

ARTIGO ORIGINAL

Derblai Casaroli^{1*}
Gislene Pinheiro da Silva¹
Lucas Melo Vellame²
José Alves Júnior¹
Adão Wagner Pêgo Evangelista¹
Pedro Henrique de Souza¹

Respostas do Mogno Africano cultivado sem restrição hídrica às condições micrometeorológicas de Goiânia-GO

African Mahogany responses cultivated without water restriction to Goiânia-GO micrometeorological conditions

¹ Universidade Federal de Goiás – UFG, Escola de Agronomia, Avenida Esperança, s/n., Campus Samambaia, 74690-900, Goiânia, GO, Brasil

² Universidade Federal do Recôncavo da Bahia – UFRB, Rua Rui Barbosa, 710, Centro, 44380-000, Cruz das Almas, BA, Brasil

*Autor Correspondente:

E-mail: derblai@ufg.br

PALAVRAS-CHAVE

Evapotranspiração
Taxas de crescimento
Khaya ivorensis A. Chev.
Cerrado

KEYWORDS

Evapotranspiration
Growth rate
Khaya ivorensis A. Chev.
Brazilian Savanna

RESUMO: O plantio de mogno africano (*Khaya ivorensis* A. Chev.) encontra-se em expansão no Brasil para fins de reflorestamento ou produção de madeira nobre. O trabalho objetivou avaliar o crescimento de plantas jovens de mogno africano nas condições micrometeorológicas da região de Goiânia-GO, cultivado sem restrição hídrica. Conduziram-se experimentos em casa-de-vegetação (vasos), durante 141 dias, e em lisímetros, por 160 dias. Em vasos ajustaram-se equações de segundo grau entre as variáveis biométricas e o tempo, exceto para o diâmetro de caule, que ajustou uma linear. Suas taxas de crescimento mostraram tendências oscilatórias no tempo, evidenciando uma rápida dinâmica de distribuição de carboidratos entre os órgãos da planta. Em lisímetros, este ajuste foi exponencial com $R^2 > 0,95$. O consumo de água médio por planta por dia ($C_{H_2O} d^{-1}$) foi de 2,5 L $plt^{-1} d^{-1}$, e o consumo por metro quadrado de área foliar $ke d^{-1} = 0,82 L m^{-2} d^{-1}$. As taxas de crescimento novamente mostraram comportamento oscilatório no tempo, não encontrando relações entre maiores taxas e maior consumo de água. A análise de regressão ajustou equações exponenciais entre as taxas de crescimento, as variáveis micrometeorológicas e $C_{H_2O} d^{-1}$. O $ke d^{-1}$ foi crescente quando relacionado à radiação solar, déficit de vapor, vento e evapotranspiração de referência, e decrescente em relação à umidade relativa. Conclui-se que, sem restrição hídrica, não existe uma tendência em termos de taxas de crescimento de plantas de mogno africano e as variáveis micrometeorológicas, mas o consumo de água pelas plantas possui forte relação com estas variáveis.

ABSTRACT: African mahogany (*Khaya ivorensis* A. Chev.) planting is spreading in Brazil as to re-forest as to obtain hardwood. This work aimed to evaluate the growing of young African mahogany plants to micrometeorological conditions of Goiânia-GO, without water restriction. Experiments were carried out in greenhouse (pots), during 141 days, and lysimeters, per 160 days. In pots were adjustment quadratic equations between the biometric variables and the time, except for the stem diameter, which set a linear. Growth rates showed oscillatory trends over time, showing a fast dynamic distribution of carbohydrates between the organs of the plant. In Lysimeter, that adjustment was exponential, with $R^2 > 0.95$. The average of water uptake per plant per day ($C_{H_2O} d^{-1}$) was 2.5 L $plt^{-1} d^{-1}$, and per meter square of leaf area was $ke d^{-1} = 0.82 L m^{-2} d^{-1}$. Growth rates showed again oscillatory behavior in time, not lying relationships between higher rates and increased water consumption. Regression analysis adjusted exponential equations between the growth rates and micrometeorological variables and $C_{H_2O} d^{-1}$. The $ke d^{-1}$ showed an increased when related to solar radiation, vapor pressure deficit, wind and reference evapotranspiration, and decreasing in relation to relative humidity. We conclude that, without water restriction, there is not a trend for growth rates of African mahogany plants and micrometeorological variables, but water consumption by plants has a strong relationship with these variables.

