



UNIVERSIDADE ESTADUAL DE MONTES CLAROS

**TOLERÂNCIA DE MUDAS DE MANGUEIRA
À RESTRIÇÃO HÍDRICA**

ANTONIO FABIO SILVA SANTOS

2011

ANTONIO FABIO SILVA SANTOS

**TOLERÂNCIA DE MUDAS DE MANGUEIRA À
RESTRIÇÃO HÍDRICA**

Dissertação apresentada à Universidade Estadual de Montes Claros, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Produção Vegetal no Semiárido, área de concentração em Produção Vegetal, para obtenção do título de “Magister Scientiae”.

Orientador
Prof. D.Sc. Carlos Eduardo Corsato

JANAÚBA
MINAS GERAIS – BRASIL

S237t

Santos, Antonio Fabio Silva.

Tolerância de mudas de mangueira à restrição hídrica
[manuscrito] / Antonio Fabio Silva Santos. – 2011.
33 p.

Dissertação (mestrado)-Programa de Pós-Graduação
em Produção Vegetal no Semiárido, Universidade
Estadual de Montes Claros-Janaúba, 2011.

Orientador: Prof^o. D.Sc. Carlos Eduardo Corsato.

1. 'Coquinho'. 2. *Mangifera indica* L. 3. Porta-
enxerto. 4. 'Tommy Atkins'. 5. 'Ubá'. I. Corsato, Carlos
Eduardo. II. Universidade Estadual de Montes Claros. III.
Título.

CDD. 634.44

ANTONIO FABIO SILVA SANTOS

**TOLERÂNCIA DE MUDAS DE MANGUEIRA À RESTRIÇÃO
HÍDRICA**

Dissertação apresentada à Universidade Estadual de Montes Claros, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Produção Vegetal no Semiárido, área de concentração em Produção Vegetal, para obtenção do título de “Magister Scientiae”.

Aprovado em 29 de agosto de 2011.

Prof. D.Sc. Carlos Eduardo Corsato
(Orientador)

Prof. D.Sc. Mauro Koji Kobayashi
(DCA- UNIMONTES)

Prof. D.Sc. Ignacio Aspiazú
(DCA- UNIMONTES)

Prof. D.Sc. Sérgio Luiz Rodrigues Donato
(IF-Baiano)

**JANAÚBA
MINAS GERAIS – BRASIL
2011**

*A minha mãe, Ildinha;
A minha esposa, Bruna.*

Dedico

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus, pela graça de ter transformado meu esforço nesta vitória;

À minha mãe, Ilda, pela força, dedicação e confiança;

À minha esposa, Bruna, pelo amor, carinho e conforto dispensado, e pelo auxílio na execução do experimento;

Aos professores Carlos Corsato, Mauro Kobayashi e Ignácio Aspiazú, pela orientação, ensinamentos e confiança.

Ao Diney, Artenis, Moacir, Irton, Uirá, Josemar, Suzane, Renata e demais amigos e colegas que me acompanharam nessa jornada.

À Fundação de Amparo à Pesquisa de Minas Gerais (FAPEMIG), pela concessão de Bolsa de Mestrado durante boa parte do curso;

À Universidade Estadual de Montes Claros (UNIMONTES) por oferecer o curso e pela concessão de infraestrutura para execução dos experimentos;

A todos aqueles que contribuíram para a realização deste trabalho;

Sincera gratidão a todos!!!

SUMÁRIO

RESUMO.....	i
ABSTRACT	ii
1 INTRODUÇÃO	1
2 REFERENCIAL TEÓRICO	2
3 MATERIAL E MÉTODOS	9
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO	12
5 CONCLUSÕES.....	26
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	27

TABELAS

01. Resumo da análise de variância (graus de liberdade e F calculado) com fator de transformação $((y+1)^{0,5})$ para conteúdo relativo de água (CRA), índice SPAD, condutância estomática (g_s), taxa fotossintética (A) e número de folhas de mudas de mangueira submetidas a conforto e restrição hídrica durante abril/maio de 2011 em Janaúba, MG.....	12
02. Médias do número de folhas (Un.), índice SPAD, condutância estomática (g_s) e taxa fotossintética (A) de mudas de diferentes variedades de mangueira conduzidas durante abril/maio de 2011 em Janaúba, MG.....	13
03. Médias de condutância estomática (g_s) e taxa fotossintética (A) de mudas de mangueira submetidas a diferentes condições hídricas durante abril/maio de 2011 em Janaúba, MG.....	15
04. Coeficientes de Correlação de Pearson entre as variáveis tensão de água no solo (TAS), conteúdo relativo de água (CRA), condutância estomática (g_s) e taxa fotossintética (A) de mudas de mangueira cultivadas durante abril/maio de 2011 em Janaúba, MG.....	24

FIGURAS

- 01.** Número de folhas aos dias 1, 19 e 26 de mudas de mangueira cultivadas durante abril/maio de 2011 em Janaúba, MG. Médias aritméticas originais seguidas por teste de médias com fator de transformação $(y+1)^{0,5}$. Médias seguidas de letras distintas, maiúsculas na variedade e minúsculas no dia, diferem entre si pelo teste Tukey ao nível de 5% de probabilidade. *Corte do fornecimento de água; ⁺Retorno do fornecimento de água..... 16
- 02.** Conteúdo relativo de água (CRA) de mudas de mangueira cultivadas durante abril/maio de 2011 em Janaúba, MG. Médias aritméticas originais seguidas por teste de médias com fator de transformação $(y+1)^{0,5}$. Médias seguidas de letras distintas no dia de avaliação diferem entre si pelo teste Tukey ao nível de 5% de probabilidade; Médias sem letras implicam em diferenças não significativas. *Corte do fornecimento de água; ⁺Retorno do fornecimento de água..... 17
- 03.** Índice SPAD de mudas de mangueira cultivadas durante abril/maio de 2011 em Janaúba, MG. Médias aritméticas originais seguidas por teste de médias com fator de transformação $(y+1)^{0,5}$. Médias seguidas de letras distintas no dia de avaliação diferem entre si pelo teste Tukey ao nível de 5% de probabilidade; Médias sem letras implicam diferenças não significativas. *Corte do fornecimento de água; ⁺Retorno do fornecimento de água..... 19
- 04.** Taxa Fotossintética (A) de mudas de mangueira cultivadas durante abril/maio de 2011 em Janaúba, MG. Médias aritméticas originais seguidas por teste de médias com fator de transformação $(y+1)^{0,5}$. Médias seguidas de letras distintas no dia de avaliação diferem entre si pelo teste Tukey ao nível de 5% de probabilidade; Médias sem letras implicam diferenças não significativas. *Corte do fornecimento de água; ⁺Retorno do fornecimento de água..... 20
- 05.** Condutância estomática (g_s) de mudas de mangueira cultivadas sob restrição e conforto hídrico durante abril/maio de 2011 em Janaúba, MG. Médias aritméticas originais seguidas por teste de médias com fator de transformação $(y+1)^{0,5}$. Médias seguidas de letras distintas no dia de avaliação diferem entre si pelo teste F ao nível de 5% de probabilidade; Médias sem letras implicam diferenças não significativas. *Corte do fornecimento de água; ⁺Retorno do fornecimento de água..... 21

06. Taxa fotossintética (A) de mudas de mangueira cultivadas sob restrição e conforto hídrico durante abril/maio de 2011 em Janaúba, MG. Médias aritméticas originais seguidas por teste de médias com fator de transformação $(y+1)^{0,5}$. Médias seguidas de letras distintas no dia de avaliação diferem entre si pelo teste F ao nível de 5% de probabilidade; Médias sem letras implicam diferenças não significativas. *Corte do fornecimento de água; †Retorno do fornecimento de água..... 23

RESUMO

SANTOS, Antonio Fabio. **Tolerância de mudas de mangueira à restrição hídrica**. 2011. 32 p. Dissertação (Mestrado Produção Vegetal no Semiárido)- Universidade Estadual de Montes Claros, Janaúba- MG¹

Apesar de mangueiras adultas serem consideradas tolerantes à seca, plantas jovens desta espécie são particularmente vulneráveis ao deficit hídrico. Este estudo objetivou verificar a influência da condição hídrica de cultivo em mudas enxertadas e pé-franco de mangueira e a correlação entre as variáveis estudadas. Para isso avaliaram-se por dois ciclos de restrição hídrica e reidratação das plantas o conteúdo relativo de água, o índice SPAD, a condutância estomática, a taxa fotossintética e o número de folhas inicial e final em cada ciclo. Houve diferença significativa entre as mudas para número de folhas, índice SPAD, condutância estomática e taxa fotossintética, independentemente da condição hídrica às quais as plantas foram submetidas. A restrição hídrica influenciou estatisticamente a condutância estomática e a taxa fotossintética independentemente do tipo de muda utilizada. Durante os dias de avaliação as mudas não apresentaram diferença entre as condições hídricas para as variáveis estudadas. A taxa fotossintética apresenta alta e significativa correlação com a condutância estomática para as mudas de mangueira estudadas.

Palavras-chave: *Mangifera indica* L.; ‘Coquinho’, ‘Ubá’, ‘Tommy Atkins’; Porta enxerto; Trocas gasosas.

¹ Comitê de Orientação: Prof Carlos Eduardo Corsato - DCA/UNIMONTES (Orientador); Prof Mauro Koji Kobayashi - DCA/UNIMONTES; Prof Ignacio Aspiazú -DCA/UNIMONTES; Prof Sérgio Luiz Rodrigues Donato – IF-Baiano

ABSTRACT

SANTOS, Antonio Fabio Silva. **Tolerance of mango seedlings to water restriction**. 2011. 32 p. Dissertation (Master's degree in Plant Production in the Semiarid) - Universidade Estadual de Montes Claros, Janaúba, MG.¹

Although mango trees be considered drought tolerant, young plants of this species are particularly vulnerable to water deficit. This study aimed to verify the influence of the water conditions of culture in grafted seedlings and non-grafted and the correlation between the studied variables. Thus, they were evaluated, for two cycles of water restriction and re-watering of the plants, the relative water content, the SPAD index, the stomatal conductance, the photosynthetic rate, and initial and final leaf number in each cycle. There was significant difference between the seedlings for leaf number, SPAD index, stomatal conductance and photosynthetic rate, independently of the water condition which the plants had been submitted. The water restriction statistically influenced the stomatal conductance and the photosynthetic rate independently of the type of seedlings used. During the evaluation days the seedlings did not present difference between the water conditions for the studied variable. The photosynthetic rate present high and significant correlation with the stomatal conductance for the studied mango seedlings.

