRA, V. M. **Aspectos fisiológicos de cunhã (*Clitoria ternatea* L.) submetida a estresse hídrico e sombreamento.** 2001. 109 f. Tese (Doutorado em Produção

Vegetal) – Faculdade de Ciências agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2001.

GOMES, F. P. **Curso de estatística experimental**. 14. ed. Piracicaba: Ed. F P. Gomes, 2000. 477 p.

LARCHER, W. **Ecofisiologia vegetal**. São Carlos: RiMa Artes e Textos, 2004. 531 p.

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

MACHADO, R. A. F.; DURÃES, F. O. M.; RODRIGUES, J. D.; MAGALHÃES, P. C.; CANTÃO, F. R. O.; VIANA, M. C. M. Liberação de solutos em dois genótipos de milho sob diferentes regimes hídricos. In: CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO, 24., 2002a, Florianópolis. **Anais...** Florianópolis: editora, 2002a. 1 CD ROM.

MACHADO, R. A. F.; DURÃES, F. O. M.; RODRIGUES, J. D.; MAGALHÃES, P. C.; CANTÃO, F. R. O.; VIANA, M. C. M. Parâmetros fisiológicos e produção de fitomassa e grãos em linhagens de milho submetidas a diferentes regimes hídricos. In: CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO, 24., 2002b, Florianópolis. **Anais...** Florianópolis: editora, 2002b. 1 CD ROM.

MEDINA, C. L.; MACHADO, E. C.; GOMES, M. M. A. Condutância estomática, transpiração e fotossíntese em laranjeira 'Valência' sob deficiência hídrica. **Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal**, Campinas, v. 11, n. 1, p. 29-34, 1999.

NEPOMUCENO, A. L.; NEUMAIER, N.; FARIAS, J. R. B.; OYA, T. Tolerância à seca em plantas: mecanismos fisiológicos e moleculares. **Biotecnologia Ciência & Desenvolvimento**, Brasília, n.23, p. 12-18, 2001.

NOGUEIRA, R. J. M. C.; MORAES, J. A. P. V.; BURITY, H. A.; BEZERRA NETO, E. Alterações na resistência à difusão de vapor das folhas e relações hídricas em aceroleiras submetidas à déficit de água. **Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal**, Campinas, v. 13, n. 1, p. 75-87, 2001.

NOGUEIRA, R. J. M. C.; ALBUQUERQUE, M. B.; SILVA, E. C. da. Aspectos ecofisiológicos da tolerância à seca em plantas da caatinga. In: 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. p. 22-31.

OLIVEIRA, M. A. J.; BOVI, M. L. A.; MACHADO, E. C.; GOMES, M. M. A.; HABERMANN, G.; RODRIGUES, J. D. Fotossíntese, condutância estomática e transpiração em pupunheira sob deficiência hídrica. **Scientia Agrícola**, Piracicaba, v. 59, n. 1, p. 59-63, 2002.

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

PASSOS, C. D.; PASSOS, E. E. M.; PRADO, C. H. B. A. Comportamento sazonal do potencial hídrico e das trocas gasosas de quatro variedades de coqueiro-anão. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 27, n. 2, p. 248-254, 2005.

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

PAVAN, B. E. **Divergência genética entre clones de *Eucalyptus* spp. por caracteres morfológicos, fisiológicos e marcadores moleculares.** 2005. 69 f. Dissertação (Mestrado em Genética e Melhoramento de Plantas) – Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2005.

PIMENTEL, C. Respostas fisiológicas à falta d'água: limitação difusiva ou metabólica? In: 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. p.13-21.

PITA, P.; CAÑAS, I.; SORIA, F.; RUIZ, F., TOVAL, G. Use of physiological traits in tree breeding for improved yield in drought-prone environments. The case of *Eucalyptus globulus*. **Investigacion Agrarária: Sistemas Y Recursos Forestalis**, Madrid, v.14, p.383-393, 2005.

QUEIROZ, C. G. S.; GARCIA, Q. S.; LEMOS FILHO, J. P. Atividade fotossintética e peroxidação de lipídios de membrana em plantas de aroeira-do-sertão sob estresse hídrico e após reidratação. **Brazilian Journal Plant Physiology**, Londrina, v.14, p.59-63, 2002.

SCHOLANDER, P. F.; HAMMEL, H. T.; BRADSTRET, E. D.; HEMMINGSEN, E. A. Sap pressure in vascular plants. **Science**, Cambridge, v. 148, p. 339-346, 1965.

SILVA, M. R. **Caracterização morfológica, fisiológica e nutricional de mudas de *Eucalyptus grandis* Hill ex Maiden submetidas a diferentes níveis de estresse hídrico durante a fase de rustificação.** 1998. 105 f. Dissertação (Mestrado e Silvicultura) - Universidade do Federal do Paraná, Curitiba, 1998.

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 Botânica Brasílica**, São Paulo, v. 17, n. 2, p.231-246, 2003.

SOUZA, M. J. H.; RIBEIRO, A.; LEITE, H. G.; LEITE, F. P.; MINUZZI, R. B. Disponibilidade hídrica do solo e produtividade do eucalipto em três regiões da Bacia do Rio Doce. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 30, n. 3, p. 399-410, 2006.

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

VENKOVSKY, R. Herança quantitativa. In: PATERNIANI, E. **Melhoramento e produção de milho**. Piracicaba: Fundação Cargill, 1987. p. 137-214.

VIANA, M. C. M.; QUEIROZ, C. G. S.; DURÃES, F. O. M.; SOUZA, I. R. P.; ALBUQUERQUE, P. E. P.; MACHADO, R. A. F. Alterações em pigmentos e danos em membranas de milho submetido ao déficit hídrico. In: CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO, 24., 2002, Florianópolis. Anais...Florianópolis: editora, 2002. 1 CD ROM.

ZANELLA, F.; WATANABE, T. M.; LIMA, A. L. S.; SCHIAVINATO, M. A. Photosynthetic performance in jack bean [*Canavalia ensiformis* (L.) D.C.] under drought and after rehydration. **Brazilian Journal Plant Physiology**, Pelotas, v. 16, n. 3, p. 181-184, 2004

CAPÍTULO 3 – DIVERGÊNCIA GENÉTICA ENTRE CLONES DE *Eucalyptus* spp. EM DIFERENTES REGIMES DE IRRIGAÇÃO EM CASA DE VEGETAÇÃO

RESUMO – Este trabalho teve por objetivos avaliar a divergência genética entre 18 clones de *Eucalyptus* spp. submetidos a quatro regimes de irrigação (RI1 – irrigação diária; RI2 – irrigação a cada dois dias; RI3 – irrigação a cada quatro dias; RI4 – irrigação a cada seis dias). O experimento foi implantado em casa de vegetação no delineamento em blocos casualizados, no esquema fatorial 18 x 4 (18 clones e quatro regimes de irrigação), com quatro repetições, e conduzido por 73 dias. Foram avaliados o incremento relativo em altura, diâmetro do coleto, número de folhas, área foliar, matéria seca de folha, de caule e de raiz; relação raiz-parte aérea, taxa líquida de fotossíntese, condutância estomática, transpiração, teor relativo de clorofila total, eficiência quântica do fotossistema II e potencial hídrico foliar. As avaliações fisiológicas foram realizadas um dia antes e um dia após a irrigação de cada tratamento. A divergência genética foi estimada a partir da matriz de distância generalizada de Mahalanobis (D^2), aplicando-se o método hierárquico de agrupamento de Ligação Média Entre Grupos (UPGMA), e o método de Otimização de Tocher. Também foi feito o estudo da importância relativa dos caracteres para a divergência pela técnica de Componentes Principais. Foram considerados de menor importância os caracteres com maiores coeficientes de ponderação (elemento do autovetor) associados aos autovalores com coeficientes menores que 0,7. Entre os regimes de irrigação estudados observou-se maior variabilidade genética entre clones no RI4, por apresentar a formação de maior número de grupos. Observou-se também que o material genético estudado não apresenta grande divergência genética, pois a maioria dos clones formam um único grupo, sendo que os outros grupos foram formados por um único ou por poucos clones. Os clones mais similares no caso do regime de irrigação RI1, foram os clones 5 e 18; no RI2, 7 e 12; em RI3 o 10 e o 11; no RI4 o 8 e o 18, e na análise conjunta dos dados, considerando-se os quatro regimes de irrigação, o 7 e o 12. Para a importância relativa das características avaliadas em cada regime de irrigação,

constatou-se que 39% destas contribuíram para a divergência no RI1; 50% no RI2; 39% no RI3; 39% no RI4 e 33% na análise conjunta dos dados. Os clones 14 e 16 apresentaram as maiores distâncias nos regimes de irrigação estudados e na análise conjunta dos dados e de uma forma geral formaram grupos unitários e distintos dos demais nos métodos estudados. Portanto, são os materiais mais divergentes neste estudo, além de terem apresentado desempenhos superiores tanto nas características de crescimento como fisiológicas.

Palavras-chave: estresse hídrico, melhoramento florestal, métodos multivariados

Introdução

A crescente demanda por madeira do mercado consumidor nacional e internacional requer produção legal e constante, a fim de que áreas florestais nativas sejam preservadas e a necessidade do consumidor suprida. O gênero *Eucalyptus* é uma alternativa viável para suprir esta demanda, pois apresenta rápido retorno, alta produtividade com custos reduzidos.

As florestas de *Eucalyptus* são encontradas em todas as regiões do Brasil, encontrando diferentes condições edafoclimáticas, como diversidade de solos, temperaturas, condições hídricas, dentre outras (PAVAN, 2003), tendo a deficiência hídrica destaque por afetar diretamente o desenvolvimento da cultura, sendo fator limitante do crescimento e acúmulo de massa. Dessa forma, é preciso usar materiais adequados para as diferentes condições, a fim de que a produtividade não seja seriamente comprometida.

Considerando a variabilidade encontrada nos materiais usados por empresas atuantes na área de reflorestamento, percebe-se que o estudo destes para obtenção de indivíduos adaptados à diversas condições ambientais é promissor, pois o sucesso de um programa de melhoramento depende da variabilidade da população a ser

trabalhada. Nestes programas é necessário que os genitores tenham ampla divergência genética entre si e médias elevadas para os caracteres alvos de melhoramento (BENIN et al, 2003). Melhoristas têm recomendado, para a formação de população-base, o intercruzamento entre cultivares superiores e divergentes (CRUZ & CARNEIRO, 2003).

A divergência pode ser avaliada por meio de técnicas biométricas, baseadas na quantificação da heterose, como por exemplo as análises dialélicas, que avaliam tanto a capacidade específica quanto a heterose manifestada nos híbridos, ou por processos preditivos (CRUZ & REGAZZI, 1994). Estes são muito usados, sobretudo, pelo fato de que, ao se basearem em diferenças morfológicas e fisiológicas, dispensam a obtenção das combinações híbridas entre eles, o que é vantajoso, especialmente quando o número de genitores cuja diversidade se deseja conhecer é elevado (CARVALHO et al., 2003).

Por se tratar de uma análise que permite integrar as múltiplas informações de um conjunto de caracteres, extraídas das unidades experimentais, a estatística multivariada tem sido amplamente usada para quantificar a divergência genética, oferecendo maior oportunidade de escolha de genitores divergentes em programas de melhoramento (FONSECA et al., 2006), de modo que as inferências sejam fundamentadas em um complexo de variáveis (FERRÃO et al., 2002).

O conhecimento da diversidade genética entre um grupo de genitores é importante no melhoramento, principalmente para identificar combinações híbridas de maior heterozigose e de maior efeito heterótico, sendo que através dessas combinações, a probabilidade de se recuperar genótipos superiores nas gerações segregantes é maior (CARVALHO et al., 2003), e possibilitarem o conhecimento da base genética da população (FERRÃO, et al., 2002), além de proporcionar o descarte de genótipos similares, possibilitando economia de tempo, mão-de-obra e recursos financeiros na condução de programas de melhoramento (ARRIEL et al., 2004).

A determinação da divergência genética, com o uso da análise multivariada em que diversos caracteres avaliados podem ser dimensionados simultaneamente nos genótipos, apresenta-se bastante vantajosa, podendo-se identificar fontes desta variabilidade e a importância de cada caráter avaliado em relação à divergência

genética, bem como permitir aos melhoristas conhecer as combinações com maiores chances de sucesso, antes de se realizarem os cruzamentos (MOURA et al., 1999).

Segundo XAVIER (1996), a hibridação pode ser encarada como uma forma de explorar a heterose para características que representam maior produtividade, ou como um meio de reunir atributos específicos de interesse que estão separados nos genitores. A presença de heterose depende basicamente que haja diversidade genética entre os genitores e de algum nível de dominância nos *loci* que controlam uma determinada característica (FALCONER, 1987).

Em um programa de hibridação, a escolha dos genitores é o passo fundamental para o sucesso do programa. Estes devem apresentar bom desempenho e grande divergência genética, sob o risco de não se ampliar variabilidade genética suficiente para se obterem ganhos com a seleção (NASCIMENTO FILHO et al., 2001). Portanto, há preocupação em realizar uma escolha dos indivíduos a serem cruzados, para que o êxito do programa não seja comprometido logo de início. Sendo assim, tem-se dado ênfase tanto ao comportamento “per se” dos cultivares, ou seja, materiais com melhor desempenho, no que se refere às características de importância econômica, quanto às suas divergências genéticas (CRUZ, 1990).

XAVIER et al. (1996) consideram que as aplicações das análises multivariadas nos programas de melhoramento genético florestal, em que são comuns os testes de progênies e estudos da divergência genética, além de fornecer informações dos padrões de variação fenotípica desta população, proporcionam informações que irão auxiliar no processo de seleção das progênies, bem como da alocação espacial destas no futuro pomar de sementes, na tentativa de buscar cruzamentos entre as mais divergentes.

Em outras situações, estudos sobre a diversidade genética têm sido realizados com o intuito de identificar grupos de cultivares com maior similaridade, visando a formação de multilinhas. Em avaliações de banco de germoplasma, coeficientes de similaridade evidenciam a existência de duplicatas, as quais poderiam ser eliminadas, reduzindo os custos e a mão-de-obra necessários para a conservação dos acessos (CRUZ & CARNEIRO, 2003).

A avaliação da divergência genética, com base em evidências científicas, também é de grande importância no contexto da evolução das espécies, uma vez que provê informações sobre recursos disponíveis e auxilia na localização e no intercâmbio dos mesmos (CRUZ & REGAZZI, 1994).

No estudo da divergência genética, vários métodos multivariados podem ser aplicados. Dentre eles, citam-se a análise por componentes principais e coordenadas principais para dados sem repetição, variáveis canônicas quando se dispõe de experimentos com repetições e os métodos de agrupamentos que a aplicação depende de uma medida de dissimilaridade pré-estimada. A análise de agrupamento tem a vantagem de não exigir pressuposição inicial quanto a disposição de probabilidades dos dados e ser de fácil interpretação (CRUZ & CARNEIRO, 2003).

As estimativas de dissimilaridade atendem aos objetivos do melhorista, por quantificarem e informarem sobre o grau de semelhança ou de diferença apresentado entre dois quaisquer genótipos. No entanto obtém um número de estimativas grande, $n(n-1)/2$, em que n é o número de acessos considerados no estudo, tornando impraticável o reconhecimento de grupos homogêneos. Para realizar esta tarefa, faz-se uso de métodos de agrupamento ou de projeções de distâncias em gráficos bidimensionais, em que cada coordenada é obtida a partir da medida de dissimilaridade escolhida (CRUZ & CARNEIRO, 2003).

Os métodos aglomerativos podem ser hierárquicos ou de otimização. Nos métodos de otimização os grupos são formados pela adequação de algum critério de agrupamento, ou seja, o objetivo é alcançar uma partição dos indivíduos que otimize (maximize ou minimize) alguma medida predefinida (CRUZ & CARNEIRO, 2003). Dentre os métodos de otimização, o de Tocher é um dos mais usados pelos melhoristas. Nesse caso, assume-se que a média das medidas de dissimilaridade dentro do grupo é menor que as distâncias médias entre os grupos. Formado o grupo inicial pela identificação do par de genitores mais similar, é avaliada a possibilidade de inclusão dos outros progenitores, considerando o critério assumido anteriormente (CRUZ & REGAZZI, 1994).

Nos métodos hierárquicos, o agrupamento dos genitores é realizado por meio de um processo que se repete em vários níveis até que seja construído o dendrograma, que permitirá estabelecer a relação entre os acessos. O dendrograma é um diagrama em forma de árvore que mostra a subdivisão dos grupos formados (MARTEL et al., 2003).