Recebido: 13 out. 2015

Aceito: 05 abr. 2016

1 Introdução

Devido à devastação de áreas nativas do bioma Cerrado, intensificada nas últimas décadas, há atualmente grande preocupação em se preservar áreas naturais remanescentes, além de se incentivar o reflorestamento. Assim, como alternativa a exploração de madeira em áreas com plantas nativas, surgem os cultivos de espécies florestais para fins comerciais. Na busca por espécies que tenham boa qualidade de madeira, fácil adaptabilidade e elevado valor comercial, vem se destacando as espécies exóticas como o mogno africano (*Khaya ivorensis* A. Chev.). A espécie pertence à família Meliaceae, teve sua origem no continente Africano e apresenta difícil taxonomia devido à similaridade entre as espécies. O Mogno Africano foi introduzido no Brasil para ser produzido em cultivos silviculturais substituindo o Mogno Brasileiro (*Swietenia macrophylla* King). Ele é resistente à broca-do-ponteiro (*Hypsipyla grandella* Zeller), que é a principal praga da espécie. Existe também a proibição legal da exploração e comercialização da madeira de Mogno Brasileiro desde 2000, o que gerou demanda por produtos alternativos promissores como a madeira do mogno africano (Gasparotto et al., 2001).

Grande parte dos estudos publicados sobre crescimento e rendimento de florestas tropicais enfatiza apenas a escala de ecossistema ou povoamento florestal, sem levar em consideração o padrão de crescimento individual da espécie (Silva et al., 2003).

O crescimento de uma árvore é definido como o aumento gradativo de tamanho das raízes, copa e tronco, em resposta aos processos naturais de vida e aos estímulos ambientais, como radiação solar, temperatura, déficit de pressão de vapor no ar, bem como, dependem do grau de competição intra e interespecíficas (Dié et al., 2012; Ugulino et al., 2014). Ainda, estudos comprovam a forte relação entre variáveis que expressam a transpiração e fotossíntese de plantas florestais e as variáveis climáticas e o teor de água no solo, que determinam, por exemplo, a necessidade hídrica destas espécies (Carneiro et al., 2008a, 2008b; Albuquerque et al., 2013). Assim, Para o manejo adequado de plantas cultivadas há a necessidade de conhecimentos básicos a cerca do comportamento morfométrico frente à quantidade de água disponível no solo e as exigências hídricas e climáticas destas espécies. Contudo, estes estudos com o mogno africano, para as condições climáticas do Cerrado goiano, são raros ou inexistentes.

Este estudo teve-se como objetivo avaliar o crescimento de plantas jovens de mogno africano às condições micrometeorológicas de Goiânia-GO, cultivado sem restrição hídrica.

2 Material e Métodos

O estudo foi realizado na Escola de Agronomia da Universidade Federal de Goiás- UFG, no município de Goiânia - GO, Brasil (16° 35'45,54" S; 49° 16'43,90" W; 724 m). Segundo Köppen, o clima da região classifica-se como Aw (tropical semiúmido), contendo duas estações bem definidas: verão úmido (Dezembro–Março) e inverno seco (Junho–Agosto). A temperatura média varia entre 17,7°C e 29,9°C. A precipitação pluvial média é de 1.500 mm ano⁻¹. O solo predominante na região é o Latossolo Vermelho Distrófico (Embrapa, 2006).