Key-words: *Mangifera indica* L.; 'Coquinho', 'Ubá', 'Tommy Atkins'; Rootstock; Gas exchanges.

¹ Guidance Committee: Carlos Eduardo Corsato - ASD/UNIMONTES (Adviser); Mauro Koji Kobayashi - ASD/UNIMONTES; Ignacio Aspiazú - ASD/UNIMONTES; Sérgio Luiz Rodrigues Donato - IF-Bahia

1 INTRODUÇÃO

A mangueira é a terceira fruteira tropical no mundo com maior produção, e o Brasil é o sétimo maior produtor mundial desta, apresentando grandes áreas irrigadas e com tecnologia própria de exportação para os mercados europeu e norte-americano. Com a intensificação da produção de frutas no mundo, o uso de plantas enxertadas em plantios comerciais tem se tornado imprescindível, pois estes proporcionam redução do crescimento vegetativo, tolerância a pragas e doenças, precocidade na produção, melhoria na qualidade dos frutos, com possibilidade de manter as respostas fisiológicas e biométricas das plantas mesmo quando submetidas a condições de restrição hídrica. As variedades com potencial para porta-enxerto devem possuir elevado vigor e produção, adaptação à região onde se pretende implantar o pomar, poliembrionia, sistema radicular bem desenvolvido e compatibilidade com as variedades comerciais. A região semiárida apresenta alta demanda evapotranspiratória e baixa precipitação, o que faz da restrição hídrica fator relevante durante a escolha de variedades porta-enxertos. Porém, estudos que avaliam a tolerância de variedades porta-enxerto de mangueiras à restrição hídrica quando jovens são escassos na literatura.

Assim, o objetivo com este trabalho foi verificar a influência da condição hídrica de cultivo em mudas enxertadas e pé franco de mangueira. Os objetivos específicos foram verificar se existem diferenças na sensibilidade entre as condições hídricas, na sensibilidade diária dentro dos diferentes tipos de mudas e estudar a correlação entre pares das variáveis estudadas.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

De origem asiática, a mangueira é cultivada em países da faixa tropical e equatorial. O Brasil apresenta amplas condições de cultivo em todo o seu território, sendo em sua maioria explorada de forma extensiva. A mangueira é a sétima fruteira em produção no mundo e nos trópicos fica atrás apenas de bananeiras e citros. O Brasil é o sétimo maior produtor dessa fruteira (1,197 milhões de toneladas) e Minas Gerais ocupa a quarta posição na produção nacional, alcançando a marca de 98,917 mil toneladas de frutos (FAO, 2011; IBGE, 2011). Os estados de São Paulo, Minas Gerais, Bahia, Pernambuco, Ceará, Paraíba e Rio Grande do Norte apresentam grandes áreas irrigadas e com tecnologia própria de exportação para os mercados europeu e norte-americano.

A *Mangifera indica* L. pertence à família Anacardiaceae, e constitui a única espécie cultivada comercialmente dentre as 41 espécies do gênero. É uma árvore perene de médio a grande porte (9-31 m), com copa densa e simétrica, raiz pivotante e densa massa de raízes superficiais fibrosas. As folhas são lanceoladas (15-40 cm de comprimento e 2-10 cm de largura) e com textura encouraçada. O crescimento vegetativo se dá em pulsos, que se caracteriza pelo lançamento de folhas novas, terminando quando todas as folhas alcançarem o seu crescimento máximo (SCHAFFER, 1994; CUNHA *et al.*, 2002).

Os frutos são consumidos frescos ou minimamente processados e as árvores promovem sombra, madeira, lenha e forragem. As variedades crioulas como Rosa, Espada, Ubá e Coquinho têm grande expressividade na produção nacional de manga. Há alguns anos tem se plantado grandes áreas com variedades coloridas tipo exportação como Haden, Keitt e Tommy Atkins, destacando se esta última, com participação estimada de 80% em área plantada (SCHAFFER, 1994; SOUZA *et al.*, 2002).

Com a intensificação da produção de frutas no mundo, o uso de porta-enxertos em plantios comerciais tem crescido consideravelmente nos últimos anos. Entre os muitos benefícios obtidos com os porta-enxertos podem se citar melhora na qualidade dos frutos, redução do crescimento vegetativo e adaptação a variadas condições edafoclimáticas (REDDY *et al.*, 2003). Alguns estudos demonstram o efeito positivo do uso de porta-enxertos adaptados na manutenção das respostas ecofisiológicas e biométricas de plantas submetidas a condições de restrição hídrica nas culturas da manga (REDDY *et al.*, 2003); citros (TREEBY *et al.*, 2007; PÉREZ-PÉREZ *et al.*, 2010); videira (IACONO *et al.*, 1998; PARANYCHIANAKIS *et al.*, 2004; KOUNDOURAS *et al.*, 2008) e amêndoas (YADOLLAHI *et al.*, 2011).

Na mangicultura, buscam-se variedades para porta-enxerto com elevado vigor e produção, adaptação à região onde se pretende implantar o pomar, poliembrionia, tolerância ou resistência às principais doenças, sistema radicular bem desenvolvido e compatibilidade com as variedades comerciais. No sudeste brasileiro, os viveiristas geralmente utilizam como porta-enxerto as variedades Ubá, Rosinha, Coquinho e Espada. A variedade Coquinho apresenta plantas altamente produtivas de porte médio, e esgalhadas, frutos pequenos (120 a 150 g), sementes poliembrionicas e boa tolerância à antracnose. A variedade Ubá é muito produtiva, podendo render mais de mil frutos por planta ao ano, caracterizando-se por possuir copa arredondada e densa, frutos pequenos (100 e 150 g) e semente poliembrionica. A ‘Tommy Atkins’ é uma das variedades mais cultivadas mundialmente devido à presença de características positivas para exportação, como frutos grandes (450 g), casca espessa, formato oval, cor laranja-amarelada coberta com vermelho púrpura intenso, boa firmeza, polpa suculenta e teor de fibra médio, resistência à antracnose e a danos mecânicos, precocidade e bom amadurecimento se colhido imaturo (PINTO *et al.*, 2002).

A água constitui grande parte da massa do tecido vegetal, sendo necessária para o crescimento e desenvolvimento deste. Quando ela é escassa no solo, as plantas se tornam estressadas devido a um desequilíbrio no potencial hídrico. A mangueira é considerada tolerante à seca quando adulta, podendo sobreviver até oito meses sem chuvas; no entanto, os porta-enxertos jovens são particularmente vulneráveis ao déficit hídrico. Este geralmente tem efeitos sobre a morfologia e o crescimento das plantas, o que resulta na redução da produtividade. O déficit hídrico afeta a expansão foliar, a taxa de produção de folhas, a densidade e profundidade de raízes e a senescência foliar. Nos termos do suprimento de água limitado, o crescimento da parte aérea parece ser mais afetada do que o crescimento da raiz. A mangueira pode responder ao déficit hídrico de várias formas, como por exemplo, reduzindo o número de folhas, e conseqüentemente a área transpirável, aumentando o sistema radicular em relação à parte aérea, reduzindo o turgor, a abertura estomática, a transpiração e diminuindo a elongação e crescimento celular. A exposição de plantas jovens ao déficit hídrico confere certo grau de tolerância à seca atual e as que possam ocorrer no futuro, sendo que esta resposta difere entre as variedades (SCHAFFER, 1994; LUVAHA *et al.*, 2006; LUVAHA *et al.*, 2007).

O conteúdo relativo de água (CRA) representa a quantidade de água presente em um tecido foliar comparada à máxima turgidez que ele poderia apresentar em hidratação plena. Este método possui larga aceitação por ser um indicador do status hídrico da planta e pela facilidade de reprodução (SMART e BINGHAM, 1973). A restrição da disponibilidade de água para a planta causa modificações no seu balanço hídrico, diminuindo o conteúdo relativo de água nas folhas. Essa diminuição induz a redução da abertura estomática que por sua vez, impõe um decréscimo do suprimento de CO₂ para as células do mesófilo, tendo como conseqüência a redução da atividade fotossintética (GRAÇA *et al.*, 2010; YADOLLAHI *et al.*, 2011).

A condutância estomática na folha é controlada por fatores fisiológicos e ambientais. O acúmulo de Ácido Abicísico (ABA) em plantas submetidas ao deficit hídrico possui influência direta sobre a redução do poro estomático, auxiliando na redução da perda de água pela transpiração, porém restringindo a fixação do CO₂ pela fotossíntese. Ocorre um maior desenvolvimento do sistema radicular em relação à parte aérea em plantas sob restrição hídrica, aumentando assim a possibilidade de absorção de água do solo, sendo este fator também atribuído à maior concentração de ABA em plantas com estresse hídrico (TAIZ e ZEIGER, 2004; ZHANG *et al.*, 2011).

A fotossíntese é o processo pelo qual as plantas transformam energia luminosa em energia química, utilizando da luz solar para sintetizar carboidratos. Na mangueira, a primeira molécula estável resultante da fixação do carbono atmosférico é uma triose (três átomos de carbono), que a classifica como planta do metabolismo fotossintético do tipo C₃. O processo fotossintético pode ser dividido em três fases: a fase difusiva, que consiste no movimento do CO₂ atmosférico para o mesófilo foliar, através da regulação dos poros estomáticos; a fase fotoquímica, quando ocorre a captação de energia luminosa e a sua transformação em energia química; e a fase bioquímica, também conhecida como Ciclo das Pentoses Fosfatadas, que consiste da incorporação do CO₂ atmosférico em compostos orgânicos com auxílio da enzima ribulose biscofosfato carboxilase/oxigenase ou Rubisco (TAIZ e ZEIGER, 2004). A fase difusiva parece ser a mais afetada pela restrição hídrica. Vários autores relataram que a redução da condutância estomática devido à restrição de água influenciou diretamente na taxa fotossintética das culturas de mangueira (LUVAHA *et al.*, 2007); citros (MEDINA E MACHADO, 1998; GOMES *et al.*, 2004); videira (PARANYCHIANAKIS *et al.*, 2004; KOUNDOURAS *et al.*, 2008); feijão (MIYASHITA *et al.*, 2005), e cana-de-açúcar (GRAÇA *et al.*, 2010). Segundo Gonçalves *et al.* (2010), a taxa fotossintética de plantas não irrigadas também

pode ser afetada por outros fatores como reduções na reação dos fotossistemas e na atividade de algumas enzimas fotossintéticas, como a rubisco.