Segundo SOUZA et al. (2005), os métodos aglomerativos têm como objetivo a reunião dos progenitores em grupos, de modo que haja homogeneidade dentro do grupo e heterogeneidade entre os grupos.

A escolha do método mais adequado tem sido determinada pela precisão desejada pelo pesquisador, pela facilidade da análise e pela forma como os dados foram obtidos (CRUZ, 1990; LÚCIO et al., 2006).

Neste sentido, o presente trabalho teve por objetivos avaliar a divergência genética, por meio de caracteres de crescimento e fisiológicos, entre 18 clones de *Eucalyptus* spp. submetidos a quatro regimes de irrigação.

Material e Métodos

O trabalho foi realizado em casa de vegetação no Viveiro Experimental de Plantas Ornamentais e Florestais, da Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, *Campus* de Jaboticabal. Foram usadas mudas de 18 clones de *Eucalyptus* spp., com cerca de 70 dias de idade, fornecidas pela Votorantim Celulose e Papel (VCP), localizada no município de Luiz Antônio, SP. As mudas foram produzidas pelo método de miniestaquia, de acordo com metodologia adotada pela empresa, usando-se tubetes de polipropileno, com capacidade para 60 cm³ de substrato.

As mudas foram plantadas em vasos pretos, de plástico, aos quais foram adicionados 3 kg de solo (Neossolo Quartzarênico), o que corresponde a 2 L de solo, proveniente de área de cultivo de *Eucalyptus* spp., localizada na Fazenda Cara Preta, no município de Santa Rita do Passa Quatro, SP. Este solo foi seco em estufa de

circulação forçada de ar (70 °C), passado em peneira de 0,4 cm e adubado com formulação NPK (4-30-16) em quantidade suficiente para fornecer 150 mg dm⁻³ de K. Com o solo totalmente seco e adubado, foi adicionado a cada vaso quantidade de água suficiente para elevar a umidade para 21% em volume, de forma que cada vaso recebeu 420 mL de água. Durante quatro dias, visando garantir a sobrevivência das mudas, todos os vasos foram mantidos com 21% de umidade, por reposição diária da água perdida, a qual foi determinada pelo uso de um sistema portátil denominado hydrosense system (Campbell Scientific, modelo CS620), (marca Hidrosense, modelo CS620).

Após o período de aclimação das mudas, estas foram submetidas a quatro regimes de irrigação: RI1 - irrigação diária; RI2 – irrigação a cada dois dias; RI3 – irrigação a cada quatro dias e; RI4 – irrigação a cada seis dias. No decorrer do experimento, a quantidade de água a ser repostada foi determinada com o uso do hydrosense system, em função da necessidade de cada vaso.

Com 45 dias após o início dos tratamentos de irrigação, todas as plantas receberam adubação de cobertura, aplicando-se via solução aquosa 30 mg dm⁻³ N, via sulfato de amônio.

Na implantação do experimento e ao final do mesmo, ou seja, com 73 dias após o início da aplicação dos regimes de irrigação, foram feitas avaliações de altura, diâmetro do coleto, número de folhas, área foliar e matéria seca de folha, de caule e de raiz. A altura foi determinada com régua graduada em mm e o diâmetro do coleto com paquímetro digital em mm.

Foram realizadas as seguintes avaliações, um dia antes e um dia depois da irrigação, em cada um dos tratamentos: teor relativo de clorofila total, usando um clorofilômetro portátil (Minolta, modelo SPAD-502); medida da eficiência quântica (Fv/Fm) do fotossistema II (PSII), usando um detector de fluorescência de clorofila a portátil (Hansatech Ltd., modelo Plant Efficiency Analyser PEA) e medidas das taxas de fotossíntese líquida (*A*), condutância estomática (*gs*) e transpiração (*E*), usando um analisador de gases a infravermelho, portátil (LICOR, Inc., LI-6400), acoplado a uma fonte de luz artificial (LED 6400-02B). As medidas de *A*, *gs* e *E* foram feitas sob

concentração de CO₂ ambiente ($370 \pm 10 \mu\text{mol m}^{-2}\text{s}^{-1}$), FFFA (fluxo de fótons fotossinteticamente ativo) de $900 \mu\text{mol m}^{-2}\text{s}^{-1}$ e temperatura da folha mantida a 26 °C. As medições foram feitas nos períodos compreendidos entre 8:00-10:00h, 10:00-12:00h e 13:30-15:30h. Estas avaliações foram realizadas em três repetições, na terceira folha totalmente expandida, contada a partir do ápice da planta.

Ao final do experimento, após todas as avaliações fisiológicas, as plantas foram cortadas, separando-se as folhas, caule e raízes para posterior secagem em estufa de circulação forçada de ar (70 °C) até massa constante, para determinação das respectivas matérias secas. Antes das folhas serem submetidas à secagem, determinou-se a área foliar de cada planta, usando-se um medidor de área foliar (Li - Cor, inc. modelo LI - 3100).

As análises estatísticas foram realizadas segundo o delineamento de blocos casualizados, no esquema fatorial 18 x 4 (18 clones e quatro regimes de irrigação), com quatro repetições. Como os clones apresentavam desenvolvimento diferenciado por época da instalação do experimento, os dados de altura diâmetro do coleto, número de folhas, área foliar e massa seca de folha, de caule e de raiz foram analisados em termos de incremento relativo (IR), pela aplicação da seguinte fórmula:

$$\text{IR} = \frac{(A_f - A_i)}{A_i} * 100;$$

em que

A_f: valor do caráter A (altura; diâmetro do coleto,...) na avaliação final;

A_i: valor do caráter A (altura; diâmetro do coleto,...) na avaliação inicial.

Para o estudo da divergência genética foi usada a distância de Mahalanobis (D^2), obtida pela seguinte expressão (CRUZ & CARNEIRO, 2003):

$$(D_{ii'}^2) = \delta' \psi^{-1} \delta \quad \text{em que;}$$

D_{ii}^2 : distância de Mahalanobis entre os genótipos i e i' ;

ψ : matriz de variâncias e covariâncias residuais;

$\delta = [d_1 \ d_2 \ \dots \ d_v]$, sendo $d_j = Y_{ij} - Y_{i'j}$;

Y_{ij} : média do i -ésimo genótipo em relação à j -ésima variável.

Em seguida, usando os dados de distância de Mahalanobis da matriz obtida, aplicou-se o método de agrupamento de Ligação Média Entre Grupos (UPGMA), na tentativa de montar um dendrograma que pudesse estabelecer grupos de genótipos (CARVALHO et al., 2003), e também pelo método de Otimização de Tocher (CRUZ & CARNEIRO, 2003), em que a formação dos grupos teve como critério o valor máximo da medida de dissimilaridade encontrado no conjunto das menores distâncias envolvendo cada clone (NASCIMENTO FILHO et al., 2001), de tal forma que houvesse homogeneidade dentro do grupo e heterogeneidade entre grupos (FONSECA et al., 2006).

O fato de serem empregados o método de agrupamento UPGMA e o método de otimização de Tocher teve o propósito de melhor ilustrar a divergência e verificar a concordância dos resultados obtidos por essas diferentes metodologias de análise, possibilitando interpretação mais fidedigna aos resultados (OLIVEIRA et al., 2004).

Adicionalmente, foi feito o estudo da importância relativa dos caracteres para a divergência usando a técnica de Componentes Principais. Foram considerados de menor importância os caracteres com maiores coeficientes de ponderação (elemento do autovetor) associados aos autovalores com coeficientes menores que 0,7. Quando em um componente de menor variância o maior coeficiente de ponderação estava associado a um caráter já previamente considerado passível de descarte, optou-se por não fazer nenhum outro tipo de descarte com base nos coeficientes daquele componente, mas prosseguir a identificação da importância relativa dos caracteres no outro componente de variância imediatamente superior (CRUZ & REGAZZI, 1994; CRUZ & CARNEIRO, 2003).

Todas as análises estatísticas foram realizadas com o auxílio do aplicativo computacional GENES (CRUZ, 2001).

Resultados e Discussão

As distâncias entre pares de clones avaliados nos regimes de irrigação diária (RI1), a cada dois dias (RI2), a cada quatro dias (RI3) e a cada seis dias (RI4) e para a análise conjunta dos dados (médias dos quatro regimes de irrigação), podem ser visualizadas nas Tabelas 1 a 3.

No regime de irrigação RI1 (Tabela 1 - acima da diagonal), os materiais mais similares, ou seja, aqueles que apresentam menores distâncias, são os clones 5 e o 18 (9,94), 7 e 12 (15,17), 1 e 2 (18,63), 1 e 17 (19,05) e o 1 e 15 (19,09); as maiores distâncias genéticas foram observadas entre o clone 16 em relação aos clones 11, 6, 13 e 10 com valores de 257,77; 229,89; 228,53 e 206,75, respectivamente.

No regime de irrigação a cada dois dias (RI2; Tabela 1 - abaixo da diagonal), os pares de clones mais próximos são 7 e 12 (13,38), 9 e 18 (20,99), 1 e 8 (21,05), 3 e 17 (24,34). As maiores distâncias ocorrem sempre em relação ao clone 14, com os clones 4 (591,09), 2 (470,55), 15 (465,23), 8 (414,41) e 9 (401,81). Portanto, neste regime de irrigação o 14 demonstrou ser o clone mais divergente.

No regime de irrigação RI3 (Tabela 2 - acima da diagonal), os clones mais próximos foram 10 e 11 (15,38), 7 e 12 (21,41), 3 e 18 (23,17), 6 e 11 (25,87) e o 8 e o 15 (25,90). Já aqueles que apresentam as maiores distâncias são os pares de clones 13 e 16 (220,04), 11 e 16 (172,43), 4 e 13 (170,02), 10 e 13 (169,79) e 4 e 11 (166,97), e, portanto, desde que apresentem desempenho em níveis adequados, devem ser considerados prioridades para utilização em programas de melhoramento (ARRIEL, 2004).

As distâncias entre os clones no regime de irrigação RI4 (a cada seis dias) encontram-se na Tabela 2 (abaixo da diagonal), e foram menores entre os pares de clones 8 e 18 (19,49), 1 e 2 (26,09), 2 e 8 (27,44), 5 e 18 (30,72) e 1 e 18 (32,49). Os pares de clones mais dissimilares foram 4 e 14 (590,21), 9 e 14 (566,28), 4 e 12 (380,71), 9 e 12 (375,88), 9 e 16 (358,97) e 14 e 17 (353,26).

Quanto a distância entre os clones, considerando-se a análise conjunta dos dados, obtida a partir dos quatro regimes de irrigação (Tabela 3), os clones mais

Tabela 01. Distância Generalizada de Mahalanobis entre 18 clones de *Eucalyptus* spp. submetidos ao regime de irrigação diária (RI1 – acima da diagonal) e ao regime de irrigação a cada dois dias (RI2 – abaixo da diagonal), a partir de diferentes características de crescimento e fisiológicas avaliadas aos 71 e 73 dias após o início da aplicação dos regimes de irrigação.

Clones	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
1		18,63	35,76	53,34	41,83	100,23	65,00	47,00	75,70	127,66	142,36	65,38	136,70	91,95	19,09	59,88	19,05	48,74
2	45,51		44,39	55,04	43,30	75,67	60,23	44,98	39,97	121,93	126,45	55,35	87,65	94,18	27,55	90,98	19,76	40,52
3	50,98	74,66		78,24	39,08	92,62	60,55	58,12	101,18	74,00	100,20	75,27	112,79	112,08	22,57	90,14	34,91	39,22
4	61,71	82,21	93,19		70,54	92,80	122,95	47,67	61,60	162,30	188,25	116,36	120,02	165,33	43,33	118,72	65,31	84,30
5	97,16	91,71	54,88	135,29		55,09	21,26	46,49	57,46	39,46	50,64	28,43	61,46	69,86	27,74	112,57	23,99	9,94
6	94,35	58,58	64,50	146,27	75,35		62,57	62,25	40,79	85,14	50,52	57,94	48,43	141,53	77,56	229,89	52,02	57,80
7	159,70	166,05	83,01	292,21	88,21	72,39		62,54	76,45	48,17	47,02	15,17	55,12	51,79	56,60	136,47	30,31	29,08
8	21,05	42,95	44,65	36,58	95,60	79,16	168,28		60,37	114,59	106,51	67,78	101,85	133,73	49,78	116,26	38,20	64,08
9	73,53	49,89	56,87	125,02	69,90	38,48	96,26	68,20		135,30	109,98	51,55	42,60	111,61	72,36	183,04	44,98	59,06
10	193,11	161,21	114,67	261,68	54,22	87,26	71,81	184,83	150,86		32,45	76,02	83,86	106,22	83,24	206,75	88,69	35,58
11	217,98	204,56	124,22	282,05	61,46	99,36	61,11	208,62	136,66	36,81		53,04	74,30	120,11	110,71	257,77	82,68	53,29
12	161,05	188,69	82,85	301,33	97,90	102,72	13,38	166,83	131,67	74,42	76,11		46,10	38,74	68,41	137,87	28,21	35,71
13	148,87	129,32	75,24	236,32	101,44	40,95	60,20	153,04	74,37	89,52	101,37	76,77		100,45	108,53	228,53	75,82	59,67
14	373,63	470,55	265,34	591,09	284,01	357,69	145,76	414,41	401,81	214,88	241,32	102,20	278,58		106,99	109,21	69,62	71,74
15	60,77	46,76	66,38	41,24	71,04	107,02	215,15	47,61	99,63	149,49	188,07	217,26	161,88	465,23		86,83	25,31	36,19
16	136,25	226,05	150,18	295,93	241,29	263,03	200,64	151,79	215,08	336,31	365,46	164,08	288,61	244,16	274,73		83,09	138,93
17	62,53	73,12	24,34	138,21	71,93	48,17	52,43	55,86	53,50	104,07	127,66	63,70	75,60	224,90	103,46	125,15		33,43
18	47,87	36,88	28,01	82,72	26,66	32,30	81,54	38,75	20,99	89,15	91,90	100,17	75,38	338,85	49,13	199,94	34,81	

Tabela 02. Distância Generalizada de Mahalanobis entre 18 clones de *Eucalyptus* spp. submetidos ao regime de irrigação a cada quatro dias (RI3 – acima da diagonal) e ao regime de irrigação a cada seis dias (RI4 – abaixo da diagonal), a partir de diferentes características de crescimento e fisiológicas avaliadas aos 71 e 73 dias após o início da aplicação dos regimes de irrigação.

Clones	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
1		26,50	35,65	59,37	54,48	91,62	70,71	65,35	39,47	110,06	116,19	68,23	95,56	100,66	43,77	58,78	32,53	35,04
2	26,09		27,40	96,10	63,76	43,31	39,12	58,89	60,55	97,46	82,64	52,90	85,88	128,55	51,73	87,91	37,53	29,79
3	84,58	47,41		84,85	38,05	60,75	35,67	62,79	37,05	81,44	69,54	33,87	73,94	90,94	48,24	96,69	46,53	23,17
4	136,70	171,06	258,94		84,33	160,61	140,81	49,88	56,05	153,21	166,97	127,59	170,02	136,57	40,42	109,39	73,37	66,79
5	54,49	83,15	94,54	126,57		61,91	58,04	75,20	33,41	28,49	41,06	49,90	147,94	64,83	59,75	83,93	48,16	30,20
6	100,64	45,09	59,46	285,43	124,99		27,00	91,10	74,27	50,78	25,87	56,67	116,14	144,79	82,25	161,66	78,58	40,07
7	82,28	68,10	38,26	239,51	78,38	80,51		91,41	57,41	55,90	30,54	21,41	54,71	81,80	91,15	146,55	77,39	32,04
8	36,39	27,44	53,26	141,38	42,85	54,47	55,75		60,34	126,95	122,23	103,64	156,19	142,67	25,90	107,87	86,13	61,96
9	179,91	221,09	303,03	84,07	120,34	327,30	233,89	179,71		85,54	78,63	69,96	90,20	100,69	39,40	127,34	42,13	34,93
10	76,96	73,28	79,76	188,55	36,36	77,43	59,76	47,43	188,30		15,38	50,63	169,79	70,75	113,44	132,36	89,55	45,66
11	169,02	149,63	100,95	257,54	102,99	129,10	65,25	111,43	259,41	48,09		39,83	128,86	92,25	111,59	172,43	100,13	39,33
12	151,95	116,80	39,63	380,71	144,93	129,53	39,82	121,48	375,88	108,33	90,24		75,30	48,14	83,98	105,30	76,24	31,00
13	96,32	80,31	90,39	260,17	97,10	122,83	45,32	99,46	199,57	72,15	90,67	73,55		157,95	129,93	220,04	126,73	75,19
14	255,35	252,12	131,92	590,21	240,03	241,39	120,84	236,57	566,28	193,70	165,38	57,28	181,20		142,69	106,78	130,13	82,66
15	52,68	50,40	92,08	127,90	109,56	153,18	104,82	65,04	178,77	147,77	210,28	161,87	124,37	329,27		95,12	46,95	40,51
16	66,05	67,54	46,86	333,66	114,85	99,80	73,68	71,12	358,97	124,75	195,26	79,17	129,27	117,71	107,61		79,01	98,39
17	64,17	79,64	140,54	92,52	83,27	176,41	92,21	83,44	76,79	121,22	170,05	188,97	77,19	353,26	71,02	180,32		38,66
18	32,49	34,25	52,57	109,39	30,72	71,95	52,67	19,49	160,82	32,61	82,77	112,04	89,12	229,47	72,53	94,06	69,27	

Tabela 03. Distância Generalizada de Mahalanobis entre 18 clones de *Eucalyptus* spp. submetidos a quatro regimes de irrigação (média dos quatro regimes), a partir de diferentes características de crescimento e fisiológicas avaliadas aos 71 e 73 dias após o início da aplicação dos regimes de irrigação.