Primeiramente, 18 plantas de Mogno Africano com 50 dias após a germinação foram transplantadas para vasos plásticos de

10 L (03/07/2013). Os vasos foram preenchidos com Latossolo Vermelho Distrófico da região, sendo antes peneirado e seco ao ar. Medidas realizadas indicaram densidade média do solo de 1.200 kg m⁻³.

Os vasos foram mantidos em casa-de-vegetação no sistema *floating* durante 141 dias. Assim, manteve-se uma lâmina de água constante de 0,05 m, a 0,35 m da superfície do solo, para que não ocorresse restrição hídrica às plantas. Após este período, três plantas de mogno africano com 210 dias após a germinação (aproximadamente sete meses), foram transplantadas no dia 29 de novembro de 2013 dos vasos para lisímetros (volume = 500 L; diâmetro superior = 1,22 m) de lençol freático constante a 0,08 m, possibilitando a manutenção da evapotranspiração das plantas na condição potencial ao longo de 160 dias de avaliação.

O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado, com cinco e três repetições para os ensaios em casa-de-vegetação e lisímetros, respectivamente. Utilizaram-se como tratamento, os tempos de avaliação (dias após a primeira avaliação), comparando-se apenas as médias das taxas de crescimento para normalizar a falta de equidistância dos tempos (≈ 14 dias) entre as avaliações. O teste de Tukey ($p < 5\%$) foi utilizado para avaliar as taxas de crescimento das plantas, obtida entre o início e final de cada período.

Em cinco plantas cultivadas em casa-de-vegetação o crescimento vegetal foi avaliado considerando as variáveis: número de folhas por planta (NF), número de folíolos por planta (Nf), altura de plantas (ALT, cm), diâmetro de caule (D, cm) e área foliar (AF, cm²), bem como as respectivas taxas de variação das variáveis nos períodos: número de folhas (TNF, folha d⁻¹), Número de folíolos (TNf, folíolo d⁻¹), Altura (TA, cm d⁻¹), diâmetro (TD, cm d⁻¹), e área foliar (TAF, cm² d⁻¹). Para as três plantas cultivadas em lisímetros avaliaram-se: altura, diâmetro e área foliar, e as respectivas taxas de crescimento nos períodos analisados. Ainda, nesta etapa de lisimetria, foram determinados o consumo total de água por planta, em cada período entre as avaliações (C_{H_2O} , L plt⁻¹), as médias por período de altura (Am, cm), diâmetro (Dm, cm) e área foliar (AFm, cm). Assim, foi possível estimar o consumo de água médio por planta por dia (C_{H_2O} , d⁻¹, L plt⁻¹ d⁻¹), o consumo de água por área foliar no período (k_e , L m⁻²) e por dia (k_e , L m⁻² d⁻¹). Além disto, somente nesta etapa (início: 01/12/2013), com o auxílio de uma estação meteorológica automática, instalada na Escola de Agronomia da Universidade Federal de Goiás, a 40 m da área experimental, foram monitoradas as variáveis micrometeorológicas: temperatura do ar máxima (T_{max} , °C), mínima (T_{min} , °C) e média (T_m , °C), radiação solar global incidente (MJ m⁻² d⁻¹) acumulada entre as avaliações (RG_{acum}) e média diária (RG_m), brilho solar (horas) acumulado no período entre as avaliações (n_{acum}) e diário (n_m) velocidade do vento (v , m s⁻¹), precipitação pluviométrica (P, mm), déficit de pressão de vapor no ar (DPV, kPa), amplitude térmica (AT, °C), soma térmica [$ST = \Sigma GD$; sendo GD os graus dias determinado conforme Villa Nova et al. (1972), para uma temperatura base igual a 18 °C], e evapotranspiração de referência, conforme Penman-Monteith (ET_0 , mm d⁻¹).

Os dados foram submetidos à análise de variância e as médias comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade de erro. Os dados foram correlacionados às variáveis micrometeorológicas

e ao consumo de água, utilizando a correlação simples de Person (r), no qual se determinou a significância das correlações a partir do ponto crítico (t_c) do teste t-Student à 5% de probabilidade de erro. Análises de regressão foram ajustadas para identificar as tendências das variáveis medidas. As avaliações foram realizadas com o auxílio do programa estatístico Assisat, versão beta 7.

