

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

**DIVERGÊNCIA GENÉTICA ENTRE CLONES DE
EUCALIPTO POR CARACTERES BIOMÉTRICOS E
FISIOLÓGICOS SOB DEFICIÊNCIA HÍDRICA**

Paola Mazza Revolti

Bióloga

JABOTICABAL – SÃO PAULO – BRASIL

Agosto de 2010

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

**DIVERGÊNCIA GENÉTICA ENTRE CLONES DE
EUCALIPTO POR CARACTERES BIOMÉTRICOS E
FISIOLÓGICOS SOB DEFICIÊNCIA HÍDRICA**

Paola Mazza Revolti

Orientador: Prof. Dr. Rinaldo César de Paula

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

JABOTICABAL – SÃO PAULO – BRASIL

Agosto de 2010

DADOS CURRICULARES DO AUTOR

PAOLA MAZZA REVOLTI – nasceu em 01 de julho de 1983 em Jaboticabal (SP). Terminou o segundo grau em 2000. Ingressou na Universidade em 2004, concluindo o curso de Ciências Biológicas pela Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias – UNESP – Jaboticabal em 2007. Em 2008 iniciou o mestrado na área de Genética e Melhoramento de Plantas, na mesma Universidade.

*O ontem é apenas um sonho
E o amanhã é só uma visão:
O hoje, porém, bem vivido,
Transforma todo ontem em um sonho de felicidade
E todo amanhã em uma visão de esperança.
Portanto, cuide bem do dia de hoje.
(Provérbio Sânscrito)*

AGRADECIMENTOS

À Deus, pela oportunidade de vida.

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

À Fibria Celulose e Papel S.A., pelo fornecimento de material genético para tornar possível a realização deste trabalho.

À Fapesp pela bolsa de estudo.

À banca examinadora composta por Prof. Dr. Pedro Luis da Costa Aguiar Alves e Profa. Dra. Susi Meire Maximino Leite pelas sugestões e correções fundamentais para melhoria deste trabalho.

À Nádia, pela ajuda e esclarecimentos.

Aos meus pais Elâine e Sérgio, pela confiança.

Ao meu irmão Lucas pelo incentivo.

À Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias UNESP-Jaboticabal, que me forneceu estrutura e condições para a completa realização do trabalho.

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

SUMÁRIO

Página

RESUMO.....	vi
SUMMARY.....	viii
1. INTRODUÇÃO.....	01
2. REVISÃO DE LITERATURA.....	03
2.1. O gênero <i>Eucalyptus</i>	03
2.2. Divergência genética.....	04
2.3. Efeito do estresse hídrico em plantas.....	07
3. MATERIAL E MÉTODOS.....	15
3.1 Material genético e local de condução do experimento.....	15
3.2 Tratamentos.....	15
3.3 Avaliações.....	17
3.4 Delineamento experimental e análises estatísticas.....	18
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	20
4.1. Características Biométricas.....	20
4.2. Características Fisiológicas.....	29
4.3. Análise de Agrupamento.....	39
5. CONCLUSÕES.....	50
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	51
APÊNDICES.....	64

DIVERGÊNCIA GENÉTICA ENTRE CLONES DE EUCALIPTO POR CARACTERES BIOMÉTRICOS E FISIOLÓGICOS SOB DEFICIÊNCIA HÍDRICA

RESUMO - O presente trabalho objetivou avaliar o desempenho de 40 clones de eucalipto submetidos a dois regimes de irrigação em casa de vegetação: RI1 - plantas sem restrição hídrica e RI2 - plantas cuja irrigação foi suspensa até o aparecimento de sintomas iniciais de deficiência hídrica (murcha). As plantas do regime RI2, ao final do ciclo de suspensão da irrigação, foram irrigadas de forma que o solo atingisse 21% de água (v/v), o que correspondeu a aproximadamente a 60% da capacidade máxima de retenção de água pelo solo; após isto, a irrigação foi novamente suspensa, repetindo-se o ciclo. No decorrer do experimento, foram conduzidos seis ciclos de estresse hídrico. No início e ao final do experimento, foram avaliados o diâmetro do coleto, a altura, o número de folhas, a área foliar e a massa de matéria seca de folhas, caule e raízes e da parte aérea, bem como a relação raiz-parte aérea e a massa por área de folhas. Nos momentos de máximo estresse hídrico, foram avaliadas as seguintes características: teor relativo de clorofila total (UR), medida da eficiência quântica do fotossistema II (F_v/F_m), taxa de assimilação líquida (A), condutância estomática (g_s), taxa de transpiração (E), eficiência intrínseca do uso da água ($EUA_{intr}=A/E$) e eficiência instantânea do uso da água ($EUA_{inst}=A/g_s$). Ao final do experimento foi determinado o potencial hídrico foliar (Ψ_f) e o conteúdo relativo de água (CRA). O experimento foi estabelecido no delineamento de blocos casualizados, no esquema fatorial 40 x 2 (40 clones e 2 regimes de irrigação), com quatro repetições. Os dados foram submetidos à análise de variância (teste F) e as médias comparadas pelo teste de Scott-Knott a 5%. Procedeu-se ainda ao estudo da divergência genética entre os clones, a partir da distância Euclidiana média, aplicando-se o algoritmo de otimização de Tocher. Observou-se que os clones de eucalipto apresentam reduções nos valores das características biométricas e fisiológicas sob limitação hídrica. Alguns clones apresentam melhor ajuste nas características biométricas e fisiológicas sob baixa disponibilidade hídrica. Os clones 11, 16, 24 e 31 são mais tolerantes e os clones 2, 4, 5, 17 e 19

os mais sensíveis à deficiência hídrica, sendo recomendados para continuidade de estudos sobre tolerância à deficiência hídrica.

Palavras-Chave: estresse hídrico, melhoramento florestal, tolerância.

GENETIC DIVERGENCE AMONG EUCALYPT CLONES BY BIOMETRIC AND PHYSIOLOGICAL TRAITS UNDER WATER STRESS

SUMMARY - This work aiming to evaluate the performance of 40 clones of eucalyptus submitted to two irrigation regimes in a greenhouse: RI1 - plants without water restriction and RI2 - plants whose irrigation was suspended until the appearance of symptoms of water deficit. Plants of the RI2 regime at the end the cycle of irrigation suspension were irrigated until 60% of capacity retention water, after which irrigation was suspended again repeating the cycle. During the experiment were conducted six cycles of drought stress. At the beginning and end of the experiment, were analyzed the collar diameter, height, leaf number, leaf area and dry weight of leaves, stems, roots and shoots and ratio root-shoot and mass by leaf area. In the moment of maximum water stress were evaluated the following traits: the total chlorophyll content (UR), the quantum efficiency of photosystem II (Fv/Fm), rate of liquid assimilation (A), stomatal conductance (gs), transpiration (E), intrinsic water use efficiency ($WUE_{intr} = A/E$) and instantaneous water use efficiency ($WUE_{inst} = A/g_s$). At the end of the experiment was determined the leaf water potential (Ψ_f) and relative water content (RWC). The experiment was established in randomized blocks design in factorial scheme 40 x 2 (40 clones and two irrigation regimes), with four replications. The data were submitted to analysis of variance (F test) and the means compared by Scott-Knott test at 5%. The genetic divergence was obtained by Euclidean distance, applying the techniques of clustering by the Tocher optimization algorithm. All clones showed reductions in the values of traits under water limitation (RI2). Some clones showed better adjustment to the physiological and biometric traits under RI2. The clones 11, 16, 24 and 31 are more tolerant and the clones 1, 4, 5, 17 and 19 are the most sensitive to water deficiency, and are recommended for news studies of tolerance to water stress.

Keywords: Forest tree improvement, water stress, tolerance.

1. INTRODUÇÃO

O Setor Florestal Brasileiro conta com, aproximadamente, 530 milhões de hectares de florestas nativas, 43,5 milhões de hectares em Unidades de Conservação Federal e 4,8 milhões de hectares de florestas plantadas com espécies de pinus e eucalipto. As florestas plantadas estão distribuídas estrategicamente, em sua maioria, nos estados das regiões sudeste e sul do Brasil e visam garantir o suprimento de matéria-prima para as indústrias de papel e celulose, siderurgia a carvão vegetal, lenha, compensados e lâminas, serrados e painéis reconstituídos (aglomerados, chapas de fibras e MDF). Apesar da participação das plantações florestais estarem aumentando em todos os segmentos, em relação às das florestas nativas, o setor acredita que com base nas expectativas de crescimento de demanda, haverá uma necessidade de plantio em torno de 630 mil hectares ao ano, quantidade bem superior aos 200 mil hectares atuais. A Sociedade Brasileira de Silvicultura distribui essa necessidade de plantio como sendo: 170 mil ha ano⁻¹ para celulose, 130 mil ha ano⁻¹ para madeira sólida, 250 mil ha ano⁻¹ para carvão vegetal e 80 mil ha ano⁻¹ para energia (EMBRAPA, 2010).

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, de disponibilidade hídrica e de 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).

A deficiência hídrica é um dos principais fatores que diminuem a produção da maioria das culturas no mundo (BRAY et al., 2000). Uma das alternativas para amenizar seu efeito é a seleção e uso de genótipos com características de

tolerância à deficiência hídrica para sua introdução em programas de melhoramento genético (SILVA et al., 2007).

O estresse ocasionado pela deficiência hídrica é sentido em toda a planta, desde os pêlos radiculares até os estômatos. Dentre as principais modificações estão as alterações morfológicas, como a redução da área foliar, crescimento do sistema radicular e fechamento dos estômatos, durante a aclimação da planta à seca (TAIZ & ZEIGER, 2004; LOPEZ et al., 2008). As respostas fisiológicas e bioquímicas variam de acordo com o genótipo da planta, mas de modo geral as modificações referentes à deficiência hídrica incluem um menor potencial hídrico no solo e nas folhas (LIBERATO et al., 2006), aumento da síntese de osmoprotetores, como prolina e açúcares (MOLINARI et al., 2007; MCCORMICK et al., 2008), diminuição da eficiência quântica do fotossistema II (SILVA et al., 2007), redução no teor relativo de água da folha (SILVA et al., 2007; LOBATO et al., 2008) e decréscimo da condutância estomática e taxa fotossintética (POLIZEL, 2007).

O balanço hídrico da planta é controlado pela transpiração foliar e a absorção de água no solo, que em condições adversas como a deficiência hídrica diminui o teor relativo de água e o turgor foliar. Assim sendo, o conteúdo hídrico foliar em condições iguais ou inferiores a 75% diminuem significativamente a atividade fotossintética (SMIT & SINGELS, 2006).

A avaliação de características biométricas e fisiológicas é uma importante ferramenta para investigar o comportamento de plantas durante períodos de estresse hídrico. Assim, o objetivo do presente trabalho foi avaliar o desempenho de clones de eucalipto submetidos a duas condições de disponibilidade hídrica em casa de vegetação; determinar o ajuste fisiológico e alocação de biomassa nestes clones e nestas condições; determinar a divergência genética entre os acessos estudados tendo por base os caracteres avaliados; subsidiar trabalhos de campo para seleção visando a tolerância a deficiência hídrica.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1. O gênero *Eucalyptus*

Para atender a crescente demanda por produtos de base florestal, a área com florestas plantadas para fins comerciais tem aumentado gradativamente. Em vários países, em especial no Brasil, essas florestas têm sido estabelecidas com espécies do gênero *Eucalyptus*, cujos materiais genéticos apresentam alta produtividade e são adaptados a diferentes condições ambientais (ELDRIDGE et al., 1993).

A maioria das espécies de *Eucalyptus* é oriunda 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 têm desempenhado uma importância econômica relevante, devido ao fato de crescerem rapidamente e serem muito utilizadas para obtenção de diversos produtos (ELDRIDGE et al., 1993). Desta forma, o cultivo do *Eucalyptus* pode diminuir a exploração de árvores em florestas naturais e tornar-se uma opção para o uso em áreas degradadas (FERREIRA & GALVÃO, 2000), por apresentar rápido crescimento e adaptação às situações edafobioclimáticas brasileira.

O plantio de *Eucalyptus* no Brasil ocupa cerca de 3,5 milhões de hectares e encontra-se em plena expansão. Um dos motivos dessa expansão é a elevada produtividade das florestas, resultante do esforço de equipes de pesquisa e operacionais de empresas, bem como de universidades e institutos de pesquisa ao longo dos últimos 35 anos. As maiores áreas com eucaliptos estão localizadas nos Estados de Minas Gerais, São Paulo, Bahia e Espírito Santo (IPEF, 2010).

De acordo com VCP (2005), o uso do eucalipto é preferível por algumas empresas por várias razões, dentre elas: pode ser colhido com apenas sete anos de idade; possui muitas espécies e variedades que se adaptam a várias condições de clima e solo; apresenta excelente madeira, o que resulta em produtos de ótima qualidade; por não ser nativo do Brasil, é imune a uma série de pragas e doenças.

Ainda, a madeira de eucalipto apresenta grande versatilidade, podendo ser usada para a produção de tábuas, móveis de alta qualidade, construção de casas e outros abrigos, postes, pontes e mourões, lenha e energia, carvão, celulose e papel, dentre outros. Das folhas pode-se extrair óleos, fabricar desinfetantes, remédios e outros produtos (VCP, 2006).

No Brasil, a expansão da eucaliptocultura tem-se dado em áreas com grandes limitações ao desenvolvimento vegetal, notadamente das culturas agrícolas, como solos com altos teores de alumínio, baixa fertilidade natural e baixa disponibilidade hídrica, dentre outros (PAVAN, 2003).

2.2. 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 inter cruzamento entre cultivares superiores e divergentes. Essa divergência pode ser avaliada a partir de características agronômicas, 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).

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 buscarem 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).

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. Nos métodos de otimização, que é um método aglomerativo, 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).

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).

2.3. Efeito do estresse hídrico em plantas

No melhoramento genético de plantas para a obtenção de materiais tolerantes à seca, estudos de aspectos fisiológicos são de suma importância. Vários parâmetros têm sido abordados para avaliar as respostas das espécies vegetais ao estresse hídrico, destacando-se o potencial hídrico foliar (MORGAN,

1991), potencial osmótico e conteúdo relativo de água (GESCH et al.,1992), a condutância estomática e a transpiração (ECKSTEIN & ROBISON,1996).

Mudanças morfológicas, fisiológicas e de desenvolvimento de plantas apresentam bases moleculares e genéticas (CASAGRANDE et al., 2001). Portanto, a caracterização de genótipos tolerantes ou sensíveis à seca é um pré-requisito para a seleção e manipulação genética (TURNER,1997). A tolerância à seca é considerada como um caráter poligênico e difícil de se trabalhar no melhoramento genético clássico, o que faz com que poucos programas se preocupem com essa característica (BEEVER, 2000).

À medida que o solo seca, torna-se mais difícil às plantas absorverem água, porque aumenta a força de retenção e diminui a disponibilidade de água no solo às mesmas (BERGAMASCHI, 1992). Entretanto, quanto maior a demanda evaporativa da atmosfera, mais elevada será a necessidade de fluxo de água no sistema solo-planta-atmosfera. De acordo com LUDLOW & MUCHOW (1990), a redução no conteúdo de água no solo causa significativa variação na distribuição e desenvolvimento radicular, podendo mudar o período de disponibilidade e a quantidade de água disponível para as plantas. Desta forma, nem toda a água que o solo armazena é disponível às plantas (CARLESSO, 1995).

A diminuição do conteúdo de água no solo afeta acentuadamente alguns processos morfofisiológicos, enquanto outros são relativamente insensíveis. Segundo KELLING (1995), o efeito da deficiência hídrica sobre a produção das culturas está vinculado ao período de ocorrência durante o desenvolvimento das plantas. Para CHAVES (1991), a extensão dos efeitos da deficiência hídrica nas espécies vegetais depende da sua intensidade e duração e da capacidade genética das plantas em responder às mudanças do ambiente.

A resposta mais proeminente das plantas a deficiência hídrica, segundo TAIZ & ZEIGER (2004), consiste no decréscimo da produção da área foliar, no fechamento dos estômatos, na aceleração da senescência e na abscisão das folhas. Quando as plantas são expostas a situações de deficiência hídrica exibem, freqüentemente, respostas fisiológicas que resultam de modo indireto, na conservação da água no solo, como se estivessem economizando para períodos

posteriores. Segundo esses autores, a limitação na área foliar pode ser considerada como uma primeira reação das plantas em relação a deficiência hídrica.

Por outro lado, a deficiência hídrica estimula a expansão do sistema radicular para zonas mais profundas e úmidas do perfil do solo. BALL et al. (1994) demonstraram que o maior desenvolvimento das raízes ocorreu nas camadas de solo de maior disponibilidade de água. A expansão das raízes no campo foi mais afetada pela deficiência hídrica que a expansão das folhas e, as raízes pequenas foram mais sensíveis à deficiência hídrica que as raízes médias e grandes. O desenvolvimento do sistema radicular nas camadas mais profundas do perfil possibilita às plantas explorar melhor a umidade e a fertilidade do solo, dependendo das características morfológicas e genótípicas da planta (GOLDMANN et al., 1989).

As plantas, durante o seu ciclo de vida, notadamente as de espécies de ciclo longo como as arbóreas, são freqüentemente submetidas a algum tipo de estresse ambiental, o qual pode ser definido como uma mudança nas condições de crescimento da planta que rompe ou altera sua homeostase metabólica requerendo um ajuste das rotas metabólicas, em um processo usualmente conhecido como aclimatação (SHULAEV et al., 2008). As respostas iniciais ao estresse objetivariam a sobrevivência imediata, ao passo que a aclimatação (mudança metabólica e estrutural mediada por alteração na expressão gênica) ajudaria a melhorar o desempenho/funcionamento da planta sob estresse (BOHNERT & SHEVELEVA, 1998).

A deficiência hídrica, no solo e na atmosfera, juntamente com alta temperatura e radiação, tem sido citada como uma das principais restrições à sobrevivência e produtividade agrônômica e florestal (BOYER, 1982; PEREIRA & PALLARDY, 1989; FLEXAS et al., 2002). Pesquisas sobre respostas de plantas ao estresse hídrico têm se tornado cada vez mais importante, visto que estudos de mudanças climáticas prevêm a expansão de zonas áridas na terra (PETIT et al., 1999; LARCHER, 2004; SLOT & POOTER, 2007). Assim, o entendimento dos

efeitos da deficiência hídrica nas plantas é vital para a melhoria de práticas de manejo e melhoramento agrícola e florestal (CHAVES et al., 2003).

De acordo com LOPES et al. (1988), RITCHIE et al. (1990), BLUM et al. (1991), HEITHOLT et al. (1991); MORGAN & Le CAIN (1991), um entendimento melhor dos fatores que afetam a fotossíntese durante a deficiência hídrica pode ajudar no entendimento dos mecanismos de resistência utilizados pela planta nestas situações. A seca, ou a deficiência hídrica, é considerada como o principal fator ambiental limitante da fotossíntese, conseqüentemente, do crescimento e produção, mesmo em plantas bem adaptadas a condições áridas (CHAVES, 1991; LAWLOR, 1995). O fechamento estomatal é uma das primeiras respostas ao secamento do solo e é, geralmente, visto como a principal causa da diminuição da fotossíntese induzida pela seca, uma vez que o fechamento de estômatos reduz a disponibilidade de CO₂ no mesófilo (CHAVES, 1991; CORNIC & MASSACCI, 1996). A deficiência hídrica “dispara” a produção do ácido abscísico, causando o fechamento de estômatos e induzindo a expressão de genes relacionados ao estresse hídrico (SEKI et al., 2007).

FLEXAS et al. (2006) comentam que embora ainda haja controvérsia a respeito de como a fotossíntese é afetada pelo estresse hídrico e salino, há agora um consenso de que a redução da difusão do CO₂ da atmosfera para os sítios de carboxilação é a principal causa para a redução da fotossíntese sob condições de estresse hídrico. Tal redução na capacidade difusiva da folha é provocada pelo menos por dois componentes que são regulados quase simultaneamente: o fechamento estomatal e a redução na condutância do mesófilo.

A resposta da fotossíntese e da condutância estomatal ao potencial hídrico depende do genótipo (TARDIEU & SIMMONNEAU, 1998), das condições ambientais durante a seca (SCHULZE & HALL, 1982) e da velocidade da imposição da seca (FLEXAS et al., 1999). Várias outras respostas bioquímicas e fisiológicas também são induzidas pelo estresse hídrico. Estudos têm mostrado que açúcares (tais como sacarose, trehalose, sorbitol e oligossacarídeos da família das rafinoses), manitol, aminoácidos (prolina) e aminas (glicina betaína e

poliaminas) acumulam-se sob condições de estresse hídrico (TAJI et al., 2002; SHULAEV et al., 2008).

A aclimatação ao estresse hídrico compreende todas essas respostas, envolvendo expressão gênica e modificações fisiológicas e morfológicas, que podem ocorrer em diversas escalas temporais (FLEXAS et al., 2006). Na fase inicial de aclimatação, a mudança ambiental é sentida pela planta que ativa uma rede de sinalizadores. Na fase posterior, o sinal emitido na primeira fase é traduzido, ativando a produção de proteínas e compostos que restauram ou alcançam um novo estado de homeostase (SHULAEV et al., 2008).