Clones	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
1	9,13	17,76	25,59	27,32	41,46	36,65	11,43	23,04	61,94	77,94	35,04	45,98	65,01	14,81	27,43	14,11	25,22
2		10,94	25,45	24,12	22,97	28,00	10,11	10,57	52,57	64,15	32,63	27,79	82,28	11,18	53,53	9,57	16,06
3			24,92	12,70	17,67	17,29	9,93	11,47	31,68	37,87	17,15	24,65	65,26	12,80	53,20	8,10	8,19
4				30,67	46,03	64,80	18,81	28,09	61,16	76,81	63,08	57,68	120,34	10,19	78,20	30,83	26,89
5					20,65	21,13	15,39	18,67	13,63	22,85	18,27	39,58	52,12	22,13	54,47	20,19	5,03
6						15,54	25,46	12,94	19,92	22,17	24,75	16,05	87,86	33,79	99,32	16,27	12,13
7							25,65	20,97	21,33	21,47	3,95	21,68	38,37	42,66	67,51	18,67	17,73
8								19,53	41,24	51,20	26,85	43,18	72,68	10,40	41,93	15,77	15,61
9									34,61	38,63	27,50	19,84	79,79	16,45	82,62	8,20	10,15
10										5,22	20,88	35,73	56,75	50,74	97,46	39,73	14,49
11											23,08	39,92	65,78	63,12	119,01	46,81	23,16
12												27,94	24,53	41,97	53,11	21,41	18,83
13													84,01	43,22	108,35	25,47	21,56
14														93,82	48,35	67,57	63,09
15															59,24	15,39	18,07
16																56,41	66,91
17																	14,94

similares são 7 e 12 (3,95), 5 e 18 (5,03), 10 e 11 (5,22), 3 e 17 (8,10) e 3 e 18 (8,19). Os mais distantes foram os clones 4 e 14 (120,34) e o clone 16 em relação aos clones 11 (119,01), 13 (108,35), 6 (99,32) e o 10 (97,46).

A partir destas matrizes de distâncias, os clones foram agrupados pelo método UPGMA e de Tocher.

Na Figura 1 observa-se que para o regime de irrigação RI1 formaram-se seis grupos pelo método UPGMA. Os clones 5, 18, 7, 12, 1, 2, 17, 3 e 15 formaram o Grupo I e, portanto são similares; este grupo contém 50% dos clones estudados; os clones 4 e 8 formam um outro grupo, o Grupo II, com 11,11% dos clones; os clones 6, 9 e o 13 aparecem juntos formando o Grupo III, com 16,67%; os clones 10 e 11 compõem o Grupo IV, com 11,11%; os clones 14 e 16 estão sozinhos e portanto formam um grupo cada, Grupo V e VI, respectivamente, representando 5,56% dos clones.

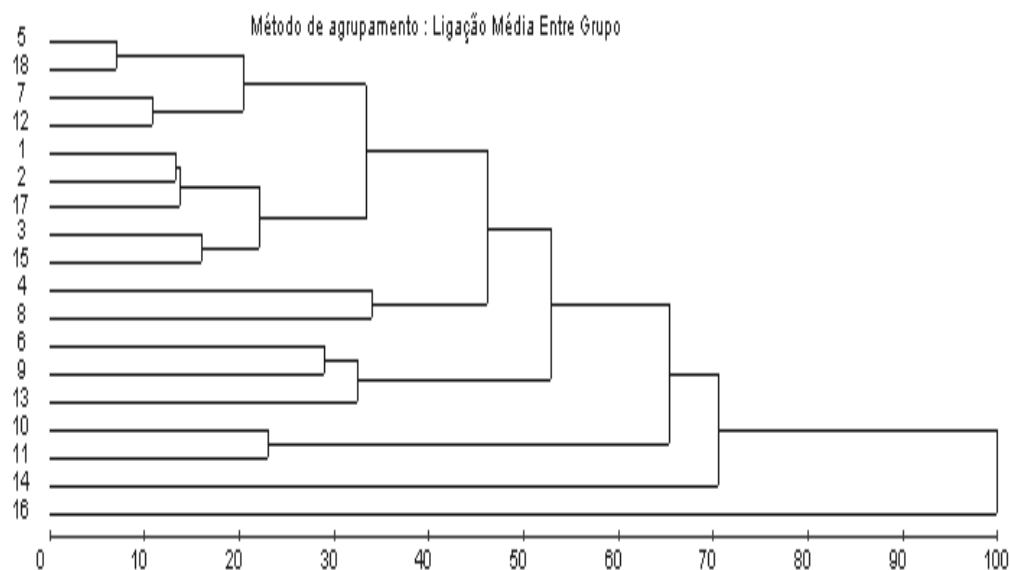


Figura 1 – Dendrograma obtido pelo método de agrupamento UPGMA construído a partir da distância generalizada de Mahalanobis com base em diferentes características de crescimento e fisiológicas, entre 18 clones de *Eucalyptus* spp. submetido ao regime de irrigação diário (RI1).

Pelo método de Tocher no regime RI1 (Tabela 4), também formaram-se seis grupos. No entanto a composição destes foi um pouco diferente do método UPGMA. Os clones 5, 18, 7, 12, 17, 15, 2, 1, 3 e 8 formam o Grupo I, com 55,56% dos clones avaliados; os clones 10 e o 11 constituem o Grupo II, com 11,11%; os clones 6, 9 e o 13 formam o Grupo III, com 16,67%; e os clones 4, 14 e 16, formam grupos unitários, os Grupos IV, V e VI, respectivamente, com 5,56% dos clones em cada um.

A diferença nos agrupamentos formados pelos dois métodos é que o clone 8, que pelo método UPGMA forma um grupo com o clone 4 (Grupo II), pelo método de Tocher passou a incorporar o Grupo I, o qual reúne 10 dos 18 clones estudados. Assim, pelo método de Tocher houve a formação de três grupos unitários, formados pelos clones 4, 14 e 16 e não apenas dois como identificado pelo método UPGMA.

No regime de irrigação RI2 cinco grupos se formaram (Figura 2), sendo que os clones 7, 12, 10, 11 e 5 aparecem juntos no Grupo I, com 27,78% dos clones; os clones 3, 17, 9, 18, 6 e 13 formam o Grupo II (33,33%); os clones 4, 15, 1, 8 e 2 formam um novo grupo, Grupo III, também com 27,78%; o clone 16 forma o Grupo IV (5,56%); e o 14 o Grupo V (5,56%) .

Quando se aplica o método de Tocher para este mesmo regime de irrigação (RI2), há a formação de apenas quatro grupos (Tabela 4), sendo que 83,33% dos clones formam o Grupo I; os demais clones, ou seja, os clones 4 (Grupo II), 16 (Grupo III) e o 14 (Grupo IV), formam grupos unitários.

Tanto no regime RI1 como no RI2 os clones 16 e 14 se apresentam como no RI1 como os mais divergentes; o clone 4 também repete o comportamento observado no regime RI1, constituindo um grupo com outros clones no método de UPGMA, e no de Tocher forma um grupo sozinho. Assim, a exceção do clone 4 que participava do Grupo III no método UPGMA, os Grupos I, II e III, formados no UPGMA passam a constituir um único grupo pelo método de Tocher.

Para o regime de irrigação RI3, seis grupos foram formados (Figura 3). Os clones 10, 11, 6, 7 e 12, ou seja, 27,78% dos materiais estudados formam o Grupo I; o Grupo II com 38,89% dos acessos é formado pelo clones 5, 9, 3, 18, 1, 2 e 17; o Grupo III é formado pelos clones 8, 15 e 4 (16,67%); e os clones 14 (Grupo IV), 16 (Grupo V) e 13

Tabela 4 – Agrupamento pelo método de Tocher, com base em diferentes características de crescimento e fisiológicas, entre 18 clones de *Eucalyptus* spp. submetidos a diferentes regimes de irrigação (RI1 – regime diário; RI2 – a cada dois dias; RI3 - a cada quatro dias e RI4 – a cada seis dias) e na análise conjunta considerando-se os quatro regimes de irrigação.

Regimes de Irrigação	Grupos	Clones
RI1	1	5; 18; 7; 12; 17; 15; 2; 1; 3; 8
	2	10; 11
	3	6; 9; 13
	4	4
	5	14
	6	16
RI2	1	7; 12; 17; 3; 18; 6; 9; 13; 5; 10; 11; 2; 8; 1; 15
	2	4
	3	16
	4	14
RI3	1	10; 11; 5; 18; 12; 7; 6; 3; 2
	2	8; 15; 4; 9; 1; 17
	3	16
	4	14
	5	13
RI4	1	8; 18; 2; 1; 5; 10; 7; 3; 6
	2	12; 14
	3	15; 17
	4	4; 9
	5	13
	6	11
	7	16
Análise Conjunta	1	7; 12; 3; 18; 5; 17; 9; 6; 8; 2; 15; 1
	2	10; 11
	3	13
	4	14
	5	4
	6	16

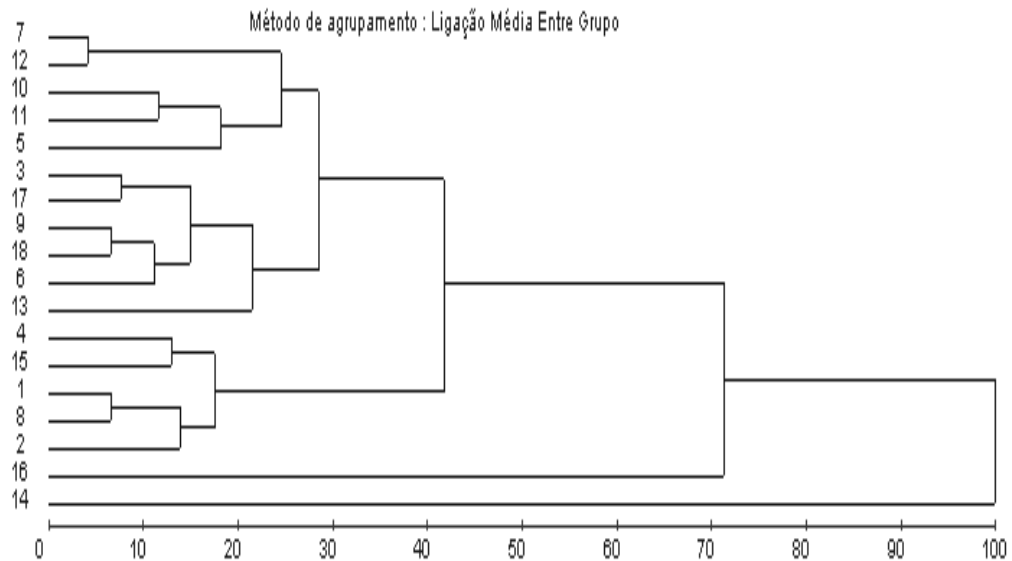


Figura 2 – Dendrograma obtido pelo método de agrupamento UPGMA construído a partir da distância generalizada de Mahalanobis com base em diferentes características de crescimento e fisiológicas, entre 18 clones de *Eucalyptus* spp. submetido ao regime de irrigação a cada dois dias (RI2).

(Grupo VI) formam grupos unitários, representando cada um 5,56% dos materiais estudados.

Pelo método de otimização de Tocher formam-se cinco grupos (Tabela 4). Os clones 10, 11, 5, 18, 12, 7, 6, 3 e 2 formam o Grupo I; o Grupo II é formado pelos clones 8, 15, 4, 9, 1 e 17; enquanto os Grupos III, IV e V são formados, respectivamente, pelos clones 16, 14 e 13.

Comparando-se a formação dos grupos entre os dois métodos, nota-se que a diferença básica é que o Grupo II, do método UPGMA, contribui com parte de seus membros para os Grupos I e II no método de otimização de Tocher, daí a formação de um grupo a menos neste último método. Ainda, ressalta-se que novamente os clones 16 e 14, constituem grupos unitários, como nos regimes de irrigação RI1 e RI2.

No regime de irrigação a cada seis dias (RI4), pelo método UPGMA, sete grupos foram formados (Figura 4), estando os clones 8, 18, 1, 2, 5 e 10 juntos no Grupo I, com 33,33% dos clones; os clones 3, 7, 12, 16 e 13 formam o Grupo III (27,78%); o 15 e o

17 o Grupo IV, com 11,11% de clones; o 4 e o 9 formam o Grupo VII (11,11%); e os clones 6 (Grupo II), 11 (Grupo V) o 14 (Grupo VI), foram grupos unitários, com 5,56% dos acessos estudados.

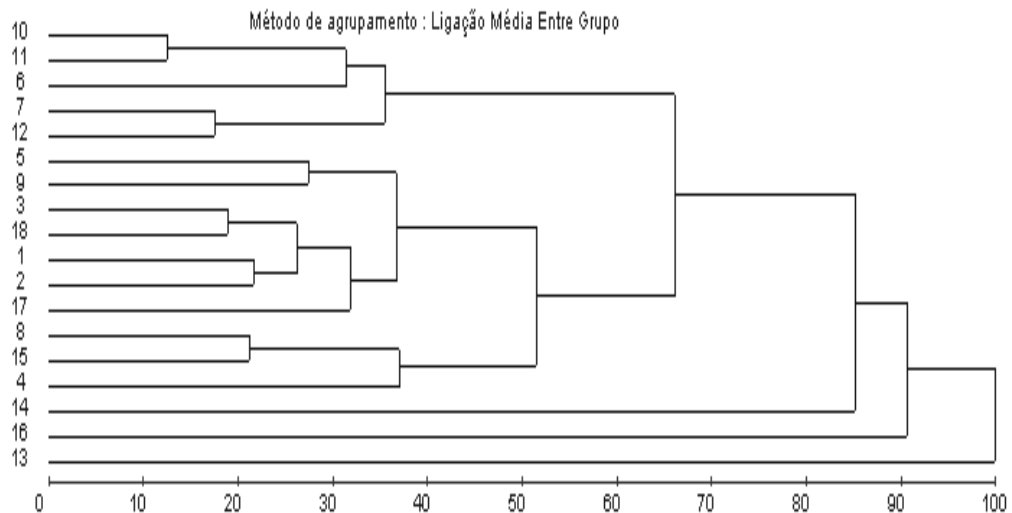


Figura 3 – Dendrograma obtido pelo método de agrupamento UPGMA construído a partir da distância generalizada de Mahalanobis com base em diferentes características de crescimento e fisiológicas, entre 18 clones de *Eucalyptus* spp. submetido ao regime de irrigação a cada quatro dias (RI3).

Quanto ao método de Tocher aplicado ao regime RI4, nota-se, também, a formação de sete grupos, com os clones 8, 18, 2, 1, 5, 10, 7, 3 e 6 no Grupo I, totalizando 50% dos materiais; os pares de clones 12 e 14 (Grupo II), 15 e 17 (Grupo III) e 4 e 9 (Grupo IV), congregam 11,11% dos clones estudados, cada um; já os clones 13, 11 e 16 formam grupos unitários, os Grupos V, VI e VII, respectivamente, cada um com 5,56% de clones (Tabela 4).

Neste regime de irrigação (RI4), houve as maiores diferenças entre os métodos de agrupamento. Para o método UPGMA, o clone 14 aparece formando um grupo sozinho, enquanto no método de Tocher ele está agrupado com o clone 12; os clones 13 e 16 que aparecem no método de UPGMA juntos com os clones 3, 7 e 12 formando um único grupo, no método de Tocher formam grupos individuais.