3 Resultados e Discussão

No cultivo em ambiente protegido, todas as variáveis envolvendo o crescimento das plantas avaliadas ajustaram-se à equação do segundo grau em função do tempo de avaliação. O diâmetro de caule ajustou-se à equação linear crescente, sendo a única exceção. Derivando as equações quadráticas e igualando a zero, foi possível encontrar o ponto de máxima das funções obtidas para as variáveis estudadas, sendo: 123,83 folhas, 152,24 folíolos, 173,85 m de altura e 130,85 m² de área foliar, a partir da primeira avaliação (DA1^a). Como algumas variáveis atingiram os pontos de máxima em tempos superiores aos das avaliações, experimentalmente não foi possível verificar a estabilização do crescimento do número de folíolos e altura de plantas.

As médias das taxas de crescimento vegetal do mogno africano cultivadas em vasos mostraram diferenças significativas em função do tempo de avaliação, para todas as variáveis avaliadas (Tabela 1). Entretanto, constatou-se numericamente que maiores taxas foram obtidas entre a terceira e quarta avaliação (≈ 30 -40 DA1^a), exceto para a variável taxa de área foliar, que apresentou a maior taxa na 5^a avaliação (≈ 60 DA1^a).

Ajustou-se uma equação linear para as variáveis número de folhas e número de folíolos ($R^2 = 0,96$), comprovando o surgimento e senescência simultânea de folhas e folíolos, para o período avaliado. Ainda, foi ajustada uma equação quadrática ($R^2 = 0,97$) para diâmetro de caule e altura de planta, mostrando um ponto de máxima, em que mesmo com o aumento da altura de planta o diâmetro do caule tendeu a estabilização.

O crescimento das plantas em lisímetro determinou tendência padrão em relação a outras espécies vegetais, que tem comportamento exponencial na fase inicial do desenvolvimento (Souza et al., 2006) (Figura 1), exceto para número de folhas e folíolos que ajustaram uma polinomial de segundo grau.

As plantas em lisímetros apresentaram diferenças significativas entre as médias de taxas de altura, diâmetro e área foliar nos diferentes tempos de avaliação (Tabela 2), sendo as maiores médias observadas após a 6^a avaliação (75 DA1^a).

As oscilações nas taxas podem ter ocorrido devido às características fisiológicas da planta ou estímulos ambientais. Estas variações ocorridas nas diferentes medidas biométricas em função do tempo estão dentro de um padrão para a fase inicial do crescimento e desenvolvimento vegetal, em que a dinâmica do acúmulo de carboidratos se divide entre os órgãos vegetais, folhas, caule e raiz (Taiz & Zeiger, 2012).

Foram observadas reduções nas temperaturas e na soma térmica após 132 DA1^a, déficits de pressão de vapor no ar médios ($\approx 0,95$ kPa), menores valores de radiação solar, evapotranspiração e velocidade do vento, porém, registrou-se um incremento no brilho solar (Figura 2). Ressalta-se que, em termos médios, estas variáveis encontram-se dentro de uma normal climatológica para o período (Silva et al., 2007).

Em geral, as maiores médias de taxas de crescimento foram registradas após 132 DA1^a, não refletindo em maior consumo de água (Tabela 2). Quando confrontados os dados de taxas de crescimento e as variáveis micrometeorológicas (Figura 3) verificaram-se altas dispersões dos dados, com $R^2 < 0,6$.

Em estudo conduzido com plantas de diferentes espécies de eucalipto, com 155 dias de idade, foram verificadas diferenças significativas entre os tratamentos com e sem restrição hídrica, em que, as plantas submetidas ao déficit hídrico (DH=-3,0 MPa)

Tabela 1. Médias de crescimento das plantas de Mogno Africano, cultivadas em vasos, e suas respectivas taxas médias nos diferentes tempos de avaliação, dado em dias após a primeira avaliação (DA1^a).