Clorofilas são pigmentos abundantes nas plantas verdes e são encontradas em alguns protistas e cianobactérias, sendo um dos pigmentos biológicos e fotossintéticos mais abundantes no planeta. São esses pigmentos, juntamente com os carotenóides, que atuam nos eventos fotoquímicos da fotossíntese. A perda de pigmentos durante estresse ambiental é um indicador muito visível de eventos como deficiência hídrica, doenças, aplicação de herbicidas, poluição ambiental, deficiência e toxicidade mineral, extremos de temperatura e exposição à UV-B (HENDRY e PRICE, 1993; TAIZ e ZEIGER, 2004). Nautiyal *et al.* (1996) e Carvalho *et al.* (2003) observaram um incremento no teor de clorofila respectivamente em plantas de *Pongamia pinnata* e *Tanacetum parthenium* submetidas a estresse hídrico moderado, demonstrando que tais espécies são capazes de sobreviverem e se manterem fotossinteticamente ativas em tais condições.

A umidade adequada para que mudas de mangueira permaneçam em conforto hídrico deve ser próxima à capacidade de campo, a qual varia de acordo com o a textura do solo. Um método eficiente de se estimar o teor de água disponível no solo é por meio do potencial matricial. Este é usado para contabilizar a redução da energia livre da água quando está em fina camada superficial adsorvida na superfície das partículas do solo relativamente seco (TAIZ e ZEIGER, 2004). Valores de potencial matricial crítico capaz de garantir adequado desenvolvimento da cultura da mangueira situam-se entre -15 e -25 kPa para solos arenosos, e entre -30 e -60 kPa, para solos argilosos (COELHO *et al.*, 2002). Portanto, para promover o estresse hídrico na planta, o potencial matricial do solo deve ser mantido abaixo desses.

Experimentos em que se busca avaliar aspectos relacionados aos processos fisiológicos das plantas geralmente são muito difíceis. Entretanto,

o uso de instrumentação específica para caracterizar esses processos geram resultados em tempo real. O Sistema Portátil de Análise de Fotossíntese (IRGA) é um instrumento que auxilia na medição de trocas gasosas, condutância estomática, transpiração, fotossíntese, teor de carbono intercelular, entre outros parâmetros. A primeira versão do aparelho foi lançada em 1986 e desde então este vem sendo utilizado em pesquisas de ciências agrárias e áreas afins. Tal instrumento consiste de uma parte fixa, com microcomputador e comandos, e uma parte móvel, que é uma manopla na qual se prende à parte amostrada da folha em uma câmara, onde ocorrerão as trocas gasosas e a incidência do fluxo de fótons. O medidor portátil de clorofila é outro equipamento disponível atualmente no mercado, que pode estimar o teor relativo de clorofila foliar, medindo a transmissão de luz vermelha a 650 nm, região em que a clorofila absorve luz, e transmissão de luz infravermelha a 940 nm, onde nenhuma absorção ocorre (HOEL e SOLHAUG, 1998). É um instrumento utilizado na associação do teor relativo de clorofila das folhas com valores unidimensionais (índice de intensidade da cor verde) estabelecidos por esse medidor. A relação entre teor de clorofila e leituras do clorofilômetro foi estabelecida em várias espécies de plantas como arroz, milho, trigo, mamão, entre outras (TORRES NETTO *et al.*, 2002) e em mangueira (SALLA *et al.*, 2007). Esse equipamento vem sendo muito estudado e utilizado por permitir estimar o teor de clorofila de modo não destrutivo, rápido e preciso. Carvalho *et al.* (2003), estudando o efeito de diferentes regimes de irrigação no crescimento de *Artemísia* (*Tanacetum parthenium* L.), concluíram que o teor de clorofila na folha, com base na leitura desse equipamento, pode ser empregado como indicativo do nível de estresse hídrico na planta. Outro instrumento que auxilia na obtenção de informações em várias áreas da agricultura são os medidores de tensão de água no solo. Tais instrumentos têm sido comumente utilizados para o manejo de irrigação da mangueira (COELHO *et al.*, 2002). Eles indicam o potencial matricial da água

no solo (negativo) à profundidade de maior concentração do sistema radicular, já que é nessa região em que são instalados. Esses instrumentos consistem de sensores de umidade do solo e medidor, cujas leituras indicam a tensão com que a água se encontra retida pelo arranjo das partículas do solo. Essa tensão precisa ser superada pelas raízes da planta para absorver água.

3 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido na Universidade Estadual de Montes Claros, Campus Janaúba, situado em latitude 15°49'54,91"S, longitude 43°16'18,45"O e altitude de 559m. O clima da região, conforme classificação de Köppen é do tipo Aw, ou seja, clima tropical de savana com chuvas de verão.

Mudas de mangueira obtidas de viveiros credenciados foram transplantadas para vasos cobertos com folha de alumínio (BELTRÃO *et al.*, 2002) com volume de 10 litros. Nesses vasos foi adicionado substrato preparado para 1 m³ na proporção de 10 partes de terra de barranco, 4 partes de esterco bovino, 2 partes de areia lavada, 3 kg de adubo formulado NPK 4-14-8 e 1 kg de superfosfato simples até completar todo o volume do vaso. As mudas permaneceram em bancada ao ar livre por pouco mais de três meses aclimatando e foram conduzidas em campo seguindo recomendações de Genú e Pinto (2002).

O delineamento experimental foi inteiramente casualizado em parcelas com medidas repetidas no tempo. As parcelas foram constituídas por cinco tipos de mudas ('Ubá', 'Coquinho', 'Tommy Atkins' e 'Tommy Atkins' enxertada nas variedades porta-enxerto Ubá e Coquinho) e duas condições hídricas (restrição, que consistiu de corte do fornecimento de água às plantas no início do período experimental, e conforto, que consistiu da manutenção do fornecimento de água às plantas no período experimental), com três repetições cada. As subparcelas foram representadas pelas medições diárias das variáveis analisadas. As mudas foram mantidas sob conforto hídrico até o começo das avaliações, quando se deu o início do tratamento sob restrição hídrica. Para evitar o secamento e morte das folhas nas plantas sob restrição de água, ao ser constatado o menor valor de condutância estomática, procedeu-se a reidratação das plantas, dando continuidade às medições até a obtenção da condutância

máxima (ZAHARAH e RAZI, 2009). Essa sequência de medidas correspondeu a um ciclo de resposta, sendo os tratamentos avaliados por dois ciclos.

O conteúdo relativo de água (CRA) foi avaliado diariamente, sendo coletados em folhas maduras discos foliares de 71 mm² e obtida a massa fresca. Esses foram embebidos em água destilada em frasco coberto com folha de alumínio por quatro horas, quando foi determinada a massa túrgida. Em seguida, foram levados à estufa de ventilação forçada a 85 °C por 24 horas, quando foi determinada a massa seca (SMART e BINGHAM, 1973). O valor do CRA foi obtido pela seguinte equação:

$$CRA = \frac{(MassaFresca - MassaSeca)}{(MassaTurgida - MassaSeca)}$$

Foram realizadas medições com uso do clorofilômetro SPAD-502 (Soil-Plant Analysis Development Section, Minolta Camera Co., Japan) diariamente no mesmo disco foliar usado para a determinação do CRA. O índice SPAD por parcela foi obtido por meio da média de seis leituras consecutivas.

Para a leitura da condutância estomática (g_s) e taxa fotossintética (A) foi utilizado o Sistema Portátil de Análise de Fotossíntese (Licor 6400, Li-Cor, Lincoln, NE), sendo o fluxo luminoso (1000 $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$), a temperatura e a umidade relativa (ambiente) da câmara da amostra mantidas conforme recomendação de Allen *et al.* (2000). As medições foram realizadas sempre no terço central da quinta ou sexta folha totalmente expandida a partir do ápice do ramo (SILVA *et al.*, 2000; LUVAHA *et al.*, 2007). O registro dos dados foi realizado após a estabilização da umidade relativa do ar na câmara de amostragem (SHIVASHANKARA e MATHAI, 2000), consistindo de seis leituras a intervalos de 5 segundos, dos quais foram obtidas médias para caracterizar a parcela amostral.

A tensão de água no solo também foi coletada diariamente. A manutenção da umidade do solo nos tratamentos em conforto hídrico se deu por

gravimetria, pesando diariamente a massa do conjunto planta-vaso-solo, e repondo a quantidade de água perdida, ou seja, mantendo o solo em capacidade de campo. Nos tratamentos sob restrição hídrica, a reidratação também foi realizada por método gravimétrico.

O número de folhas foi contabilizado no início e final de cada ciclo.

Para verificar a influência das condições hídricas nas mudas estudadas, foi realizada a análise de variância com os dados transformados $((y+1)^{0,5})$, em que as variáveis dependentes foram submetidas ao teste F, e quando necessário ao teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade ($P \leq 0,05$). Para verificar se houve correlação entre pares das variáveis estudadas, foi calculado o coeficiente de correlação de Pearson e seu correspondente valor P.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A Tabela 1 mostra a análise da variância entre os diferentes tratamentos, com indicações de diferenças significativas.

TABELA 1. Resumo da análise de variância (graus de liberdade e F calculado) com fator de transformação $((y+1)^{0,5})$ para conteúdo relativo de água (CRA), índice SPAD, condutância estomática (g_s), taxa fotossintética (A) e número de folhas de mudas de mangueira submetidas a conforto e restrição hídrica durante abril/maio de 2011 em Janaúba, MG.