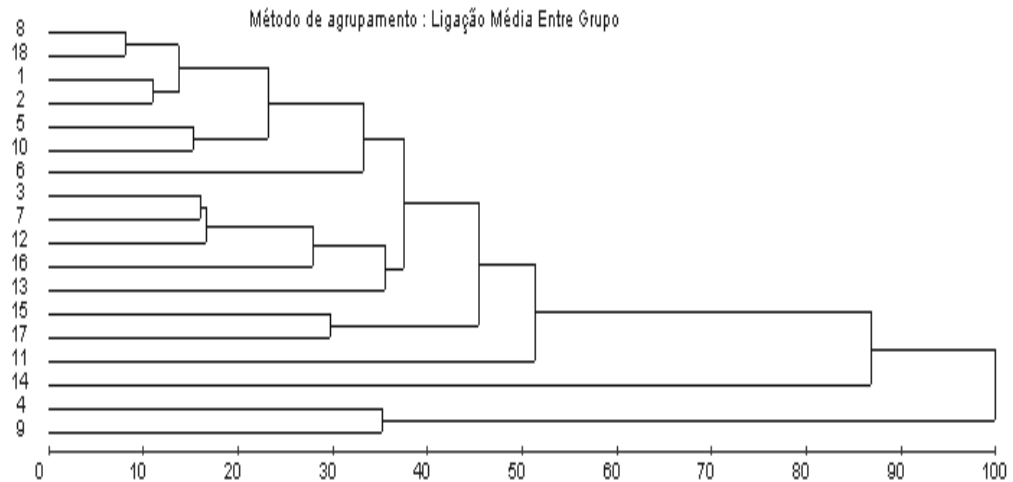


Figura 4 – Dendrograma obtido pelo método de agrupamento UPGMA construído a partir da distância generalizada de Mahalanobis com base em diferentes características de crescimento e fisiológicas, entre 18 clones de *Eucalyptus* spp. submetido ao regime de irrigação a cada seis dias (RI4).

Na análise conjunta envolvendo os quatro regimes de irrigação, houve a formação de seis grupos pelo método UPGMA (Figura 5). Os clones 7, 12, 5, 18, 3, 17, 9 e 6 formam o Grupo I, com 44,44% dos clones; o clone 13 forma sozinho o Grupo II (5,56%); os clones 4, 15, 1, 2 e 8 formam o Grupo III (27,78%); os clones 10 e 11 formam o Grupo IV (11,11%); e os clones 14 e 16 formam os Grupos V e VI, com 5,56% dos genótipos.

No método de Tocher, são formados também seis grupos (Tabela 4); os clones 7, 12, 3, 18, 5, 17, 9, 6, 8, 2, 15 e 1 formam o Grupo I, com 66,67% dos clones; os clones 10 e 11 formam o Grupo II (11,11%); os clones 13, 14, 4 e 16 formam os Grupos III, IV, V e VI, respectivamente, cada um com 5,56% dos clones estudados.

Os genótipos que aparecem formando grupos distintos dos demais são considerados materiais mais divergentes (FONSECA et al., 2006), o que evidencia que de uma forma geral os clones 14 e 16 apresentaram comportamentos mais divergentes, além de apresentarem as maiores distâncias nos quatro regimes de irrigação estudados e também na análise conjunta dos dados.

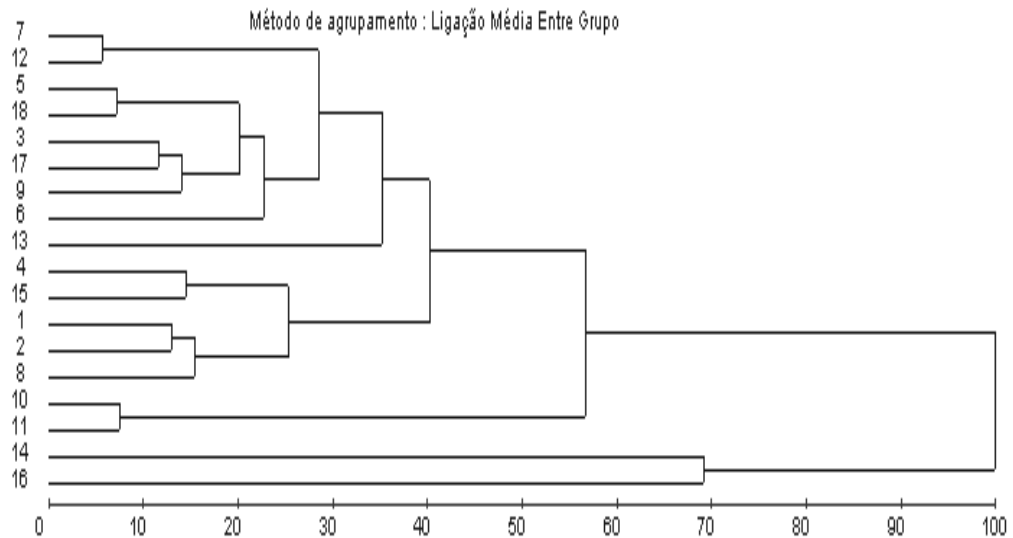


Figura 5 – Dendrograma obtido pelo método de agrupamento UPGMA construído a partir da distância generalizada de Mahalanobis com base em diferentes características de crescimento e fisiológicas, entre 18 clones de *Eucalyptus* spp. considerando-se a media nos quatro regimes de irrigação (análise conjunta).

Os dois métodos diferem apenas quanto a composição dos grupos, já que o clone 4 forma um grupo unitário no método de Tocher e no UPGMA ele forma juntamente com outros clones o Grupo II. Esses outros clones, pelo método de Tocher, passam a compor o Grupo I.

MORAES et al. (2005) em estudo de divergência genética entre genitores de soja para uso em programas de retrocruzamentos também observaram diferenças entre os métodos de agrupamento, sendo que no método de UPGMA observaram a formação de cinco grupos e no de Tocher nove.

Segundo RIZZO & BRAZ (2002), o que se pode esperar é que genótipos constantes em um mesmo grupo sejam similares e, quando cruzados entre si, exibam pouca heterose. Sendo assim, seria recomendável os cruzamentos entre os clones que estão em grupos distintos, isto é, quando o objetivo é explorar o máximo efeito heterótico em cruzamentos dirigidos apenas entre os pares mais divergentes, o que resultaria, segundo PEIXOTO et al. (2002), em nível satisfatório de heterose em suas

progênies. Neste caso, o cruzamento dos clones 14 e 16 com os demais seria o mais indicado.

Segundo NASCIMENTO FILHO et al. (2001), para obtenção de populações segregantes com possibilidades de superioridade sobre os pais a partir de cruzamentos biparentais, os clones mais produtivos de cada grupo deveriam ser inter cruzados.

Para BENIN et al. (2002), a formação de grupos distintos é de fundamental importância para a escolha de genitores, pois as novas combinações híbridas a serem estabelecidas devem ser baseadas na magnitude de suas dissimilaridades e também no potencial *per se* dos genitores. Os genótipos reunidos em grupos mais distantes dão um indicativo de serem dissimilares, podendo ser considerados como promissores em cruzamentos artificiais. Entretanto, além de dissimilares, é necessário que os genitores associem média elevada e variabilidade para os caracteres que estejam sendo melhorados, considerando além da divergência, o desempenho dos materiais (PEREIRA & CRUZ, 2003).

Quanto ao método de agrupamento UPGMA e ao algoritmo de otimização de Tocher, para o regime de irrigação RI1 e RI4 e na análise conjunta dos dados, foram formados o mesmo número de grupos, para RI2 e RI3 o método de UPGMA formou um grupo a mais, comparado ao método de Tocher.

Segundo SUDRÉ et al. (2005), é importante aplicar mais de um método de agrupamento, visando a coerência dos resultados apresentados.

No método de UPGMA para os regimes de irrigação estudados, pode-se observar que os materiais não se agruparam de maneira que determinado clone tivesse sempre um parceiro comum, enquanto o clone 14 esteve sozinho em todas as situações. Contudo, para o método de Tocher, os clones 5, 18, 7, 2 e 3 permaneceram no mesmo grupo sempre, significando que esses genótipos são muito próximos geneticamente, bem como o clone 16 que esteve formando um grupo individual, significando que ele apresenta-se bastante divergente em relação aos demais que comportaram-se de modo variado, de acordo com o regime de irrigação estudado, sugerindo uma maior flexibilidade em relação a disponibilidade hídrica.

Entre os regimes de irrigação estudados, observou-se maior variabilidade genética entre clones no RI4, por haver a formação de maior número de grupos (MOURA et al., 1999) (Figura 4; Tabela 4), enquanto no RI1 foram formados seis grupos (Figura 1; Tabela 4), no RI2 cinco e quatro grupos, respectivamente, pelos métodos UPGMA e Tocher (Figura 2; Tabela 4), e no RI3, foram formados seis grupos pelo UPGMA e cinco pelo Tocher (Figura 3; Tabela 4).

Observa-se também que o material genético estudado não apresenta grande divergência genética, pois a maioria dos clones compõe um único grupo, sendo que os outros grupos são formados por um único ou por poucos clones.

CINTRA et al. (2005), estudando divergência genética entre acessos de *Curcuma longa* L., classificaram 21 acessos em cinco grupos usando a distância generalizada de Mahalanobis, o algoritmo de Tocher e o método do Vizinho Mais Próximo e consideraram uma análise efetiva na constatação de variabilidade. Em estudo de divergência em alface, OLIVEIRA et al. (2004) reuniram 17 cultivares em apenas três grupos pelo método de Tocher. ARRIEL et al. (2005), estudando 39 matrizes de *Cnidioscolus phyllacanthus*, observaram grande divergência genética entre elas, já que estas formaram nove grupos. Dentre 36 acessos de taro, estudados por PEREIRA et al. (2004) usando métodos de distância generalizada de Mahalanobis e de otimização de Tocher, houve a formação de seis grupos divergentes, tendo um dos grupos 29 acessos, e dispersão dos demais em grupos diversos, o que demonstrou uma ampla diversidade dos genótipos. ARRIEL et al. (2004) agruparam 34 matrizes de *Cnidioscolus phyllacanthus* em 10 grupos, evidenciando a existência de divergência genética entre elas. CHIORATTO et al. (2005) agruparam 993 acessos de feijoeiro em 45 grupos, sendo que 92,3% dos acessos estudados formaram os primeiros oito grupos.

Em estudos de divergência genética, é importante conhecer a contribuição de cada característica para a divergência geral, de forma que caracteres que contribuem pouco para a divergência possam ser eliminados facilitando as interpretações sem causar perda considerável da informação (ARRIEL et al., 2005). Contudo, sabe-se que cada caráter deve contribuir para a variabilidade e que nenhum descritor sozinho pode ser responsável pela descrição de toda a variação.

Assim, quando se estuda a divergência genética, além do padrão de agrupamento entre os acessos avaliados, é de interesse conhecer a importância relativa de cada característica avaliada para a divergência genética. Desta forma, caracteres que contribuem pouco para diferenciação dos genótipos podem ser descartados em estudos futuros. Estas informações são possíveis de serem obtidas, por exemplo, a partir da técnica dos Componentes Principais (CRUZ & CARNEIRO, 2003).

Esta técnica tem como princípio o fato de que a importância ou variância dos componentes principais decresce do primeiro para o último componente. Estes são responsáveis por uma fração muito pequena da variância total. Assim, os caracteres que dominam (maior coeficiente de ponderação) o componente de menor autovalor deve ser o menos importante para explicar a variabilidade dos acessos envolvidos (CRUZ & REGAZZI, 1994; CRUZ & CARNEIRO, 2003).

Desta forma, nas Tabelas 5 a 9 são apresentadas a importância relativa das características avaliadas nos diferentes regimes de irrigação, assim como na análise conjunta dos dados, considerando-se a média dos quatro regimes hídricos.

No regime de irrigação diário (RI1) verifica-se que as características condutância estomática depois da irrigação (*gs-DI*), incremento relativo em altura (IR-ALT), taxa líquida de fotossíntese antes da irrigação (*A-AI*), transpiração antes da irrigação (*E-AI*), taxa de fotossíntese líquida depois da irrigação (*A-DI*), teor relativo de clorofila total depois da irrigação (Clorofila-DI), incremento relativo em matéria seca de caule (IR-MS), teor relativo de clorofila total antes da irrigação (Clorofila-AI), relação raiz-parte aérea (RPA), eficiência quântica do fotossistema II antes (*Fv/Fm-AI*) e depois da irrigação (*Fv/Fm-DI*) podem ser descartadas, por apresentarem maiores coeficientes de ponderação nos componentes com autovalores inferiores a 0,7 (Tabela 5). Isto posto, as características de incremento relativo em diâmetro do coleto (IR-DC), em número de folhas (IR-NF), em área foliar (IR-AF), em matéria seca de folha (IR-MSF) e de raiz (IR-MSR), condutância estomática antes da irrigação (*gs-AI*) e transpiração depois da irrigação (*E-DI*) foram as que mais contribuíram para a divergência e representam apenas 39% das características estudadas.

Dentre as características que podem ser descartadas neste regime, podem ser observados altos coeficientes de correlação com as demais, como entre as características *gs-DI* e *E-DI* (0,95); *E-AI* e *gs-AI* (0,95); *A-AI* e *gs-AI* (0,85); *A-DI* e *E-DI* (0,75) e *DC* e *MSC* (0,69) (Tabela 10 – acima da diagonal), enfatizando que muitas variáveis são redundantes por serem altamente correlacionadas com outras ou dispensáveis, por representarem uma fração desprezível da variação total (CRUZ, 1990).

No regime de irrigação a cada dois dias (RI2), as características *E-AI*, *E-DI*, *A-DI*, *IR-AF*, *IR-MSR*, *A-AI*, *IR-NF*, *Clorofila-AI* e *Fv/Fm-AI* pouco contribuíram para a divergência, e portanto são passíveis de descarte (Tabela 6), de forma que 50% das características avaliadas tiveram contribuição irrelevante para o estudo da divergência neste regime de irrigação. Algumas delas estão fortemente correlacionadas àquelas que apresentaram boa contribuição (Tabela 10 – abaixo da diagonal) como *E-DI* e *gs-DI* (0,99); *E-AI* e *gs-AI* (0,97); *A-DI* e *gs-DI* (0,89); *A-AI* e *gs-AI* (0,88); *IR-AF* e *MSF* (0,83) e *Clorofila-AI* e *Clorofila-DI* (0,71).

Para o regime de irrigação a cada quatro dias (RI3), as características *gs-AI*, *E-DI*, *E-AI*, *IR-AF*, *IR-MSR*, *IR-DC*, *A-DI*, *Clorofila-AI*, *Clorofila-DI*, *Fv/Fm-DI* e *IR-ALT*, ou seja, 61% das características avaliadas podem ser descartadas, pois contribuíram muito pouco para a divergência (Tabela 7). Destas, algumas características apresentam altas correlações com aquelas que mais contribuíram para a divergência (Tabela 11 - acima da diagonal), sendo a *E-DI* e *gs-DI* (0,99); *E-AI* e *A-AI* (0,95); *gs-AI* e *A-AI* (0,91); *A-DI* e *gs-DI* (0,89) e *IR-AF* e *MSF* (0,80).

As características que podem ser descartadas por contribuírem pouco na divergência, no regime de irrigação a cada seis dias (RI4), são *gs-DI*, *E-AI*, *A-DI*, *IR-ALT*, *A-AI*, *IR-AF*, *IR-MSR*, *IR-MSR*, *IR-MSR*, *IR-MSR*, *Clorofila-AI*, *Fv/Fm-DI* e *IR-MSF* (Tabela 8), de forma que apenas 39% das características estudadas contribuíram significativamente para a divergência genética neste regime de irrigação. As características que são altamente correlacionadas neste regime de irrigação foram a *gs-DI* e *E-DI* (0,99); *E-AI* e *gs-AI* (0,99); *A-DI* e *E-DI* (0,95); *A-AI* e *gs-AI* (0,92) e *IR-AF* e *NF* (0,78) (Tabela 11 – abaixo da diagonal).

Tabela 05. Variâncias (autovalores) associadas aos componentes principais (CP) e respectivos coeficientes de ponderação (autovetores) para as características de crescimento: incremento relativo em altura (IR-ALT), diâmetro do coleto (IR-DC), número de folhas (IR-NF), matéria seca de folha (IR-MSF), matéria seca de caule (IR-MSC), matéria seca de raiz (IR-MSR) e relação raiz parte aérea (RPA) e fisiológicas: taxa de fotossíntese líquida (*A*), condutância estomática (*gs*), transpiração (*E*), teor relativo de clorofila total (U.R.) e eficiência quântica do fotossistema II (Fv/Fm) em plantas de 18 clones de *Eucalyptus* spp. no regime de irrigação diário (RI1), antes (A.I) e depois (D.I.) da irrigação.