Table 1. Grown of African mahogany plants, cultivated in pots, and their rates to different times of evaluation from days after the first evaluation (DA1st).

DA1 ^a	TNF	Tnf	TA	TD	TAF
16	0,13 a*	0,73 b	0,63 ab	0,04 c	114,69 a
30	0,19 a	1,57 a	0,45 b	0,24 a	27,58 b
46	0,13 a	0,98 ab	1,32 a	0,15 ab	91,64 a
59	0,08 b	0,00 c	0,19 c	0,21 a	123,61 a
79	-0,03 d	0,37 b	0,17 c	0,13 ab	-0,78 c
94	0,11 a	0,36 b	0,62 ab	0,07 c	22,32 b
107	0,03 c	0,95 b	0,61 ab	0,21 a	20,13 b
122	-0,07 d	-0,31 d	0,03 d	0,02 c	37,14 b
141	0,09 b	0,68 ab	0,28 c	0,18 a	3,52 c
Média	0,06	0,53	0,43	0,12	43,98
CV%	41,44	36,60	44,16	34,76	35,50

Número de folhas (NF), número de folíolos (Nf), Altura (A), Diâmetro (D), área foliar (AF), sendo suas respectivas taxas indicadas pela letra "T". *Médias seguidas por mesma letra na coluna não se diferem entre si, pelo teste de Tukey à 5% de probabilidade de erro.

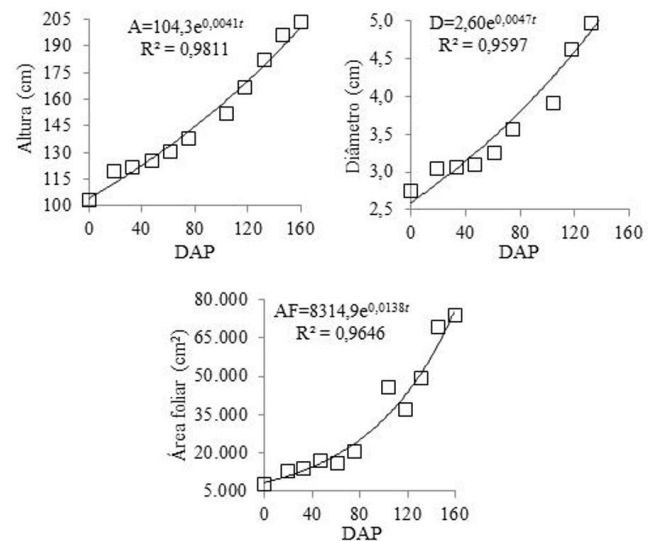


Figura 1. Análise de regressão entre as variáveis de crescimento de plantas de Mogno Africano, cultivado em lisímetro, em função do tempo transcorrido após a primeira avaliação (DA1^a).

Figure 1. Regression analysis between growth variables of African mahogany, cultivated in lysisimeter, in function of time after the first evaluation (DA1^a).

Tabela 2. Variáveis que expressam crescimento vegetal, suas taxas médias e o consumo de água de plantas jovens de mogno africano (do 7º ao 13º mês de idade) cultivadas em lisímetros, para cada uma das avaliações (DA1ª = dias após a primeira avaliação), de Dez-Maio.**Table 2.** Plant growth variables, their average rates and water consumption of young African Mahogany plants (7th to 13th month old), in lysimeters, for each evaluation (DA1ª = days after first evaluation), Dec-May.