A tolerância ao estresse hídrico varia com o genótipo, sendo que algumas plantas desenvolvem mecanismos de adaptação tornando-se mais eficientes na aquisição ou conservação de água (REIS et al., 2006). Contudo, os mecanismos de adaptação ao estresse hídrico, geralmente, resultam em menor taxa de crescimento (WIKBERG & ÖGREN, 2004). PEREIRA & PALLARDY (1989) salientam que é provável que plantas mais adaptadas a deficiência de água apresentem características mais relacionadas à sobrevivência que ao crescimento. Isso porque a maioria das respostas a deficiência hídrica resulta em custo metabólico (PITA et al., 2005). Por exemplo, o fechamento estomatal também reduz a assimilação de carbono; o aumento do crescimento de raízes diminuirá o crescimento da parte aérea; a queda de folhas implica em custo de produção de novas folhas, e o acúmulo de solutos na célula altera o metabolismo de enzimas e proteínas (TAIZ & ZEIGER, 2004).

Espécies arbóreas, por serem incapazes de escapar da seca como algumas plantas anuais, têm desenvolvido muitos mecanismos de tolerância à seca. Considerando-se que cada tipo de estratégia é específico para determinada espécie, o conhecimento da estratégia de resistência permite a seleção de características fisiológicas que podem ser usadas em programas de melhoramento (PITA et al., 2005). Por se tratar de um estágio-chave no ciclo de vida das espécies arbóreas o estágio de muda é o mais crítico (TYREE et al., 2003), pois da capacidade de sobrevivência da muda dependerão todos os estágios posteriores. Por possuírem um sistema radicular ainda pouco

desenvolvido que limita o acesso à água do solo (TYREE et al., 2003; SLOT & POOTER, 2007), as mudas são especialmente vulneráveis ao estresse hídrico. Por essa razão, grande parte dos estudos com espécies arbóreas refere-se ao estágio de muda ou à fase inicial de crescimento.

Em mudas de espécies do gênero *Acacia* submetidas a estresse hídrico foram observados capacidade de ajustamento osmótico e aumento da profundidade de raízes, simultaneamente, ao aumento da severidade do estresse (WARWICK & THUKTEN, 2006). Em plantas jovens de *Schizolobium amazonicum* e *S. parahyba* a deficiência hídrica induziu o aumento dos teores de aminoácidos solúveis totais, prolina, açúcares solúveis totais e K^+ nos tecidos, ocasionando redução do potencial osmótico (CARVALHO, 2005). Mudas de *Minquartia guianensis* submetidas a deficiência hídrica apresentaram severa redução na fotossíntese, transpiração e condutância estomática. Contudo, após seis dias de reidratação houve recuperação total desses parâmetros, sugerindo substancial plasticidade fisiológica durante a fase juvenil da espécie (LIBERATO et al., 2006). Em *Salix* spp. a resistência à seca foi negativamente relacionada ao crescimento, e a densidade da madeira positivamente relacionada à resistência à cavitação (WIKBERG & ÖGREN, 2004).

SLOT & POOTER (2007) estudaram os efeitos da seca em mudas de *Ceiba sumaua*, *Astronium urundeuva*, *Cariniana ianeirensis* e *Triplaris americana* e encontraram uma forte relação entre estágios de murcha e fotossíntese, sugerindo que uma simples observação de campo pode fornecer uma informação confiável a respeito do desempenho fisiológico da planta. As espécies estudadas apresentaram diferentes estratégias de sobrevivência. *C. sumaua* perdeu as folhas, *C. ianeirensis* apresentou baixa taxa de transpiração e alta eficiência de uso da água, *A. urundeuva* e *T. americana* apresentaram uma estratégia de crescimento oportunista em que foram capazes de crescer rapidamente antes da seca, mas, morreram quase instantaneamente depois que o solo tornou-se seco.

VALLADARES & SÁNCHEZ-GÓMEZ (2006) estudaram o desempenho de mudas de 11 espécies de árvores da região Mediterrânea, submetidas à deficiência hídrica. Todas as espécies apresentaram redução na taxa de

crescimento, na taxa fotossintética, na área específica foliar e no conteúdo de clorofila quando comparadas com as plantas irrigadas e, contrariando as expectativas, a eficiência de uso da água foi menor nas espécies mais tolerantes a seca.

Espécies de eucalipto apresentam diferentes respostas ao estresse hídrico, por exemplo, *E. camaldulensis* e *E. saligna* evitam o estresse aumentando a profundidade do sistema radicular, *E. leucoxylon* e *E. platypus* apresentam baixo potencial osmótico e capacidade de ajustar ao máximo o módulo elástico das células (WHITE et al., 2000). A redução do potencial osmótico agiria em combinação com adaptações morfológicas capacitando o eucalipto a suportar o baixo potencial hídrico externo (MERCHANT et al., 2007).

Mudas de *E. argophloia* e *E. cloeziana* cultivadas sob deficiência hídrica tiveram uma redução de 30% e de 55% nas taxas de fotossíntese, respectivamente (NGUGI et al., 2004). *E. argophloia* produziu mais biomassa (NGUGI et al., 2003a), apresentou maior eficiência de uso da água da transpiração (razão entre biomassa produzida e volume de água perdida na transpiração), menor eficiência instantânea de uso da água (razão entre fotossíntese líquida e condutância estomatal) e menor composição de isótopos de carbono ($\delta^{13}\text{C}$) (NGUGI et al., 2003b). Os autores concluíram que *E. argophloia* é mais eficiente na utilização da água que *E. cloeziana*, sendo assim mais adequado para plantio em áreas com baixa disponibilidade hídrica (NGUGI et al., 2003b).

MERCHANT et al. (2007) observaram redução no acúmulo de matéria seca em seis espécies de *Eucalyptus* fortalecendo a hipótese de que é comum em *Eucalyptus* o ajuste da área transpiracional de acordo com a disponibilidade hídrica. Assim, a ocorrência simultânea de redução do potencial osmótico (redistribuição dos constituintes celulares) e redução da área foliar total sugere uma coordenação de adaptações fisiológicas e morfológicas.

REIS et al. (2006) estudaram o crescimento de raízes e parte aérea de clones de *Eucalyptus* na fase inicial de estabelecimento da planta no campo e concluíram que o clone menos sensível à deficiência hídrica foi aquele que apresentou o maior crescimento do sistema radicular. Por outro lado, o clone de

menor crescimento em altura e diâmetro apresentou também o menor crescimento de raízes. Os clones com sistema radicular maior e mais profundo foram recomendados para plantio em áreas com deficiência hídrica por apresentarem capacidade de explorar maior volume de solo, absorvendo água de camadas mais profundas.

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: encontrar materiais genéticos tolerantes a estas condições ambientais e com boa produção. Desta forma, sendo o estresse hídrico uma condição ambiental muito diversificada e como plantações de eucalipto espalham-se por quase todo território nacional, fica difícil a produção de materiais tolerantes aos diversos níveis de estresse hídrico. Neste sentido, estudos básicos sobre respostas de acessos a condições diferenciadas de disponibilidade hídrica tornam-se necessários para a recomendação correta dos materiais a serem usados em larga escala de plantio (NEPOMUCENO et al., 2001).

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1. Material genético e local de condução do experimento

O experimento foi conduzido em casa de vegetação, coberta com filme de plástico transparente de 0,15 µm de espessura, revestida lateralmente com telas de sombreamento com capacidade de retenção da luz solar de 30%, pé-direito de 3,50 m e altura total de 5,0 m. A casa de vegetação está localizada no Viveiro Experimental de Plantas Ornamentais e Florestais, da Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias da Universidade Estadual Paulista (FCAV/UNESP), Campus de Jaboticabal.

O município de Jaboticabal está situado a 21°16' de latitude sul, 48°19' de longitude oeste e 575 m de altitude. Segundo a classificação climática de Köeppen, o clima é de transição entre os tipos CWA (quente e inverno seco) e AW (tropical de inverno seco), de acordo com VENTURA et al. (1965/66).

Durante o período de condução do experimento a temperatura média na casa de vegetação foi $23,7 \pm 9,3$ °C, com mínima de $15,8 \pm 3,2$ °C e máxima de $35,3 \pm 4,1$ °C; a umidade relativa do ar máxima variou de $94 \pm 3,6\%$, a mínima de $38 \pm 14,9\%$, com média de $75 \pm 23,6\%$.

Foram usadas mudas de 40 genótipos de eucalipto, pertencentes à empresa Fibria Celulose e Papel S.A. (ex Votorantim Celulose e Papel S.A.), unidade de Três Lagoas-MS. As mudas, com idade média de 70 dias, foram produzidas pelo processo de miniestaquia, de acordo com procedimentos operacionais adotados pela empresa. Os genótipos, doravante denominados “clones”, são híbridos entre *Eucalyptus grandis* x *E. urophylla*.

3.2. Tratamentos

Mudas dos 40 clones de eucalipto foram submetidos a dois regimes de irrigação: RI1 – plantas sem limitação na disponibilidade de água e, RI2 – plantas

cuja irrigação foi suspensa até o aparecimento de sintomas iniciais de murcha. Durante o experimento, sempre que necessário, as plantas foram irrigadas de forma a elevar a umidade do solo para 21% (v/v), o que correspondeu a aproximadamente 60% da capacidade máxima de retenção de água pelo solo, por monitoramento com um determinador de umidade do solo (TDR, Hidrosense Campbell Ltd.).

Foram usados vasos de plástico com capacidade para 2 litros de substrato (cerca de 3 kg de solo), os quais foram preenchidos com solo proveniente de área de cultivo de eucalipto pertencentes à Fibria Celulose e Papel S.A., localizada no município de Três Lagoas, MS. O solo, extraído a 30 cm de profundidade sob uma linha de alta tensão sem cultivo de eucalipto, foi seco à sombra e peneirado e, após análise físico-química, foi corrigido com carbonato de cálcio e carbonato de magnésio, na relação 4:1, de forma a elevar a saturação por bases (V%) para 60% (Tabela 1). Posteriormente, o solo foi adubado com 30 mg dm⁻³ de N, via sulfato de amônio, 150 mg dm⁻³ de K₂O, via cloreto de potássio, 230 mg dm⁻³ de P₂O₅, via superfosfato simples, de acordo com as recomendações de GONÇALVES et al. (1997). Com 24 e 45 dias após o plantio, as plantas receberam adubação de cobertura, aplicando-se via solução aquosa 30 mg dm⁻³ N, na forma de uréia.

Tabela 1. Caracterização físico-química de uma amostra de solo usado no experimento.

Caracterização Química									
pH	M.O.	P	K	Ca	Mg	H+Al	SB	T	V
CaCl ₂	g dm ⁻³	(resina) mg dm ⁻³	mmol _c dm ⁻³				%		
4,0	5	5	0,5	3	1	28	4,5	32,5	14
Caracterização Física									
B		Cu	Fe	Mn	Zn	S-SO ₄	Al		
mg dm ⁻³		mmol _c dm ⁻³							
0,12		0,2	22,0	0,4	0,8	1,0	6,0		
Caracterização Física									
Argila		Limo		Areia		Classe			
				Fina		Grossa		Textural	
g kg ⁻¹									
57		23		433		487		Arenosa	

Após o plantio das mudas nos vasos, estas passaram por um período de aclimação de 20 dias, antes de serem submetidas aos regimes de irrigação. As plantas do regime hídrico RI2, ao final do ciclo de suspensão de irrigação, foram irrigadas até atingir 21% de umidade do solo, suspendendo-se novamente a irrigação, repetindo-se assim o ciclo de deficiência hídrica. Ao longo do experimento, foram conduzidos seis ciclos de estresse hídrico, ou seja, suspensão da irrigação até o aparecimento de sintomas de deficiência hídrica (murcha) nas plantas do RI2, mas para efeitos de análise estatística foram consideradas as médias desses seis ciclos. Após a aclimação das mudas (20 dias) o experimento foi conduzido por 50 dias (seis ciclos de suspensão da irrigação no RI2).

3.3. Avaliações

No início e ao final do experimento, foram determinados o diâmetro do coleto (mm), a altura (cm), o número de folhas, a área foliar (cm^2) e a massa de matéria seca de folhas, caule, raízes e da parte aérea (g), relação massa seca de raiz-parte aérea e massa por área de folha (g.dm^{-2}). A altura foi determinada com régua graduada (0,1 cm), o diâmetro do coleto com paquímetro digital (0,01mm), a área foliar com um aparelho determinador de área foliar (Li-Cor 3100) e a massa de matéria foi determinada em balança de precisão (0,0001g) após submeter o material vegetal a secagem, em estufa de circulação de ar, a 80°C, até massa constante.

Quando as plantas do RI2 manifestavam os sintomas de deficiência hídrica e antes da irrigação das mesmas, foram avaliados os seguintes parâmetros em todas as plantas do experimento (RI1 e RI2): 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), taxa líquida de assimilação (A), condutância estomática (g_s) e transpiração (E), usando-se um analisador de gases a infravermelho, portátil (LCPro+, ADC), acoplado a uma fonte de luz artificial. As medidas de A , g_s e E foram feitas sob

concentração de CO₂ ambiente ($370 \pm 10 \mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$), fluxo de fótons fotossinteticamente ativo (FFFA) 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 7 h e 30 min e 10 h e 30 min. Estas avaliações foram realizadas em quatro repetições, na terceira folha totalmente expandida, contada a partir do ápice da planta. Também, ao final do experimento foi determinado o potencial hídrico foliar (Ψ_f) por meio de uma bomba de pressão (SCHOLANDER et al., 1965) e o conteúdo relativo de água nas folhas (CRA) conforme método de CATSKY (1974), em quatro repetições por tratamento. De posse dos dados de A , g_s e E , foram calculadas a eficiência intrínseca no uso da água ($EUA_{\text{intr}}=A/E$) e a eficiência instantânea no uso da água ($EUA_{\text{inst}}=A/g_s$).

Para eliminar o efeito da diferença inicial de desempenho entre os clones, 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.

3.4. Delineamento experimental e análises estatísticas

O experimento foi conduzido sob o delineamento de blocos casualizados, em esquema fatorial 40 x 2 (40 clones e 2 regimes de irrigação), com quatro repetições.

Os dados foram submetidos à análise de variância (teste F) e as médias de clones e de regimes de irrigação foram comparadas pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade.

Para o estudo da divergência genética foi usada a distância Euclidiana média, obtida de acordo com CRUZ & CARNEIRO (2003). De posse das distâncias entre os genótipos, foi realizada a análise de agrupamento, usando-se o algoritmo de otimização de Tocher (CRUZ, 2001).

Inicialmente, na análise de agrupamento considerou-se os clones nos dois regimes hídricos, para verificar a eficiência do tratamento de supressão da irrigação na diferenciação dos clones. Uma vez confirmada essa eficiência, os dados foram submetidos à análise de agrupamento separadamente para cada regime hídrico no conjunto das características avaliadas (biométricas e fisiológicas).

Todas as análises estatísticas foram realizadas com o auxílio dos aplicativos computacionais GENES (CRUZ, 2001) e SISVAR (FERREIRA, 2000).

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1. Características Biométricas

Todas as características biométricas avaliadas apresentaram diferenças altamente significativas ($p \leq 0,01$) em relação aos clones e aos regimes de irrigação, exceto a relação raiz-parte aérea (RPA) quanto aos regimes de irrigação. A interação clones x regimes de irrigação não foi significativa ($p > 0,05$) para as seguintes características: massa por área de folha (MAF) e incremento relativo em altura (IR-ALT), em diâmetro (IR-DC), em número de folhas (IR-NF) e em massa de matéria seca de caule (IR-MSC); para as demais características a interação clones x regimes de irrigação foi significativa a pelo menos 5% de probabilidade (Tabela 2).

Os coeficientes de variação experimental (CV) apresentaram valores altos para todas as características, exceto para massa por área de folha e incremento relativo em massa de matéria seca de caule (IR-MSC), que apresentaram valores de média magnitude, segundo a classificação de GOMES (2000). VELLINI et al. (2008) também encontraram valores altos de CV para características biométricas de clones de eucalipto submetidos a diferentes regimes hídricos. PAVAN (2003) observou valores de CV entre 14,23 e 37,30% para as mesmas características em clones de eucalipto, sob condições de deficiência hídrica. Portanto, pode-se considerar, que apesar de altos os valores de CV, estão dentro da normalidade.

A relação CV_g/CV foi superior a 1,0 para IR-ALT, IR-MSF, IR-MSC, IR-MSR, IR-MSPA e IR-AF, e inferior a 1,0 para os demais caracteres (Tabela 2). De acordo com VENCOVSKY (1987), a relação CV_g/CV é um dos indicativos da possibilidade de obtenção de ganhos com a seleção. 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 0,516 para MAF a 0,971 para IR-MSC. Resultados semelhantes foram encontrados por VELLINI et al. (2008), estudando 18 clones de eucalipto

Tabela 2. Quadrados médios, coeficientes de variação, médias e estimativas do coeficiente de determinação genotípico para relação raiz-parte aérea (RPA), massa por área de folhas (MAF, g dm⁻²), e incremento relativo em altura (IR-ALT, %), em diâmetro do coleto (IR-DC, %), em número de folhas (IR-NF, %), em massa de matéria seca de folhas (IR-MSF, %), de caule (IR-MSC, %), de raízes (IR-MSR, %), da parte aérea (IR-MSPA, %) e em área foliar (IR-AF, %) em plantas de 40 clones de *Eucalyptus* spp. submetidas a dois regimes de irrigação (RI1 – sem limitação hídrica e RI2 – com irrigação suspensa até o aparecimento de sintomas iniciais de murcha).

FV	RPA	MAF	IR-ALT	IR-DC	IR-NF	IR-MSF	IR-MSC	IR-MSR	IR-MSPA	IR-AF
Bloco	0,038701	0,165714	4741,6	1780,8	539962,1	2670836,1	455441,6	1578529,4	1256665,5	3172541,4
Clone	0,036019*	0,035702**	10722,4**	6175,0**	596905,6**	7836679,2**	2097491,1**	3275195,5**	3163598,9**	13176456,1**
RI	0,015043 ^{ns}	0,120508**	35189,5**	67695,9**	4271578,5**	42774527,3**	6145216,4**	14351818,1**	20267191,4**	58010302,4**
Clone * RI	0,010151**	0,018339 ^{ns}	839,3 ^{ns}	1451,6 ^{ns}	75969,0 ^{ns}	622679,5**	77979,2 ^{ns}	250039,6**	187195,7*	1296889,8**
Erro	0,005568	0,017288	943,4	1778,1	99492,2	299684,2	60860,1	122392,6	111398,7	492155,2
CV	21,13	18,57	23,86	29,58	39,9	29,13	16,53	26,95	20,22	27,95
Média	0,353	0,7080	128,7	142,6	790,4	1879,4	1492,3	1298,0	1650,7	2509,6
H ²	0,845	0,516	0,912	0,712	0,833	0,962	0,971	0,963	0,965	0,963
CVg	17,46	6,78	27,16	16,44	31,55	51,65	33,81	48,36	37,42	50,17
CVg/CV	0,83	0,37	1,14	0,56	0,79	1,77	2,05	1,79	1,85	1,79

FV = fonte de variação; RI – regime de irrigação; CV = coeficiente de variação (%); CVg = coeficiente de variação genotípico (%); H² = coeficiente de determinação genotípico.

^{ns} = não significativo pelo teste F ($p > 0,05$); * e ** significativo pelo teste F ($p \leq 0,05$; $p \leq 0,01$, respectivamente).

submetidos a quatro 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 (Tabelas 3, 4, 5 e 6) para cada característica.

Assim, para a relação raiz-parte aérea (RPA) houve diferenciação entre os clones tanto no regime de irrigação 1 (RI1 – sem limitação hídrica) como no regime de irrigação 2 (RI2 – com irrigação suspensa até o aparecimento de sintomas iniciais de deficiência hídrica). No RI1 houve a formação de dois grupos, em que o grupo com menores valores de RPA (0,233 a 0,329) reuniu 16 clones e o grupo de maiores valores (0,343 a 0,462), os 24 clones restantes. No RI2, foram formados quatro grupos, dentre eles, o grupo com menores valores variou de 0,172 a 0,305, com 12 clones e o de maiores valores com 6 clones variou de 0,486 a 0,614. Nos clones 9, 12, 20 e 21 ocorreu diferença significativa entre os dois regimes de irrigação, com vantagem para o RI2. Os clones 16 e 36 se encontram entre os de maiores valores no RI1, porém no RI2 passaram a ser do grupo de menores valores (Tabela 3).

PINHEIRO et al. (2005) observaram que clones de *Coffea canephora* com maior resistência à deficiência hídrica apresentaram valores da relação raiz-parte aérea mais elevados do que as menos resistentes. Essa relação pode aumentar com a elevação da deficiência hídrica, conforme verificado em *E. nitens* e *E. globulus* (MORONI et al., 2003). Assim, é de se esperar que plantas dos clones 9, 12, 15, 20, 21 e 27, por terem desenvolvido, proporcionalmente mais o sistema radicular em detrimento da parte aérea, apresentem sistema radicular mais desenvolvido quando plantadas em regiões com deficiência hídrica mais acentuada.