CP	Variância	Variância acumulada (%)	Coeficientes de ponderação associados a:																	
			IR-ALT	IR-DC	IR-NF	IR-AF	IR-MSF	IR-MSC	IR-MSR	RPA	<i>A</i> (A.I)	<i>A</i> (D.I)	<i>gs</i> (A.I)	<i>gs</i> (D.I)	<i>E</i> (A.I)	<i>E</i> (D.I)	Clorofila (A.I)	Clorofila (D.I)	Fv/Fm (A.I)	Fv/Fm (D.I)
CP1	6,4236	35,68	0,055	-0,185	0,135	0,056	0,012	-0,110	-0,192	-0,183	0,361	0,320	0,341	0,352	0,320	0,328	0,268	0,261	0,176	0,079
CP2	3,8388	57,01	0,264	0,097	0,319	0,475	0,437	0,360	0,156	-0,170	0,115	0,053	-0,018	-0,124	-0,032	-0,160	0,168	0,142	-0,251	-0,222
CP3	2,1430	68,91	0,487	0,358	-0,256	-0,094	0,047	0,213	0,415	0,244	0,127	-0,092	0,215	0,094	0,255	0,130	-0,052	-0,184	0,117	0,264
CP4	1,3684	76,51	-0,178	0,433	0,355	0,013	-0,141	0,294	-0,331	0,362	-0,123	-0,071	0,041	-0,017	-0,008	-0,172	0,245	0,217	0,317	0,224
CP5	1,1714	83,02	0,040	-0,290	-0,153	0,113	0,081	-0,283	0,273	0,360	0,002	0,022	-0,157	-0,108	-0,130	-0,119	0,343	0,419	-0,158	0,450
CP6	0,9166	88,11	-0,026	0,200	0,179	-0,122	-0,064	0,182	0,041	-0,025	-0,039	0,459	-0,255	0,307	-0,364	0,315	-0,162	-0,040	-0,379	0,313
CP7	0,6997	92,00	0,380	0,041	-0,158	-0,130	-0,384	0,031	-0,190	0,365	0,098	0,192	-0,142	-0,051	-0,024	0,056	0,196	0,162	-0,218	-0,557
CP8	0,4808	94,67	0,189	0,101	-0,346	0,092	0,141	0,033	-0,016	-0,219	-0,184	0,366	-0,249	-0,081	-0,195	-0,010	-0,167	0,312	0,595	-0,050
CP9	0,3205	96,45	-0,154	0,370	-0,227	-0,095	-0,324	0,009	0,203	-0,541	-0,201	-0,016	0,112	-0,152	0,113	-0,017	0,391	0,205	-0,234	0,035
CP10	0,2520	97,85	0,208	0,140	0,101	-0,300	0,391	-0,318	-0,121	-0,066	-0,137	-0,015	-0,094	0,020	-0,233	0,097	0,552	-0,387	0,121	-0,049
CP11	0,1635	98,76	-0,330	-0,260	-0,291	-0,291	0,342	0,562	0,036	0,126	-0,166	-0,094	-0,062	0,116	0,103	0,254	0,199	0,112	-0,023	-0,151
CP12	0,0878	99,24	-0,009	-0,375	0,116	0,247	-0,408	0,258	0,308	0,021	-0,188	0,248	0,105	-0,048	-0,150	-0,003	0,289	-0,411	0,268	-0,007
CP13	0,0648	99,60	0,189	-0,116	0,408	-0,224	-0,195	0,016	0,320	-0,162	0,049	-0,482	-0,207	0,097	-0,189	0,285	-0,044	0,319	0,218	-0,108
CP14	0,0439	99,85	0,133	-0,101	0,141	0,033	-0,048	0,061	-0,190	-0,074	-0,067	0,041	-0,474	-0,483	0,514	0,320	0,006	-0,125	-0,021	0,239
CP15	0,0208	99,96	0,062	-0,070	-0,302	0,068	-0,113	0,272	-0,328	-0,191	0,557	-0,260	-0,028	-0,176	-0,408	0,042	0,120	-0,114	0,016	0,244
CP16	0,0048	99,99	0,184	-0,002	-0,152	0,476	-0,029	-0,070	-0,278	0,048	-0,497	-0,305	0,212	0,136	-0,130	0,438	-0,028	0,045	-0,121	0,041
CP17	0,0008	99,99	-0,452	0,334	-0,092	0,376	0,019	-0,211	0,253	0,195	0,308	-0,028	-0,236	-0,021	-0,012	0,380	0,093	-0,103	0,135	-0,233
CP18	0,0012	100,00	0,069	-0,013	-0,139	0,201	-0,114	0,035	-0,071	-0,120	-0,011	-0,182	-0,509	0,636	0,244	-0,329	0,144	-0,119	0,010	0,041

Tabela 06. Variâncias (autovalores) associadas aos componentes principais (CP) e respectivos coeficientes de ponderação (autovetores) para as características de crescimento: incremento relativo em altura (IR-ALT), diâmetro do coleto (IR-DC), número de folhas (IR-NF), matéria seca de folha (IR-MSF), matéria seca de caule (IR-MSC), matéria seca de raiz (IR-MSR) e relação raiz parte aérea (RPA) e fisiológicas: taxa de fotossíntese líquida (*A*), condutância estomática (*gs*), transpiração (*E*), teor relativo de clorofila total (U.R.) e eficiência quântica do fotossistema II (Fv/Fm) em plantas de 18 clones de *Eucalyptus* spp. no regime de irrigação a cada dois dias (RI2), antes (A.I) e depois (D.I.) da irrigação.

CP	Variância	Variância Acumulada (%)	Coeficientes de ponderação associados a:																	
			IR-ALT	IR-DC	IR-NF	IR-AF	IR-MSF	IR-MSC	IR-MSR	RPA	<i>A</i> (AI)	<i>A</i> (DI)	<i>gs</i> (AI)	<i>gs</i> (DI)	<i>E</i> (AI)	<i>E</i> (DI)	Clorofila (AI)	Clorofila (DI)	Fv/Fm (AI)	Fv/Fm (DI)
CP1	7,2235	40,13	0,216	-0,193	0,222	0,276	0,224	0,047	-0,023	-0,240	0,326	0,311	0,326	0,264	0,337	0,258	0,207	0,234	-0,086	0,131
CP2	2,9754	56,66	0,166	0,187	-0,228	0,004	0,096	0,296	0,531	0,248	-0,005	0,200	-0,041	0,249	-0,013	0,248	-0,225	-0,093	-0,317	-0,348
CP3	2,6426	71,34	0,050	0,282	0,341	0,331	0,364	0,417	-0,062	0,083	-0,151	-0,116	-0,178	-0,238	-0,160	-0,241	0,190	0,321	-0,145	-0,082
CP4	1,5056	79,71	0,206	0,439	0,122	-0,104	-0,146	0,119	-0,166	0,391	0,034	0,221	-0,082	0,176	-0,030	0,202	-0,141	0,143	0,448	0,391
CP5	1,0358	85,46	-0,232	0,033	0,029	0,015	-0,323	-0,268	0,018	0,038	-0,227	0,133	-0,245	0,268	-0,207	0,276	0,507	0,374	-0,134	-0,176
CP6	0,8370	90,11	0,681	0,024	-0,145	-0,019	-0,058	-0,268	0,224	-0,224	0,023	-0,012	-0,116	-0,173	-0,045	-0,169	0,064	0,267	0,333	-0,281
CP7	0,5545	93,19	-0,266	-0,225	0,105	0,327	0,366	-0,282	0,035	0,352	-0,050	-0,007	-0,022	0,080	0,060	0,094	-0,166	0,004	0,489	-0,365
CP8	0,4319	95,59	-0,205	0,395	-0,152	-0,345	0,104	0,117	-0,016	0,061	0,274	-0,184	0,256	0,000	0,323	-0,068	0,452	-0,026	0,208	-0,316
CP9	0,2402	96,92	0,137	0,003	0,561	-0,119	0,059	-0,170	0,457	0,079	-0,044	-0,088	-0,043	0,011	-0,068	0,023	0,334	-0,492	0,047	0,177
CP10	0,2095	98,09	-0,068	-0,049	0,368	-0,211	-0,220	0,337	-0,032	-0,349	-0,469	0,198	0,185	-0,054	0,136	0,130	-0,176	-0,015	0,240	-0,328
CP11	0,1612	98,98	-0,011	-0,235	-0,325	-0,166	0,327	0,211	0,252	-0,065	-0,396	-0,276	0,206	0,171	-0,161	0,118	0,154	0,209	0,226	0,360
CP12	0,0769	99,41	0,058	0,465	0,093	0,032	0,145	-0,504	-0,044	-0,044	-0,343	-0,186	0,433	0,069	0,077	0,040	-0,238	0,101	-0,270	0,024
CP13	0,0443	99,66	-0,287	0,215	-0,076	-0,199	0,390	-0,168	0,130	-0,321	0,129	0,540	-0,059	-0,295	-0,326	0,078	-0,042	0,007	0,072	0,092
CP14	0,0331	99,84	0,006	-0,316	0,291	-0,591	0,092	-0,082	0,065	0,347	0,143	0,017	0,045	-0,111	0,041	-0,114	-0,170	0,448	-0,215	-0,034
CP15	0,0204	99,95	-0,073	-0,065	-0,164	0,225	-0,255	-0,013	0,234	0,341	-0,224	0,421	0,381	-0,327	0,152	-0,343	0,192	0,032	0,006	0,138
CP16	0,0060	99,99	0,246	-0,119	-0,061	-0,008	0,019	0,036	-0,294	0,230	0,010	-0,066	0,277	-0,468	-0,294	0,563	0,165	-0,150	-0,076	-0,145
CP17	0,0020	100,00	0,156	-0,074	0,027	-0,092	0,084	0,034	-0,289	0,066	0,013	0,209	0,310	0,457	-0,520	-0,408	0,088	-0,178	0,005	-0,199
CP18	0,0001	100,00	-0,226	0,069	0,159	0,204	-0,348	0,088	0,338	-0,107	0,396	-0,273	0,353	-0,031	-0,405	0,038	-0,181	0,222	0,136	-0,006

Tabela 07. Variâncias (autovalores) associadas aos componentes principais (CP) e respectivos coeficientes de ponderação (autovetores) para as características de crescimento: incremento relativo em altura (IR-ALT), diâmetro do coleto (IR-DC), número de folhas (IR-NF), massa seca de folha (IR-MSF), massa seca de caule (IR-MSC), massa seca de raiz (IR-MSR) e relação raiz parte aérea (RPA) e fisiológicas: taxa de fotossíntese líquida (*A*), condutância estomática (*gs*), transpiração (*E*), teor relativo de clorofila total (U.R.) e eficiência quântica potencial do fotossistema II (Fv/Fm) em plantas de 18 clones de *Eucalyptus* spp. no regime de irrigação a cada quatro dias (RI3), antes (A.I) e depois (D.I) da irrigação.

CP	Variância	Variância Acumulada (%)	Coeficientes de ponderação associados a:																	
			IR-ALT	IR-DC	IR-NF	IR-AF	IR-MSF	IR-MSC	IR-MSR	RPA	<i>A</i> (A.I)	<i>A</i> (D.I)	<i>gs</i> (A.I)	<i>gs</i> (D.I)	<i>E</i> (A.I)	<i>E</i> (D.I)	Clorofila (A.I)	Clorofila (D.I)	Fv/Fm (A.I)	Fv/Fm (D.I)
CP1	6,0751	33,75	0,125	0,050	0,129	0,181	0,083	0,080	-0,052	-0,027	0,341	0,330	0,357	0,335	0,353	0,342	0,224	0,237	0,174	0,269
CP2	3,4851	53,11	0,253	0,324	0,299	0,442	0,402	0,375	-0,156	-0,225	-0,104	-0,150	-0,144	-0,123	-0,127	-0,129	0,176	0,125	-0,079	-0,120
CP3	2,0104	64,27	0,284	0,282	-0,233	0,023	0,215	0,241	0,536	0,368	0,018	0,052	0,089	0,066	0,080	0,072	-0,183	-0,353	0,168	-0,213
CP4	1,3455	71,75	-0,179	-0,196	-0,295	0,061	0,186	0,107	0,286	0,267	0,020	-0,223	0,050	-0,285	0,046	-0,268	0,491	0,263	0,084	0,337
CP5	1,3301	79,14	-0,470	0,120	0,276	-0,084	-0,030	0,280	-0,194	0,325	-0,162	0,127	-0,182	0,080	-0,176	0,070	0,051	-0,048	0,580	-0,002
CP6	1,1453	85,50	0,041	0,487	0,153	-0,170	-0,050	-0,204	-0,304	0,260	0,335	-0,260	0,193	-0,308	0,276	-0,282	-0,154	-0,022	0,067	0,096
CP7	0,7494	89,66	0,136	0,005	0,342	-0,042	-0,392	0,306	0,130	0,466	-0,193	-0,024	0,026	0,066	-0,018	0,057	-0,087	0,289	-0,474	0,137
CP8	0,5228	92,56	0,439	0,263	-0,377	-0,265	-0,283	0,124	-0,068	-0,187	-0,108	0,032	-0,155	-0,040	-0,216	0,041	-0,047	0,395	0,336	0,183
CP9	0,3870	94,71	0,171	-0,110	0,250	0,034	0,417	-0,358	0,121	0,104	-0,163	-0,027	-0,197	0,032	-0,121	0,069	-0,386	0,033	0,112	0,564
CP10	0,3532	96,68	0,128	-0,380	-0,020	0,203	0,098	-0,092	-0,092	0,261	0,131	0,075	-0,041	-0,084	0,092	-0,129	-0,311	0,505	0,223	-0,495
CP11	0,2198	97,90	-0,414	0,060	-0,356	0,103	0,133	0,415	-0,102	-0,126	0,182	-0,195	-0,030	0,121	0,085	0,086	-0,530	0,141	-0,179	0,195
CP12	0,1353	98,65	0,060	-0,092	-0,009	-0,074	0,049	0,208	-0,066	0,043	0,395	0,665	-0,240	-0,350	-0,166	-0,202	-0,044	-0,154	-0,180	0,159
CP13	0,1159	99,29	-0,173	0,374	-0,313	-0,072	0,334	-0,307	-0,213	0,273	-0,265	0,315	0,015	0,076	-0,100	0,146	0,134	0,228	-0,328	-0,134
CP14	0,0912	99,80	-0,293	0,217	0,266	-0,195	0,045	-0,030	0,492	-0,371	-0,130	0,251	0,290	-0,148	0,016	-0,228	-0,168	0,315	0,044	-0,092
CP15	0,0278	99,95	0,173	-0,292	0,078	-0,658	0,418	0,317	-0,239	-0,033	-0,153	-0,073	0,243	-0,024	0,121	0,038	0,020	-0,029	-0,044	-0,071
CP16	0,0063	99,99	-0,029	0,036	0,119	-0,199	0,120	-0,073	0,140	0,056	0,548	-0,246	0,084	0,232	-0,652	0,103	0,092	0,132	-0,066	-0,121
CP17	0,0009	99,99	-0,050	-0,032	0,026	0,098	-0,035	-0,004	0,017	-0,010	-0,013	-0,069	0,190	-0,673	-0,122	0,687	-0,050	-0,001	0,027	-0,039
CP18	0,0011	100,00	-0,066	0,104	0,125	-0,276	0,074	-0,046	0,224	-0,068	0,202	-0,106	-0,678	-0,023	0,419	0,271	0,149	0,152	-0,074	-0,137

Tabela 08. Variâncias (autovalores) associadas aos componentes principais (CP) e respectivos coeficientes de ponderação (autovetores) para as características de crescimento: incremento relativo em altura (IR-ALT), diâmetro do coleto (IR-DC), número de folhas (IR-NF), matéria seca de folha (IR-MSF), matéria seca de caule (IR-MSC), matéria seca de raiz (IR-MSR) e relação raiz parte aérea (RPA) e fisiológicas: taxa de fotossíntese líquida (*A*), condutância estomática (*gs*), transpiração (*E*), teor relativo de clorofila total (U.R.) e eficiência quântica do fotossistema II (Fv/Fm) em plantas de 18 clones de *Eucalyptus* spp. no regime de irrigação a cada seis dias (RI4), antes (A.I) e depois (D.I.) da irrigação.