F.V.	G.L.	F Calculado				
		N. Folhas	CRA	SPAD	g_s	A
Muda	4	22,86***	1,42 ^{ns}	6,59**	4,36*	7,17**
Condição Hídrica(C.H.)	1	0,19 ^{ns}	0,18 ^{ns}	0,16 ^{ns}	6,30*	7,75*
Muda x C.H.	4	1,62 ^{ns}	1,88 ^{ns}	1,42 ^{ns}	1,09 ^{ns}	1,15 ^{ns}
erro (a)	18	-	-	-	-	-
Dias	25	8,66***	3,62***	6,96***	7,10***	11,00***
Muda x Dias	100	3,07**	1,49**	1,37*	1,22 ^{ns}	1,37*
C.H. x Dias	25	1,72 ^{ns}	0,48 ^{ns}	0,57 ^{ns}	3,83***	5,61***
Muda x C.H. x Dias	100	0,54 ^{ns}	1,03 ^{ns}	1,26 ^{ns}	0,93 ^{ns}	1,00 ^{ns}
erro (b)	502	-	-	-	-	-
C.V. a (%)		13,21	2,96	19,93	4,58	56,71
C.V. b (%)		6,15	2,41	3,35	1,10	14,21

* Há diferença significativa pelo Teste F ao nível de 5% de probabilidade ($P \leq 0,05$).

** Há diferença significativa pelo Teste F ao nível de 1% de probabilidade ($P \leq 0,01$).

*** Há diferença significativa pelo Teste F ao nível de 0,1% de probabilidade ($P \leq 0,001$).

^{ns} Não há diferença significativa pelo Teste F ao nível de 5% de probabilidade ($P \geq 0,05$).

Os resultados mostrados na Tabela 1 indicam que não houve interação entre mudas e condição hídrica. Houve diferença dentro do fator condição hídrica apenas para as variáveis condutância estomática (g_s) e taxa fotossintética (A), independentemente do tipo de muda utilizada, e entre mudas para número

de folhas, índice SPAD, condutância estomática (g_s) e taxa fotossintética (A), independentemente da condição hídrica às quais as plantas foram submetidas.

As mudas da variedade Coquinho apresentaram superioridade quanto ao número de folhas, tendo isso ocorrido devido ao maior porte das mudas em relação às demais estudadas (TABELA 2).

O índice Spad foi maior nas mudas ‘Tommy Atkins’ enxertadas em ‘Coquinho’, ‘Ubá’ e ‘Tommy Atkins’ enxertadas em ‘Ubá’, menor nas mudas ‘Coquinho’ e mediano nas mudas ‘Tommy Atkins’ (TABELA 2). A variável índice Spad pode ser intrínseca da variedade, o que justifica as diferenças ocorridas entre as mudas de raiz própria ‘Coquinho’ e ‘Ubá’. Nas mudas enxertadas houve semelhança estatística de tal índice devido à parte aérea ser de uma mesma variedade (Tommy Atkins). Pesquisas têm demonstrado diferenças dos valores do índice Spad entre variedades ou cultivares nas culturas do milho (ARGENTA *et al.*, 2001); do algodoeiro (NEVES *et al.*, 2009); da cana-de-açúcar (FERREIRA *et al.*, 2010), e do feijoeiro (SILVEIRA *et al.*, 2003).

TABELA 2. Médias do número de folhas (Un.), índice SPAD, condutância estomática (g_s) e taxa fotossintética (A) de mudas de diferentes variedades de mangueira conduzidas durante abril/maio de 2011 em Janaúba, MG.

Mudas	N. de folhas (un.)	Spad	g_s ($\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$)	A ($\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$)
‘Coquinho’	60,833a	41,556b	0,0174b	3,259b
‘Coquinho’ e ‘T. Atkins’	31,555b	49,123a	0,0489ab	6,341a
‘Tommy Atkins’	30,277b	46,191ab	0,0430ab	5,955a
‘Ubá’	35,833b	51,942a	0,0611a	7,417a
‘Ubá’ e ‘T. Atkins’	34,500b	48,608a	0,0384ab	5,630a

Médias aritméticas originais seguidas por teste de médias com fator de transformação $(y+1)^{0,5}$. Médias seguidas de letras distintas na coluna diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

As mudas ‘Ubá’ apresentaram condutância estomática (g_s) superior em relação às demais, sendo os menores valores desta variável encontrados nas mudas da variedade Coquinho (TABELA 2). Por apresentar menor g_s , as mudas ‘Coquinho’ também apresentaram a menor taxa fotossintética (A) entre as mudas estudadas. As demais mudas não diferiram entre si, mantendo estatisticamente superiores quanto a A . É provável que as mudas ‘Tommy Atkins’ enxertadas em ‘Coquinho’, as ‘Tommy Atkins’ e as ‘Tommy Atkins’ enxertadas ‘Ubá’ sejam mais eficientes na assimilação de carbono, pois, apesar de apresentarem valores medianos de g_s comparativamente às mudas de ‘Ubá’, todas estas mantiveram estatisticamente semelhantes quanto a A . Graça *et al.* (2010) encontraram diferenças para condutância estomática e para taxa fotossintética entre três cultivares de cana-de-açúcar estudadas, e sugeriram que tais parâmetros podem ser utilizados na avaliação e distinção de genótipos dessa espécie. Koundouras *et al.* (2008), estudando videiras ‘Cabernet Sauvignon’ sobre dois porta-enxertos, não observaram diferenças significativas da condutância estomática e nem da taxa fotossintética quando analisadas independentemente da condição hídrica.

A restrição hídrica não afetou estatisticamente o número de folhas das mudas, provavelmente devido ao curto período em que elas foram avaliadas (TABELA 1). O Conteúdo Relativo de Água (CRA) e o índice SPAD também não foram influenciados pela restrição hídrica. Sant’anna (2009) observou que o CRA foi reduzido em mudas de variedades citros submetidas à deficiência hídrica progressiva. Graça *et al.* (2010), ao estudar três variedades de cana-de-açúcar, encontraram redução significativa no CRA de plantas sob estresse hídrico quando comparadas às irrigadas. Pincelli (2010), analisando tolerância à deficiência hídrica em variedades de cana-de-açúcar observou redução do índice SPAD das plantas submetidas a tal deficiência (50% da umidade do solo em capacidade de campo). Em gramíneas o índice SPAD foi inferior com a disponibilidade hídrica do solo reduzida (BONFIM-SILVA *et al.*, 2011).

TABELA 3. Médias de condutância estomática (g_s) e taxa fotossintética (A) de mudas de mangueira submetidas a diferentes condições hídricas durante abril/maio de 2011 em Janaúba, MG.

Condição Hídrica	g_s (mol m⁻² s⁻¹)	A (μmol m⁻² s⁻¹)
Conforto Hídrico	0,0504a	6,436a
Restrição Hídrica	0,0331b	5,005b

Médias aritméticas originais seguidas por teste de médias com fator de transformação $(y+1)^{0,5}$. Médias seguidas de letras distintas na coluna diferem entre si pelo teste Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

As mudas submetidas à restrição hídrica apresentaram menores valores de condutância estomática (g_s) e taxa fotossintética (A) (TABELA 3). Zaharah e Razi (2009), estudando a variedade de manga Chokanan, observaram redução da condutância estomática em todas as plantas submetidas ao estresse hídrico. Estudos com cana-de-açúcar submetidas à deficiência hídrica mostraram redução da condutância estomática e da taxa fotossintética nas variedades testadas (GRAÇA *et al.*, 2010; PINCELLI, 2010). O mesmo ocorre com videiras (IACONO *et al.*, 1998; PARANYCHIANAKIS *et al.*, 2004; KOUNDOURAS *et al.*, 2008) e citros submetidos ao deficit hídrico (GOMES *et al.*, 2004; PÉREZ-PÉREZ *et al.*, 2010).

O número de folhas das mudas ‘Coquinho’ manteve-se maior durante todo o período do experimento conforme mostra a Figura 1. As mudas ‘Tommy Atkins’ e as ‘Tommy Atkins’ enxertadas em ‘Ubá’ apresentaram ganho significativo de folhas durante o período experimental. Provavelmente a interação da parte aérea ‘Tommy Atkins’ com o porta-enxerto ‘Ubá’ favoreceu o desenvolvimento das gemas foliares e o lançamento de novas folhas.

No oitavo dia de avaliação observou-se diferença significativa do conteúdo relativo de água (CRA), cujas mudas ‘Coquinho’ apresentaram menores valores (FIGURA 2). As mudas ‘Coquinho’ mostraram-se mais sensíveis à restrição hídrica, o que proporcionou uma menor média