Para a MAF, na média dos 40 clones, houve diferenciação entre os regimes de irrigação, sendo observado maior valor de MAF no RI1. Também, na média dos dois regimes de irrigação, houve diferenciação entre os clones, com a formação de dois grupos, um reunindo 22 clones com MAF variando de 0,5738 a 0,7116

g.dm⁻² e o outro, de maiores valores de MAF (0,7151 a 0,8273 g.dm⁻²) agrupando 18 clones (Tabela 3).

Para o incremento relativo em altura (IR-ALT) também não houve interação entre clones x regimes de irrigação, apenas diferenciação entre os regimes de irrigação, em que as plantas apresentaram maior IR-ALT no RI1. Quanto ao efeito de clones, os mesmos foram separados em seis grupos, sendo o de menores valores (53,3 a 72,0%) com apenas dois clones (20 e 21) e o de maior valor (226,9%) constituído apenas pelo clone 4. É interessante observar que os clones de menor IR-ALT estão entre os de mais alta RPA e que o clone 4 encontra-se entre aqueles com baixos valores nesta relação. Isto sugere que alguns clones estão alocando recursos de forma diferenciada entre os componentes da parte aérea e radicular, talvez como uma estratégia de tolerar a deficiência hídrica imposta (Tabela 3).

Para o incremento relativo em diâmetro do coleto (IR-DC) e incremento relativo do número de folhas (IR-NF) os resultados foram semelhantes ao observado para o IR-ALT, com efeitos significativos apenas dos fatores isolados de clones e de regimes de irrigação. Maiores valores nessas características foram observados no RI1 e, quanto aos clones, houve a formação de três grupos de médias dos clones. Para o IR-DC os menores valores variaram de 85,2 a 148,5% englobando 27 clones, entre eles os clones de 20 e 21, corroborando com os resultados encontrados tanto para RPA quanto para IR-ALT; o grupo de maiores valores (193,8 a 210,4%) reuniu quatro clones, incluindo o clone 9, que apresentou médio IR-ALT. Para o IR-NF o grupo de menores valores (389,0 a 640,2%) reuniu 16 clones, entre eles encontram-se, novamente, os clones 20 e 21 e, o grupo de maiores valores (1048,6 a 1463,3%) com sete clones, incluindo o clone 9 (Tabela 4).

Para o incremento relativo em massa de matéria seca de folhas (IR-MSF), houve a diferenciação entre os clones nos dois regimes de irrigação, com a formação de cinco grupos no RI1 e quatro grupos no RI2. No RI1 os grupos variaram de 596,3 a 1599,1%, entre os 12 clones de menores valores, a 7509,8% para o clone 5 de maior IR-MSF. No RI2, o grupo de menores valores (249,5 a

Tabela 3. Médias de relação raiz-parte aérea (RPA), massa por área de folha (MAF, g dm⁻²) e incremento relativo em altura (IR-ALT, %) de plantas de 40 clones de *Eucalyptus* spp. submetidas a dois regimes de irrigação (R11 – sem limitação hídrica e R12 – com irrigação suspensa até o aparecimento de sintomas iniciais de murcha).

Clones	RPA			MAF			IR-ALT						
	R11	R12	Médias	R11	R12	Médias	R11	R12	Médias				
1	0,252	Ab	0,277	Ad	0,265	0,6743	0,6555	0,6649	b	194,9	152,8	173,9	b
2	0,409	Aa	0,357	Ac	0,383	0,5819	0,6334	0,6077	b	173,1	191,3	182,2	b
3	0,328	Ab	0,252	Ad	0,290	0,7339	0,7296	0,7318	a	178,9	166,4	172,7	b
4	0,329	Ab	0,348	Ac	0,338	0,6728	0,6756	0,6742	b	224,4	229,3	226,9	a
5	0,358	Aa	0,348	Ac	0,353	0,6946	0,7819	0,7382	a	215,3	152,9	184,1	b
6	0,384	Aa	0,447	Ab	0,415	0,7802	0,8151	0,7976	a	189,6	140,2	164,9	c
7	0,257	Ab	0,172	Ad	0,215	0,7422	0,8387	0,7905	a	144,8	120,4	132,6	d
8	0,455	Aa	0,375	Ac	0,415	0,8246	0,6825	0,7535	a	94,2	84,5	89,3	e
9	0,377	Ba	0,526	Aa	0,452	0,6650	0,5148	0,5899	b	174,1	131,6	152,8	c
10	0,325	Ab	0,302	Ad	0,313	0,7356	0,6177	0,6766	b	157,2	165,7	161,4	c
11	0,403	Aa	0,417	Ab	0,410	0,7830	0,6124	0,6977	b	101,3	104,0	102,6	e
12	0,413	Ba	0,614	Aa	0,513	0,7796	0,6972	0,7384	a	180,6	124,1	152,4	c
13	0,357	Aa	0,387	Ac	0,372	0,7793	0,6681	0,7237	a	124,5	134,3	129,4	d
14	0,343	Aa	0,312	Ac	0,327	0,7320	0,6612	0,6966	b	210,5	155,7	183,1	b
15	0,462	Aa	0,495	Aa	0,479	0,7729	0,5687	0,6708	b	152,5	123,8	138,1	c
16	0,351	Aa	0,291	Ad	0,321	0,6347	0,5665	0,6006	b	132,8	114,3	123,5	d
17	0,370	Aa	0,416	Ab	0,393	0,6323	0,5153	0,5738	b	116,6	107,1	111,9	d
18	0,284	Ab	0,358	Ac	0,321	0,7536	0,6697	0,7116	b	110,0	79,5	94,8	e
19	0,375	Aa	0,415	Ab	0,395	0,6542	0,6273	0,6407	b	118,3	99,3	108,8	d
20	0,387	Ba	0,544	Aa	0,465	0,8130	0,5940	0,7035	b	67,3	76,7	72,0	f
21	0,344	Ba	0,498	Aa	0,421	0,8391	0,6994	0,7693	a	54,9	51,8	53,3	f
22	0,358	Aa	0,351	Ac	0,354	0,6579	0,7614	0,7096	b	122,5	103,8	113,2	d
23	0,301	Ab	0,318	Ac	0,309	0,7881	0,8665	0,8273	a	96,1	91,6	93,8	e
24	0,392	Aa	0,321	Ac	0,357	0,6602	0,7405	0,7003	b	136,8	137,3	137,0	c
25	0,287	Ab	0,228	Ad	0,258	0,6926	0,7541	0,7233	a	163,2	134,2	148,7	c
26	0,328	Ab	0,342	Ac	0,335	0,5830	0,6096	0,5963	b	108,1	90,1	99,1	e
27	0,411	Aa	0,486	Aa	0,449	0,7394	0,6470	0,6932	b	134,3	118,5	126,4	d
28	0,352	Aa	0,437	Ab	0,394	0,7655	0,7927	0,7791	a	143,3	84,0	113,6	d
29	0,345	Aa	0,315	Ac	0,330	0,7119	0,8473	0,7796	a	136,3	125,7	131,0	d
30	0,388	Aa	0,311	Ac	0,349	0,7757	0,8308	0,8032	a	100,1	103,3	101,7	e
31	0,351	Aa	0,323	Ac	0,337	0,6594	0,6969	0,6781	b	154,8	125,3	140,0	c
32	0,281	Ab	0,276	Ad	0,278	0,7901	0,7087	0,7494	a	189,9	162,6	176,3	b
33	0,289	Ab	0,256	Ad	0,273	0,7848	0,8418	0,8133	a	99,8	70,4	85,1	e
34	0,428	Aa	0,389	Ac	0,409	0,6557	0,6875	0,6716	b	125,5	102,6	114,1	d
35	0,293	Ab	0,372	Ac	0,333	0,6265	0,6065	0,6165	b	113,2	88,3	100,7	e
36	0,349	Aa	0,297	Ad	0,323	0,8733	0,7067	0,7900	a	110,1	92,2	101,1	e
37	0,325	Ab	0,305	Ad	0,315	0,7469	0,6388	0,6928	b	127,1	106,6	116,9	d
38	0,286	Ab	0,269	Ad	0,278	0,8090	0,7640	0,7865	a	92,4	71,4	81,9	e
39	0,300	Ab	0,382	Ac	0,341	0,7117	0,5784	0,6450	b	122,6	89,8	106,2	d
40	0,233	Ab	0,278	Ad	0,256	0,7877	0,6425	0,7151	a	176,1	125,7	150,9	c
Médias	0,346		0,360			0,7274A	0,6886B			139,2 A	118,2 B		

¹= médias seguidas por uma mesma letra, minúscula numa mesma coluna e maiúscula numa mesma linha, não diferem entre si pelo teste Scott-Knott a 5% de probabilidade. Letras minúsculas comparam clones e letras maiúsculas comparam regimes de irrigação.

Tabela 4. Médias de incremento relativo em diâmetro do coleto (IR-DC, %), em número de folhas (IR-NF, %) e em massa de matéria seca de folhas (IR-MSF, %) de plantas de 40 clones de *Eucalyptus* spp. submetidas a dois regimes de irrigação (RI1 – sem limitação hídrica e RI2 – irrigação suspensa até o aparecimento de sintomas iniciais de murcha).

Clones	IR-DC			IR-NF			IR-MSF		
	RI1	RI2	Médias	RI1	RI2	Médias	RI1	RI2	Médias
1	137,5	120,7	129,1 c	976,8	557,8	767,3 b	1548,8 Ae	1348,5 Ac	1448,6
2	175,6	141,9	158,7 b	556,4	576,9	566,7 c	1363,7 Ae	1182,4 Ad	1273,1
3	130,1	150,3	140,2 c	911,5	691,5	801,5 b	2086,5 Ad	1393,4 Ac	1740,0
4	173,2	139,2	156,2 b	770,4	691,7	731,0 b	2101,0 Ad	1648,8 Ac	1874,9
5	152,1	129,2	140,6 c	1176,3	399,4	787,8 b	7509,8 Aa	4376,2 Ba	5943,0
6	143,2	109,1	126,1 c	712,5	486,5	599,5 c	1167,3 Ae	742,6 Ad	955,0
7	198,3	189,4	193,8 a	722,9	405,4	564,2 c	1309,5 Ae	624,6 Ad	967,1
8	124,9	98,7	111,8 c	968,9	959,8	964,4 b	1534,3 Ae	1060,3 Ad	1297,3
9	220,2	175,6	197,9 a	1337,5	977,9	1157,7 a	3219,0 Ac	1674,2 Bc	2446,6
10	127,0	103,2	115,1 c	522,8	347,8	435,3 c	1764,0 Ad	1131,7 Ad	1447,9
11	144,0	124,8	134,4 c	636,1	416,4	526,3 c	2247,5 Ad	1242,9 Bc	1745,2
12	165,8	111,9	138,8 c	871,9	259,5	565,7 c	2094,4 Ad	943,8 Bd	1519,1
13	153,5	143,4	148,5 c	930,0	803,3	866,6 b	3779,5 Ab	2376,9 Bb	3078,2
14	220,5	178,2	199,3 a	1166,4	640,8	903,6 b	4359,2 Ab	2999,3 Bb	3679,3
15	189,9	167,6	178,7 b	944,4	679,8	812,1 b	3155,6 Ac	1593,9 Bc	2374,8
16	164,2	128,6	146,4 c	1606,1	1200,2	1403,1 a	2955,6 Ac	2263,7 Ab	2609,6
17	169,8	115,8	142,8 c	793,9	478,0	636,0 c	2148,4 Ad	1066,0 Bd	1607,2
18	157,2	118,1	137,6 c	1127,4	722,0	924,7 b	1817,1 Ad	929,6 Bd	1373,3
19	181,8	158,2	170,0 b	650,0	432,2	541,1 c	1827,5 Ad	1665,8 Ac	1746,6
20	135,8	89,8	112,8 c	612,1	468,5	540,3 c	596,3 Ae	249,5 Ad	422,9
21	99,1	71,2	85,2 c	506,2	392,9	449,5 c	2019,4 Ad	1125,0 Bd	1572,2
22	143,2	132,6	137,9 c	1034,1	698,3	866,2 b	1956,6 Ad	1781,3 Ac	1868,9
23	127,7	128,0	127,8 c	1650,9	1275,7	1463,3 a	3532,8 Ab	2896,5 Ab	3214,7
24	156,7	147,1	151,9 b	1058,5	724,7	891,6 b	3153,1 Ac	2194,5 Bb	2673,8
25	222,1	102,9	162,5 b	1294,7	1412,5	1353,6 a	3731,4 Ab	2766,5 Bb	3248,9
26	136,5	93,8	115,1 c	798,0	655,6	726,8 b	974,1 Ae	971,6 Ad	972,9
27	174,9	107,0	141,0 c	525,5	312,4	418,9 c	1482,1 Ae	429,2 Bd	955,7
28	154,8	90,9	122,9 c	584,6	569,4	577,0 c	2194,5 Ad	1530,8 Ac	1862,6
29	116,0	134,8	125,4 c	854,7	788,2	821,5 b	1641,3 Ad	1335,9 Ac	1488,6
30	127,0	138,8	132,9 c	1366,2	1060,4	1213,3 a	1865,7 Ad	1633,2 Ac	1749,5
31	186,8	133,1	159,9 b	1277,9	1215,0	1246,4 a	2188,5 Ad	1783,3 Ac	1985,9
32	238,4	182,3	210,4 a	1056,3	606,9	831,6 b	3527,9 Ab	2503,6 Bb	3015,7
33	194,0	130,3	162,1 b	854,7	592,2	723,4 b	1597,2 Ae	1239,2 Ac	1418,2
34	132,2	116,7	124,5 c	921,5	600,0	760,7 b	1976,0 Ad	1565,0 Ac	1770,5
35	146,0	108,9	127,4 c	671,9	562,9	617,4 c	894,8 Ae	437,2 Ad	666,0
36	93,7	95,7	94,7 c	478,4	299,6	389,0 c	1690,8 Ad	972,1 Ad	1331,4
37	156,2	119,2	137,7 c	489,9	790,6	640,2 c	1246,3 Ae	1118,5 Ad	1182,4
38	108,1	104,5	106,3 c	759,7	496,8	628,2 c	2105,8 Ad	1615,6 Ac	1860,7
39	130,6	140,4	135,5 c	1143,2	954,0	1048,6 a	1599,1 Ae	964,7 Ad	1281,9
40	176,0	149,4	162,7 b	918,3	792,8	855,6 b	1837,0 Ad	1173,0 Ad	1505,0
Médias	157,1 A	128,0 B		906,0 A	674,9 B		2245,0	1513,8	

¹= médias seguidas por uma mesma letra, minúscula numa mesma coluna e maiúscula numa mesma linha, não diferem entre si pelo teste Scott-Knott a 5% de probabilidade. Letras minúsculas comparam clones e letras maiúsculas comparam regimes de irrigação.

1182,4%) reuniu 17 clones e o maior valor (4376,2%), novamente foi observado no clone 5 (Tabela 4).

Na média dos dois regimes de irrigação, os clones foram classificados em nove grupos quanto ao incremento relativo em massa seca de caule (IR-MSC). O grupo de menores valores apresentou IR-MSC de 449,0% (clone 20) e 477,5% (clone 6) e o de maior IR-MSC (2688,7%) foi representado apenas pelo clone 9. O clone 9 também encontra-se entre os de maior IR-DC, IR-NF e IR-MSF, ao passo que os clones 20 e 21 apresentaram comportamento oposto. Na média dos 40 clones, o RI1 proporcionou maiores valores de IR-MSC (Tabela 5).

Para o incremento relativo em massa de matéria seca de raízes (IR-MSR), houve a diferenciação entre os clones nos dois regimes de irrigação. No RI1 os clones foram divididos em cinco grupos, em que os menores valores estão entre 550,4 a 1345,7%, englobando 17 clones, entre eles os clones 20 e 21 e o maior valor correspondendo ao clone 13 com IR-MSR de 5209,4%. No RI2, formaram-se três grupos, sendo que o clone 13 novamente apresenta o maior IR-MSR (3906,3%) e o grupo com os menores valores de IR-MSR (479,7 a 1025,4%) reúne 21 clones, incluindo mais uma vez os clones 20 e 21 (Tabela 5). É importante destacar que os clones 20 e 21 estão entre aqueles com maior valor de RPA (Tabela 3), embora entre os de menores IR-MSR, o que se deve aos menores valores de incremento em massa de matéria seca da parte aérea (Tabela 6). Os clones 3, 5, 7, 8, 10, 11, 13, 14, 15, 16, 24, 27 e 36 apresentaram maior IR-MSR no RI1 ($p \leq 0,05$), comparativamente ao RI2.

No RI1 os clones foram classificados em seis grupos quanto ao incremento relativo em massa de matéria seca da parte aérea (IR-MSPA). O grupo de menores valores (542,6 a 993,7%) reuniu cinco clones, e o de maior valor (3968,0%) foi constituído apenas pelo clone 5, este condicionado principalmente pelo alto valor de IR-MSF. No RI2, foram formados cinco grupos, sendo que o de menores valores (322,8 a 904,8%) reúne nove clones, dentre os quais os clones 20 e 21 e o grupo de maiores valores (2576,5 e 2763,3%) é representado pelos clones 5 e 14 (Tabela 6).

Tabela 5. Médias de incremento relativo em massa de matéria seca de caule (IR-MSC, %) e de raízes (IR-MSR, %) em plantas de 40 clones de *Eucalyptus* spp. submetidas a dois regimes de irrigação (RI1 – sem limitação hídrica e RI2 – irrigação suspensa até o aparecimento de sintomas iniciais de murcha).

Clones	IR-MSC			IR-MSR		
	RI1	RI2	Médias	RI1	RI2	Médias
1	1844,9	1691,9	1768,4 d	1172,9 Ae	1152,4 Ab	1162,7
2	1705,0	1577,6	1641,3 e	1560,6 Ad	1230,5 Ab	1395,5
3	1779,6	1796,0	1787,8 d	1503,6 Ad	908,2 Bc	1205,9
4	2665,4	2124,7	2395,1 b	1234,7 Ae	1025,4 Ac	1130,1
5	2100,4	1912,9	2006,6 d	1896,3 Ac	1101,3 Bb	1498,8
6	503,2	451,9	477,5 i	550,4 Ae	479,7 Ac	515,1
7	1388,3	1175,1	1281,7 f	2536,4 Ab	984,1 Bc	1760,2
8	1280,9	1129,5	1205,2 f	1404,0 Ad	868,4 Bc	1136,2
9	3231,9	2145,4	2688,7 a	2003,3 Ac	1621,7 Ab	1812,5
10	1908,5	1582,4	1745,4 d	1913,5 Ac	1272,8 Bb	1593,1
11	1818,2	1421,1	1619,7 e	1667,0 Ad	1074,0 Bb	1370,5
12	1641,9	1231,1	1436,5 f	1688,0 Ad	1397,0 Ab	1542,5
13	2158,5	1840,3	1999,4 d	5209,4 Aa	3906,3 Ba	4557,8
14	2674,4	2203,9	2439,2 b	2222,1 Ab	1427,4 Bb	1824,8
15	2093,9	1571,3	1832,6 d	1637,6 Ad	875,8 Bc	1256,7
16	1965,8	1565,4	1765,6 d	1413,3 Ad	887,3 Bc	1150,3
17	1804,8	1462,5	1633,7 e	1400,0 Ad	961,7 Ac	1180,9
18	1696,0	1261,8	1478,9 e	1673,9 Ad	1365,9 Ab	1519,9
19	2160,0	2062,5	2111,2 c	1909,5 Ac	1925,0 Ab	1917,2
20	452,8	445,1	449,0 i	578,1 Ae	500,9 Ac	539,5
21	934,8	686,7	810,7 h	912,4 Ae	747,1 Ac	829,7
22	1824,4	1663,6	1744,0 d	1195,5 Ae	1051,1 Ab	1123,3
23	1677,4	1433,5	1555,5 e	1461,2 Ad	1257,1 Ab	1359,2
24	2082,5	1634,2	1858,4 d	2297,4 Ab	1364,5 Bb	1830,9
25	1978,4	1681,2	1829,8 d	1293,0 Ae	803,4 Ac	1048,2
26	704,0	654,7	679,3 h	1048,7 Ae	1105,9 Ab	1077,3
27	1290,7	833,6	1062,2 g	1836,9 Ac	906,4 Bc	1371,7
28	1353,6	1145,8	1249,7 f	961,8 Ae	919,1 Ac	940,5
29	1232,5	1155,7	1194,1 f	1454,8 Ad	1106,7 Ab	1280,8
30	1943,7	1605,9	1774,8 d	1345,7 Ae	876,6 Ac	1111,2
31	1320,9	1105,0	1213,0 f	975,8 Ae	722,7 Ac	849,2
32	1925,2	1656,7	1790,9 d	1646,8 Ad	1212,5 Ab	1429,6
33	1383,6	1069,9	1226,7 f	800,2 Ae	525,2 Ac	662,7
34	1658,8	1489,9	1574,3 e	1502,3 Ad	1145,3 Ab	1323,8
35	1186,7	863,2	1024,9 g	845,6 Ae	575,0 Ac	710,3
36	1545,3	1244,5	1394,9 f	1914,9 Ac	1097,0 Bb	1505,9
37	697,2	740,9	719,1 h	832,5 Ae	759,3 Ac	795,9
38	1242,3	1023,9	1133,1 g	989,5 Ae	715,1 Ac	852,3
39	1184,4	843,9	1014,2 g	996,5 Ae	834,7 Ac	915,6
40	1193,1	962,8	1078,0 g	905,2 Ae	758,6 Ac	831,9
Médias	1630,9 A	1353,7 B		1509,8	1086,2	

¹= médias seguidas por uma mesma letra, minúscula numa mesma coluna e maiúscula numa mesma linha, não diferem entre si pelo teste Scott-Knott a 5% de probabilidade. Letras minúsculas comparam clones e letras maiúsculas comparam regimes de irrigação.