CP	Variância	Variância Acumulada (%)	Coeficientes de ponderação associados a:																	
			IR-ALT	IR-DC	IR-NF	IR-AF	IR-MSF	IR-MSC	IR-MSR	RPA	<i>A</i> (A.I)	<i>A</i> (D.I)	<i>gs</i> (A.I)	<i>gs</i> (D.I)	<i>E</i> (A.I)	<i>E</i> (D.I)	Clorofila (A.I)	Clorofila (D.I)	Fv/Fm (A.I)	Fv/Fm (D.I)
CP1	4,6247	25,69	0,301	0,131	0,254	0,291	0,134	0,242	-0,053	-0,212	-0,308	0,204	-0,354	0,194	-0,332	0,192	0,309	0,190	-0,076	-0,190
CP2	3,5685	45,51	-0,049	-0,279	-0,225	-0,249	-0,295	-0,403	0,088	0,144	0,004	0,397	-0,061	0,375	-0,063	0,390	0,071	0,094	-0,184	-0,154
CP3	2,8936	61,58	-0,027	-0,043	0,267	0,252	0,211	-0,037	-0,211	-0,284	0,406	0,210	0,320	0,294	0,368	0,271	0,021	0,156	0,180	0,167
CP4	1,9454	72,38	0,427	0,283	-0,014	0,018	0,163	0,085	0,487	0,294	0,132	0,166	0,053	0,159	0,091	0,156	-0,090	-0,482	0,181	-0,033
CP5	1,4918	80,67	-0,036	0,483	-0,030	-0,306	-0,235	-0,001	-0,427	0,042	0,072	0,006	-0,029	0,039	0,003	0,052	0,052	0,015	0,507	-0,402
CP6	1,0042	86,25	-0,106	-0,101	-0,216	-0,054	0,265	0,117	0,114	0,440	0,034	-0,004	0,035	-0,024	0,028	-0,051	0,636	0,319	0,302	0,184
CP7	0,8653	91,05	0,392	0,259	-0,314	0,091	-0,068	-0,046	0,020	-0,064	0,161	-0,150	0,294	-0,111	0,258	-0,074	0,210	0,282	-0,465	-0,319
CP8	0,5675	94,20	-0,217	-0,185	-0,253	-0,123	0,648	-0,069	-0,037	-0,267	0,049	0,109	-0,036	-0,095	-0,018	-0,031	0,055	-0,274	-0,021	-0,488
CP9	0,4718	96,82	0,178	0,263	-0,465	-0,149	0,114	-0,099	-0,314	-0,263	0,025	0,098	-0,146	0,045	-0,132	0,032	0,104	-0,208	-0,095	0,596
CP10	0,1897	97,88	0,158	-0,179	-0,395	-0,057	0,117	0,521	-0,101	0,099	-0,048	0,119	0,023	0,120	-0,015	0,056	-0,548	0,363	0,104	-0,025
CP11	0,1346	98,63	0,348	-0,005	0,131	0,105	0,341	-0,626	-0,195	0,290	-0,042	0,006	-0,089	-0,085	-0,123	-0,179	-0,275	0,257	0,121	0,007
CP12	0,1182	99,28	-0,106	0,021	0,097	0,182	0,006	0,180	-0,479	0,472	-0,109	0,427	0,233	-0,086	0,021	-0,116	0,047	-0,289	-0,326	-0,025
CP13	0,0650	99,64	0,067	-0,230	-0,392	0,653	-0,322	-0,117	-0,020	-0,105	0,014	0,118	-0,047	-0,177	-0,013	-0,080	0,055	-0,166	0,372	-0,102
CP14	0,0359	99,84	-0,061	-0,049	-0,008	0,163	0,016	0,099	-0,173	0,273	0,604	-0,311	-0,503	-0,056	-0,076	0,288	-0,032	-0,062	-0,195	-0,056
CP15	0,0164	99,93	0,491	-0,483	0,195	-0,343	-0,152	0,143	-0,150	-0,109	0,258	0,097	-0,105	0,006	0,057	-0,378	0,187	-0,135	0,067	-0,031
CP16	0,0090	99,98	-0,233	0,290	0,014	0,016	-0,044	0,005	0,262	-0,076	0,295	0,540	-0,359	-0,091	0,113	-0,432	-0,090	0,235	-0,073	0,023
CP17	0,0005	99,99	0,046	-0,045	-0,017	-0,019	0,032	-0,026	-0,097	0,052	-0,390	-0,042	-0,440	-0,034	0,787	0,107	0,006	-0,050	-0,004	0,017
CP18	0,0002	100,00	0,126	-0,042	0,111	-0,173	-0,024	0,025	0,055	-0,074	0,028	0,274	0,060	-0,782	-0,029	0,470	-0,006	0,100	0,054	0,070

Tabela 09. Variâncias (autovalores) associadas aos componentes principais (CP) e respectivos coeficientes de ponderação (autovetores) para as características de crescimento: incremento relativo em altura (IR-ALT), diâmetro do coleto (IR-DC), número de folhas (IR-NF), matéria seca de folha (IR-MSF), matéria seca de caule (IR-MSD), matéria seca de raiz (IR-MSR) e relação raiz parte aérea (RPA) e fisiológicas: taxa de fotossíntese líquida (*A*), condutância estomática (*gs*), transpiração (*E*), teor relativo de clorofila total (U.R.) e eficiência quântica do fotossistema II (Fv/Fm) em plantas de 18 clones de *Eucalyptus* spp., antes (A.I) e depois (D.I) da irrigação, na análise conjunta dos dados.

CP	Variância	Variância Acumulada (%)	Coeficientes de ponderação associados a:																	
			IR-ALT	IR-DC	IR-NF	IR-AF	IR-MSF	IR-MSD	IR-MSR	RPA	<i>A</i> (A.I)	<i>A</i> (D.I)	<i>gs</i> (A.I)	<i>gs</i> (D.I)	<i>E</i> (A.I)	<i>E</i> (D.I)	U.R. (A.I)	U.R. (D.I)	Fv/Fm (A.I)	Fv/Fm (D.I)
CP1	6,9273	38,48	0,154	-0,102	0,238	0,218	0,139	0,016	-0,107	-0,212	0,309	0,338	0,342	0,314	0,347	0,303	0,262	0,238	0,082	0,130
CP2	3,5755	58,35	0,229	0,216	0,245	0,401	0,414	0,430	0,110	-0,145	-0,092	-0,092	-0,126	-0,196	-0,098	-0,196	0,151	0,125	-0,272	-0,245
CP3	2,2235	70,70	0,400	-0,020	-0,265	-0,050	0,026	0,022	0,550	0,045	0,058	0,181	0,094	0,163	0,129	0,235	-0,284	-0,325	-0,301	-0,203
CP4	1,7836	80,61	0,224	0,599	-0,034	-0,116	0,026	0,299	0,035	0,484	0,116	-0,045	0,084	0,043	0,104	-0,007	0,003	-0,006	0,415	0,210
CP5	0,9976	86,15	0,155	0,004	-0,161	0,036	-0,275	0,014	0,270	0,082	-0,288	0,034	-0,147	0,088	-0,195	0,118	0,291	0,448	-0,300	0,504
CP6	0,8385	90,81	-0,005	-0,223	-0,344	0,165	0,387	-0,271	0,319	0,047	0,370	-0,193	0,043	-0,272	0,103	-0,302	0,137	0,042	0,150	0,289
CP7	0,5403	93,81	-0,380	-0,202	0,335	0,155	0,222	0,284	0,152	0,161	0,010	-0,006	-0,049	0,224	-0,126	0,077	-0,328	-0,272	-0,084	0,487
CP8	0,3467	95,74	-0,156	0,151	-0,104	-0,246	-0,025	0,244	0,218	-0,565	-0,188	-0,226	0,275	0,042	0,007	0,015	0,354	-0,350	0,137	0,154
CP9	0,2798	97,29	0,541	0,002	0,213	0,009	0,051	-0,222	-0,083	-0,389	-0,181	0,074	-0,189	-0,158	-0,110	-0,015	-0,346	-0,093	0,313	0,337
CP10	0,1906	98,35	-0,127	0,484	0,247	-0,154	-0,093	-0,297	0,061	-0,170	0,528	0,103	-0,248	-0,067	-0,111	-0,001	0,090	-0,136	-0,356	0,125
CP11	0,1128	98,98	-0,008	0,141	0,302	0,062	-0,178	-0,213	0,169	-0,030	-0,052	-0,584	0,408	-0,004	0,240	-0,015	-0,332	0,279	-0,152	-0,005
CP12	0,0734	99,39	-0,210	0,093	-0,360	-0,098	-0,056	0,402	-0,078	-0,341	0,170	0,149	-0,123	-0,182	0,267	-0,010	-0,454	0,359	-0,060	0,107
CP13	0,0610	99,73	0,187	-0,166	0,076	0,152	-0,464	0,213	-0,186	0,115	0,086	0,155	0,274	-0,352	0,183	-0,357	0,074	-0,317	-0,244	0,208
CP14	0,0257	99,87	-0,315	0,117	0,217	0,202	-0,204	-0,118	0,511	-0,010	-0,188	0,474	0,068	-0,250	0,020	-0,106	-0,023	0,103	0,330	-0,154
CP15	0,0135	99,94	0,014	-0,125	0,019	0,367	-0,370	0,145	0,102	-0,033	0,219	-0,347	-0,426	-0,135	0,148	0,442	0,114	-0,133	0,237	-0,085
CP16	0,0092	99,99	-0,081	0,005	0,132	-0,266	0,298	-0,096	-0,057	0,170	-0,305	0,048	-0,085	-0,496	0,457	0,391	0,126	-0,074	-0,177	0,111
CP17	0,0006	100,00	-0,096	0,233	-0,153	0,319	-0,002	-0,211	-0,092	-0,045	-0,296	0,016	-0,306	0,396	0,528	-0,307	0,024	-0,184	-0,068	0,074
CP18	0,0003	100,00	-0,135	0,313	-0,352	0,505	0,064	-0,180	-0,252	-0,019	-0,103	0,050	0,329	-0,180	-0,286	0,350	-0,110	-0,145	-0,078	0,088

Quando se considera os dados dos quatro regimes de irrigação, simultaneamente, as características IR-AF, *E-AI*, *gs-DI*, *E-DI*, IR-MSR, IR-MSF, Clorofila-AI, *A-DI*, *A-AI*, IR-ALT, RPA e *Fv/Fm-DI* foram as que menos contribuíram para a divergência, sendo passíveis de descarte (Tabela 9). Nesta situação, ou seja, ao se considerar os quatro regimes de irrigação simultaneamente, apenas 33% das características avaliadas, ou seja, o IR-DC, IR-NF, IR-MSF, *gs-AI*, Clorofila-DI e *Fv/Fm-AI* tiveram importância relativa considerável no estudo da divergência genética entre os clones estudados.

Na análise conjunta apresentaram altas correlações as características *E-AI* e *gs-AI* (0,97); *gs-DI* e *gs-AI* (0,86); Clorofila-AI e Clorofila-DI (0,83); *E-DI* e *gs-AI* (0,82); *A-AI* e *gs-AI* (0,82) e *A-DI* e *gs-AI* (0,81) (Tabela 12).

Ao se considerar os resultados obtidos em cada uma das situações estudadas, pode-se verificar que a taxa de fotossíntese depois da irrigação (*A-DI*), a transpiração antes da irrigação (*E-AI*) e o teor relativo de clorofila total antes da irrigação (Clorofila-AI), apresentaram baixa contribuição para a divergência genética no presente estudo. Ainda, a taxa de fotossíntese antes da irrigação (*A-AI*), a eficiência quântica do fotossistema II, depois da irrigação (*Fv/Fm-DI*), os incrementos relativos em área foliar (IR-AF), em altura (IR-ALT) e em massa seca de caule (IR-MSF) em, três dos quatro regimes hídricos também, pouco contribuíram para a formação dos grupos de dissimilaridade. Desta forma, estas características, por apresentarem consistência de resultados nas diferentes condições hídricas impostas aos clones de *Eucalyptus* spp., e por contribuírem pouco para o estudo da divergência genética devem merecer menor atenção em trabalhos futuros.

Segundo CRUZ & REGAZZI (1994), caracteres dispensáveis em estudos de divergência genética são aqueles invariantes entre os genótipos estudados ou redundantes, por estarem correlacionados com outros caracteres.

Segundo ARRIEL et al. (2004), a redução do número de caracteres, por eliminação daqueles que pouco contribuem para a descrição dos acessos, torna o processo de avaliação menos oneroso, o que é possível através do conhecimento da divergência genética, proporcionando o descarte de materiais similares, em avaliações

experimentais, principalmente em campo, possibilitando economia de tempo, mão-de-obra e recursos financeiros. Em particular, para as espécies arbóreas, a avaliação de materiais demanda grandes áreas experimentais, sendo isto de grande importância.

Para maior eficiência de um programa de melhoramento, é interessante selecionar indivíduos que apresentem bom desempenho, mas sejam não relacionados, isto é, geneticamente distantes entre si, pois, devido aos seus não-relacionamentos, contribuem com um arranjo genético diferente e mais proveitoso (CRUZ & CARNEIRO, 2003).

Os genótipos que aparecem isolados formando grupos unitários são considerados materiais mais divergentes (FONSECA et al., 2006), o que evidencia que de uma forma geral os clones 14 e 16 apresentaram comportamentos mais divergentes neste estudo, seguidos pelo clone 4. Também, estes três clones se destacaram quanto ao desempenho nos quatro regimes de irrigação, estando entre os clones de melhor desempenho para a maioria das características de crescimento e fisiológicas (Figuras 6, 7 e 8). Para escolha de materiais para prosseguimento em programas de melhoramento com vistas à melhorias em características voltadas a tolerância ao estresse hídrico, pode-se em cada grupo identificado, nas diferentes situações experimentais, escolher um clone com bom crescimento e promover o cruzamento entre estes de forma a possibilitar a recombinação entre materiais divergentes e com boas características de produção.

Tabela 10. Coeficiente de correlação entre caracteres de crescimento: incremento relativo em altura (IR-ALT), diâmetro do coleto (IR-DC), número de folhas (IR-NF), matéria seca de folha (IR-MSF), matéria seca de caule (IR-MSC), matéria seca de raiz (IR-MSR) e relação raiz parte aérea (RPA) e fisiológicas: taxa de fotossíntese líquida (*A*), condutância estomática (*gs*), transpiração (*E*), teor relativo de clorofila total (U.R.) e eficiência quântica do fotossistema II (Fv/Fm) em plantas de 18 clones de *Eucalyptus* spp., para o regime de irrigação diário (RI1 – acima da diagonal) e a cada dois dias (RI2 – abaixo da diagonal), antes (A.I) e depois (D.I.) da irrigação.