Avaliações	DA1ª	A ¹	D	AF	TA	TD	TAF
1	0	103,00	2,75	7589,02	0,00	0,00000	0,0000
2	19	119,33	3,04	12733,04	0,009 d*	0,01530 c	270,74 c
3	33	122,67	3,06	13986,29	0,167 c	0,00119 c	1253,24 c
4	47	125,32	3,10	16786,65	0,263 b	0,00286 c	2800,36 c
5	61	130,34	3,25	15790,31	0,357 b	0,01107 c	-996,34 c
6	75	138,01	3,56	20545,96	0,547 ab	0,02219 bc	4755,65 bc
7	104	152,02	3,91	45652,54	0,500 ab	0,00963 c	25106,58 a
8	118	167,67	4,63	36762,79	1,048 a	0,05126 a	-8889,75 c
9	132	182,04	4,96	49075,77	1,095 a	0,02398 bc	12312,98 a
10	146	196,03	5,32	69368,39	1,000 a	0,02540 abc	20292,62 a
11	160	203,32	5,88	73971,18	0,524 ab	0,04014 abc	4602,78 bc
Média		153,47	4,07	35467,29	0,55	0,0187	6123,81
CV%					43,25	44,79	31,03

DA1ª	Intervalo	Am	Dm	AFm	C _{H2O}	C _{H2O} d ⁻¹	ke	ke d ⁻¹
0	0	0,00	0,00	0,000	0,00	0,00	0,00	0,000
7	7	122,00	3,06	1,437	7,45	1,06	5,18	0,740 b
21	14	125,67	3,13	1,629	21,58	1,54	13,25	0,946 b
35	14	131,00	3,29	1,817	47,39	3,38	26,08	1,863 a
64	29	139,58	3,57	3,310	46,27	1,60	13,98	0,482 b
78	14	152,17	4,00	4,121	16,60	1,19	4,03	0,288 b
92	14	166,83	4,53	4,292	30,76	2,20	10,75	0,768 b
106	14	181,67	4,97	5,922	40,08	2,86	6,77	0,483 b
120	14	194,33	5,37	7,167	83,01	5,93	11,58	0,827 b
Média						2,47		0,821
CV%								27,49

¹Médias de altura de plantas (A, cm), diâmetro de caule (D, cm) e área foliar (AF, cm²), taxas de altura (TA, cm d⁻¹), diâmetro (TD, cm d⁻¹) e de área foliar (TAF, cm² d⁻¹), bem como as médias por período entre as avaliações de altura (Am, cm), diâmetro (Dm, cm) e área foliar (AFm, m²), consumo de água total por planta no período (C_{H2O}, L plt⁻¹) e por dia (C_{H2O}, L plt⁻¹ d⁻¹), e consumo de água por planta por área foliar média no período (ke, L m⁻²) e por dia (ke, L m⁻² d⁻¹).

*Médias seguidas por mesma letra na coluna não se diferem entre si, pelo teste de Tukey à 5% de probabilidade de erro.

obtiveram valores de crescimento vegetal menor que as plantas que permaneceram à capacidade de campo (CC=-0,03 MPa). Assim, destacaram-se as espécies *Eucalyptus camaldulensis* para a variável altura de planta (CC=153,34 cm; DH=130,52 cm) e *Eucalyptus urophylla* para as variáveis diâmetro de caule (CC=1,269 cm; DH=1,199 cm) e área foliar (CC=67 cm²; DH=50 cm²) (Gonçalves & Passos, 2000). Para confrontar estes dados com o presente trabalho há a necessidade de transformar os valores absolutos em taxas, para as plantas mantidas na capacidade de campo, desta forma, tem-se a taxa de altura 0,99 cm d⁻¹, diâmetro 0,008 cm d⁻¹, e área foliar igual a 0,43 cm² d⁻¹. Contudo, os valores obtidos em casa-de-vegetação foram em média, numericamente, menor para a TA=0,43 cm d⁻¹, e maiores para as variáveis TD=0,12 cm d⁻¹ e TAF=55,08 cm² d⁻¹.

As médias de ke d⁻¹ não diferiram estatisticamente em função do tempo de avaliação, tendo média geral de 0,821 L m⁻² d⁻¹ (Tabela 2). A exceção ocorreu para a média da 4ª avaliação (35 DA1ª), que apresentou o maior consumo por área foliar por dia, igual a 1,863 L m⁻² d⁻¹. Provavelmente, o maior consumo ocorreu devido às questões ambientais que favoreceram o aumento da evapotranspiração no período.