Tabela 6. Médias de incremento relativo em massa de matéria seca da parte aérea (IR-MSPA,%) e em área foliar (IR-AF, %) em plantas de 40 clones de *Eucalyptus* spp. submetidas a dois regimes de irrigação (R11 – sem limitação hídrica e R12 – irrigação suspensa até o aparecimento de sintomas iniciais de murcha).

Clones	IR-MSPA			IR-AF		
	R11	RI2	Médias	RI1	RI2	Médias
1	1667,6 Ae	1486,3 Ac	1577,0	1884,2 Af	1696,1 Ac	1790,1
2	1485,5 Ae	1323,4 Ad	1404,5	1941,7 Af	1653,9 Ac	1797,8
3	1969,3 Ad	1547,1 Ac	1758,2	2371,9 Ae	1525,2 Ac	1948,6
4	2303,0 Ac	1819,1 Bc	2061,0	2917,0 Ae	2222,4 Ac	2569,7
5	3968,0 Aa	2763,3 Ba	3365,7	9804,1 Aa	4868,6 Ba	7336,4
6	802,7 Af	583,0 Ae	692,8	1915,2 Af	1242,2 Ad	1578,7
7	1336,6 Ae	813,7 Be	1075,1	1293,4 Af	825,1 Ad	1059,3
8	1418,8 Ae	1091,9 Ad	1255,3	2241,7 Af	1918,9 Ac	2080,3
9	3224,8 Ab	1884,5 Bc	2554,7	3671,6 Ad	2782,7 Ab	3227,2
10	1820,7 Ad	1308,6 Bd	1564,7	2564,5 Ae	1953,5 Ac	2259,0
11	2076,8 Ad	1313,8 Bd	1695,3	2703,2 Ae	1863,6 Ac	2283,4
12	1899,9 Ad	1067,3 Bd	1483,6	1917,1 Af	934,4 Ad	1425,7
13	2923,2 Ac	2093,4 Bb	2508,3	3056,5 Ad	2223,0 Ac	2639,8
14	3463,6 Ab	2576,5 Ba	3020,1	3584,9 Ad	2788,6 Ab	3186,7
15	2682,4 Ac	1583,8 Bc	2133,1	4302,0 Ac	2797,8 Bb	3549,9
16	2387,9 Ac	1863,2 Bc	2125,5	4644,8 Ac	4085,9 Aa	4365,4
17	1986,9 Ad	1252,4 Bd	1619,6	2578,1 Ae	1627,0 Ac	2102,5
18	1762,0 Ad	1080,6 Bd	1421,3	2477,7 Ae	1496,7 Ac	1987,2
19	1958,7 Ad	1822,4 Ac	1890,6	1478,4 Af	1408,7 Ac	1443,5
20	542,6 Af	322,8 Ae	432,7	940,1 Af	646,4 Ad	793,3
21	1447,6 Ae	893,9 Be	1170,8	2006,5 Af	1331,2 Ad	1668,8
22	1897,4 Ad	1728,6 Ac	1813,0	2448,3 Ae	1922,7 Ac	2185,5
23	2470,6 Ac	2059,0 Ab	2264,8	4565,0 Ac	3357,2 Bb	3961,1
24	2617,0 Ac	1913,9 Bc	2265,5	5474,0 Ab	3306,0 Bb	4390,0
25	2717,7 Ac	2138,9 Bb	2428,3	6428,6 Ab	4381,8 Ba	5405,2
26	837,2 Af	810,9 Ae	824,0	1787,0 Af	1812,5 Ac	1799,7
27	1402,8 Ae	596,8 Be	999,8	1801,8 Af	609,3 Bd	1205,5
28	1742,8 Ad	1324,0 Ad	1533,4	2795,0 Ae	1860,8 Ac	2327,9
29	1457,9 Ae	1255,0 Ad	1356,5	2620,9 Ae	1773,0 Ac	2196,9
30	1903,1 Ad	1620,2 Ac	1761,6	2742,9 Ae	2208,8 Ac	2475,9
31	1687,9 Ae	1392,0 Ad	1540,0	3515,6 Ad	2690,9 Ab	3103,2
32	2756,8 Ac	2096,1 Bb	2426,5	4817,1 Ac	3792,8 Ba	4304,9
33	1487,9 Ae	1152,6 Ad	1320,3	1734,8 Af	1243,1 Ad	1489,0
34	1823,5 Ad	1528,9 Ac	1676,2	3334,5 Ad	2534,4 Ab	2934,5
35	993,7 Af	581,6 Ae	787,6	1627,1 Af	781,2 Ad	1204,1
36	1630,2 Ae	1085,6 Bd	1357,9	2315,5 Ae	1622,4 Ac	1969,0
37	934,8 Af	904,3 Ae	919,5	1493,8 Af	1607,2 Ac	1550,5
38	1624,6 Ae	1285,8 Ad	1455,2	2596,7 Ae	2131,7 Ac	2364,2
39	1393,6 Ae	904,8 Be	1149,2	2667,8 Ae	1987,5 Ac	2327,6
40	1586,1 Ae	1091,1 Bd	1338,6	2355,0 Ae	1839,1 Ac	2097,0
Médias	1902,4 A	1399,0 B		2935,4 A	2083,9 B	

¹= médias seguidas por uma mesma letra, minúscula numa mesma coluna e maiúscula numa mesma linha, não diferem entre si pelo teste Scott-Knott a 5% de probabilidade. Letras minúsculas comparam clones e letras maiúsculas comparam regimes de irrigação.

Os clones apresentaram incremento relativo em área foliar (IR-AF) diferenciado nos dois regimes de irrigação. No RI1 foram formados seis grupos e no RI2, quatro grupos. No grupo de menores valores no RI1 (940,1 a 2241,7%) estão 4 clones e o de maior IR-AF (9804,1%) é constituído apenas pelo clone 5. No RI2, o grupo de menores valores (609,3 a 1331,2%) engloba oito clones e o de maiores valores (3792,8 a 4868,6%), quatro clones, com destaque para o clone 5 com o maior valor (Tabela 6).

4.2. Características fisiológicas

A interação clones x regimes de irrigação (C x RI) foi não significativa ($p > 0,05$) apenas para potencial hídrico foliar (Ψ_f), eficiência intrínseca no uso da água (EUA_{intr}) e eficiência quântica do fotossistema II (Fv/Fm). Para essas duas características o efeito de clones também foi não significativo ($p > 0,05$). Nota-se, ainda, que o efeito do regime hídrico foi significativo ($p \leq 0,01$) para todas as características, revelando que o estresse hídrico imposto foi eficiente para alterar o metabolismo das plantas, fazendo com que houvesse redução expressiva destas características no regime de irrigação 2 (Tabela 7).

Os valores de coeficientes de variação experimental (CV), com base em GOMES (2000), foram baixos ($< 10\%$) para conteúdo relativo de água (CRA), eficiência quântica do fotossistema II (Fv/Fm) e teor relativo de clorofila total (UR); médios (10-20%) para taxa de assimilação líquida (A) e taxa de transpiração (E) e altos (20-30%) para das demais características. A magnitude do CV deve ser, contudo, analisada com cautela, pois vários fatores podem afetar as estimativas de CV como o número de repetições, a facilidade de avaliação da característica, o tipo de tratamento e a própria característica avaliada. Assim, para características difíceis de avaliar, em experimentos com baixo número de repetições e de tratamentos cujos efeitos dependem das condições ambientais, a despeito das que foram avaliadas, mesmo valores classificados com altos na escala de GOMES (2000) podem indicar boa precisão experimental.

Tabela 7. Quadrados médios, coeficientes de variação e médias do potencial hídrico foliar (Ψ_f , em MPa), conteúdo relativo de água (CRA, em %), eficiência quântica do fotossistema II (Fv/Fm), taxa de assimilação líquida (A, em $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$), condutância estomática (gs, em $\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$), taxa de transpiração (E, em $\text{mmol m}^{-2} \text{s}^{-1}$), eficiência instantânea do uso da água ($\text{EUA}_{\text{inst}}=A/\text{gs}$, em $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}/\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$) e eficiência intrínseca do uso da água ($\text{EUA}_{\text{intr}}=A/E$, em $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}/\text{mmol m}^{-2} \text{s}^{-1}$) e teor relativo de clorofila total (UR), em plantas de 40 clones de *Eucalyptus* spp. submetidas a dois regimes de irrigação (RI1 – sem limitação hídrica e RI2 – irrigação suspensa até o aparecimento de sintomas iniciais de murcha).

FV	Ψ_f	CRA	Fv/Fm	A	gs	E	EUA_{inst}	EUA_{intr}	UR
Bloco	4,561	268,3	0,00049	20,37	0,0551	15,47	1896,1	1,81	7,31
Clone	0,402 ^{ns}	41,5 ^{**}	0,00019 ^{**}	3,33 ^{**}	0,0195 ^{**}	1,89 ^{**}	131,2 [*]	0,18 ^{ns}	25,13 ^{**}
Regime Irrigação (RI)	114,433 ^{**}	35185,8 ^{**}	0,00271 ^{**}	3462,21 ^{**}	7,6945 ^{**}	1364,56 ^{**}	1349,4 ^{**}	17,51 ^{**}	1051,39 ^{**}
Clone * RI	0,215 ^{ns}	45,7 ^{**}	0,00014 ^{ns}	2,89 ^{**}	0,0095 ^{**}	1,16 ^{**}	145,4 [*]	0,24 ^{ns}	10,78 [*]
Erro	0,374	20,4	0,00011	1,47	0,0049	0,56	86,2	0,17	6,65
CV	44,55	5,61	1,27	15,92	22,00	15,53	29,47	25,38	6,81
Média	-1,37	80,6	0,823	7,6	0,318	4,84	31,5	1,64	37,8
H ²	0,068	0,507	0,424	0,557	0,749	0,701	0,343	0,077	0,735
CVg	4,26	2,01	0,39	6,31	13,42	8,41	7,53	2,58	4,01
CVg/CV	0,10	0,36	0,30	0,40	0,61	0,54	0,26	0,10	0,59

FV = fonte de variação; CV = coeficiente de variação (%); CVg = coeficiente de variação genotípico (%) H² = estimativa do coeficiente de determinação genotípico;
ns = não significativo pelo teste F ($p>0,05$); * e ** significativo pelo teste F ($p\leq 0,05$; $p\leq 0,01$, respectivamente).

As estimativas de H^2 para gs , E e UR foram de alta magnitude ($> 0,701$), sugerindo que esses caracteres encontram-se sob alto grau de controle genético, enquanto os demais caracteres apresentaram moderado controle genético ($0,343 < h^2 < 0,557$), com exceção do potencial hídrico foliar e EUA_{intr} , que apresentaram valores muito baixos, 0,068 e 0,077 respectivamente, indicando forte influência ambiental na manifestação dessas duas características.

Os valores de CVg/CV foram inferiores a 1,0 indicando uma condição pouco favorável à seleção nesta fase, pois a variação genética é menor que a ambiental.

O regime de irrigação 2 (RI2) reduziu em 152,6% o potencial hídrico foliar (Ψ_f) e em 24,6% a eficiência intrínseca do uso da água (EUA_{intr}), em relação ao regime hídrico 1 (RI1). Nas demais características, essa redução foi de 55% para a taxa de assimilação líquida (A), 65,4% para condutância estomática (gs), 56,9% para taxa de transpiração (E) e de 23% para o conteúdo relativo de água (CRA). Para a eficiência instântanea no uso da água (EUA_{inst}) houve um aumento de 13,9% no RI2 comparativamente ao RI1. Esse aumento verificado na EUA deve-se à redução, proporcionalmente, maior na condutância estomática em relação à redução na taxa de assimilação líquida (Tabelas 8, 9 e 10).

A taxa de assimilação líquida (A) não diferiu ($p > 0,05$) entre os clones no regime de irrigação 1 (RI1), mas no regime de irrigação 2 (RI2) os clones foram divididos em dois grupos (Tabela 8). Neste regime de irrigação, o grupo com menores valores de A (2,3 a 4,5 $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$) reuniu 27 clones, e representam os clones mais sensíveis a deficiência hídrica imposta; no outro grupo os 13 clones mostram-se menos sensíveis e, portanto, com maiores valores de taxa de assimilação líquida (4,8 a 6,7 $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$). Nota-se, ainda, que todos os clones apresentaram reduções significativas ($p \leq 0,05$) nos valores de A quando submetidos ao RI2.

Analisando os dados, pode-se relatar ainda que os clones que apresentaram uma alta taxa de fotossíntese em condições ideais não são os mesmos que apresentaram maiores taxa fotossintética em condições de restrição, ficando evidente que clones que fazem uma maior fotossíntese não possuem a capacidade de mantê-la quando a situação é de deficiência hídrica.

Os clones foram divididos em dois grupos quanto à condutância estomática (g_s), tanto no RI1 quanto no RI2. No RI1, o grupo com menores valores de g_s (0,340 a 0,465 mol m⁻² s⁻¹) reuniu 19 dos 40 clones e o grupo com maiores valores de g_s (0,475 a 0,587 mol m⁻² s⁻¹), reuniu os outros 21 clones. Para o RI2, 31 clones foram reunidos no grupo de menores valores de g_s (0,055 a 0,191 mol m⁻² s⁻¹) e os 9 clones restantes, com g_s entre 0,198 a 0,325 mol m⁻² s⁻¹, formaram o segundo grupo. Percebe-se, assim, que alguns clones com altos valores de g_s sob boa disponibilidade hídrica apresentaram alta taxa de redução nesta característica, agrupando-se no RI2 aos clones de menores valores de g_s . Dos clones com maiores valores de g_s no RI2, os clones 10, 11 e 14 aparecem no grupo com menores valores de g_s no RI1. Isto indica que esses clones alteram menos o metabolismo e, apesar de apresentarem maiores valores de g_s sob deficiência hídrica, apresentam baixos valores de trocas gasosas sob boa disponibilidade hídrica. Ainda, mesmo entre os clones com maiores valores de g_s no RI2, esses valores são 46,1%, 44,4% e 56,5% inferiores, respectivamente, para os clones 10, 11 e 14, aos observados no RI1 para esses mesmos clones. Todos os clones apresentaram redução significativa ($p \leq 0,05$) nos valores de g_s sob deficiência hídrica, com reduções variando de 43,9%, para o clone 3, a 88,8%, para o clone 1, sendo esse clone considerado o mais sensível a deficiência hídrica a partir dessa característica (Tabela 8).

De forma geral, comparando-se o comportamento dos clones nos dois regimes de irrigação, como esperado, os maiores valores das características foram obtidos no regime sem limitação de disponibilidade de água (RI1), demonstrando que sob estresse hídrico (RI2) houve inibição da fotossíntese, como consequência do fechamento dos estômatos, evidenciado pelos menores valores de g_s .

O fechamento estomático pode ser considerado como a terceira estratégia de defesa contra a seca, após a redução da área foliar e do aprofundamento do sistema radicular (TAIZ & ZEIGER, 2004). Estômatos devem funcionar para maximizar a assimilação enquanto diminui o dano de desidratação (PITA et al., 2005). No entanto, falta uma compreensão clara de como os sinais de estresse hídrico, percebidos na raiz e locais das folhas, são integrados para o controle da

condutância estomática e como eles diferem entre as plantas de tolerância à seca em estratégias diferentes (PITA et al., 2005).

O estresse hídrico limita a fotossíntese, tanto através dos estômatos limitando a troca gasosa, como pelo comprometimento metabólico (FLEXAS et al., 2002). A forte relação entre condutância estomática e vários parâmetros fotossintéticos levaram FLEXAS & MEDRANO (2002) a sugerirem o uso de condutância estomática como um parâmetro de referência para avaliar o grau de estresse hídrico. Além disso, a condutância estomática pode ser uma ferramenta útil no melhoramento genético para maior produtividade em ambientes propensos à seca, porque a condutância estomática fornece uma ligação crucial entre a perda de água pela transpiração e ganho de carbono (e, portanto, do crescimento) e entre a economia de água pelo fechamento dos estômatos e maior estresse por calor (PITA et al., 2005).

O comportamento dos clones quanto à taxa de transpiração (E) foi muito semelhante ao observado para condutância estomática. Nos dois regimes de irrigação os clones foram divididos em dois grupos. No RI1 21 clones, com E variando de 6,91 a 7,81 $\text{mmol m}^{-2} \text{s}^{-1}$, formaram o grupo de maiores valores de E e, o segundo grupo, com 19 clones, apresentou taxas de transpiração variando de 5,57 a 6,86 $\text{mmol m}^{-2} \text{s}^{-1}$. No RI2, houve um desequilíbrio na constituição dos dois grupos formados, sendo que o grupo de maiores valores de E (3,32 a 4,60 $\text{mmol m}^{-2} \text{s}^{-1}$) reuniu apenas 8 clones, ao passo que o grupo de menores valores de E (1,53 a 3,13 $\text{mmol m}^{-2} \text{s}^{-1}$) reuniu os 32 clones restantes. Todos os clones apresentaram reduções significativas nas taxas de transpiração no RI2. Essa redução variou de 38,6% para o clone 11 a 78,8% para o clone 1. Entre os oito clones de maiores valores de E no RI2, os clones 10 e 11, figuram entre os de menores valores de E no RI1 (Tabela 8), corroborando os resultados observados para condutância estomática. SILVA et al. (2003), estudando plantas de *Mimosa caesalpiniiifolia* (sabiá) obtiveram valores de redução para a taxa de transpiração em torno de 78% para as plantas estressadas; já com plantas de *Enterolobium contortisiliquum* (tamboril), os valores encontrados são semelhantes aos menores valores de redução apresentados neste trabalho, variando em torno de 42%.

Tabela 8. Médias de taxa de assimilação líquida (A , em $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$), condutância estomática (g_s , em $\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$) e taxa de transpiração (E , em $\text{mmol m}^{-2} \text{s}^{-1}$) em plantas de 40 clones de *Eucalyptus* spp. submetidas a dois regimes de irrigação (RI1 – sem limitação hídrica e RI2 – irrigação suspensa até o aparecimento de sintomas iniciais de murcha).