	IR-ALT	IR-DC	IR-NF	IR-AF	IR-MSF	IR-MSC	IR-MSR	RPA	<i>A</i> (AI)	<i>A</i> (DI)	<i>gs</i> (AI)	<i>gs</i> (DI)	<i>E</i> (AI)	<i>E</i> (DI)	Clorofila (AI)	Clorofila (DI)	Fv/Fm (AI)	Fv/Fm (DI)
IR-ALT		0,30	-0,03	0,38	0,46	0,42	0,55	0,04	0,43	0,16	0,24	0,07	0,30	0,13	0,21	0,05	-0,13	-0,11
IR-DC	-0,03		0,02	-0,03	0,03	0,69	0,32	0,36	-0,39	-0,37	-0,22	-0,33	-0,23	-0,36	-0,25	-0,38	-0,05	0,05
IR-NF	0,24	-0,13		0,66	0,46	0,41	-0,39	-0,37	0,35	0,34	0,20	0,19	0,07	0,00	0,48	0,43	-0,14	-0,20
IR-AF	0,41	-0,29	0,73		0,81	0,52	0,18	-0,39	0,32	0,20	0,07	-0,17	0,03	-0,28	0,40	0,46	-0,34	-0,34
IR-MSF	0,38	-0,13	0,58	0,83		0,51	0,38	-0,36	0,22	0,06	0,01	-0,16	-0,02	-0,22	0,24	0,18	-0,33	-0,23
IR-MSC	0,24	0,50	0,26	0,36	0,57		0,34	0,05	-0,10	-0,15	-0,14	-0,29	-0,15	-0,35	-0,04	-0,09	-0,30	-0,27
IR-MSR	0,30	0,16	-0,46	-0,08	0,10	0,29		0,21	-0,24	-0,42	-0,28	-0,44	-0,23	-0,34	-0,29	-0,37	-0,45	0,13
RPA	-0,30	0,75	-0,37	-0,39	-0,24	0,26	0,29		-0,42	-0,48	-0,34	-0,32	-0,27	-0,34	-0,19	-0,23	0,04	0,34
<i>A</i> – AI	0,55	-0,49	0,34	0,49	0,45	-0,01	-0,06	-0,56		0,71	0,85	0,79	0,82	0,74	0,62	0,57	0,23	0,08
<i>A</i> – DI	0,60	-0,28	0,33	0,51	0,33	0,16	0,21	-0,30	0,74		0,48	0,78	0,41	0,75	0,51	0,63	0,17	0,11
<i>gs</i> – AI	0,41	-0,62	0,36	0,45	0,46	-0,02	-0,09	-0,68	0,88	0,68		0,78	0,95	0,71	0,54	0,38	0,53	0,23
<i>gs</i> – DI	0,39	-0,30	0,10	0,31	0,17	0,03	0,32	-0,16	0,65	0,89	0,63		0,70	0,95	0,41	0,40	0,44	0,37
<i>E</i> – AI	0,48	-0,57	0,39	0,50	0,47	0,00	-0,07	-0,63	0,93	0,74	0,97	0,68		0,68	0,49	0,37	0,52	0,18
<i>E</i> – DI	0,38	-0,29	0,11	0,30	0,15	0,03	0,32	-0,15	0,61	0,91	0,61	0,99	0,65		0,32	0,29	0,39	0,32
Clorofila – AI	0,10	-0,26	0,62	0,51	0,31	-0,06	-0,32	-0,56	0,35	0,24	0,35	0,20	0,37	0,17		0,77	0,14	0,09
Clorofila – DI	0,45	-0,04	0,66	0,73	0,50	0,23	-0,26	-0,36	0,34	0,47	0,28	0,28	0,34	0,28	0,71		0,17	0,11
Fv/Fm – AI	-0,04	0,09	0,01	-0,34	-0,33	-0,46	-0,49	0,16	-0,10	-0,22	-0,13	-0,25	-0,10	-0,22	-0,14	-0,07		0,34
Fv/Fm – DI	0,12	-0,21	0,45	0,11	-0,03	-0,15	-0,68	-0,28	0,38	0,22	0,38	0,14	0,32	0,14	0,20	0,20	0,36	

Tabela 11. Coeficiente de correlação entre caracteres de crescimento: incremento relativo em altura (IR-ALT), diâmetro do coleto (IR-DC), número de folhas (IR-NF), matéria seca de folha (IR-MSF), matéria seca de caule (IR-MSC), matéria seca de raiz (IR-MSR) e relação raiz parte aérea (RPA) e fisiológicas: taxa de fotossíntese líquida (*A*), condutância estomática (*gs*), transpiração (*E*), teor relativo de clorofila total (U.R.) e eficiência quântica do fotossistema II (Fv/Fm) em plantas de 18 clones de *Eucalyptus* spp., para o regime de irrigação a cada quatro dias (RI3 – acima da diagonal) e a cada seis dias (RI4 – abaixo da diagonal), antes (A.I) e depois (D.I.) da irrigação.

	IR-ALT	IR-DC	IR-NF	IR-AF	IR-MSF	IR-MSC	IR-MSR	RPA	<i>A</i> (AI)	<i>A</i> (DI)	<i>gs</i> (AI)	<i>gs</i> (DI)	<i>E</i> (AI)	<i>E</i> (DI)	Clorofila (AI)	Clorofila (DI)	Fv/Fm (AI)	Fv/Fm (DI)
IR-ALT		0,49	0,13	0,51	0,42	0,32	0,17	-0,23	0,23	0,13	0,25	0,17	0,25	0,20	0,05	0,17	-0,16	-0,04
IR-DC	0,58		0,38	0,38	0,46	0,52	-0,16	0,01	0,11	-0,10	0,06	-0,07	0,08	-0,05	0,00	-0,07	0,16	-0,15
IR-NF	0,26	0,25		0,54	0,26	0,36	-0,61	-0,21	0,09	0,16	0,06	0,21	0,10	0,18	0,23	0,34	0,02	0,11
IR-AF	0,50	0,20	0,78		0,80	0,66	-0,17	-0,39	0,20	0,14	0,17	0,22	0,20	0,20	0,54	0,44	-0,01	0,06
IR-MSF	0,26	0,17	0,41	0,63		0,53	0,06	-0,21	0,07	-0,06	0,01	-0,04	0,06	-0,04	0,36	0,10	0,14	-0,04
IR-MSC	0,44	0,55	0,55	0,64	0,57		0,08	0,02	-0,09	0,05	-0,06	0,10	-0,08	0,09	0,36	0,20	0,15	-0,10
IR-MSR	0,32	-0,17	-0,25	-0,09	0,04	-0,06		0,48	-0,13	0,00	0,07	0,01	0,01	0,01	-0,15	-0,40	-0,02	-0,11
RPA	-0,11	-0,11	-0,57	-0,61	-0,35	-0,29	0,58		0,02	0,00	0,12	-0,05	0,13	-0,04	-0,20	-0,23	0,28	0,04
<i>A</i> – AI	-0,31	-0,09	-0,12	-0,14	0,08	-0,38	-0,09	0,04		0,63	0,91	0,57	0,95	0,60	0,34	0,39	0,34	0,57
<i>A</i> – DI	0,28	-0,24	0,08	0,06	-0,06	-0,32	0,06	-0,07	-0,02		0,68	0,89	0,64	0,91	0,26	0,30	0,46	0,43
<i>gs</i> – AI	-0,38	-0,13	-0,17	-0,14	0,04	-0,32	-0,04	0,11	0,92	-0,24		0,70	0,98	0,72	0,39	0,39	0,29	0,59
<i>gs</i> – DI	0,29	-0,19	0,18	0,11	-0,09	-0,31	0,01	-0,14	0,10	0,95	-0,14		0,66	0,99	0,22	0,28	0,38	0,43
<i>E</i> – AI	-0,34	-0,09	-0,10	-0,09	0,09	-0,30	-0,05	0,05	0,96	-0,19	0,99	-0,07		0,67	0,35	0,39	0,30	0,58
<i>E</i> – DI	0,28	-0,19	0,14	0,08	-0,12	-0,33	0,02	-0,14	0,09	0,95	-0,16	0,99	-0,08		0,23	0,30	0,40	0,47
Clorofila – AI	0,32	0,11	0,13	0,32	0,24	0,26	-0,11	-0,10	-0,37	0,34	-0,44	0,32	-0,42	0,32		0,60	0,21	0,51
Clorofila – DI	-0,06	-0,23	0,20	0,29	-0,06	0,04	-0,50	-0,35	-0,17	0,18	-0,14	0,27	-0,15	0,25	0,58		0,09	0,58
Fv/Fm – AI	-0,15	0,43	0,24	-0,07	0,23	0,24	-0,25	0,13	0,36	-0,12	0,22	-0,04	0,29	-0,08	-0,05	-0,19		0,25
Fv/Fm – DI	-0,28	-0,26	0,04	0,14	0,20	0,01	0,06	0,02	0,37	-0,28	0,41	-0,21	0,40	-0,27	-0,25	-0,12	0,10	

Tabela 12. Coeficiente de correlação entre caracteres de crescimento: incremento relativo em altura (IR-ALT), diâmetro do coleto (IR-DC), número de folhas (IR-NF), matéria seca de folha (IR-MSF), matéria seca de caule (IR-MSC), matéria seca de raiz (IR-MSR) e relação raiz parte aérea (RPA) e fisiológicas: taxa de fotossíntese líquida (*A*), condutância estomática (*gs*), transpiração (*E*), teor relativo de clorofila total (U.R.) e eficiência quântica do fotossistema II (*Fv/Fm*) em plantas de 18 clones de *Eucalyptus* spp., antes (A.I) e depois (D.I.) da irrigação, na análise conjunta dos dados.

	IR-DC	IR-NF	IR-AF	IR-MSF	IR-MSC	IR-MSR	RPA	A-AI	A-DI	<i>gs</i> -AI	<i>gs</i> -DI	<i>E</i> -AI	<i>E</i> -DI	Clorofila-AI	Clorofila-DI	Fv/Fm-AI	Fv/Fm-DI
IR-ALT	0,31	0,15	0,46	0,44	0,41	0,46	-0,15	0,27	0,45	0,33	0,28	0,42	0,37	0,20	0,19	-0,22	-0,14
IR-DC		0,04	-0,04	0,14	0,64	0,12	0,48	-0,20	-0,34	-0,26	-0,31	-0,23	-0,33	-0,02	-0,06	0,14	-0,13
IR-NF			0,73	0,54	0,45	-0,51	-0,53	0,34	0,42	0,38	0,34	0,37	0,27	0,56	0,56	0,03	0,05
IR-AF				0,85	0,55	-0,02	-0,55	0,35	0,35	0,29	0,14	0,35	0,11	0,61	0,61	-0,32	-0,09
IR-MSF					0,60	0,14	-0,38	0,36	0,13	0,19	-0,05	0,26	-0,10	0,38	0,26	-0,19	-0,23
IR-MSC						0,17	0,01	-0,15	-0,09	-0,09	-0,13	-0,08	-0,18	0,21	0,14	-0,24	-0,25
IR-MSR							0,20	-0,17	-0,14	-0,19	-0,13	-0,16	-0,05	-0,36	-0,43	-0,56	-0,17
RPA								-0,27	-0,44	-0,39	-0,28	-0,37	-0,32	-0,51	-0,37	0,27	0,12
A – AI									0,72	0,82	0,65	0,90	0,61	0,43	0,32	0,39	0,31
A – DI										0,81	0,89	0,85	0,91	0,42	0,40	0,09	0,26
<i>gs</i> - AI											0,86	0,97	0,82	0,50	0,37	0,37	0,32
<i>gs</i> - DI												0,82	0,97	0,34	0,31	0,22	0,41
<i>E</i> - AI													0,81	0,47	0,38	0,36	0,27
<i>E</i> - DI														0,28	0,28	0,13	0,34
Clorofila – AI															0,83	0,13	0,31
Clorofila – DI																0,10	0,38
Fv/Fm – AI																	0,50

Conclusões

A divergência genética entre os clones de *Eucalyptus* spp. estudados é relativamente pequena.

Os clones 2, 3, 5 e 7 são próximos geneticamente.

Os clones 14 e 16 são bem divergentes entre si e em relação aos demais e, juntamente com o clone 9, merecem atenção especial em programas de melhoramento com vistas à tolerância ao estresse hídrico.

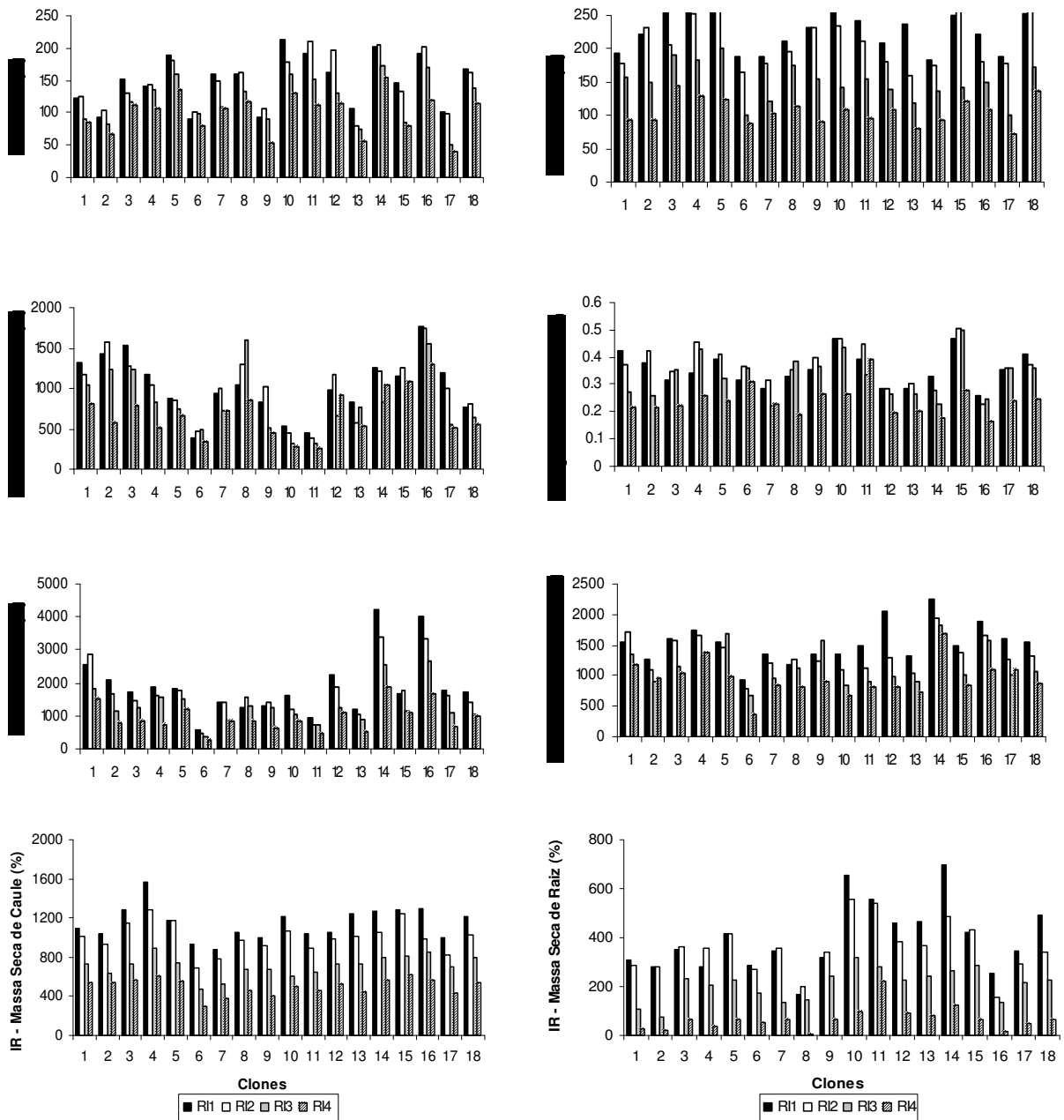


Figura 1 – Incremento relativo (IR) em altura, diâmetro do coleto, número de folhas, área foliar, matéria seca de folha, de caule e de raiz e relação raiz-parte aérea em 18 clones de *Eucalyptus* spp. submetidos a quatro regimes de irrigação (R1 – diário; R2 – irrigação a cada 2 dias; R3 – irrigação a cada 4 dias e; R4 – irrigação a cada 6 dias), aos 73 dias após o início da aplicação dos regimes de irrigação.