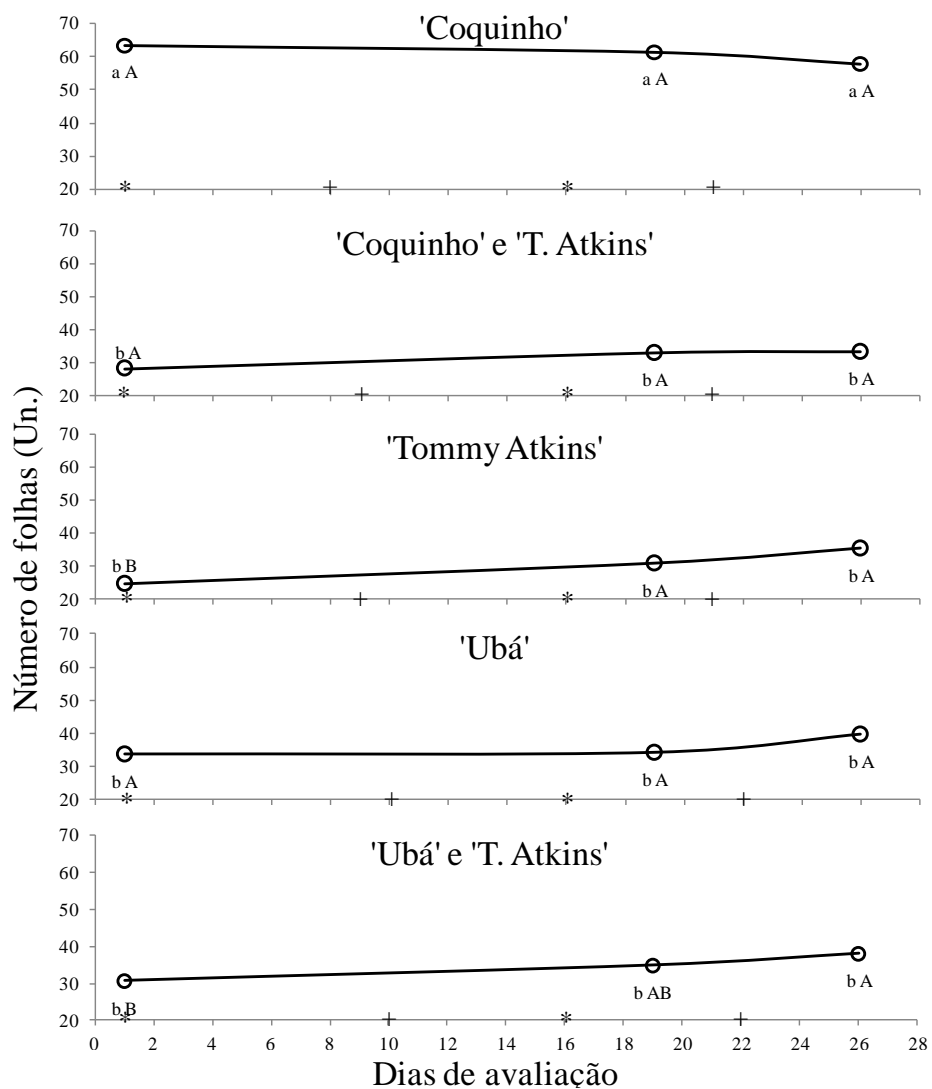


FIGURA 1. Número de folhas aos dias 1, 19 e 26 de mudas de mangueira cultivadas durante abril/maio de 2011 em Janaúba, MG. Médias aritméticas originais seguidas por teste de médias com fator de transformação $(y+1)^{0,5}$. Médias seguidas de letras distintas, maiúsculas na variedade e minúsculas no dia, diferem entre si pelo teste Tukey ao nível de 5% de probabilidade. *Corte do fornecimento de água; +Retorno do fornecimento de água.

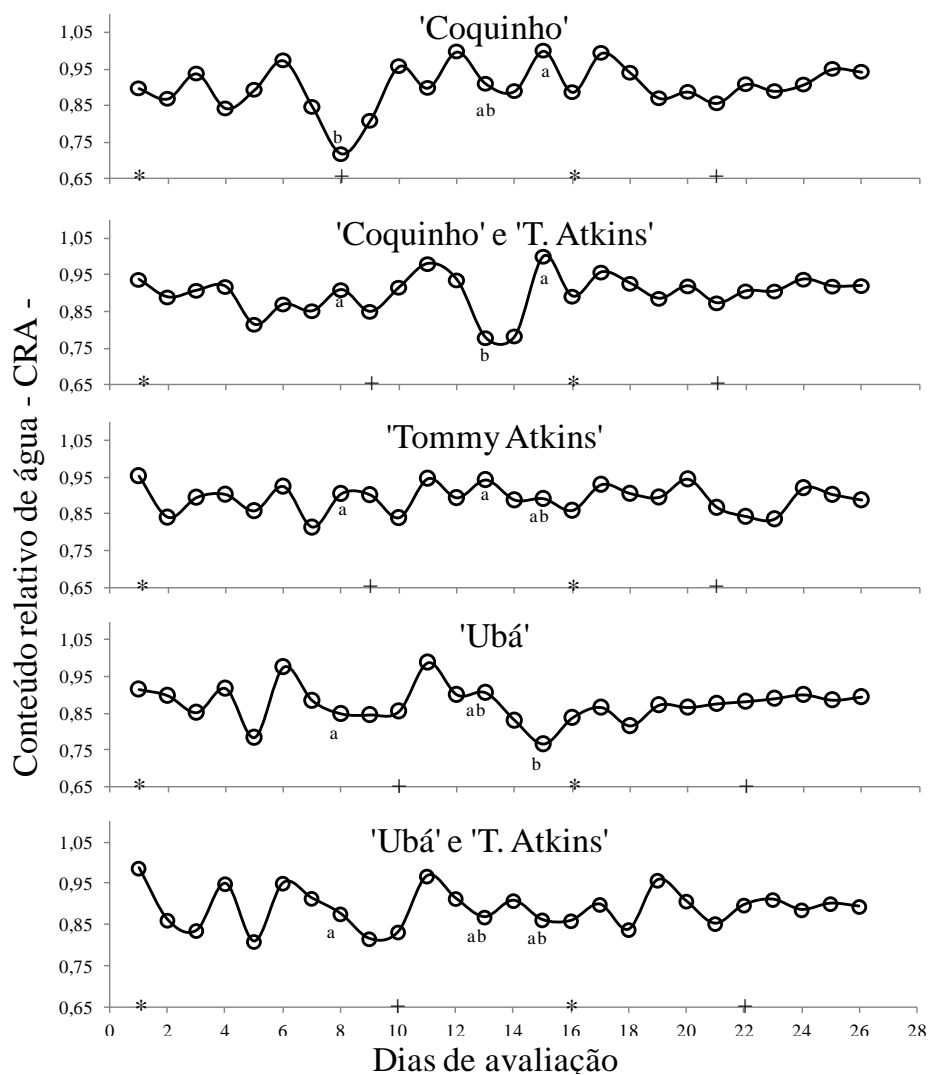


FIGURA 2. Conteúdo relativo de água (CRA) de mudas de mangueira cultivadas durante abril/maio de 2011 em Janaúba, MG. Médias aritméticas originais seguidas por teste de médias com fator de transformação $(y+1)^{0,5}$. Médias seguidas de letras distintas no dia de avaliação diferem entre si pelo teste Tukey ao nível de 5% de probabilidade; Médias sem letras implicam diferenças não significativas. *Corte do fornecimento de água; +Retorno do fornecimento de água.

diária do CRA nesse dia. As diferenças ocorridas nos dias 13 e 15 provavelmente foram decorrentes das variações climáticas, já que nesses dias todas as mudas estavam sob o mesmo regime hídrico.

As mudas 'Ubá' apresentaram superioridade dos valores de índice SPAD durante todo o período de avaliação, enquanto que na maior parte desse período as mudas 'Coquinho' mostraram os menores valores SPAD (FIGURA 3). As mudas enxertadas ('Tommy Atkins' enxertada em 'Coquinho' e em 'Ubá') mantiveram em grande parte do período avaliado valores de SPAD semelhantes aos das mudas pé-franco com mesma parte aérea ('Tommy Atkins'). Entretanto, as mudas 'Tommy Atkins' enxertadas em 'Coquinho' apresentaram maior índice SPAD no 11º dia e as 'Tommy Atkins' enxertadas em 'Ubá' no oitavo dia, o que sugere que esta variedade de copa, enxertada nestas variedades porta enxerto, proporciona incremento em tal índice. Vários autores têm observado diferenças do índice SPAD entre variedades de uma mesma cultura (ARGENTA *et al.*, 2001; SILVEIRA *et al.*, 2003; NEVES *et al.*, 2009; SONGSRI *et al.*, 2009; FERREIRA *et al.*, 2010).

Predominantemente as mudas 'Ubá' apresentaram as maiores taxas fotossintéticas (A) e as mudas 'Coquinho' as menores taxas (FIGURA 4). Verificou-se uma semelhança de comportamento entre o índice SPAD (FIGURA 3) e a taxa fotossintética (FIGURA 4) das mudas quando observados os resultados do teste de médias. Esse comportamento pode ser justificado pelo fato de o índice SPAD estar diretamente correlacionado com o teor de clorofila foliar em mangueiras (SALLA *et al.*, 2007), e tal teor com o potencial fotossintético (REGO e POSSAMAI, 2006). Além do teor de clorofila foliar outros fatores podem influenciar a taxa fotossintética, dentre eles a atividade estomática (GOMES *et al.*, 2004; KOUNDOURAS *et al.*, 2008; GRAÇA *et al.*, 2010) e a variação climática (COSTA e MARENCO, 2007).

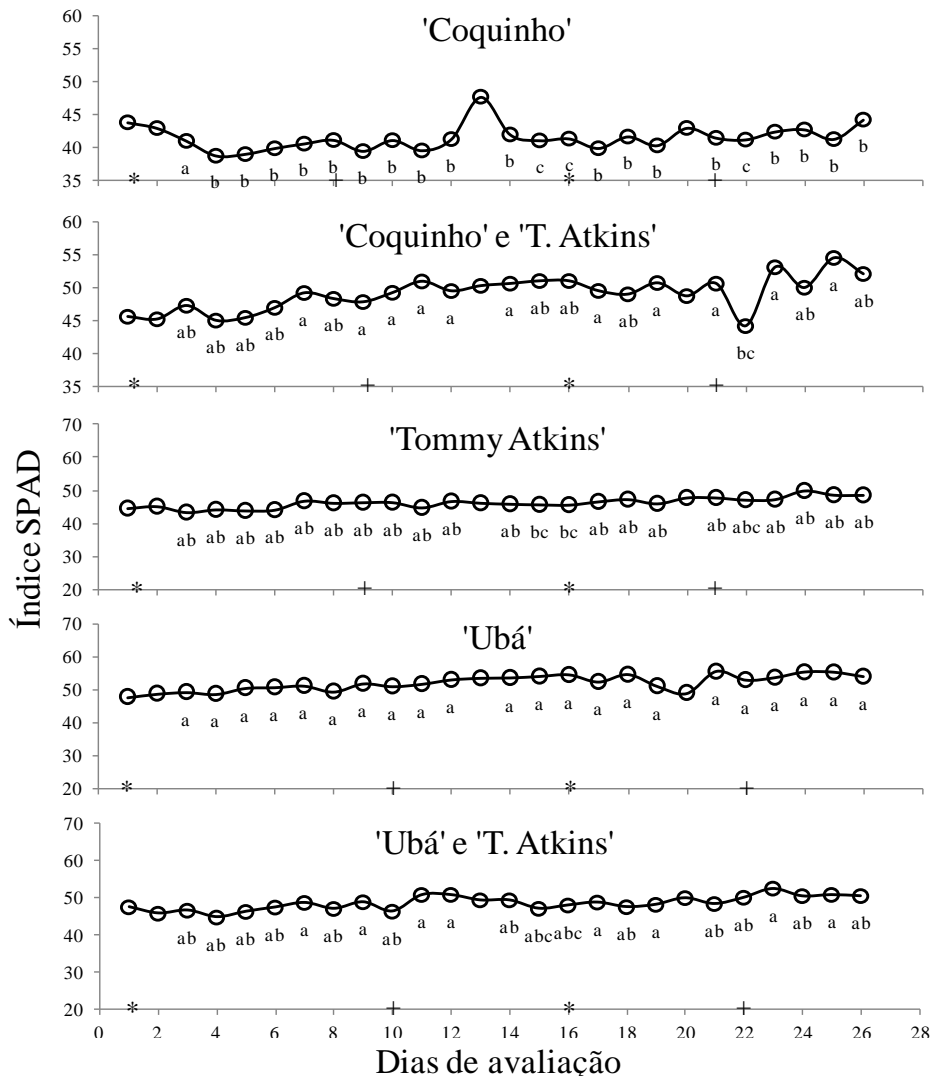


FIGURA 3. Índice SPAD de mudas de mangueira cultivadas durante abril/maio de 2011 em Janaúba, MG. Médias aritméticas originais seguidas por teste de médias com fator de transformação $(y+1)^{0,5}$. Médias seguidas de letras distintas no dia de avaliação diferem entre si pelo teste Tukey ao nível de 5% de probabilidade; Médias sem letras implicam diferenças não significativas. *Corte do fornecimento de água; +Retorno do fornecimento de água.