Clones	A				g_s				E						
	RI1	RI2	Médias		RI1	RI2	Médias		RI1	RI2	Médias				
1	10,48	Aa	2,30	Bb	6,39	0,489	Aa	0,055	Bb	0,272	7,22	Aa	1,53	Bb	4,38
2	10,17	Aa	2,98	Bb	6,58	0,467	Ab	0,100	Bb	0,283	6,69	Ab	1,86	Bb	4,27
3	9,60	Aa	4,16	Bb	6,88	0,340	Ab	0,191	Bb	0,265	5,57	Ab	3,13	Bb	4,35
4	10,11	Aa	3,05	Bb	6,58	0,400	Ab	0,083	Bb	0,241	6,28	Ab	1,83	Bb	4,05
5	10,40	Aa	4,11	Bb	7,26	0,469	Ab	0,163	Bb	0,316	6,45	Ab	2,59	Bb	4,52
6	11,35	Aa	3,83	Bb	7,59	0,513	Aa	0,140	Bb	0,327	7,27	Aa	2,43	Bb	4,85
7	10,96	Aa	6,61	Ba	8,79	0,548	Aa	0,264	Ba	0,406	7,46	Aa	4,03	Ba	5,74
8	11,52	Aa	4,25	Bb	7,88	0,481	Aa	0,179	Bb	0,330	7,14	Aa	2,93	Bb	5,03
9	10,87	Aa	4,39	Bb	7,63	0,445	Ab	0,185	Bb	0,315	6,69	Ab	2,99	Bb	4,84
10	10,78	Aa	5,40	Ba	8,09	0,424	Ab	0,229	Ba	0,326	6,44	Ab	3,54	Ba	4,99
11	10,83	Aa	6,20	Ba	8,52	0,437	Ab	0,243	Ba	0,340	6,44	Ab	3,95	Ba	5,19
12	10,21	Aa	5,75	Ba	7,98	0,489	Aa	0,228	Ba	0,358	7,01	Aa	3,49	Ba	5,25
13	10,84	Aa	4,44	Bb	7,64	0,512	Aa	0,175	Bb	0,343	7,23	Aa	2,78	Bb	5,01
14	11,00	Aa	5,42	Ba	8,21	0,455	Ab	0,198	Ba	0,326	6,81	Ab	3,12	Bb	4,96
15	11,14	Aa	3,14	Bb	7,14	0,461	Ab	0,142	Bb	0,301	6,86	Ab	2,47	Bb	4,66
16	10,64	Aa	6,69	Ba	8,67	0,584	Aa	0,325	Ba	0,454	7,72	Aa	4,60	Ba	6,16
17	10,03	Aa	2,47	Bb	6,25	0,374	Ab	0,109	Bb	0,241	6,30	Ab	2,09	Bb	4,19
18	11,35	Aa	5,16	Ba	8,25	0,475	Aa	0,205	Ba	0,340	6,91	Aa	3,32	Ba	5,11
19	12,16	Aa	4,12	Bb	8,14	0,537	Aa	0,134	Bb	0,335	7,50	Aa	2,38	Bb	4,94
20	12,00	Aa	4,45	Bb	8,22	0,571	Aa	0,166	Bb	0,368	7,81	Aa	2,94	Bb	5,38
21	10,72	Aa	4,31	Bb	7,52	0,403	Ab	0,140	Bb	0,271	6,30	Ab	2,60	Bb	4,45
22	10,85	Aa	3,17	Bb	7,01	0,529	Aa	0,086	Bb	0,308	7,38	Aa	1,92	Bb	4,65
23	10,94	Aa	4,91	Ba	7,92	0,521	Aa	0,144	Bb	0,332	7,37	Aa	2,90	Bb	5,14
24	10,88	Aa	6,67	Ba	8,78	0,491	Aa	0,261	Ba	0,376	7,26	Aa	4,12	Ba	5,69
25	11,13	Aa	5,48	Ba	8,30	0,432	Ab	0,165	Bb	0,299	6,50	Ab	2,99	Bb	4,75
26	10,15	Aa	4,13	Bb	7,14	0,509	Aa	0,108	Bb	0,308	6,99	Aa	2,40	Bb	4,69
27	10,68	Aa	3,60	Bb	7,14	0,362	Ab	0,095	Bb	0,229	5,87	Ab	2,10	Bb	3,99
28	11,05	Aa	3,87	Bb	7,46	0,452	Ab	0,150	Bb	0,301	6,69	Ab	2,57	Bb	4,63
29	11,00	Aa	4,82	Ba	7,91	0,407	Ab	0,150	Bb	0,278	6,58	Ab	2,81	Bb	4,69
30	11,08	Aa	4,01	Bb	7,55	0,487	Aa	0,164	Bb	0,325	7,05	Aa	2,68	Bb	4,87
31	11,50	Aa	5,23	Ba	8,37	0,587	Aa	0,307	Ba	0,447	7,62	Aa	4,12	Ba	5,87
32	11,00	Aa	3,52	Bb	7,26	0,476	Aa	0,170	Bb	0,323	7,08	Aa	2,47	Bb	4,77
33	10,66	Aa	3,94	Bb	7,30	0,453	Ab	0,093	Bb	0,273	6,84	Ab	2,14	Bb	4,49
34	11,09	Aa	3,96	Bb	7,53	0,523	Aa	0,173	Bb	0,348	7,52	Aa	2,85	Bb	5,18
35	11,67	Aa	3,18	Bb	7,43	0,428	Ab	0,125	Bb	0,277	6,67	Ab	2,14	Bb	4,41
36	12,54	Aa	4,13	Bb	8,33	0,507	Aa	0,142	Bb	0,324	7,35	Aa	2,59	Bb	4,97
37	11,22	Aa	4,23	Bb	7,73	0,576	Aa	0,127	Bb	0,352	7,44	Aa	2,33	Bb	4,89
38	11,05	Aa	2,70	Bb	6,87	0,416	Ab	0,075	Bb	0,246	6,58	Ab	1,57	Bb	4,08
39	10,54	Aa	4,89	Ba	7,71	0,438	Ab	0,184	Bb	0,311	6,61	Ab	2,93	Bb	4,77
40	10,99	Aa	4,37	Bb	7,68	0,493	Aa	0,189	Bb	0,341	7,03	Aa	3,11	Bb	5,07
Médias	10,93		4,35			0,47		0,16			6,91		2,78		

¹= médias seguidas por uma mesma letra, minúscula numa mesma coluna e maiúscula numa mesma linha, não diferem entre si pelo teste Scott-Knott a 5% de probabilidade. Letras minúsculas comparam clones e letras maiúsculas comparam regimes de irrigação.

A taxa de transpiração, à semelhança de outras características analisadas, também foi altamente afetada pela baixa disponibilidade hídrica. Isto comprova que a limitação na disponibilidade hídrica afeta todas as características relacionadas à fotossíntese, assim como também o aumento da temperatura aumenta a demanda evaporativa da atmosfera ao provocar aumentos na deficiência de pressão de vapor, o que tende a intensificar a transpiração (TONELLO & FILHO, 2007). Entretanto, na ausência de um suprimento adequado de água, a transpiração excessiva gera uma deficiência hídrica nas folhas, estimulando o fechamento dos estômatos e reduzindo a transpiração.

De forma geral, as mudas com menores potenciais hídricos (Tabela 9), apresentaram menores taxas de transpiração. Este comportamento indica que, conforme a planta apresenta maiores restrições de água no solo, ou seja, água disponível para suas necessidades fisiológicas, ela também exercerá restrições na abertura de seus estômatos para liberação de água para a atmosfera (TONELLO & FILHO, 2007).

O conteúdo relativo de água (CRA) não diferiu entre os clones no RI1, mas no RI2 os clones dividiram-se em dois grupos, com CRA variando de 61,5% a 69,8% no grupo de menores valores e de 70,2% a 79,8% no grupo com maiores valores. Todos os clones apresentaram reduções significativas no CRA no RI2. Mesmo no grupo com maiores valores de CRA, que reuniu 21 clones, os valores observados indicam que as plantas encontravam-se com limitações no aparato fotossintético, pois plantas com CRA, em geral, inferiores a 75% já apresentam limitações nas atividades fisiológicas (SMIT & SINGELS, 2006). A redução no CRA variou de 14,3% no clone 29 a 33,2% no clone 4 (Tabela 9).

FREITAS et al. (2007) em estudo com *Euterpe edulis* Mart. (açazeiro), concluíram que o teor relativo de água diminuiu nas plantas sob estresse hídrico devido à baixa quantidade de água no solo e com a transpiração, a planta perde água para a atmosfera tornando-se murcha, uma vez que a planta não consegue retirar água do solo.

Para a característica eficiência quântica do fotossistema II (Fv/Fm) houve a formação de dois grupos entre as médias dos clones, com os menores valores variando de 0,818 a 0,824 e os maiores valores entre 0,825 a 0,833, do que

Tabela 9. Médias de potencial hídrico foliar (Ψ_f , em MPa), conteúdo relativo de água (CRA, em %) e eficiência quântica do fotossistema II (Fv/Fm) de plantas de 40 clones de *Eucalyptus* spp. submetidas a dois regimes de irrigação (R11 – sem limitação hídrica e R12 – irrigação suspensa até o aparecimento de sintomas iniciais de murcha).

Clones	Ψ_f			CRA			Fv/Fm		
	R11	R12	Médias	R11	R12	Médias	R11	R12	Médias
1	-0,71	-1,94	-1,33 a	90,8 Aa	65,9 Bb	78,3	0,819	0,816	0,818 b
2	-1,05	-2,03	-1,54 a	93,7 Aa	64,2 Bb	78,9	0,815	0,828	0,821 b
3	-0,61	-1,88	-1,24 a	90,3 Aa	66,8 Bb	78,5	0,820	0,816	0,818 b
4	-0,86	-2,48	-1,67 a	92,1 Aa	61,5 Bb	76,8	0,824	0,821	0,823 b
5	-0,69	-2,45	-1,57 a	93,0 Aa	63,6 Bb	78,3	0,820	0,832	0,826 a
6	-0,95	-1,98	-1,46 a	94,1 Aa	72,2 Ba	83,1	0,823	0,836	0,830 a
7	-0,63	-2,03	-1,33 a	92,0 Aa	71,7 Ba	81,8	0,814	0,838	0,826 a
8	-0,86	-2,29	-1,58 a	91,8 Aa	65,5 Bb	78,7	0,825	0,830	0,827 a
9	-1,26	-2,73	-1,99 a	92,0 Aa	62,0 Bb	77,0	0,829	0,820	0,824 a
10	-0,69	-1,74	-1,22 a	89,5 Aa	69,8 Bb	79,6	0,816	0,832	0,824 b
11	-0,61	-1,61	-1,11 a	90,9 Aa	73,5 Ba	82,2	0,822	0,819	0,821 b
12	-0,56	-1,44	-1,00 a	94,6 Aa	71,2 Ba	82,9	0,818	0,816	0,817 b
13	-0,88	-1,71	-1,29 a	90,2 Aa	67,9 Bb	79,1	0,822	0,834	0,828 a
14	-0,80	-2,03	-1,41 a	92,3 Aa	67,5 Bb	79,9	0,827	0,826	0,827 a
15	-0,69	-1,63	-1,16 a	93,2 Aa	73,3 Ba	83,3	0,826	0,822	0,824 b
16	-0,88	-1,99	-1,43 a	91,2 Aa	75,3 Ba	83,3	0,815	0,829	0,822 b
17	-0,78	-2,68	-1,73 a	89,5 Aa	67,3 Bb	78,4	0,819	0,828	0,823 b
18	-0,79	-1,86	-1,33 a	91,6 Aa	67,8 Bb	79,7	0,818	0,822	0,820 b
19	-0,79	-2,58	-1,68 a	89,8 Aa	64,8 Bb	77,3	0,819	0,832	0,825 a
20	-0,70	-2,10	-1,40 a	92,5 Aa	68,3 Bb	80,4	0,809	0,830	0,820 b
21	-0,68	-1,76	-1,22 a	91,1 Aa	74,5 Ba	82,8	0,817	0,822	0,820 b
22	-1,26	-2,16	-1,71 a	88,6 Aa	68,8 Bb	78,7	0,831	0,824	0,827 a
23	-0,89	-2,09	-1,49 a	88,8 Aa	73,1 Ba	81,0	0,812	0,818	0,815 b
24	-0,54	-1,39	-0,96 a	91,4 Aa	71,9 Ba	81,7	0,823	0,822	0,823 b
25	-0,86	-1,30	-1,08 a	92,2 Aa	77,8 Ba	85,0	0,821	0,824	0,822 b
26	-0,66	-1,88	-1,27 a	91,8 Aa	65,6 Bb	78,7	0,818	0,825	0,821 b
27	-0,93	-2,10	-1,51 a	89,6 Aa	66,4 Bb	78,0	0,830	0,837	0,833 a
28	-0,80	-2,35	-1,58 a	90,6 Aa	76,2 Ba	83,4	0,824	0,838	0,831 a
29	-0,56	-1,64	-1,10 a	93,1 Aa	79,8 Ba	86,5	0,828	0,826	0,827 a
30	-0,75	-2,13	-1,44 a	91,8 Aa	66,5 Bb	79,1	0,808	0,814	0,811 b
31	-0,70	-1,69	-1,19 a	89,8 Aa	74,7 Ba	82,3	0,822	0,825	0,824 b
32	-0,90	-1,65	-1,28 a	91,5 Aa	70,2 Ba	80,9	0,810	0,832	0,821 b
33	-0,65	-2,45	-1,55 a	89,4 Aa	73,8 Ba	81,6	0,819	0,823	0,821 b
34	-0,54	-1,70	-1,12 a	90,5 Aa	73,8 Ba	82,2	0,811	0,829	0,820 b
35	-0,58	-2,16	-1,37 a	89,4 Aa	68,6 Bb	79,0	0,832	0,830	0,831 a
36	-1,10	-1,65	-1,38 a	90,2 Aa	72,9 Ba	81,6	0,824	0,841	0,832 a
37	-0,75	-1,90	-1,33 a	90,7 Aa	72,6 Ba	81,6	0,820	0,826	0,823 b
38	-0,53	-1,68	-1,10 a	91,8 Aa	74,3 Ba	83,0	0,827	0,825	0,826 a
39	-0,91	-2,29	-1,60 a	90,3 Aa	71,3 Ba	80,8	0,828	0,837	0,833 a
40	-0,69	-1,80	-1,24 a	89,3 Aa	75,7 Ba	82,5	0,828	0,823	0,825 a
Médias	-0,78 A	-1,97 B		91,2	70,2		0,821 B	0,827 A	

¹= médias seguidas por uma mesma letra, minúscula numa mesma coluna e maiúscula numa mesma linha, não diferem entre si pelo teste Scott-Knott a 5% de probabilidade. Letras minúsculas comparam clones e letras maiúsculas comparam regimes de irrigação.

depreende-se que não houve danos ao fotossistema II pela deficiência hídrica induzida. Uma possível explicação para esse resultado é que o experimento foi conduzido em casa de vegetação revestida por um filme de plástico na parte superior e por telas que interceptam a luz solar nas laterais, amenizando assim a radiação que incide sobre as plantas.

A eficiência instantânea de uso na água (EUA_{inst}) não diferiu entre os clones no RI1, mas no RI2 os clones foram divididos em dois grupos. O grupo com maiores valores de EUA_{inst} (34,6 a 48,0 $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}/\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$) reuniu 18 clones e o grupo com menores valores de EUA_{inst} (20,2 a 33,3 $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}/\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$), reuniu os 22 clones restantes. Diferenças significativas entre os dois regimes de irrigação ocorreram apenas para os clones 22, 23, 37 e 40, em que os mesmos apresentaram menores valores de EUA_{inst} no RI1. As alterações na EUA_{inst} não apresentaram uma tendência definida. Nos clones que reduziram a EUA no RI2, essa redução variou de 0,4% no clone 39 a 38,6% no clone 17; para os clones cuja EUA_{inst} foi maior no RI2, esse aumento variou de 8,1% no clone 38 a 49,3% no clone 22 (Tabela 10).

De acordo com PITA et al. (2005), com o aumento da seca a redução na taxa de fotossíntese líquida é proporcionalmente menor que a redução condutância estomática, levando a um aumento na eficiência no uso da água. A maior eficiência do uso da água (EUA) pode estar relacionada ou a um maior crescimento e/ou fotossíntese ou a menor taxa de fechamento dos estômatos. Ainda, de acordo com esses autores, a tendência da eficiência intrínseca do uso da água (EUA_{intr}) aumentar com os estômatos fechados, significa que selecionar para aumento da EUA_{intr} pode, muitas vezes, ser o mesmo que selecionar para baixa produtividade. Contudo, a maximização a longo prazo da eficiência no uso da água não implica, necessariamente, na maximização contínua da razão EUA_{intr} , pois as plantas apresentam um contínuo de respostas à seca, variando de trocas gasosas, predominantemente, à ajustes morfológicos em toda planta. A longo prazo, a expressão de todas essas respostas é que determinará a produtividade.

SOUZA et al. (2001) observaram que as respostas das plantas associadas à eficiência no uso da água não foram constantes durante o experimento, ou seja, as diferenças entre os tratamentos não foram mantidas com o decorrer dos dias.

Tabela 10. Médias de eficiência instantânea do uso da água ($EUA_{inst}=A/gs$, em $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}/\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$), eficiência intrínseca do uso da água ($EUA_{intr}=A/E$, em $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}/\text{mmol m}^{-2} \text{s}^{-1}$) e teor relativo de clorofila total (UR) em plantas de 40 clones de *Eucalyptus* spp. submetidas a dois regimes de irrigação (R11 – testemunha e R12 – irrigação suspensa até o aparecimento de sintomas iniciais de murcha).

Clones	EUA_{inst}			EUA_{intr}			UR							
	R11	R12	Médias	R11	R12	Médias	R11	R12	Médias					
1	23,9	Aa	32,5	Ab	28,2	1,58	1,19	1,39	a	34,2	Ab	36,4	Ab	35,3
2	32,2	Aa	41,0	Aa	36,6	1,93	1,45	1,69	a	34,9	Bb	38,9	Ab	36,9
3	38,9	Aa	26,6	Ab	32,8	2,18	1,15	1,67	a	33,4	Bb	38,9	Ab	36,2
4	38,8	Aa	36,9	Aa	37,9	2,12	1,43	1,78	a	37,3	Ba	42,7	Aa	40,0
5	35,1	Aa	27,9	Ab	31,5	2,13	1,15	1,64	a	33,3	Bb	39,2	Ab	36,2
6	27,0	Aa	39,7	Aa	33,3	1,80	1,58	1,69	a	39,0	Aa	38,2	Ab	38,6
7	25,0	Aa	31,5	Ab	28,3	1,68	1,50	1,59	a	38,3	Aa	39,9	Ab	39,1
8	30,4	Aa	33,3	Ab	31,8	1,90	1,46	1,68	a	36,9	Ba	43,3	Aa	40,1
9	31,6	Aa	27,8	Ab	29,7	1,90	1,31	1,61	a	35,8	Ba	36,5	Ab	36,1
10	33,2	Aa	25,5	Ab	29,4	2,05	1,22	1,64	a	32,5	Bb	38,0	Ab	35,2
11	34,1	Aa	30,4	Ab	32,2	2,06	1,45	1,75	a	36,0	Aa	36,6	Ab	36,3
12	25,8	Aa	29,2	Ab	27,5	1,65	1,37	1,51	a	32,4	Bb	38,1	Ab	35,3
13	25,1	Aa	29,3	Ab	27,2	1,68	1,28	1,48	a	32,2	Bb	39,9	Ab	36,0
14	30,0	Aa	35,3	Aa	32,7	1,89	1,49	1,69	a	34,0	Bb	38,3	Ab	36,1
15	32,0	Aa	22,5	Ab	27,3	1,97	0,97	1,47	a	37,7	Aa	40,5	Aa	39,1
16	20,3	Aa	30,9	Ab	25,6	1,51	1,43	1,47	a	34,3	Ab	35,2	Ab	34,7
17	32,9	Aa	20,2	Ab	26,6	1,93	0,76	1,35	a	33,8	Bb	39,0	Ab	36,4
18	30,4	Aa	34,6	Aa	32,5	2,00	1,44	1,72	a	39,3	Aa	42,0	Aa	40,7
19	27,1	Aa	35,4	Aa	31,3	1,84	1,41	1,63	a	38,4	Ba	46,6	Aa	42,5
20	24,0	Aa	30,0	Ab	27,0	1,76	1,26	1,51	a	36,2	Ba	41,4	Aa	38,8
21	36,7	Aa	43,8	Aa	40,2	2,04	1,67	1,86	a	36,8	Aa	38,1	Ab	37,4
22	24,4	Ba	48,0	Aa	36,2	1,62	2,18	1,90	a	34,8	Bb	38,8	Ab	36,8
23	26,2	Ba	45,7	Aa	36,0	1,80	1,85	1,83	a	37,2	Aa	39,4	Ab	38,3
24	26,0	Aa	29,9	Ab	27,9	1,74	1,39	1,56	a	38,1	Ba	42,1	Aa	40,1
25	34,3	Aa	43,5	Aa	38,9	2,12	1,68	1,90	a	34,9	Ab	38,1	Ab	36,5
26	28,7	Aa	32,8	Ab	30,7	1,81	1,29	1,55	a	35,5	Ab	38,4	Ab	37,0
27	39,7	Aa	31,3	Ab	35,5	2,27	1,23	1,75	a	39,4	Aa	40,7	Aa	40,0
28	31,3	Aa	35,1	Aa	33,2	1,98	1,39	1,69	a	37,8	Aa	41,0	Aa	39,4
29	32,0	Aa	42,4	Aa	37,2	1,89	1,80	1,85	a	38,3	Aa	40,8	Aa	39,6
30	25,3	Aa	34,9	Aa	30,1	1,75	1,38	1,56	a	36,7	Ba	41,0	Aa	38,8
31	22,7	Aa	21,4	Ab	22,1	1,71	0,98	1,35	a	35,3	Ab	37,8	Ab	36,5
32	27,4	Aa	30,8	Ab	29,1	1,79	1,27	1,53	a	33,8	Bb	41,4	Aa	37,6
33	28,0	Aa	34,7	Aa	31,4	1,81	1,44	1,63	a	36,6	Aa	39,6	Ab	38,1
34	23,1	Aa	28,8	Ab	26,0	1,63	1,19	1,41	a	36,0	Ba	41,1	Aa	38,5
35	32,6	Aa	26,8	Ab	29,7	2,07	1,14	1,60	a	36,6	Aa	39,7	Ab	38,1
36	27,3	Aa	38,0	Aa	32,7	1,93	1,48	1,70	a	37,6	Aa	37,1	Ab	37,3
37	22,8	Ba	42,4	Aa	32,6	1,71	1,69	1,70	a	33,7	Bb	42,0	Aa	37,9
38	33,8	Aa	36,8	Aa	35,3	2,01	1,42	1,71	a	39,5	Aa	39,9	Ab	39,7
39	30,8	Aa	30,6	Ab	30,7	1,90	1,38	1,64	a	37,0	Ba	41,6	Aa	39,3
40	27,4	Ba	44,3	Aa	35,9	1,88	2,14	2,01	a	37,5	Aa	39,9	Ab	38,7
Médias	29,46	B	33,57	B		1,88	1,41			36,1	B	39,70	A	

¹= médias seguidas por uma mesma letra, minúscula numa mesma coluna e maiúscula numa mesma linha, não diferem entre si pelo teste Scott-Knott a 5% de probabilidade. Letras minúsculas comparam clones e letras maiúsculas comparam regimes de irrigação.