Zanon & Finger (2010) estudando a relação entre as variáveis meteorológicas e o crescimento de *Araucaria angustifolia* verificaram que o aumento da temperatura correspondia a um maior crescimento, cessando-o ou reduzindo-o nos períodos com temperaturas baixas, ocasiões em que também ocorria o excesso de água no solo. Além disto, estudos comprovam a influência de variáveis climáticas sobre os anéis de crescimento de Teca (*Tectona grandis* L.f.) (Dié et al., 2012; Ugolino et al., 2014). No entanto, outros aspectos podem dificultar esse tipo de análise, pois além dos fatores climáticos o crescimento das plantas também está ligado aos fatores endógenos da espécie, sendo influenciado pelas reservas energéticas e atividades metabólicas intrínsecas das árvores (Machado et al., 2014).

Para as variáveis de crescimento e micrometeorológicas que apresentaram correlações significativas ajustaram-se equações de regressão exponenciais (Figura 3), exceto para a relação entre a taxa de área foliar e o consumo de água por planta por dia (Figura 2p).

Estas relações mostraram que há uma tendência de redução no crescimento vegetal do mogno africano em função do aumento nos valores médios das variáveis micrometeorológicas

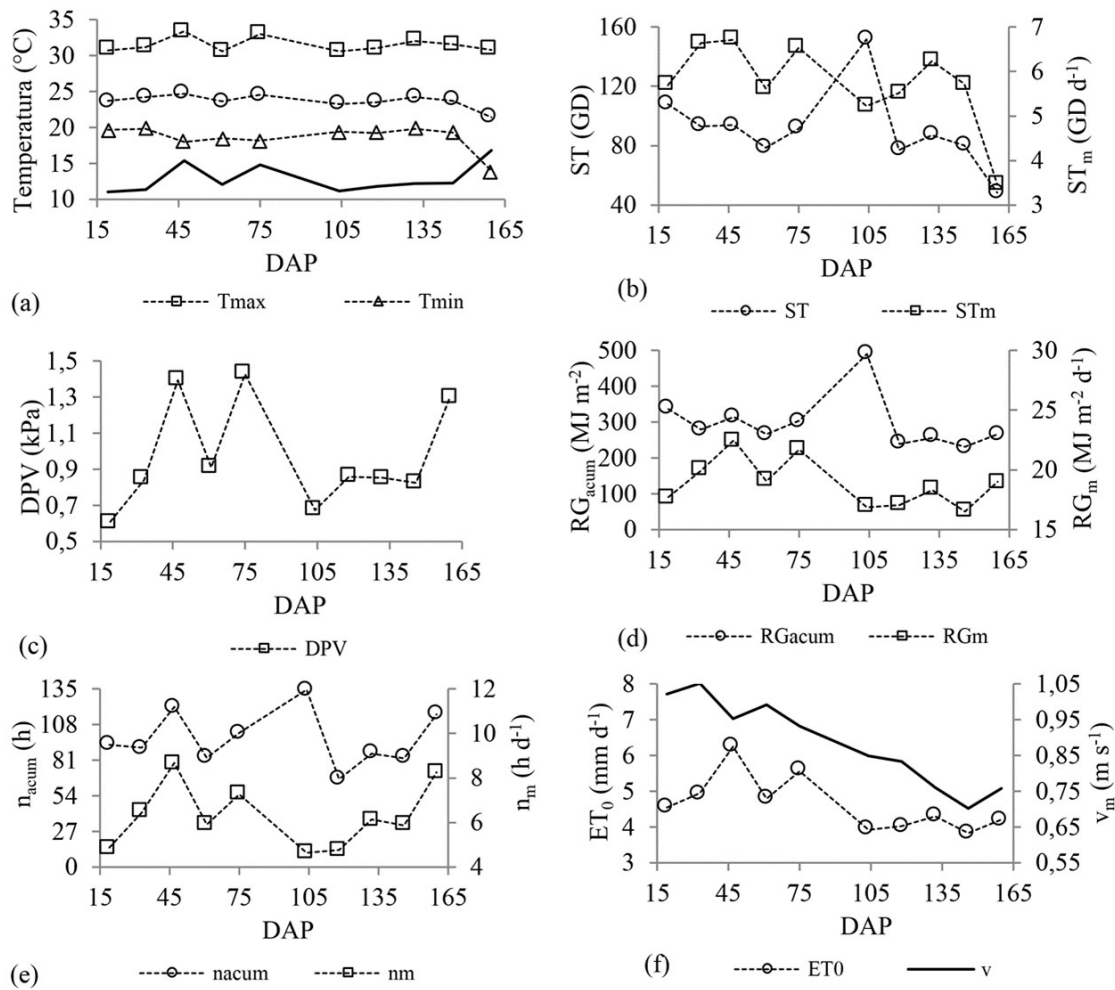


Figura 2. Variáveis climáticas registradas no experimento de Mogno Africano, cultivado em lisímetros: (a) T_{max} , T_{min} , T_m e AT; (b) ST e ST_m ; (c) DPV; (d) RG_{acum} e RG_m ; (e) n_{acum} e n_m ; (f) ET_0 e v .

Figure 2. Climatic variable recorded from African mahogany experiment, cultivated in lysimeter: (a) T_{max} , T_{min} , T_m and AT; (b) ST and ST_m ; (c) DPV; (d) RG_{acum} and RG_m ; (e) n_{acum} and n_m ; (f) ET_0 and v .