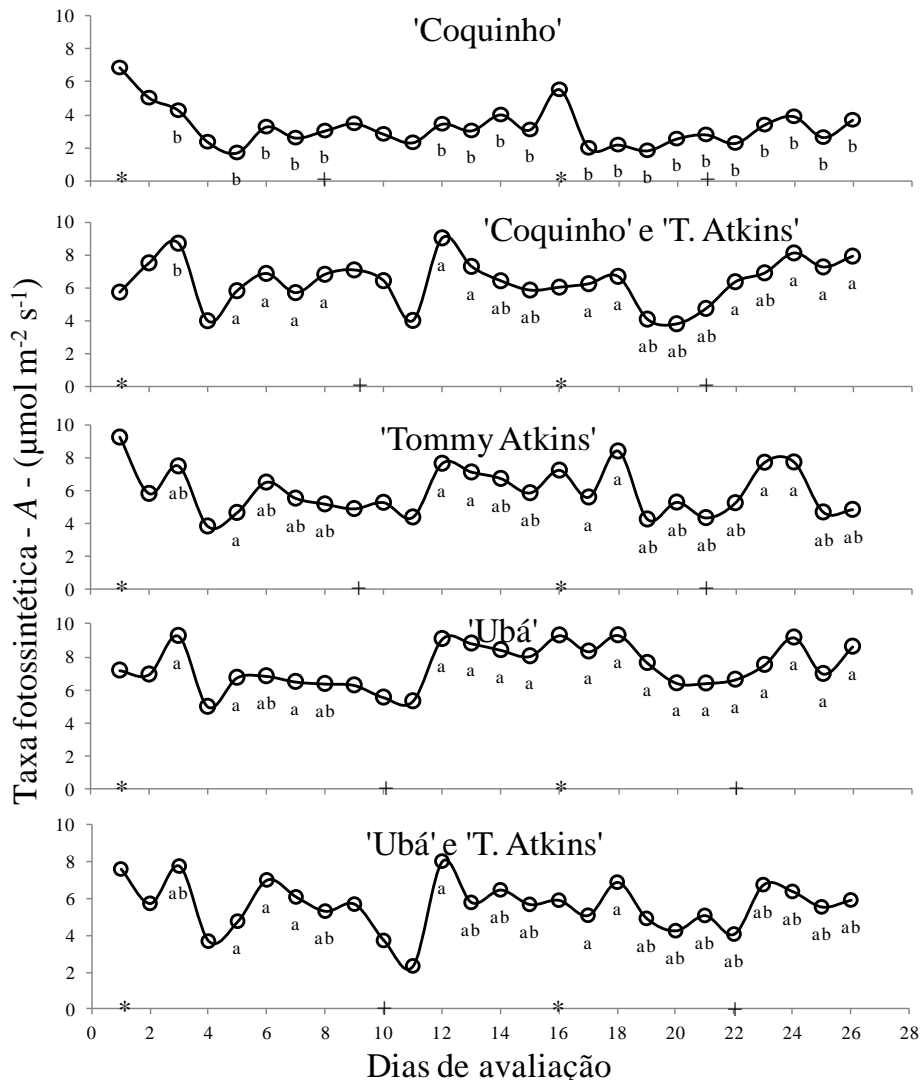


FIGURA 4. Taxa Fotossintética (A) de mudas de mangueira cultivadas durante abril/maio de 2011 em Janaúba, MG. Médias aritméticas originais seguidas por teste de médias com fator de transformação $(y+1)^{0,5}$. Médias seguidas de letras distintas no dia de avaliação diferem entre si pelo teste Tukey ao nível de 5% de probabilidade; Médias sem letras implicam diferenças não significativas. *Corte do fornecimento de água; +Retorno do fornecimento de água.

A restrição hídrica afetou a condutância estomática (g_s) das mudas nos últimos dias de cada ciclo de restrição, persistindo até o primeiro dia após a reidratação (FIGURA 5). Em estudos com mudas de mangueira da variedade Chokanan cultivadas em vasos de 20 l em casa de vegetação, Zaharah e Razi (2009) observaram que a mínima g_s foi encontrada próximo aos 30 dias de estresse hídrico, e com dez dias após o retorno do fornecimento de água as plantas ainda não tinham alcançado g_s próxima à inicial. Ismail e Davies (2000)

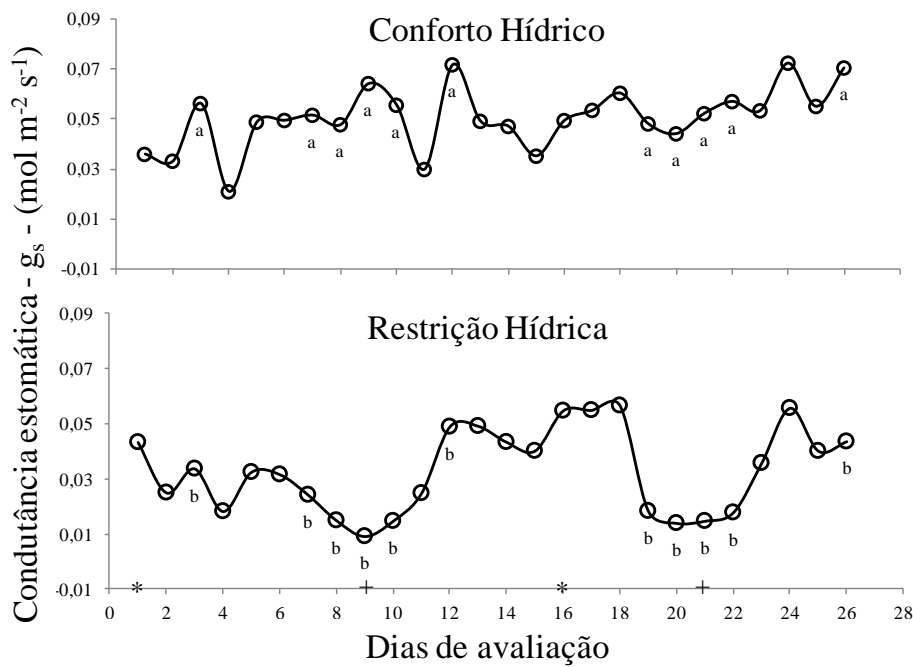


FIGURA 5. Condutância estomática (g_s) de mudas de mangueira cultivadas sob restrição e conforto hídrico durante abril/maio de 2011 em Janaúba, MG. Médias aritméticas originais seguidas por teste de médias com fator de transformação $(y+1)^{0,5}$. Médias seguidas de letras distintas no dia de avaliação diferem entre si pelo teste F ao nível de 5% de probabilidade; Médias sem letras implicam diferenças não significativas. *Corte do fornecimento de água; +Retorno do fornecimento de água.

atribuem a recuperação gradual da condutância estomática após a reidratação das plantas a sinais não hídricos que persistentemente afetam o ABA produzido durante período de estresse hídrico. Medina e Machado (1998) citam que a recuperação de plantas sob deficiência hídrica depende do porta-enxerto e da intensidade do estresse. Iacono *et al.* (1998) relatam que o porta-enxerto pode influenciar fortemente a resposta da copa de *Vitis vinifera* a baixas umidades do solo em termos de condutância estomática, fotossíntese e eficiência de carboxilação. Gomes *et al.* (2004), estudando o efeito do estresse hídrico em mudas de laranjeiras ‘Pêra’ enxertadas em limoeiro ‘Cravo’, verificaram que plantas com sete dias sem irrigação apresentaram valores de g_s significativamente menores em relação às plantas em conforto hídrico. Pesquisando o comportamento de mudas de laranjeira ‘Valência’ enxertadas sobre limoeiro ‘Cravo’ e *Poncirus trifoliata*, Medina e Machado (1998) observaram que a g_s atingiu valores mínimos respectivamente no nono e décimo dia após a interrupção da irrigação, e após a reirrigação a recuperação foi vagarosa, não atingindo os valores iniciais até o quarto dia. Esses autores sugerem que a comunicação química entre a raiz e a parte aérea que provoca o movimento estomático seja intermediada por substâncias de crescimento, possivelmente o ABA produzido no sistema radicular. Em cana-de-açúcar, Graça *et al.* (2010) constataram a mínima condutância estomática entre o quarto e sétimo dia de restrição hídrica, variando de acordo com a variedade.