De maneira geral, o fechamento dos estômatos não contribuiu para otimizar a eficiência no uso da água nas plantas sob estresse, como pode ser observado em alguns trabalhos, em que a razão A/E tende a ser superior em condições de deficiência hídrica (SOUZA et al., 2001).

Para o teor relativo de clorofila total (UR), houve diferenciação entre os regimes de irrigação. No R11, formaram-se dois grupos, o de menores valores variando entre 32,2 a 35,3 e os maiores valores entre 35,8 a 39,5. No R12, também, foram formados dois grupos, com valores entre 35,2 a 39,9 para o grupo de menores valores e entre 40,5 e 46,6 para o grupo de maiores valores (Tabela 10). Em geral, menores valores de UR foram verificados no R11, o que pode ser atribuído a um possível efeito de diluição de nutrientes, principalmente o nitrogênio, em função do maior crescimento das plantas verificado nessa condição.

4.3. Análise de agrupamento

Os clones nos dois regimes hídricos foram classificados em oito grupos. No grupo I estão 38 clones, dos quais 34 referem-se ao regime de irrigação 1 (sem limitação hídrica); os outros seis clones nesse regime estão alocados no grupo III (4 clones) e no grupo VII (clone 13) e VIII (clone 5). No regime de irrigação 2 (com suspensão da irrigação até o aparecimento de sintomas iniciais de murcha), 31 clones estão presentes no grupo II, dois clones no grupo IV e dois no grupo V e um clone no grupo VI, além dos quatro clones que se uniram aos 34 clones do regime de irrigação 1 no grupo I (Tabela 11). Como houve boa separação dos clones em função do regime de irrigação, optou-se por avaliar o comportamento dos mesmos em cada regime de irrigação, no conjunto das características avaliadas (Tabelas 12 e 13).

Considerando-se apenas o R11 (sem limitação hídrica), os clones foram classificados em sete grupos, sendo que no grupo I estão 26 clones, no grupo II cinco clones, no grupo III três clones, nos grupos IV e V dois clones em cada, no

Tabela 13. Agrupamento pelo algoritmo de otimização de Tocher obtido a partir de dez características biométricas e nove características fisiológicas avaliadas em mudas de 40 clones de eucalipto no regime de irrigação 2 (RI2 – irrigação suspensa até o aparecimento de sintomas iniciais murcha).

Grupo	Clones															
I	27	35	20	26	8	39	18	37	34	28	36	6	33	38	21	29
	40	30	2	10	3	11	22									
II	14	32	24	15	31											
III	23	25														
IV	1	4	17													
V	9															
VI	19															
VII	5															
VIII	12															
IX	13															
X	7															
XI	16															

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).

Com base na análise de agrupamento nas três situações acima (Tabelas 11, 12 e 13) e nas médias de cada característica associada aos grupos formados nessas situações (Tabelas 14, 15 e 16) algumas considerações podem ser feitas. O clone 5 (Tabelas 11 e 14) no RI2 (5E) forma, isoladamente o grupo VI. Esse clone apresentou o menor incremento relativo em número de folhas, porém um alto incremento em matéria seca de folhas e em área foliar, indicando que provavelmente este clone apresentava folhas grandes. Também apresentou menor conteúdo relativo de água, baixa taxa de assimilação líquida, de condutância estomática e de taxa de transpiração. Portanto, esse clone pode ser considerado com sensível a deficiência hídrica.

Ainda com base nas Tabelas 11 e 14, no grupo I foram agrupados 34 clones do RI1 e quatro clones do RI2. Esses quatro clones, quando se considerou

a análise apenas do RI2 (Tabelas 13 e 16) separaram-se em outros três grupos. Destes, o clone 16 foi o único que ficou em um grupo isolado apresentando um dos maiores valores das características biométricas, como incremento relativo em número de folhas, em matéria seca de folhas e em área foliar e nas características fisiológicas como conteúdo relativo de água, taxa de assimilação líquida, condutância estomática e taxa de transpiração. Os outros três clones também tiveram comportamento semelhante ao clone 16, podendo em um primeiro momento considerá-los como tolerantes à seca.

No RI1, os clones 5 e 13 se destacaram em grupos isolados (Tabelas 12 e 15). Entre esses dois clones, o clone 5 apresentou maiores valores em relação às características biométricas (IR-NF, IR-MSF, IR-AF); já nas características fisiológicas (A , gs , E), o clone 5 obteve um dos menores valores, com exceção para o CRA.

A análise das distâncias intra e intergrupos é muito útil para a recomendação de clones para cruzamentos visando programas de hibridação ou para o desenvolvimento de populações segregantes, no caso específico, para estudo de herança das características fisiológicas associadas à tolerância a deficiência hídrica. Assim, deve-se buscar cruzamentos entre clones pertencentes a grupos distintos, mas que ao mesmo tempo apresentem boa diferenciação. Diante disto e considerando os resultados apresentados nas Tabelas 17, 18 e 19, para cada uma das situações avaliadas na divergência genética, pode-se recomendar cruzamentos entre clones pertencentes aos seguintes grupos: 1) considerando-se os dois regimes de irrigação simultaneamente - grupos II e VIII (Tabela 17), recomendando o cruzamento do clone 5 (grupo VIII) com algum dos clones do grupo II; 2) considerando-se o desempenho dos clones no RI1 (sem limitação hídrica) - os grupos V e VII foram os mais divergentes (maior distância – Tabela 18); portanto, o cruzamento novamente entre o clone 5 com o clone 20 ou 36; 3) considerando-se o comportamento dos clones no RI2 (irrigação suspensa até o aparecimento de sintomas iniciais de murcha) – recomenda-se o cruzamentos entre clones dos grupos VI e XI, ou seja, entre os clones 19 e 16 (Tabela 19).

Outro ponto a ser considerado é que além da divergência “per se”, deve-se considerar, também, a produtividade de cada um dos clones envolvidos nos cruzamentos recomendados, em que deve-se priorizar cruzamentos entre materiais genéticos divergentes, porém com boa capacidade produtiva. No estágio em que foi realizada essa pesquisa, informações sobre a capacidade produtiva dos clones pode ter uma importância secundária, sendo interessante obter essa informação em plantas com idade mais avançada, preferencialmente na idade de colheita florestal.

Tabela 14. Médias associados aos grupos obtidos pelo algoritmo de otimização de Tocher a partir de 10 características biométricas e nove características fisiológicas avaliadas em mudas de 40 clones de eucalipto submetidos a dois regimes de irrigação

Grupo	Incremento Relativo (IR) em:																UR		
	RPA	MAF	ALT	DC	NF	MSF	MSC	MSR	MSPA	AF	Ψ_i	CRA	Fv/Fm	A	gs	E		EUA _{inst}	EUA _{intr}
I	0,339	0,7017	127,5	144,2	832,1	1825,6	1468,1	1301,2	1635,0	2508,1	-0,81	87,3	0,799	10,30	0,447	6,54	28,6	1,78	35,6
II	0,373	0,7110	120,3	130,4	638,3	1314,8	1306,9	1014,0	1288,1	1822,1	-2,05	72,4	0,854	4,23	0,158	2,72	34,8	1,44	41,3
III	0,322	0,7199	184,4	225,3	1213,7	3709,4	2452,5	1791,3	3040,7	4625,6	-0,96	92,0	0,821	11,00	0,452	6,77	30,9	1,92	34,6
IV	0,273	0,8103	112,9	115,4	1344,1	2831,5	1557,3	1030,3	2098,9	3869,5	-1,69	75,5	0,821	5,19	0,154	2,94	44,6	1,77	38,8
V	0,457	0,5914	132,9	159,5	890,6	2025,5	1992,8	2764,0	1989,0	2502,9	-2,22	65,0	0,827	4,42	0,180	2,89	28,6	1,30	38,2
VI	0,348	0,7819	152,9	129,2	399,4	4376,2	1912,9	1101,3	2763,3	4868,6	-2,45	63,6	0,832	4,11	0,163	2,59	27,9	1,15	39,2
VII	0,357	0,7793	124,5	153,5	930,0	3779,5	2158,5	5209,4	2923,2	3056,5	-0,88	90,2	0,822	10,84	0,512	7,23	25,1	1,68	32,2
VIII	0,358	0,6946	215,3	152,1	1176,3	7509,8	2100,4	1896,3	3968,0	9804,1	-0,69	93,0	0,820	10,40	0,469	6,45	35,1	2,13	33,3

RPA - relação raiz-parte aérea; MAF - massa por área de folhas ($g\ dm^{-2}$); incremento relativo em altura (ALT, %), em diâmetro do coleto (DC, %), em número de folhas (NF, %), em massa de matéria seca de folhas (MSF, %), de caule (MSC, %), de raízes (MSR, %), da parte aérea (MSPA, %) e em área foliar (AF, %); Ψ_i - potencial hídrico foliar (MPa); CRA - conteúdo relativo de água (%); Fv/Fm - eficiência quântica do fotossistema II; A - taxa de assimilação líquida ($\mu mol\ m^{-2}\ s^{-1}$); gs - condutância estomática ($mol\ m^{-2}\ s^{-1}$); E - taxa de transpiração ($mmol\ m^{-2}\ s^{-1}$); EUA_{inst} - eficiência instantânea no uso da água (A/g_s , $\mu mol\ m^{-2}\ s^{-1}/mmol\ m^{-2}\ s^{-1}$); EUA_{intr} - eficiência intrínseca no uso da água da transpiração (A/E , $\mu mol\ m^{-2}\ s^{-1}/mmol\ m^{-2}\ s^{-1}$) e UR - teor relativo de clorofila total.

Tabela 15. Médias associados aos grupos obtidos pelo algoritmo de otimização de Tocher a partir de 10 características biométricas e nove características fisiológicas avaliadas em mudas de 40 clones de eucalipto no regime de irrigação 1 (R1) – testemunha: sem limitação na disponibilidade hídrica).

Grupo	Incremento Relativo (IR) em:																	UR	
	RPA	MAF	ALT	DC	NF	MSF	MSC	MSR	MSPA	AF	Ψ_f	CRA	Fv/Fm	A	gs	E	EUA _{inst}		EUA _{INTR}
I	0,348	0,7243	131,7	151,3	834,2	1818,1	1460,1	1345,5	1632,2	2463,4	-0,71	91,3	0,821	10,9	0,475	6,94	29,0	1,86	36,5
II	0,334	0,6906	193,1	209,0	1142,2	3352,7	2637,5	1688,3	2927,3	4150,5	-0,95	92,2	0,825	10,8	0,433	6,57	33,7	2,00	35,5
III	0,336	0,6936	117,1	145,0	1430,4	2815,0	1822,5	1356,7	2252,0	3886,1	-1,01	89,6	0,819	10,8	0,545	7,49	23,6	1,64	35,4
IV	0,369	0,7367	156,6	152,5	718,5	1784,3	1535,1	1670,3	1686,0	2086,9	-0,77	89,9	0,825	10,1	0,351	5,72	39,3	2,23	36,4
V	0,368	0,8431	88,7	114,7	545,2	1143,5	999,1	1246,5	1086,4	1627,8	-0,90	91,4	0,817	12,3	0,539	7,60	25,7	1,85	36,9
VI	0,357	0,7793	124,5	153,5	930,0	3779,5	2158,5	5209,4	2923,2	3056,5	-0,88	90,2	0,822	10,8	0,512	7,20	25,1	1,68	32,2
VII	0,358	0,6946	215,3	152,1	1176,3	7509,8	2100,4	1896,3	3968,0	9804,1	-0,69	93,0	0,820	10,4	0,469	6,50	35,1	2,13	33,3

RPA - relação raiz-parte aérea; MAF - massa por área de folhas ($g\ dm^{-2}$); incremento relativo em altura (ALT, %), em diâmetro do coleto (DC, %), em número de folhas (NF, %), em massa de matéria seca de folhas (MSF, %), de caule (MSC, %), de raízes (MSR, %), da parte aérea (MSPA, %) e em área foliar (AF, %); Ψ_f - potencial hídrico foliar (MPa); CRA - conteúdo relativo de água (%); Fv/Fm - eficiência quântica do fotossistema II; A - taxa de assimilação líquida ($\mu mol\ m^{-2}\ s^{-1}$); gs - condutância estomática ($mol\ m^{-2}\ s^{-1}$); E - taxa de transpiração ($mmol\ m^{-2}\ s^{-1}$); EUA_{inst} - eficiência instantânea no uso da água ($A/gs, \mu mol\ m^{-2}\ s^{-1}/mol\ m^{-2}\ s^{-1}$); EUA_{INTR} - eficiência intrínseca no uso da água da transpiração ($A/E, \mu mol\ m^{-2}\ s^{-1}/mmol\ m^{-2}\ s^{-1}$) e UR - teor relativo de clorofila total.

Tabela 16. Médias associados aos grupos obtidos pelo algoritmo de otimização de Tocher a partir de 10 características biométricas e nove características fisiológicas avaliadas em mudas de 40 clones de eucalipto no regime de irrigação 2 (RI2 – estressado: irrigação suspensa até o aparecimento de sintomas iniciais de deficiência hídrica).

Grupo	Incremento Relativo (IR) em:																	UR	
	RPA	MAF	ALT	DC	NF	MSF	MSC	MSR	MSPA	AF	Ψ_f	CRA	Fv/Fm	A	gs	E	EUA _{inst}		EUA _{intr}
I	0,362	0,6960	105,8	116,1	618,9	1122,8	1115,2	905,4	1101,5	1633,3	-1,96	70,8	0,827	4,16	0,150	2,64	35,3	1,47	39,9
II	0,345	0,6752	141,0	161,6	773,5	2214,9	1634,2	1120,6	1912,5	3075,2	-1,68	71,6	0,825	4,80	0,215	3,26	28,0	1,22	40,0
III	0,273	0,8103	112,9	115,4	1344,1	2831,5	1557,3	1030,3	2098,9	3869,5	-1,69	75,5	0,821	5,19	0,154	2,94	44,6	1,77	38,8
IV	0,347	0,6154	163,1	125,2	575,8	1354,4	1759,7	1046,5	1519,3	1848,5	-2,36	64,9	0,822	2,61	0,082	1,82	29,9	1,13	39,3
V	0,526	0,5148	131,6	175,6	977,9	1674,2	2145,4	1621,7	1884,5	2782,7	-2,73	62,0	0,820	4,39	0,185	2,99	27,8	1,31	36,5
VI	0,415	0,6273	99,3	158,2	432,2	1665,8	2062,5	1925,0	1822,4	1408,7	-2,58	64,8	0,832	4,12	0,134	2,38	35,4	1,41	46,6
VII	0,348	0,7819	152,9	129,2	399,4	4376,2	1912,9	1101,3	2763,3	4868,6	-2,45	63,6	0,832	4,11	0,163	2,59	27,9	1,15	39,2
VIII	0,614	0,6972	124,1	111,9	259,5	943,8	1231,1	1397,0	1067,3	934,4	-1,44	71,2	0,816	5,75	0,228	3,49	29,2	1,37	38,1
IX	0,387	0,6681	134,3	143,4	803,3	2376,9	1840,3	3906,3	2093,4	2223,0	-1,71	67,9	0,834	4,44	0,175	2,78	29,3	1,28	39,9
X	0,172	0,8387	120,4	189,4	405,4	624,6	1175,1	984,1	813,7	825,1	-2,03	71,7	0,838	6,61	0,264	4,03	31,5	1,50	39,9
XI	0,291	0,5665	114,3	128,6	1200,2	2263,7	1565,4	887,3	1863,2	4085,9	-1,99	75,3	0,829	6,69	0,325	4,60	30,9	1,43	35,2

RPA - relação raiz-parte aérea; MAF - massa por área de folhas ($g\ dm^{-2}$); incremento relativo em altura (ALT, %), em diâmetro do coleto (DC, %), em número de folhas (NF, %), em massa de matéria seca de folhas (MSF, %), de caule (MSC, %), de raízes (MSR, %), de raízes (MSPA, %) e em área foliar (AF, %); Ψ_f - potencial hídrico foliar (MPa); CRA - conteúdo relativo de água (%); Fv/Fm - eficiência quântica do fotossistema II; A - taxa de assimilação líquida ($\mu mol\ m^{-2}\ s^{-1}$); gs - condutância estomática ($mol\ m^{-2}\ s^{-1}$); E - taxa de transpiração ($mmol\ m^{-2}\ s^{-1}$); EUA_{inst} - eficiência instantânea no uso da água ($A/gs, \mu mol\ m^{-2}\ s^{-1}/mol\ m^{-2}\ s^{-1}$); EUA_{intr} - eficiência intrínseca no uso da água da transpiração ($A/E, \mu mol\ m^{-2}\ s^{-1}/mmol\ m^{-2}\ s^{-1}$) e UR - teor relativo de clorofila total.

Tabela 17. Distâncias intra e intergrupos formados pelo algoritmo de otimização de Tocher obtido a partir de dez características biométricas e nove características fisiológicas avaliadas em mudas de 40 clones de eucalipto submetidos a dois regimes de irrigação.

Grupos	n	Soma	Média
1	703	700,6722	0,9967
1 x 2	1178	1761,495	1,4953
1 x 3	152	206,2137	1,3567
1 x 4	76	106,9573	1,4073
1 x 5	76	119,7937	1,5762
1 x 6	38	62,7575	1,6515
1 x 7	38	63,013	1,6582
1 x 8	38	79,9249	2,1033
2	465	481,7961	1,0361
2 x 3	124	249,3936	2,0112
2 x 4	62	81,1652	1,3091
2 x 5	62	82,443	1,3297
2 x 6	31	41,7861	1,3479
2 x 7	31	69,5207	2,2426
2 x 8	31	82,9009	2,6742
3	6	4,8259	0,8043
3 x 4	8	12,8654	1,6082
3 x 5	8	14,0292	1,7536
3 x 6	4	6,8939	1,7235
3 x 7	4	5,885	1,4712
3 x 8	4	5,7674	1,4419
4	1	0,6986	0,6986
4 x 5	4	6,1858	1,5465
4 x 6	2	2,6523	1,3262
4 x 7	2	4,0244	2,0122
4 x 8	2	4,1183	2,0591
5	1	1,209	1,209
5 x 6	2	2,6424	1,3212
5 x 7	2	3,4605	1,7302
5 x 8	2	4,8095	2,4047
6	1	-	-
6 x 7	1	2,0074	2,0074
6 x 8	1	2,0125	2,0125
7	1	-	-
7 x 8	1	1,9482	1,9482
8	1	-	-

Tabela 18. Distâncias intra e intergrupos formados pelo algoritmo de otimização de Tocher obtido a partir de dez características biométricas e nove características fisiológicas avaliadas em mudas de 40 clones de eucalipto no regime de irrigação 1 (RI1 – sem limitação na disponibilidade hídrica).

Grupos	n	Soma	Média
1	325	375,6017	1,1557
1 x 2	130	189,7786	1,4598
1 x 3	78	107,7331	1,3812
1 x 4	52	76,4335	1,4699
1 x 5	52	73,3667	1,4109
1 x 6	26	43,8494	1,6865
1 x 7	26	53,8632	2,0717
2	10	10,5633	1,0563
2 x 3	15	22,5618	1,5041
2 x 4	10	15,3823	1,5382
2 x 5	10	19,8209	1,9821
2 x 6	5	8,0622	1,6124
2 x 7	5	7,561	1,5122
3	3	3,3531	1,1177
3 x 4	6	11,7516	1,9586
3 x 5	6	9,6471	1,6079
3 x 6	3	4,5746	1,5249
3 x 7	3	6,0827	2,0276
4	1	1,2021	1,2021
4 x 5	4	7,9806	1,9952
4 x 6	2	4,0417	2,0208
4 x 7	2	4,1338	2,0669
5	1	1,2994	1,2994
5 x 6	2	3,8038	1,9019
5 x 7	2	5,219	2,6095
6	1	-	-
6 x 7	1	1,9763	1,9763
7	1	-	-

Tabela 19. Distâncias intra e intergrupos formados pelo algoritmo de otimização de Tocher obtido a partir de dez características biométricas e nove características fisiológicas avaliadas em mudas de 40 clones de eucalipto no regime de irrigação 2 (RI2 – irrigação suspensa até o aparecimento de sintomas iniciais de murcha).