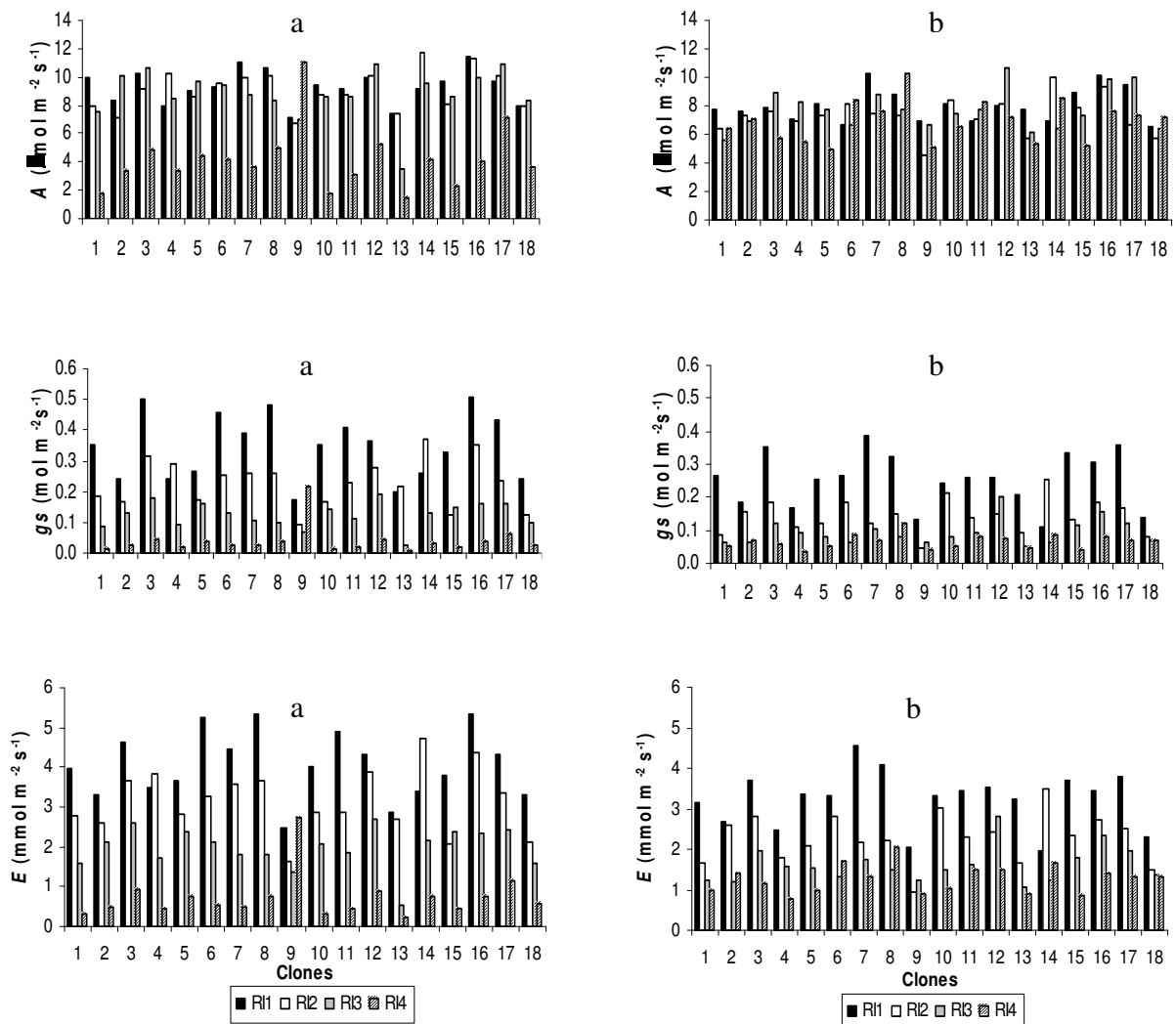


Figura 5 – Taxa líquida de fotossíntese (A), condutância estomática (g_s) e transpiração (E), antes (a) e após (b) a irrigação, em plantas de 18 clones de *Eucalyptus* spp. submetidos a quatro regimes de irrigação (R1 – diário; R2 – irrigação a cada 2 dias; R3 – irrigação a cada 4 dias e; R4 – irrigação a cada 6 dias), aos 71 e 73 dias após o início da aplicação dos regimes de irrigação, respectivamente.

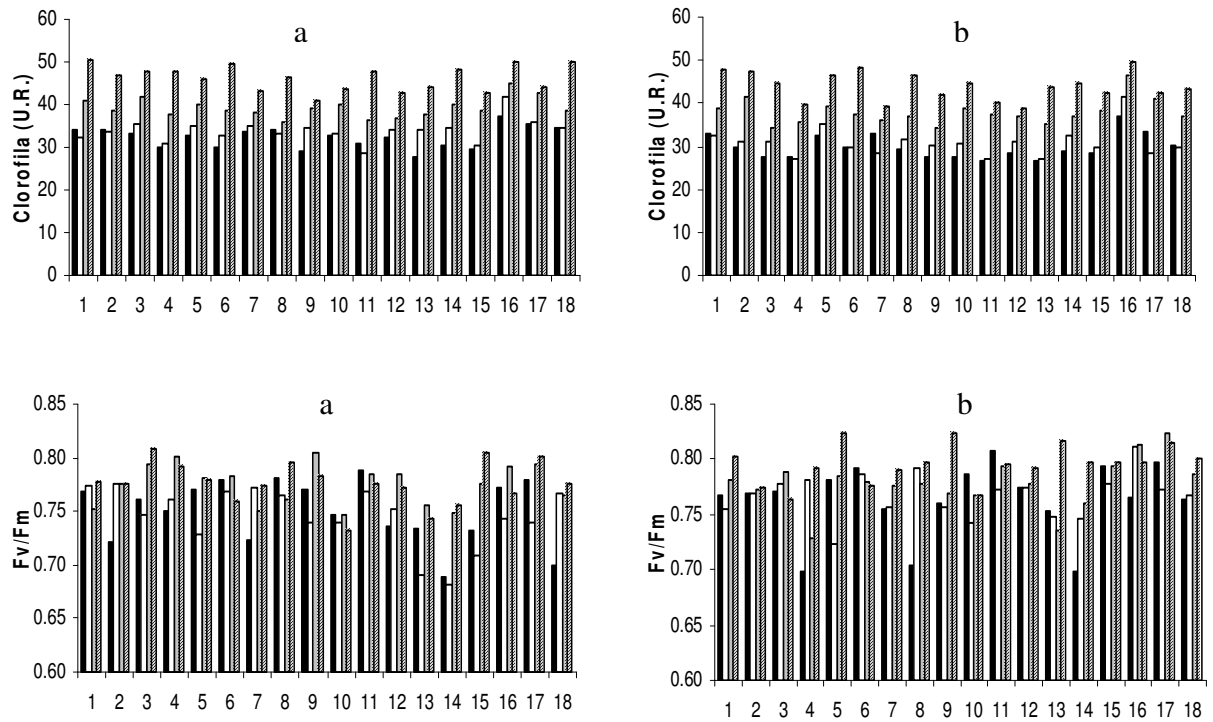


Figura 9 – Teor relativo de clorofila total (U.R.) e eficiência quântica do fotossistema II (F_v/F_m), antes (a) e após (b) a irrigação em plantas de 18 clones de *Eucalyptus* spp. submetidas a quatro regimes de irrigação (R11 – diário; R12 – irrigação a cada 2 dias; R13 – irrigação a cada 4 dias e; R14 – irrigação a cada 6 dias), aos 71 e 73 dias após o início dos regimes de irrigação, respectivamente.

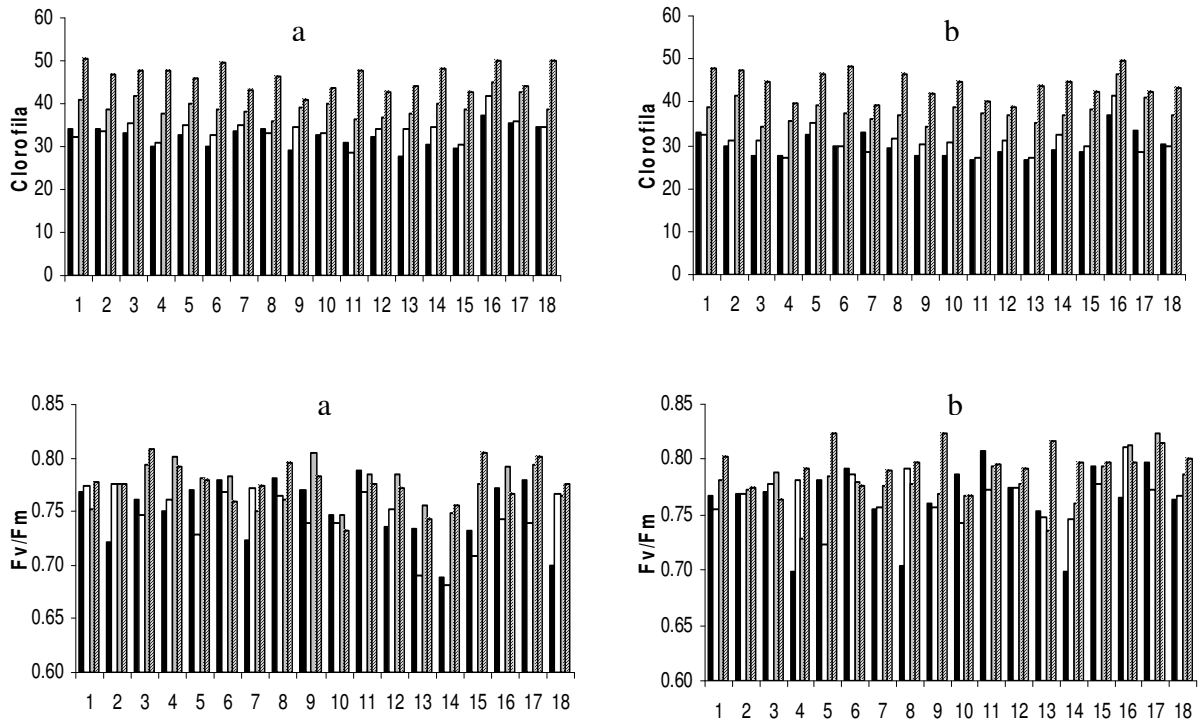


Figura 8 – Teor relativo de clorofila total (U.R.) e eficiência quântica do fotossistema II (F_v/F_m), antes (a) e após (b) a irrigação em plantas de 18 clones de *Eucalyptus* spp. submetidas a quatro regimes de irrigação (R11 – diário; R12 – irrigação a cada 2 dias; R13 – irrigação a cada 4 dias e; R14 – irrigação a cada 6 dias).

Referências

ARRIEL, E. F. **Divergência genética em *Cnidocolus phyllacanthus* (Mart.) Pax. et K. Hoffm.** 2004. 89 f. Tese (Doutorado em Produção Vegetal) – Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2004.

ARRIEL, E. F.; PAULA, R. C.; BAKKE, O. A.; ARRIEL, N. H. C. Divergência genética em *Cnidocolus phyllacanthus* (MART.) Pax et K. Hoffm. **Revista Brasileira de Oleaginosas e Fibrosas**, Campina Grande, v. 8, n. 2/3, p. 813-822, 2004.

ARRIEL, E. F.; PAULA, R. C.; BAKKE, O. A.; SANTOS, D. R.; ARRIEL, N. H. C. Divergência genética entre matrizes de faveleira usando caracteres biométricos de frutos e sementes. **Caatinga**, Mossoró, v. 18, n. 4, p. 219-225, 2005.

BARBIERI, R. L.; LEITE, D. L.; CHOER, E.; SINIGAGLIA, C. Divergência genética entre populações de cebola com base em marcadores morfológicos. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 35, n. 2, p. 303-308, 2005.

BENIN, G.; CARVALHO, F. I. F.; ASSMANN, I. C.; CIGOLINI, J.; CRUZ, P. J.; MARCHIORO, V. S.; LORENCETTI, C.; SILVA, J. A. G. Identificação da dissimilaridade genética entre genótipos de feijoeiro comum (*Phaseolus vulgaris* L.) do grupo preto. **Revista Brasileira de Agrociência**, Pelotas, v. 8, n. 3, p. 179-184, 2002.

BENIN, G.; CARVALHO, F. I. F.; OLIVEIRA, A. C.; MARCHIORO, V. S.; LORENCETTI, C.; KUREK, A. J.; SILVA, J. A. G.; CRUZ, P. J.; HARTWIG, I.; SCHMIDT, D. A. M. Comparações entre medidas de dissimilaridade e estatísticas multivariada como critérios no direcionamento de hibridações em aveia. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 33, n. 4, p. 657-662, 2003.

CARVALHO, L. P.; LANZA, M. A.; FALLIERI, J.; SANTOS, J. W. Análise da divergência genética entre acessos de banco ativo de germoplasma de algodão. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 38, n. 10, p. 1149-1155, 2003.

CHIORATO, A. F.; CARBONELL, S. A. M.; COLOMBO, C. A.; DIAS, L. A. S.; ITO, M. F. Genetic diversity of common bean accessions in the germplasm bank of the Instituto Agronômico – IAC. **Crop Breeding and Applied Biotechnology**, Londrina, v. 5, p. 1-9, 2005.

CINTRA, M. M. D. F.; PINHEIRO, J. B.; SIBOV, S. T. Genetic divergence among *Curcuma longa* L. accessions. **Crop Breeding and Applied Biotechnology**, Londrina, v. 5, n. 4, p. 410-417, 2005.

CRUZ, C. D. **Aplicação de algumas técnicas multivariadas no melhoramento de plantas**. 1990. 187 f. Tese (Doutorado em Genética e Melhoramento de Plantas) – Escola Superior de agricultura Luis de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 1990.

CRUZ, C. D. **Programa genes**: Versão Windows; aplicativo computacional em genética e estatística. Viçosa: Editora Folha de Viçosa, 2001. 648 p.

CRUZ, C. D.; CARNEIRO, P. C. S. **Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético**. Viçosa: UFV, 2003. v. 2, 585 p.

CRUZ, C. D.; REGAZZI, A. J. **Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético**. Viçosa: UFV, 1994. 390 p.

FALCONER, D. S. **Introdução à genética quantitativa**. Viçosa: UFV, Imprensa Universitária, 1987. 279 p.

FERRÃO, M. A. G.; VIEIRA, C.; CRUZ, C. D.; CARDOSO, A. A. Divergência genética em feijoeiro em condições de inverno tropical. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 37, n. 8, p. 1089-1098, 2002.

FONSECA, A. F. A.; SEDIYAMA, T.; CRUZ, C. D.; SAKAIYAMA, N. S.; FERRÃO, M. A. G.; BRAGANÇA, S. M. Divergência genética em café conilon. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 41, n. 4, p.599-605, 2006.

LÚCIO, A. D.; FORTES, F. O.; STORCK, L.; CARGNELUTTI FILHO, A. Abordagem multivariada em análise de sementes florestais exóticas. **Revista Cerne**, Lavras, v. 12, n. 1, p. 27-37, 2006.

MARTEL, J. H. I.; FERRAUDO, A. S.; MÔRO, J. R.; PERECIN, D. Estatística multivariada na discriminação de raças amazônicas de pupunheiras (*Bactris gasipaes* Kunth) em Manaus (Brasil). **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 25, n. 1, p. 115-118, 2003.

MORAES, R. M. A.; CRUZ, C. D.; BARROS, E. G.; MOREIRA, M. A. Genetic divergence in soybean parents for backcrossing programs. **Crop Breeding and Applied Biotechnology**, Viçosa, v. 5, n. 3, p. 339-346, 2005.

MOURA, W. M.; CASALI, V. W. D.; CRUZ, C. D.; LIMA, P. C. Divergência genética em linhagens de pimentão em relação à eficiência nutricional de fósforo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 34, n. 2, p. 217-224, 1999.

NASCIMENTO FILHO, F. J.; ATROCH, A. L.; SOUZA, N. R.; GARCIA, T. B.; CRAVO, M. S.; COUTINHO, E. F. Divergência genética entre clones de guaranazeiro. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 36, n. 3, p. 501-506, 2001.

OLIVEIRA, A. C. B.; SEDIYAMA, M. A. N.; PEDROSA, M. W.; GARCIA, N. C. P.; GARCIA, S. L. R. Divergência genética e descarte de variáveis em alface cultivada sob sistema hidropônico. **Acta Scientiarum**, Maringá, v. 26, n. 2, p. 211-217, 2004.

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

PEIXOTO, N.; BRAZ, L. T.; BANZATO, D. A.; MORAES, E. A.; MOREIRA, F. M. Características agronômicas, produtividade, qualidade de vagens e divergência genética em feijão-vagem de crescimento indeterminado. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 20, n. 3, p. 447-451, 2002.

PEREIRA, F. H. F.; PULATTI, M.; MIRANDA, G. V.; SILVA, D. J. H.; FINGER, F. L. Divergência genética entre acessos de taro. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 22, n. 1, p. 55-60, 2004.

PEREIRA, J. J.; CRUZ, C. D. Comparação de métodos de agrupamento para o estudo da diversidade genética de cultivares de arroz. **Revista Ceres**, Viçosa, v. 50, n. 287, p. 41-60, 2003.

RIZZO, A. A. N.; BRAZ, L. T. Divergência genética entre cinco genótipos de melão rendilhado. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 20, n. 2, p. 171-173, 2002.

SOUZA, F. F.; QUEIRÓZ, M. A.; DIAS, R. C. S. Divergência genética em linhagens de melancia. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 23, n. 2, p. 179-183, 2005.

SUDRÉ C. P.; RODRIGUES, R.; RIVA, E. M.; KARASAWA, M.; AMARAL JÚNIOR, A. T. Divergência genética entre acessos de pimenta e pimentão utilizando técnicas multivariadas. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 23, n. 1, p. 22-27, 2005.

XAVIER, A. **Aplicação da análise multivariada da divergência genética no melhoramento de *Eucalyptus* spp.** 1996. 126 f. Tese (Doutorado em Ciência Florestal) – Universidade Federal de Viçosa, 1996.

XAVIER, A.; BORGES, R. C. G.; CRUZ, C. D.; CECON, P. R. Aplicação da análise multivariada da divergência genética no melhoramento de *Eucalyptus* spp. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 20, n. 4, p. 495-505, 1996.