A taxa fotossintética (A) mostrou comportamento semelhante à condutância estomática (FIGURA 6). Vários autores observaram que a taxa fotossintética está diretamente relacionada com a condutância estomática (IACONO *et al.*, 1998; MEDINA E MACHADO, 1998; PARANYCHIANAKIS *et al.*, 2004; MIYASHITA *et al.*, 2005; LUVAHA *et al.*, 2007; GONCALVES *et al.*, 2010). Gomes *et al.* (2004), Koundouras *et al.* (2008) e Graça *et al.* (2010) verificaram que, sob restrição progressiva ou parcial da disponibilidade hídrica,

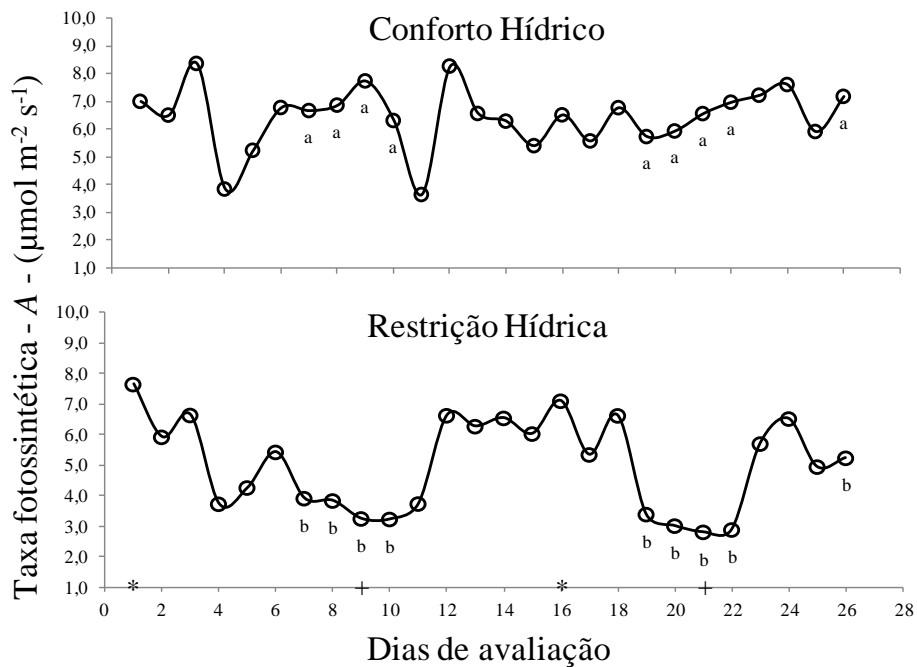


FIGURA 6. Taxa fotossintética (A) de mudas de mangueira cultivadas sob restrição e conforto hídrico durante abril/maio de 2011 em Janaúba, MG. Médias aritméticas originais seguidas por teste de médias com fator de transformação $(y+1)^{0,5}$. Médias seguidas de letras distintas no dia de avaliação diferem entre si pelo teste F ao nível de 5% de probabilidade; Médias sem letras implicam diferenças não significativas. *Corte do fornecimento de água; +Retorno do fornecimento de água.

as plantas obtiveram redução da taxa fotossintética respectivamente nas culturas de citros, videira e cana-de-açúcar, acompanhando a redução da condutância estomática. Esses autores atribuem este efeito à redução da abertura estomática, o que torna limitante o movimento de gases da atmosfera para o espaço intercelular. Gomes *et al.* (2004), Luvaha *et al.* (2007) e Gonçalves *et al.* (2010) citam que, apesar da fotossíntese ser controlada principalmente pela atividade estomática, as taxas de assimilação do CO₂ de plantas não irrigadas também podem ser afetadas por fatores não estomáticos, como o aumento da resistência à

difusão de CO₂ e as reduções na reação dos fotossistemas, e na atividade de algumas enzimas fotossintéticas, como a ribulose bisfosfato carboxilase /oxigenase (rubisco).

A Tabela 4 mostra os coeficientes de correlação de Pearson entre as variáveis tensão de água no solo, conteúdo relativo de água, condutância estomática e taxa fotossintética. Todas as variáveis se correlacionaram significativamente pelo teste P; entretanto apenas a condutância estomática (g_s) e a taxa fotossintética (A) apresentaram alto coeficiente de correlação, indicando a proporcionalidade entre tais variáveis. Paranychianakis *et al.* (2004), analisando a influência do porta-enxerto em mudas de videira ‘Soultanina’ submetidas a estresse hídrico parcial, constataram que a condutância estomática correlacionou-se significativamente com a taxa fotossintética com alto coeficiente de correlação. Em estudos com videiras ‘Cabernet Sauvignon’ sobre dois porta-enxertos, Koundouras *et al.* (2008) encontraram alta correlação A vs. g_s. Segundo esses autores, em situações de deficit hídrico a taxa fotossintética parece ser fortemente regulada pela condutância estomática. Costa e Marengo (2007) verificaram uma correlação positiva e altamente significativa entre essas variáveis, porém relativamente baixa em estudos com árvores jovens de

TABELA 4. Coeficientes de Correlação de Pearson entre as variáveis tensão de água no solo (TAS), conteúdo relativo de água (CRA), condutância estomática (g_s) e taxa fotossintética (A) de mudas de mangueira cultivadas durante abril/maio de 2011 em Janaúba, MG.

Variável	C.R.A.		g _s		A	
	Correlação	Valor P	Correlação	Valor P	Correlação	Valor P
T.A.S.	-0,164	<,001**	-0,306	<.001**	-0,359	<,001**
C.R.A.			-0,0713	0,0467*	-0,0798	0,0258*
g _s					0,913	<,001**

*Há diferença significativa pelo Teste P ao nível de 5% de probabilidade (P≤0,05); **Há diferença significativa pelo Teste P ao nível de 1% de probabilidade (P≤0,01).

andiroba (*Carapa guianensis*).

De modo geral, as mudas de manga estudadas apresentam sensibilidade à restrição hídrica quanto às torças gasosas, porém não foi possível observar para cada muda estudada diferenças entre as condições hídricas com o avanço do dessecamento, impossibilitando indicar qual muda apresenta maior tolerância à restrição hídrica progressiva. Novos estudos, verificando o comportamento de outras variáveis ligadas as relações hídricas das plantas, devem ser realizados com o intuito de analisar mais a fundo o comportamento de mudas de mangueira submetidas à restrição de água.

5 CONCLUSÕES

As mudas da mangueira 'Ubá' apresentam maior índice SPAD, condutância estomática (g_s) e taxa fotossintética (A), independentemente da condição hídrica as quais as plantas foram submetidas.

A restrição de água no solo interfere nas trocas gasosas de plantas jovens de mangueira, com redução da condutância estomática e da taxa fotossintética independentemente do tipo de muda utilizada.

As mudas de mangueira estudadas não apresentam diferença entre as condições hídricas para número de folhas, conteúdo relativo de água, índice SPAD, condutância estomática e taxa fotossintética dentro dos dias de avaliação.

A taxa fotossintética apresenta alta e significativa correlação com a condutância estomática para as mudas de mangueira estudadas.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALLEN, D. J., RATNER, K., GILLER, Y. E., GUSSAKOVSKY, E. E., SHAHAK, Y., ORT, D. R. An overnight chill induces a delayed inhibition of photosynthesis at midday in mango (*Mangifera indica* L.). **Journal of Experimental Botany**, Lancaster, v. 51, n. 352, p. 1893-1902, 2000.

ARGENTA, G.; SILVA, P. R. F.; BORTOLINI, C. G.; FORSTHOFER, E. L.; STRIEDER, M. L. Relação da leitura do clorofilômetro com os teores de clorofila extraível e de nitrogênio na folha de milho. **Revista Brasileira Fisiologia Vegetal**, Lavras, v. 13, n. 2, p. 158-167, 2001.

BELTRÃO, N. E. M.; FIDELES FILHO, J.; FIGUEIRÊDO, I. C. M. Uso adequado de casa-de-vegetação e de telados na experimentação agrícola. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 6, n. 3, p. 547-552, 2002.

BONFIM-SILVA, E. M.; SILVA, T. J. A.; CABRAL, C. E. A.; KROTH, B. E.; REZENDE, D. Desenvolvimento inicial de gramíneas submetidas ao estresse hídrico. **Revista Caatinga**, Mossoró, v. 24, n. 2, p. 180-186, 2011.

CARVALHO, L. M.; CASALI, V. W. D.; SOUZA, M. A. S.; CECON, P. R. Disponibilidade de água no solo e crescimento de Artemísia. **Horticultura Brasileira**, Campinas, v. 21, n. 4, 2003.

COELHO, E. F., OLIVEIRA, A. S.; NETTO, A. O. A.; TEIXEIRA, A. H. C.; ARAÚJO, E. C. E.; BASSOI, L. H. Irrigação. In: GENUÍ, P. J. C. e PINTO, A. C. Q. (Ed.). **A cultura da Mangueira**. Brasília: Embrapa, 2002. p. 167-189.

COSTA, G. F.; MARENCO, R. A. Fotossíntese, condutância estomática e potencial hídrico foliar em árvores jovens de andiroba (*Carapa guianensis*). **Acta Amazonica**, Manaus, v. 37, n. 2, p. 229-234, 2007.

CUNHA, G. A. P.; PINTO, A. C. Q.; FERREIRA, F. R. Origem, Dispersão, Taxonomia e Botânica. In: GENÚ, P. J. C. e PINTO, A. C. Q. (Ed.). **A cultura da Mangueira**. Brasília: Embrapa, 2002. p. 33-36.

FAO - **Food and Agriculture Organization**. Disponível em: <<http://faostat.fao.org/site/567/DesktopDefault.aspx?PageID=567>> Acesso em: 20 de junho de 2011.

FERREIRA, D. F. Análises estatísticas por meio do SISVAR (Sistema para Análise de Variância) para Windows 4.0. In: REUNIÃO ANUAL DA REGIÃO BRASILEIRA DA SOCIEDADE INTERNACIONAL DE BIOMETRIA, 45, 2000, São Carlos. **Anais...** São Carlos: UFSCar; 2000. p. 255-258.

FERREIRA, R. R.; OLIVEIRA, F. T. R.; DELITE, F. S.; AZEVEDO, R. A.; NICOLAI, M.; CARVALHO, S. J. P.; CHRISTOFFOLETI, P. J.; FIGUEIRA, A. V. O. Tolerância diferencial de variedades de cana-de-açúcar a estresse por herbicidas. **Bragantia**, Campinas, v. 69, n. 2, p. 395-404, 2010.

GENÚ, P. J. C. e PINTO, A. C. Q. (Ed.). **A cultura da Mangueira**. Brasília: Embrapa, 2002, 454 p.

GOMES, M. M. A.; LAGOA, A. M. M. A.; MEDINA, C. L.; MACHADO, E. C.; MACHADO, M. A. Interactions between leaf water potential, stomatal conductance and abscisic acid content of orange trees submitted to drought stress. **Brazilian Journal of Plant Physiology**, Londrina, v. 16, n. 3, p. 155-161, 2004.