Grupos	N	Soma	Média	Grupos	n	Soma	Média
1	253	280,4439	1,1085	5	1	-	-
1 x 2	115	161,9451	1,4082	5 x 6	1	1,4181	1,4181
1 x 3	46	69,9698	1,5211	5 x 7	1	1,543	1,543
1 x 4	69	95,7105	1,3871	5 x 8	1	1,6041	1,6041
1 x 5	23	37,2148	1,618	5 x 9	1	1,4997	1,4997
1 x 6	23	33,301	1,4479	5 x 10	1	1,9623	1,9623
1 x 7	23	41,3389	1,7973	5 x 11	1	1,5686	1,5686
1 x 8	23	30,3657	1,3202	6	1	-	-
1 x 9	23	39,1129	1,7006	6 x 7	1	1,6192	1,6192
1 x 10	23	34,0822	1,4818	6 x 8	1	1,7334	1,7334
1 x 11	23	39,3363	1,7103	6 x 9	1	1,3842	1,3842
2	10	11,6224	1,1622	6 x 10	1	1,7222	1,7222
2 x 3	10	14,2231	1,4223	6 x 11	1	2,1159	2,1159
2 x 4	15	22,9082	1,5272	7	1	-	-
2 x 5	5	7,0383	1,4077	7 x 8	1	2,0364	2,0364
2 x 6	5	7,5943	1,5189	7 x 9	1	1,6438	1,6438
2 x 7	5	7,0908	1,4182	7 x 10	1	2,0871	2,0871
2 x 8	5	7,2736	1,4547	7 x 11	1	1,7781	1,7781
2 x 9	5	7,3296	1,4659	8	1	-	-
2 x 10	5	7,6059	1,5212	8 x 9	1	1,6863	1,6863
2 x 11	5	6,6371	1,3274	8 x 10	1	1,6173	1,6173
3	1	0,8954	0,8954	8 x 11	1	1,7244	1,7244
3 x 4	6	11,0746	1,8458	9	1	-	-
3 x 5	2	3,6411	1,8205	9 x 10	1	1,8933	1,8933
3 x 6	2	3,778	1,889	9 x 11	1	1,8474	1,8474
3 x 7	2	3,268	1,634	10	1	-	-
3 x 8	2	3,676	1,838	10 x 11	1	1,647	1,647
3 x 9	2	3,5273	1,7636	11	1	-	-
3 x 10	2	3,7398	1,8699				
3 x 11	2	2,7971	1,3986				
4	3	3,6119	1,204				
4 x 5	3	4,1118	1,3706				
4 x 6	3	4,1619	1,3873				
4 x 7	3	4,8099	1,6033				
4 x 8	3	5,077	1,6923				
4 x 9	3	5,1487	1,7162				
4 x 10	3	5,8994	1,9665				
4 x 11	3	6,1948	2,0649				

5. CONCLUSÕES

Os clones de eucalipto apresentam reduções nos valores das características biométricas e fisiológicas sob deficiência hídrica.

Alguns clones apresentam melhor ajuste nas características fisiológicas sob baixa disponibilidade hídrica.

Os clones 11, 16, 24 e 31 são mais tolerantes e os clones 1, 4, 5, 17 e 19 são os mais sensíveis à deficiência hídrica, sendo recomendados para continuidade de estudos sobre tolerância a deficiência hídrica.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- 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.
- 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.
- BALL, R.A.; OOSTERHUIS, D.M.; MAUROMOUSTAKOS, A. Growth dynamics of the cotton plant during water-deficit stress. **Agronomy Journal**, Madison, v.86, p. 788-795, 1994.
- 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.
- BEEVER, D. Os transgênicos e o futuro da agricultura. **Biotecnologia e Desenvolvimento**, Brasília, n. 15, p. 4-7, 2000.
- BENIN, G.; CARVALHO, F. I. F.; ASSMANN, I. C.; CIGOLINI, J.; CRUZ, P. J.; MARCHIORO, V. S.; LORENCETTI, C.; SILVA, J. A. G. Identificação de 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.

- BERGAMASCHI H. Desenvolvimento de déficit hídrico em culturas. In: BERGAMASCHI, H. **Agrometeorologia aplicada à irrigação**. Porto Alegre: UFRGS, Ed. Universidade, p.25-32, 1992.
- BLUM, A.; JOHNSON, J.W.; RAMSEUR, E.L. The effect of a drying top soil and a possible non-hydraulic root signal on wheat growth and yield. **Journal of Experimental Botany**, Oxford, v.42, n.243, p.1225-1231, 1991.
- BOHNERT, H.J.; SHEVELEVA, E. Plant stress adaptations – metabolism move. **Current Opinion in Plant Biology**, United Kingdom, v. 1, p.267-274, 1998.
- BOYER, J. S. Plant productivity and environment potential for increasing crop plant productivity, genotypic selection. **Science**, Cambridge, v. 218, p. 443-448, 1982.
- BRAY, E. A.; BAILE-SERRES, J.; WERETILNYK, E. Response to abiotic stress. In: BUCHANAN, B. B.; GRUISSEM, W.; JONES, R. L. (eds). **Biochemistry and molecular biology of plants**. Rockville: American Society of Plant Physiologists, p. 1158-1203, 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, p. 95-105, 2005.
- CARLESSO, R. Absorção de água pelas plantas: água disponível versus extrível e a produtividade das culturas. **Revista Ciência Rural**, Santa Maria, v.25, n.1, p.183-188, 1995.
- CARVALHO, C. J. R. Respostas de plantas de *Schizolobium amazonicum* [S. *parahyba* var. *amazonicum*] e *Schizolobium parahyba* [*Schizolobium parahyba*] à deficiência hídrica. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 29, p.907-914, 2005.
- 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.
- CASAGRANDE, E.C.; FARIAS, J.R.B.; NEUMAIR, N.; OYA, T.; PEDROSO, J.; MARTINS, P.K.; BRETON, M.C.; NEPONUCENO, A.L. Expressão gênica diferencial durante o déficit hídrico em soja. **Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal**, Viçosa, v. 13, n. 2, p. 168-184, 2001.
- CATSKY, J. Water saturation deficit (relative water content). In: SLAVIK, B.,ed. **Methods of studying plant water relations**. Berlin: Springer-Verlag, p. 136-154, 1974.
- CHAVES, M.M. Effects of water deficits on carbon assimilation. **Journal of Experimental Botany**, Oxford, v. 42, p. 1-16, 1991.
- CHAVES, M. M.; MAROCO J.P.; PEREIRA, J.S. Understanding plant responses to drought – from genes to the whole plant. **Functional Plant Biology**, Dordrecht: Kluwer, v. 30, p.239-264, 2003.
- CORNIC, G.; MASSACCI, A. Lesf photosynthesis under drought stress. In: Baker, N. (ed) **Photosynthesis and the enviroment**. New York: Kluwer Academic Publishers, p. 347-366, 1996.
- 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. **Programa Genes**: Versão Windows, aplicativo computacional em genética e estatística. Viçosa: Editora Folha de Viçosa, 648 p., 2001.
- CRUZ, C. D.; CARNEIRO, P. C. S. **Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético**. Viçosa: UFV, v. 2, 585p., 2003.
- CRUZ, C. D.; CARVALHO, S. P.; VENCOVSKY, 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.

- CRUZ, C. D.; REGAZZI, A. J. **Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético**. Viçosa: UFV, 390 p., 1994.
- ECKSTEIN, K.; ROBINSON, J.C. Physiological response of banana (Musa AAA; Cavendish sub-group) in subtropics. IV. Seasonal responses of leaf gas exchange to short-term water stress. **Journal of Horticultural Science**, Kent, v. 71, p. 679-692, 1996.
- ELDRIDGE, K.; DAVIDSON, J.; HARWOOD, C.; WYK, G. van. **Eucalypt domestication and breeding**. Oxford, Clarendon, 288 p., 1993.
- EMBRAPA – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Cultivo do Eucalipto. Disponível em: http://sistemasdeprodução.cnptia.embrapa.br/Eucalipto/CultivocoEucalipto/01_Importânciaeconomica.htm. Acesso em: 15 junho 2010.
- 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, p. 15-18, 2000.
- FERREIRA, D. F. Análises estatísticas por meio do SISVAR para Windows versão 4.0. In: REUNIÃO ANUAL DA REGIÃO BRASILEIRA DA SOCIEDADE INTERNACIONAL DE BIOMETRIA, 45., 2000, São Carlos, SP. **Anais...** UFSCAR, São Carlos, SP, p. 255-258, 2000.
- FLEXAS, J. ESCALONA, J. M.; MEDRANO, H. Water stress inducee different photosynthesis and electrón transport rate regulation in grapevine. **Plant, Cell and Environment**, Blackwell Science Ltd. v. 22, p. 39-48, 1999.

- FLEXAS, J.; BOTA, J.; ESCALONA, J.M.; SAMPOL, B.; MEDRANO, H. Effects of drought on photosynthesis in grapevines under field conditions. **Functional Plant Biology**, Dordrecht: Kluwer, v. 29, p. 461-471, 2002.
- FLEXAS, J.; MEDRANO, H. Drought-inhibition of photosynthesis in C₃ plants: stomatal and non-stomatal limitations revisited. **Annals of Botany**, Oxford, v. 89, p. 183-189, 2002.
- FLEXAS, J.; BOTA, J.; GALMÉS, J.; MEDRANO, H.; RIBAS-CARBÓ. Keeping a positive carbon balance under adverse conditions: responses of photosynthesis and respiration to water stress. **Physiologia Plantarum**, Copenhaguen, v. 127, p. 343-352, 2006.
- 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.
- FREITAS, J. M. N.; CARVALHO, K. S.; LOBATO, A. K. S.; CASTRO, D. S.; MAIA, P. S. P.; OLIVEIRA NETO, C. F.; COSTA, R. C. L. Atividade da redutase do nitrato, conteúdo relativo de água e teores de clorofilas solúveis totais em folhas de açaizeiro (*Euterpe edulis* Mart.) submetidas ao déficit hídrico e ao alagamento. **Revista Brasileira de Biociência**, Porto Alegre, v. 5, p. 924-926, 2007.
- GESCH, R.W.; KENEFICK, D.G.; KOEPKE, J.A. Leaf water adjustment and maintenance in hard red wheat. **Crop Science**, Madison, v. 32, p. 180-186, 1992.
- GOLDMANN, I.L.; CARTER, T.E. Jr., PATTERSON, R.P. A detrimental interaction of subsoil aluminum and drought stress on the leaf water status of soybean. **Agronomy Journal**, Madison, v.81, n.3, p.461-463, 1989.
- GOMES, F. P. **Curso de estadística experimental**. 14. ed. Piracicaba: Ed. F P Gomes, 477 p., 2000.
- GONÇALVES, J. L. M.; van RAIJ, B.; GONÇALVES, J. Q. Florestas. In: van RAIJ, B.; CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J. A.; FURLANI, A. M. C. (Ed.)

Recomendações de adubação e calagem para o Estado de São Paulo. 2 ed. Campinas: Instituto Agrônomo/Fundação IAC, 1997. p. 247-259. (Boletim Técnico, 100), 1997.

HEITHOLT, J.J.; JOHNSON, R.C.; FERRIS, D.M. Stomatal limitation to carbon dioxide assimilation in nitrogen and drought-stressed wheat. **Crop Science**, Madison, v.31, p.133-139, 1991.

IPEF – Instituto de Pesquisas e Estudos Florestais. BEPP – Brasil *Eucalyptus* Produtividade Potencial. Disponível em: <http://www.ipef.br/bepp/>. Acesso em: 15 junho 2010.

KELLING, C.R.S. **Efeito da disponibilidade de água no solo sobre os componentes do balanço hídrico e o rendimento do feijoeiro.** Dissertação Mestrado. Santa Maria: UFSM, p. 91, 1995.

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

LAWLOR, D. W. The effects of water deficit on photosynthesis. In: SMIRNOFF, N. (ed). **Environment and plant metabolism-flexibility and acclimation.** Oxford: Bios Scientific Publisher, p. 129-160, 1995.

LIBERATO, M. A. R.; GONÇALVES, J. F. C.; CHEVREUIL, L. R.; NINA JÚNIOR, A. R.; FERNANDES, A. V.; SANTOS JÚNIOR, U. M. Leaf water potential, gas exchange and chlorophyll *a* fluorescence in acariquara seedlings (*Minquartia guianensis* Aubl.) under water stress and recovery. **Brazilian Journal of Plant Physiology**, Londrina, v. 18, p.315-323, 2006.

LOBATO, A. K. S.; OLIVEIRA NETO, C. F.; COSTA, R. C. L.; SANTOS FILHO, B. G.; CRUZ, F. J. R.; LAUGHINGHOUSE, H. D. Biochemical and physiological behavior of *Vigna unguiculata* (L.) walp. under water stress during the vegetative phase. **Asian Journal of Plant Sciences**, Pakistan, v. 7, n. 1, p. 44-49, 2008.

LOPEZ, F. B.; CHAUHAN, Y.S.; JOHANSEN, C. Effects of timing of drought stress on leaf area development and canopy light interception of short-duration

pigeonpea. **Journal of Agronomy and Crop Science**, California, v. 178, n. 1, p. 1-7, 2008.

LOPES, B.F.; SETER, T.L.; McDAVID, C.R. Photosynthesis and water vapor exchange of pigeon pea leaves in response to water deficit and recovery. **Crop Science**, Madison, v.28, p.141-145, 1988.

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.

LUDLOW, M.M.; MUCHOW, R.C. A critical evaluation of trits for improving crop yields in water-limited environments. **Advance in Agronomy**, New York, v. 43, p. 107-153, 1990.

MCCORMICK, A. J.; CRAMER, M. D.; WATT, D. A. Culm sucrose accumulation promotes physiological decline of mature leaves in ripening sugarcane. **Field Crops Research**, Ontario, v. 108, n. 3, p. 250-258, 2008.

MERCHANT, A.; CALLISTER, A.; ARNDT, S.; TAUSZ, M.; ADAMS, M. Contrasting physiological responses of six *Eucalyptus* species to water deficit. **Annals of Botany**, Oxford, v. 100, p.1507-1515, 2007.

MOLINARI, H. B. C.; MARUR, C. J.; DAROS, E.; CAMPOS, M. K. F.; CARVALHO, J. F. R. P.; BESPALHOK-FILHO, J. C.; PEREIRA, L. F. P.; VIEIRA, L. G. E. Evaluation of the stress-inducible production of proline in transgenic sugarcane (*Saccharum* ssp.): osmotic adjustment, chlorophyll fluorescence and oxidative stress. **Physiologia Plantarum**, Copenhaguen, v. 130, n. 2, p. 218-229, 2007.

MORGAN, J.A.; Le CAIN, D.R. Leaf gas exchange and related leaf traits among 15 winter wheat genotypes. **Crop Science**, Madison, v.31, p.443-448, 1991.

MORGAN, J.M. Adaptation to water deficits in three grain legume species. Mechanisms of turgor maintenance. **Field Crops Research**, Ontario, v. 29, p. 91-106, 1991.

- MORONI, M.T.; WORLEDGE, D.; BEADLE, C.L. Root distribution of *Eucalyptus nitens* and *E. globulus* in irrigated and droughted soil. **Forest Ecology and Management**, Elsevier Science B. V., v. 177, p. 399-407, 2003.
- 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.
- NGUGI, M. R.; DOLEY, D.; HUNT, M. A.; RYAN, P.; DART, P. Physiological responses to water stress in *Eucalyptus cloeziana* and *E. argophloia* seedlings. **Trees**, Berlin, v. 18, p.381-389, 2004.
- NGUGI, M. R.; HUNT, M. A.; DOLEY, D.; RYAN, P.; DART, P. Dry matter production and allocation in *Eucalyptus cloeziana* and *Eucalyptus argophloia* seedlings in response to soil water deficits. **New Forests**, Netherlands, v. 26, p. 187-200, 2003a.
- NGUGI, M. R.; HUNT, M. A.; DOLEY, D.; RYAN, P.; DART, P. Effects of soil water availability on water use efficiency of *Eucalyptus cloeziana* and *Eucalyptus argophloia* plants. **Australian Journal of Botany**, Austrália, v. 51, p.159-166, 2003b.
- 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.
- 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.

PEREIRA, J. S.; PALARDY, S. Water stress limitations to tree productivity. In: Pereira, J. S.; Landsberg, J. J. (ed). **Biomass production by fast-growing trees**. Dordrecht: Kluwer Academic, p. 37-56, 1989.

PEREIRA, F. H. F.; CRUZ, C. D. Comparação de métodos de agrupamento para estudo da diversidade genética de cultivares de arroz. **Revista Cerne**, Lavras, v. 50, n. 287, p. 41-69, 2003.

PETIT, J. R.; JOUZEL, J.; RAYNAUD, D.; BARKOV, N. I.; BARNOLA, J. M.; BASILE, I.; BENDER, M.; CHAPPELLAZ, J.; DAVIS, M.; DELAYGUE, G.; DELMOTTE, M.; KOTLYAKOV, V. M.; LEGRAND, M.; LIPENKOV, V. Y.; LORIOUS, C.; PÉPIN, L.; RITZ, C.; SALTZMAN, E.; STIEVENARD, M. Climate and atmospheric history of the past 420,000 years from the Vostok ice core, Antarctica. **Nature**, Antarctica, v. 399, p. 429-436, 1999.

PINHEIRO, H.A. et al. Drought tolerance is associated with rooting depth and stomatal control of water use in clones of *Coffea canephora*. **Annals of Botany**, Oxford, v. 96, p. 101-108, 2005.

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*. **Investigación Agraria: Sistemas y Recursos Forestales**, v. 14, p. 383-393, 2005.

POLIZEL, A. M. **Avaliações moleculares, morfo-anatômicas e fisiológicas de soja geneticamente modificada com a construção *rd29A:DREB1A* de *Arabidopsis thaliana*, visando tolerância à seca**. 2007. 125 f. Dissertação

(Mestrado em Genética e Biologia Molecular) – Universidade Estadual de Londrina. Londrina, 2007.

- REIS, G. G.; REIS, M. G. F.; FONTAN, I. C. I.; MONTE, M. A.; GOMES, N. A.; OLIVEIRA, C. H. R. Crescimento de raízes e da parte aérea de clones de híbridos de *Eucalyptus grandis* x *Eucalyptus urophylla* e de *Eucalyptus camaldulensis* x *Eucalyptus* spp submetidos a dois regimes de irrigação no campo. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 30, p.921-931, 2006.
- RITCHIE, S.W.; NGUYEN, H.T.; HOLADAY, A.S. Leaf water content and gas-exchange parameters of two wheat genotypes differing in drought resistance. **Crop Science**, Madison, v.30, p.105-111, 1990.
- 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.
- SCHULZE, E. D.; HALL, A. E. Stomatal responses, water loss and CO₂ assimilation rates of plants in contrasting environment. In: Lange, O. L.; Nobel, P. S.; Osmond, C. B.; Ziegler, H. (ed). **Encyclopedia of plant physiology**. v. 12. Physiological plant ecology ecosystem process. Berlin: Springer-Verlag, p. 263-324, 1982.
- SEKI, M.; UMEZAWA, T.; URANO, K.; SHINOZAKI, K. Regulatory metabolic networks in drought stress responses. **Current Opinion in Plant Biology**, United Kingdom, v. 10, p. 296:302, 2007.
- SHULAEV, V.; CORTES, D.; MILLER, G.; MITTLER, R. Metabolomics for plant stress response. **Physiologia Plantarum**, Copenhaguen, v. 132, p. 199-208, 2008.
- SILVA, M. A.; JIFON, J. L.; DA SILVA, J. A. G.; SHARMA, V. Use of physiological parameters as fast tools to screen for drought tolerance in sugarcane. **Brazilian Journal of Plant Physiology**, Londrina, v. 19, n. 3, p. 193-201, 2007.

- 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 Brasileira**, v. 17, p. 231-246, 2003.
- SLOT, M.; POOTER, L. Diversity of tropical tree seedling responses to drought. **Biotropica**, v. 39, p.683-690, 2007.
- SMIT, M. A.; SINGELS, S. The response of sugarcane canopy development to water stress. **Field Crops Research**, Ontario, v. 98, n. 2-3, p. 91-97, 2006.
- SOUZA, C. R.; SOARES, A. M.; REGINA, M. A. Trocas gasosas de mudas de videira, obtidas por dois porta-enxertos, submetidas à deficiência hídrica. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 36, n. 10, p. 1221-1230, 2001.
- 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.
- TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. 3. ed. Porto Alegre: Artmed, 719 p., 2004.
- TAJI, T.; OHSUMI, C.; IUCHI, S.; SEKI, M.; KASUGA, M.; KOBAYASHI, M.; YAMAGUCHI-SHINZAKI, K.; SHINOZAKI, K. Important roles of drought - and cold – inducible genes for galactinol synthase in stress tolerance in *Arabidopsis thaliana*. **Plant**, v. 29, p. 417-426, 2002.
- TARDIEU, F.; SIMMONNEAU, T. Variability among species of stomatal control under fluctuating soil water status and evaporative demand: modeling isohydric and anisohydric behaviours. **Journal of Experimental Botany**, Oxford, v. 49, p.419-432, 1998.