GONÇALVES, E. R.; FERREIRA, V. M.; SILVA, J. V.; ENDRES, L.; BARBOSA, T. P.; DUARTE, W. G. Trocas gasosas e fluorescência da clorofila *a* em variedades de cana-de-açúcar submetidas à deficiência hídrica. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande v. 14, n. 4, p. 378-386, 2010.

GRACA, J. P.; RODRIGUES, F. A.; FARIAS, J. R.; OLIVEIRA, M. C. N.; HOFFMANN-CAMPO, C. B.; ZINGARETTI, S. M. Physiological parameters

in sugarcane cultivars submitted to water deficit. **Brazilian Journal of Plant Physiology**, Londrina, v. 22, n. 3, p. 189-197, 2010.

HENDRY, G. A. F.; PRICE, A. H. Stress indicators: chlorophylls and carotenoids. In: Hendry, G. A. F.; Grime, J. P. (Ed.), **Methods in Comparative Plant Ecology**. London: Chapman and Hall, 1993. p. 148-152.

HOEL, B. O.; SOLHAUG, K. A. Effect of irradiance on chlorophyll estimation with the Minolta SPAD-502 leaf chlorophyll meter. **Annals of Botany**, Exter, v. 82, p. 389-392, 1998.

IACONO, F.; BUCCELA, A.; PETERLUNGER, A. Water stress and rootstock influence on leaf gas exchange of grafted and ungrafted grapevines. **Scientia Horticulturae**, [s.l.], v. 75, p. 27-39, 1998.

IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Lavoura permanente 2010**. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/estadosat>>. Acesso em: 20 de junho de 2011.

ISMAIL, M. R.; DAVIES, W. J. Leaf growth and stomatal sensitivity after water stress relief and its relation to xylem sap abscisic acid. **Pertanika Journal of Tropical Agriculture Science**, Serdang, v. 23, n. 2, p. 67-73, 2000.

KOUNDOURAS, S.; TSIALTAS, I. T.; ZIOZIOU, E.; NIKOLAOU, N. Rootstock effects on the adaptive strategies of grapevine (*Vitis vinifera* L. cv. Cabernet-Sauvignon) under contrasting water status: Leaf physiological and structural responses. **Agriculture, Ecosystems and Environment**, [s.l.], v. 128, p. 86-96, 2008.

LUVAHA, E.; NETONDO, G. W.; OUMA, G. Effect of water deficit on the growth of mango (*Mangifera indica* L.) rootstock seedlings. In: ESILABA, A. O.; NKONGE, C.; NYONGESA, D.; WANDERA, F. P.; MUTISYA, J.; NGINYI, J. M.; NGIGI, R.; REGE, R.; KIRIGUA, V. (Ed.). Responding to demands and opportunities through innovative agricultural technologies

knowledge and approaches. **Proceedings of the 10th KARI Biennial Scientific Conference**, KARI, Nairobi, v. 2, p. 1-7, 2006.

LUVAHA, E.; NETONDO, G.W.; OUMA, G. Responses of mango (*Mangifera indica* L.) root stock seedlings to water stress. **International Journal of Botany**, London, v. 3, p. 373-378, 2007.

MEDINA, C. L.; MACHADO, E. C. Gas exchange and water relations of 'Valencia' orange tree grafted on 'Rangpur' lime and *Poncirus trifoliata*, submitted to a water deficit. **Bragantia**, Campinas, v. 57, n. 1, p. 15-22, 1998.

MIYASHITA, K.; TANAKAMARU, S.; MAITANI, T.; KIMURA, K. Recovery responses of photosynthesis, transpiration, and stomatal conductance in kidney bean following drought stress. **Environmental and Experimental Botany**, Lancaster, v. 53, p. 205-214, 2005.

NAUTIYAL, S.; NEGI, D.S.; KUMAR, S. Effect of water stress and antitranspirants on the chlorophyll contents of the leaves of *Pongamia pinnata* (L.) Pierre. **The Indian Forester**, Dehradun, v. 122, p. 1018-1022, 1996.

NEVES, D. C.; FULANI JUNIOR, E.; VALÉRIO FILHO, V. V. Fatores determinantes do índice spad em algodoeiro. In: Congresso Brasileiro do Algodão, 7., 2009, Foz do Iguaçu. Sustentabilidade da cotonicultura Brasileira e Expansão dos Mercados: **Anais...** Campina Grande: Embrapa Algodão, 2009. p. 859-865.

PARANYCHIANAKIS, N.; CHARTZOULAKIS, K. S.; ANGELAKIS, A. N. Influence of rootstock, irrigation level and recycled water on water relations and leaf gas exchange of Soultanina grapevines. **Environmental and Experimental Botany**, Lancaster, v. 52, p. 185-198, 2004.

PÉREZ-PÉREZ, J. G.; GARCÍA, J.; ROBLES, J. M.; BOTÍA, P. Economic analysis of navel orange cv. 'Lane late' grown on two different drought-tolerant rootstocks under deficit irrigation in South-eastern Spain. **Agricultural Water Management**, Amsterdam, v. 97, p. 157-164, 2010.

PINCELLI, R.P. **Tolerância à deficiência hídrica em cultivares de cana de açúcar avaliada por meio de variáveis morfofisiológicas**. 2010. 65 p. Dissertação (Mestrado em Agronomia: Agricultura) – Universidade Estadual Paulista “Júlio Mesquita Filho”, Botucatu, 2010.

PINTO, A. C. Q.; COSTA, J. G.; SANTOS, C. A. F. Principais Variedades. In: GENÚ, P. J. C. e PINTO, A. C. Q. (Ed.). **A cultura da Mangueira**. Brasília: Embrapa, 2002. p.95-116.

REDDY, Y. T. N.; KURIAN, R. M.; RAMACHANDER, P. R.; SINGH, G.; KOHLI, R. R. Long-term effects of rootstocks on growth and fruit yielding patterns of ‘Alphonso’ mango (*Mangifera indica* L.). **Scientia Horticulturae**, [s.l.], v. 97, p. 95-108, 2003.

REGO, G. M.; POSSAMAI, E. Efeito do sombreamento sobre o teor de clorofila e crescimento inicial do jequitibá-rosa. **Boletim de Pesquisa Florestal**, Colombo, n. 53, p. 179-194, 2006.

SALLA, L.; RODRIGUES, J. C.; MARENCO, R. A. Teores de clorofila em árvores tropicais determinados com o SPAD-502. **Revista Brasileira de Biociências**, Porto Alegre, v. 5, p. 159-161, 2007.

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

SCHAFFER, B. Mango. In: SCHAFFER, B.; ANDERSEN, P. C. (Ed.). **Handbook of environmental physiology of fruit crops: sub-tropical crops**, Boca Raton: CRC Press Inc., v. 2, p. 165-197, 1994.

SHIVASHANKARA, K. S.; MATHAI, C. K. Inhibition of photosynthesis by flowering in mango (*Mangifera indica* L.). A study by gas exchange methods. **Scientia Horticulturae**, [s.l.], v. 83, p. 205-212, 2000.

SILVA, V. P. R.; AZEVEDO, P. V.; SILVA, B. B.; ESPINOLA SOBRINHO, J.; LIMA, J. M. P.; TEIXEIRA, A. H. C.; SOARES, J. M.; LOPES, P. M. O. Alguns aspectos fisiológicos da mangueira em condições irrigada e de estresse hídrico. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE METEOROLOGIA, 11., 2000, Rio de Janeiro. **Anais...** Rio de Janeiro: Sociedade Brasileira de Meteorologia; 2000. v. 1, p. 258-262.

SILVEIRA, P. M.; BRAZ, A. J. B. P.; DIDONET, A. D. Uso do clorofilômetro como indicador da necessidade de adubação nitrogenada em cobertura no feijoeiro. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 38, n. 9, p. 1083-1087, 2003.

SMART, R. E.; BINGHAM, G. E. Rapid estimates of relative water content. **Plant Physiology**, Rockville, v. 53, p. 258-260, 1974.

SONGSRI, P.; JOGLOY, S.; HOLBROOK, C. C.; KESMALA, T.; VORASOOT, N.; AKKASAENG C.; PATANOTHAI, A. Association of root, specific leaf area and SPAD chlorophyll meter reading to water use efficiency of peanut under different available soil water. **Agricultural Water Management**, Amsterdam, v. 96, p. 790-798, 2009.

SOUZA, J. S.; ALMEIDA, C. O.; ARAÚJO, J. L. P.; CARDOSO, C. E. L. Aspectos Socioeconômicos. In: GENÚ, P. J. C. e PINTO, A. C. Q. (Ed.). **A cultura da Mangueira**. Brasília: Embrapa, 2002. p. 21-29.

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

TORRES NETTO, A.; CAMPOSTRINI, E.; OLIVEIRA, J. G.; YAMANISH, O. K. Portable chlorophyll meter for the quantification of photosynthetic pigments, nitrogen and the possible use for the assessment of the photochemical

process in *Carica papaya* L. **Brazilian Journal of Plant Physiology**, Londrina, v. 14, p. 203-210, 2002.

TREEBY, M. T.; HENRIOD, R. E.; BEVINGTON, K. B.; MILNE, D. J.; STOREY, R. Irrigation management and rootstock effects on navel orange [*Citrus sinensis* (L.) Osbeck] fruit quality. **Agricultural Water Management**, Amsterdam, v. 91, p. 24-34, 2007.

YADOLLAHI, A.; ARZANI, K.; EBADI, A.; WIRTHENSOHN, M.; KARIMI, S. The response of different almond genotypes to moderate and severe water stress in order to screen for drought tolerance. **Scientia Horticulturae**, [s.l.], v. 129, p. 403-413, 2011.

ZAHARAH, S. S.; RAZI, I. M. Growth, stomata aperture, biochemical changes and branch anatomy in mango (*Mangifera indica* L.) cv. Chokonan in response to root restriction and water stress. **Scientia Horticulturae**, [s.l.], v. 123, p. 58-67, 2009.

ZHANG, B.; LIU, Y.; XU, D.; CAI, J.; LI, F. Evapotranspiration estimation based on scaling up from leaf stomatal conductance to canopy conductance. **Agricultural and Forest Meteorology**, Amsterdam, v. 151, p. 1086-1095, 2011.