- TONELLO, K.C.; FILHO, J.T. Respostas fisiológicas de dois clones de eucalipto submetidos a diferentes potenciais hídricos. In: Seminário de Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica do Paraíba do Sul: o Eucalipto e o Ciclo Hidrológico, I, Taubaté, SP. **Anais....** p. 287-294, 2007.
- TURNER, N.C. Further progress in crop water relations. **Advances in Agronomy**, Nigeria, v. 58, p. 293-338, 1997.
- TYREE, M. T.; ENGELBRECHT, B. M. J.; VARGAS G.; KURSAR, T. A. Desiccation tolerance of five tropical seedlings in Panama. Relationship to a field assessment of drought performance. **Plant Physiology**, São Carlos, v. 132, p. 1439-1447, 2003.
- VALLADARES, F.; SÁNCHEZ-GÓMEZ, D. Ecophysiological traits associated with drought in Mediterranean tree seedlings: individual responses versus interspecific trends in eleven species. **Plant Biology**, v. 8, p.688-697, 2006.
- VCP – Votorantim Celulose e Papel. Disponível em: <http://www.vcp.com.br/Institucional/Empresa/Curiosidades/default.htm>, 2005. Acesso em 15 junho 2010.
- VCP – Votorantim Celulose e Papel. Disponível em: http://www.vcp.com.br/losango/ptb/florestas/florestas_eucalipto_noBrasil.asp, 2006. Acesso em 15 junho 2010.
- VELLINI, A. L. T. T.; PAULA, N. F.; ALVES, P. L. C. A.; PAVANI, L. C.; BONINE, C. A. V.; SCARPINATI, E. A.; PAULA, R. C. Respostas fisiológicas de diferentes clones de eucalipto sob diferentes regimes de irrigação. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 32, n. 4, p. 651-663, 2008.
- VENKOVSKY, R. Herança quantitativa. In: PATERNIANI, E. **Melhoramento e produção de milho**. Piracicaba: Fundação Cargill, p. 137-214, 1987.
- VENTURA, A.; BERENGUT, G.; VICTOR, M. A. M. Características edafo-climáticas das dependências do Serviço Florestal do Estado de São Paulo. **Silvicultura em São Paulo**, São Paulo, v. 4-5, n. 4, p. 57-140, 1965/66.

- WARWICK, N. W. M.; THUKTEN. Water relations of phyllodinous and non-phyllodinous *Acacias*, with particular reference to osmotic adjustment. **Physiologia Plantarum**, v. 127, p.393-403, 2006.
- WHITE, D. A.; TURNER, N. C.; GALBRAITH, J. H. Leaf water relations and stomatal behavior of four allopatric *Eucalyptus* species planted in Mediterranean southwestern Australia. **Tree Physiology**, Victoria, v. 20, p. 1157–1165, 2000.
- WIKBERG, J.; ÖGREN, E. Interrelationships between water use and growth traits in biomass-producing willows. **Trees**, Berlin, v. 18, p.70-76, 2004.
- 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.

APÊNDICES

Tabela 1 A – Valores absolutos médios iniciais das características: relação raiz-parte aérea (RPA), massa por área de folhas (MAF, g dm⁻²), altura (ALT, cm), diâmetro do coleto (DC, mm) e número de folhas (NF) em plantas de 40 clones de *Eucalyptus* spp. (media de 8 repetições)

Clones	RPA	MAF	ALT	DC	NF
1	0,350 a2	0,8539 a3	22,0 a2	2,39 a2	12,3 a2
2	0,392 a2	0,8688 a3	17,8 a1	2,06 a1	8,0 a1
3	0,435 a2	0,8032 a3	20,0 a2	2,11 a1	8,5 a1
4	0,594 a3	0,9149 a3	15,2 a1	2,08 a1	10,1 a1
5	0,780 a4	0,8326 a3	18,0 a1	2,00 a1	5,4 a1
6	0,583 a3	1,2315 a5	18,5 a1	2,38 a2	6,3 a1
7	0,159 a1	0,7321 a2	21,5 a2	1,98 a1	8,5 a1
8	0,457 a2	1,1682 a5	26,1 a4	2,87 a3	9,4 a1
9	0,641 a3	0,7439 a2	18,6 a1	1,95 a1	7,5 a1
10	0,314 a1	1,0573 a4	21,4 a2	2,53 a2	8,8 a1
11	0,497 a3	0,9513 a4	21,0 a2	2,20 a1	9,8 a1
12	0,483 a3	0,7098 a2	21,2 a2	2,10 a1	9,9 a1
13	0,210 a1	0,6263 a1	19,1 a1	2,15 a1	7,0 a1
14	0,540 a3	0,6015 a1	16,9 a1	1,97 a1	7,0 a1
15	0,775 a4	1,0478 a4	17,5 a1	1,79 a1	6,8 a1
16	0,587 a3	0,9957 a4	23,4 a3	2,28 a1	5,3 a1
17	0,511 a3	0,7473 a2	24,1 a3	2,33 a1	6,9 a1
18	0,294 a1	1,0180 a4	26,6 a4	2,30 a1	7,5 a1
19	0,424 a2	0,5222 a1	23,4 a3	1,94 a1	10,0 a1
20	0,391 a2	1,1911 a5	22,7 a2	2,37 a2	17,3 a3
21	0,534 a3	0,8431 a3	26,9 a4	2,76 a3	11,0 a2
22	0,544 a3	0,8176 a3	22,9 a2	2,21 a1	8,1 a1
23	0,492 a3	1,0120 a4	24,0 a3	2,54 a2	5,6 a1
24	0,487 a3	1,1000 a5	22,1 a2	2,16 a1	12,9 a2
25	0,562 a3	1,1164 a5	22,3 a2	2,22 a1	7,8 a1
26	0,255 a1	1,0743 a4	22,0 a2	2,65 a3	8,9 a1
27	0,328 a1	0,8966 a3	19,0 a1	2,44 a2	17,0 a3
28	0,612 a3	0,9492 a4	25,7 a4	2,69 a3	7,6 a1
29	0,374 a2	1,0696 a4	22,7 a2	2,24 a1	14,5 a3
30	0,554 a3	1,0830 a5	27,3 a4	2,46 a2	10,4 a1
31	0,582 a3	1,0241 a4	21,3 a2	2,18 a1	5,6 a1
32	0,579 a3	1,0301 a4	17,4 a1	1,70 a1	7,3 a1
33	0,515 a3	0,8643 a3	32,5 a5	2,61 a2	13,0 a2
34	0,505 a3	1,0865 a5	23,7 a3	2,67 a3	12,3 a2
35	0,392 a2	1,0592 a4	24,6 a3	2,12 a1	9,1 a1
36	0,312 a1	1,1246 a5	27,2 a4	2,94 a3	11,0 a2
37	0,369 a2	0,8587 a3	26,8 a4	2,59 a2	8,5 a1
38	0,448 a2	0,9748 a4	30,6 a5	2,89 a3	11,6 a2
39	0,412 a2	1,1512 a5	25,5 a4	2,51 a2	7,8 a1
40	0,388 a2	0,9800 a4	15,8 a1	1,85 a1	7,1 a1

Médias seguidas por uma mesma letra e número não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott ($p>0,05$)

Tabela 2 A – Valores absolutos médios iniciais das características: massa de matéria seca de folhas (MSF, g planta⁻¹), de caule (MSC, g planta⁻¹), de raízes (MSR, g planta⁻¹), da parte aérea (MSPA, g planta⁻¹), área foliar (AF, dm²) e número de estômatos na face abaxial (Est-Ab) e adaxial (Est-Ad) em plantas de 40 clones de *Eucalyptus* spp. (média de 4 repetições)

Clones	MSF	MSC	MSR	MSPA	AF	Est-Ab	Est-Ad
1	0,417 a3	0,279 a2	0,243 a3	0,696 a2	0,5242 a4	6,09 a1	3,38 a2
2	0,420 a3	0,233 a1	0,251 a3	0,653 a2	0,4873 a4	6,58 a1	3,41 a2
3	0,390 a3	0,241 a1	0,265 a3	0,631 a2	0,4865 a4	6,06 a1	3,17 a2
4	0,327 a2	0,182 a1	0,301 a3	0,509 a1	0,3645 a3	5,82 a1	2,90 a1
5	0,093 a1	0,177 a1	0,200 a2	0,270 a1	0,1048 a1	5,77 a1	2,94 a1
6	0,490 a3	0,597 a5	0,580 a5	1,087 a4	0,3967 a3	5,03 a1	2,89 a1
7	0,517 a3	0,270 a2	0,110 a1	0,787 a3	0,7045 a5	6,23 a1	2,99 a1
8	0,447 a3	0,374 a3	0,377 a4	0,821 a3	0,3819 a3	6,73 a1	3,42 a2
9	0,210 a1	0,169 a1	0,227 a2	0,379 a1	0,2767 a2	6,22 a1	3,44 a2
10	0,410 a3	0,265 a2	0,210 a2	0,675 a2	0,3918 a3	5,41 a1	2,80 a1
11	0,333 a2	0,220 a1	0,275 a3	0,553 a2	0,3563 a3	6,7 a1	3,75 a2
12	0,310 a2	0,234 a1	0,250 a3	0,544 a2	0,4366 a3	6,28 a1	3,28 a2
13	0,183 a1	0,205 a1	0,080 a1	0,389 a1	0,2891 a2	6,01 a1	3,15 a1
14	0,153 a1	0,174 a1	0,173 a2	0,327 a1	0,2538 a2	6,35 a1	3,57 a2
15	0,237 a1	0,190 a1	0,317 a3	0,427 a1	0,2269 a1	5,66 a1	3,18 a2
16	0,193 a1	0,260 a2	0,263 a3	0,453 a1	0,1964 a1	6,08 a1	3,05 a1
17	0,310 a2	0,275 a2	0,298 a3	0,585 a2	0,4150 a3	7,00 a1	3,19 a2
18	0,410 a3	0,342 a3	0,220 a2	0,752 a3	0,4062 a3	6,35 a1	3,28 a2
19	0,300 a2	0,196 a1	0,193 a2	0,496 a1	0,5627 a4	6,57 a1	3,24 a2
20	1,020 a5	0,611 a5	0,573 a5	1,631 a6	0,8329 a5	5,95 a1	2,96 a1
21	0,400 a3	0,446 a4	0,443 a4	0,846 a3	0,4853 a4	6,00 a1	2,71 a1
22	0,317 a2	0,257 a2	0,312 a3	0,574 a2	0,3881 a3	6,08 a1	3,20 a2
23	0,213 a1	0,286 a2	0,245 a3	0,499 a1	0,2147 a1	6,40 a1	3,25 a2
24	0,213 a1	0,214 a1	0,190 a2	0,427 a1	0,1944 a1	6,00 a1	3,16 a1
25	0,197 a1	0,270 a2	0,264 a3	0,466 a1	0,1695 a1	6,08 a1	3,14 a1
26	0,487 a3	0,501 a4	0,253 a3	0,987 a4	0,4533 a4	6,41 a1	3,32 a2
27	0,530 a3	0,375 a3	0,287 a3	0,905 a3	0,6067 a4	5,85 a1	2,93 a1
28	0,287 a2	0,333 a3	0,380 a4	0,619 a2	0,3031 a2	6,31 a1	3,24 a2
29	0,413 a3	0,336 a3	0,260 a3	0,750 a3	0,3753 a3	5,92 a1	3,12 a1
30	0,303 a2	0,279 a2	0,313 a3	0,583 a2	0,2776 a2	6,57 a1	3,47 a2
31	0,240 a1	0,327 a3	0,330 a3	0,567 a2	0,2316 a1	7,00 a1	3,53 a2
32	0,233 a1	0,216 a1	0,207 a2	0,450 a1	0,2200 a1	6,06 a1	2,99 a1
33	0,440 a3	0,461 a4	0,463 a4	0,901 a3	0,5201 a4	5,74 a1	2,77 a1
34	0,333 a2	0,309 a2	0,320 a3	0,642 a2	0,3060 a2	6,11 a1	3,09 a1
35	0,820 a4	0,420 a4	0,417 a4	1,240 a5	0,7556 a5	5,87 a1	2,93 a1
36	0,487 a3	0,348 a3	0,247 a3	0,834 a3	0,4309 a3	6,82 a1	3,33 a2
37	0,473 a3	0,621 a5	0,389 a4	1,094 a4	0,5437 a4	6,45 a1	3,33 a2
38	0,373 a3	0,470 a4	0,380 a4	0,843 a3	0,3825 a3	5,53 a1	3,11 a1
39	0,443 a3	0,435 a4	0,360 a4	0,879 a3	0,3825 a3	5,77 a1	3,00 a1
40	0,460 a3	0,294 a2	0,290 a3	0,754 a3	0,4735 a4	6,43 a1	3,35 a2

Médias seguidas por uma mesma letra e número não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott ($p>0,05$)

Tabela 3 A – Valores absolutos médios finais das características: relação raiz-parte aérea (RPA), massa por área de folhas (MAF, g dm⁻²), altura (ALT, cm), diâmetro do coleto (DC, mm) e número de folhas (NF) em plantas de 40 clones de *Eucalyptus* spp. (media de 4 repetições) submetidas a dois regimes de irrigação (R11 – sem limitação hídrica e R12 – irrigação suspensa até o aparecimento de sintomas iniciais de murcha)

Clones	RPA		MAF		ALT		DC		NF	
	R11	R12	R11	R12	R11	R12	R11	R12	R11	R12
1	0,252	0,277	0,6743	0,6555	60,5	58,0	5,39	5,42	111	91
2	0,409	0,357	0,5819	0,6334	50,0	50,4	5,35	5,19	57	44
3	0,328	0,252	0,7339	0,7296	51,1	55,1	4,98	5,02	91	59
4	0,329	0,348	0,6728	0,6756	51,0	47,0	5,73	4,87	89	76
5	0,358	0,348	0,6946	0,7819	53,3	47,1	4,83	4,73	57	34
6	0,384	0,447	0,7802	0,8151	47,8	45,4	5,30	5,07	52	35
7	0,257	0,172	0,7422	0,8387	48,1	50,0	5,61	5,45	65	44
8	0,455	0,375	0,8246	0,6825	50,3	47,8	5,72	6,21	89	89
9	0,377	0,526	0,6650	0,5148	49,3	43,6	6,16	5,21	101	83
10	0,325	0,302	0,7356	0,6177	53,8	57,0	5,60	5,19	54	38
11	0,403	0,417	0,7830	0,6124	40,5	44,1	5,36	4,82	70	53
12	0,413	0,614	0,7796	0,6972	55,9	49,6	5,27	4,57	89	37
13	0,357	0,387	0,7793	0,6681	43,5	43,9	5,31	5,23	74	62
14	0,343	0,312	0,7320	0,6612	48,6	46,0	6,02	5,67	74	59
15	0,462	0,495	0,7729	0,5687	43,1	39,3	5,08	4,70	75	49
16	0,351	0,291	0,6347	0,5665	53,1	50,6	5,76	5,24	82	61
17	0,370	0,416	0,6323	0,5153	52,3	49,1	5,74	5,28	56	43
18	0,284	0,358	0,7536	0,6697	55,6	47,9	5,75	5,15	89	55
19	0,375	0,415	0,6542	0,6273	50,3	46,6	5,37	5,09	68	56
20	0,387	0,544	0,8130	0,5940	38,1	39,4	5,06	4,88	62	47
21	0,344	0,498	0,8391	0,6994	41,4	41,1	5,17	4,96	54	49
22	0,358	0,351	0,6579	0,7614	50,0	47,4	5,43	5,03	76	75
23	0,301	0,318	0,7881	0,8665	45,9	46,6	5,72	5,75	92	74
24	0,392	0,321	0,6602	0,7405	53,4	50,4	5,87	4,74	116	93
25	0,287	0,228	0,6926	0,7541	55,6	53,1	6,31	4,88	125	99
26	0,328	0,342	0,5830	0,6096	45,0	40,4	5,39	5,64	70	69
27	0,411	0,486	0,7394	0,6470	44,9	41,0	6,01	5,06	100	64
28	0,352	0,437	0,7655	0,7927	55,6	52,3	5,98	5,55	54	46
29	0,345	0,315	0,7119	0,8473	53,5	51,1	5,06	4,78	110	94
30	0,388	0,311	0,7757	0,8308	55,9	54,1	5,95	5,40	130	129
31	0,351	0,323	0,6594	0,6969	51,3	49,8	5,92	5,25	83	69
32	0,281	0,276	0,7901	0,7087	46,6	47,1	5,02	5,12	66	51
33	0,289	0,256	0,7848	0,8418	62,8	56,6	6,61	6,70	115	91
34	0,428	0,389	0,6557	0,6875	51,6	49,3	5,91	5,93	111	91
35	0,293	0,372	0,6265	0,6065	48,5	49,3	4,86	4,72	73	45
36	0,349	0,297	0,8733	0,7067	54,9	52,9	6,02	5,20	52	48
37	0,325	0,305	0,7469	0,6388	53,4	60,3	6,12	5,84	56	69
38	0,286	0,269	0,8090	0,7640	57,0	53,5	6,27	5,63	83	79
39	0,300	0,382	0,7117	0,5784	56,8	47,4	6,00	5,60	93	76
40	0,233	0,278	0,7877	0,6425	41,5	36,6	4,95	4,63	64	62

Tabela 4 A – Valores absolutos médios finais das características: massa de matéria seca de folhas (MSF, g planta⁻¹), de caule (MSC, g planta⁻¹), de raízes (MSR, g planta⁻¹), da parte aérea (MSPA, g planta⁻¹) e e área foliar (AF, dm²) em plantas de 40 clones de *Eucalyptus* spp. (media de 4 repetições) submetidas a dois regimes de irrigação (RI1 – sem limitação hídrica e RI2 – irrigação suspensa ate o aparecimento de sintomas iniciais de murcha)

Clones	MSF		MSC		MSR		MSPA		AF	
	RI1	RI2	RI1	RI2	RI1	RI2	RI1	RI2	RI1	RI2
1	6,870	6,035	5,433	5,006	3,098	3,048	12,303	11,041	10,4019	9,4158
2	6,148	5,386	4,206	3,909	4,163	3,335	10,353	9,295	9,9479	8,5456
3	8,528	5,824	4,530	4,569	4,255	2,675	13,057	10,394	12,0256	7,9064
4	7,190	5,713	5,033	4,049	4,018	3,388	12,223	9,762	10,9956	8,4642
5	7,103	4,178	3,895	3,563	3,993	2,403	10,997	7,741	10,3792	5,2070
6	6,210	4,129	3,599	3,293	3,773	3,363	9,809	7,422	7,9933	5,3236
7	7,283	3,744	4,024	3,447	2,900	1,193	11,306	7,191	9,8168	6,5173
8	7,300	5,183	5,169	4,603	5,665	3,648	12,469	9,785	8,9426	7,7099
9	6,970	3,726	5,642	3,802	4,768	3,903	12,612	7,528	10,4360	7,9765
10	7,643	5,050	5,323	4,458	4,235	2,888	12,965	9,508	10,4387	8,0449
11	7,825	4,476	4,220	3,347	4,865	3,233	12,045	7,823	9,9879	6,9965
12	6,803	3,236	4,070	3,110	4,470	3,743	10,873	6,346	8,8060	4,5158
13	7,113	4,541	4,638	3,984	4,248	3,205	11,750	8,525	9,1269	6,7170
14	6,838	4,752	4,828	4,009	4,025	2,648	11,665	8,761	9,3507	7,3300
15	7,705	4,009	4,176	3,181	5,503	3,090	11,881	7,190	9,9864	6,5741
16	5,908	4,570	5,371	4,330	3,985	2,600	11,279	8,900	9,3192	8,2214
17	6,970	3,615	5,238	4,297	4,475	3,168	12,208	7,912	11,1128	7,1663
18	7,860	4,221	6,136	4,653	3,903	3,225	13,996	8,874	10,4708	6,4860
19	5,783	5,297	4,422	4,231	3,885	3,915	10,205	9,529	8,8814	8,4888
20	7,103	3,565	3,376	3,329	3,888	3,445	10,478	6,894	8,6628	6,2168
21	8,478	4,900	4,615	3,509	4,485	3,753	13,093	8,409	10,2219	6,9451
22	6,513	5,958	4,946	4,533	4,038	3,588	11,458	10,490	9,8901	7,8502
23	7,750	6,393	5,078	4,381	3,825	3,325	12,828	10,773	10,0170	7,4235
24	6,940	4,895	4,671	3,711	4,555	2,783	11,611	8,606	10,8339	6,6199
25	7,535	5,638	5,605	4,803	3,678	2,385	13,140	10,441	11,0663	7,5968
26	5,228	5,215	4,026	3,778	2,910	3,055	9,253	8,993	8,5533	8,6686
27	8,385	2,805	5,215	3,501	5,553	2,885	13,600	6,306	11,5378	4,3028
28	6,578	4,675	4,836	4,145	4,035	3,873	11,413	8,820	8,7741	5,9426
29	7,198	5,935	4,482	4,223	4,043	3,138	11,679	10,158	10,2113	7,0292
30	5,963	5,258	5,709	4,765	4,530	3,060	11,671	10,023	7,8904	6,4081
31	5,493	4,520	4,651	3,945	3,550	2,715	10,144	8,465	8,3721	6,4624
32	8,465	6,075	4,381	3,800	3,610	2,713	12,846	9,875	10,8161	8,5630
33	7,468	5,893	6,835	5,389	4,165	2,893	14,302	11,282	9,5421	6,9852
34	6,920	5,550	5,429	4,908	5,128	3,985	12,349	10,458	10,5112	8,0626
35	8,158	4,405	5,408	4,049	3,940	2,813	13,566	8,454	13,0496	6,6580
36	8,715	5,218	5,720	4,674	4,970	2,953	14,435	9,892	10,4092	7,4223
37	6,373	5,768	4,948	5,219	3,628	3,343	11,321	10,987	8,6662	9,2830
38	8,235	6,405	6,309	5,282	4,140	3,098	14,544	11,687	10,3159	8,5371
39	7,533	4,720	5,592	4,109	3,948	3,365	13,124	8,829	10,5865	7,9843
40	8,910	5,856	3,798	3,121	2,915	2,490	12,708	8,977	11,6236	9,1812