e concomitante aumento no consumo de água (Figura 3). Entretanto, vale lembrar que as plantas encontram-se em uma fase inicial do crescimento e desenvolvimento, oscilando sua distribuição de fitomassa seca entre seus órgãos, e que esta fase, por tratar-se de uma cultura arbórea (ciclo longo e perene) pode passar por diferentes condições climáticas dentro de uma mesma fase fenológica. Isto pode ser verificado neste estudo, em que, as maiores médias e taxas de crescimento (Tabela 2) foram obtidas quando houve uma redução média nas variáveis micrometeorológicas (Figura 3).

O consumo de água por planta entre os períodos de avaliação também mostrou oscilações em função das variáveis biométricas médias de altura, diâmetro e área foliar ajustando-se a estas equações de regressão exponenciais com $R^2 < 0,42$ (Figura 4 a, c, e).

Já o consumo de água por planta por dia ajustaram equações polinomiais com as taxas de crescimento (Figura 4 b, d, f). Quando relacionados os consumos de água aos dados micrometeorológicos não foram encontradas correlações significativas, exceto para o déficit de pressão de vapor do ar.

Melhores ajustes entre o consumo de água e as variáveis micrometeorológicas foram observados quando o consumo foi convertido por metro quadrado de área foliar por dia ($ke\ d^{-1}$) (Figura 5).

Assim, verificaram-se tendências exponenciais de $ke\ d^{-1}$ com a maioria das variáveis climáticas, exceto para DPV e ET_0 , as quais determinaram ajustes linear e logarítmico, respectivamente (Figura 5). A única exceção, que não apresentou tendência exponencial crescente, foi o ajuste entre $ke\ d^{-1}$ e UR%, o que já era esperado, pois maiores valores de UR% indicam menor demanda hídrica atmosférica (Figura 5b). Por outro lado, embora com baixa correlação ($R^2 < 0,40$), observou-se um ajuste linear crescente entre $ke\ d^{-1}$ e DPV (Figura 5d), também explicado em função da demanda atmosférica. Na literatura citam-se fortes relações potenciais positivas entre a resistência estomática de plantas de eucalipto e as variáveis ambientais, como radiação solar, déficit de pressão de vapor e temperatura, promovendo maior ou menor transpiração de plantas de eucalipto, bem como, que há uma forte correlação entre a condutância estomática, as

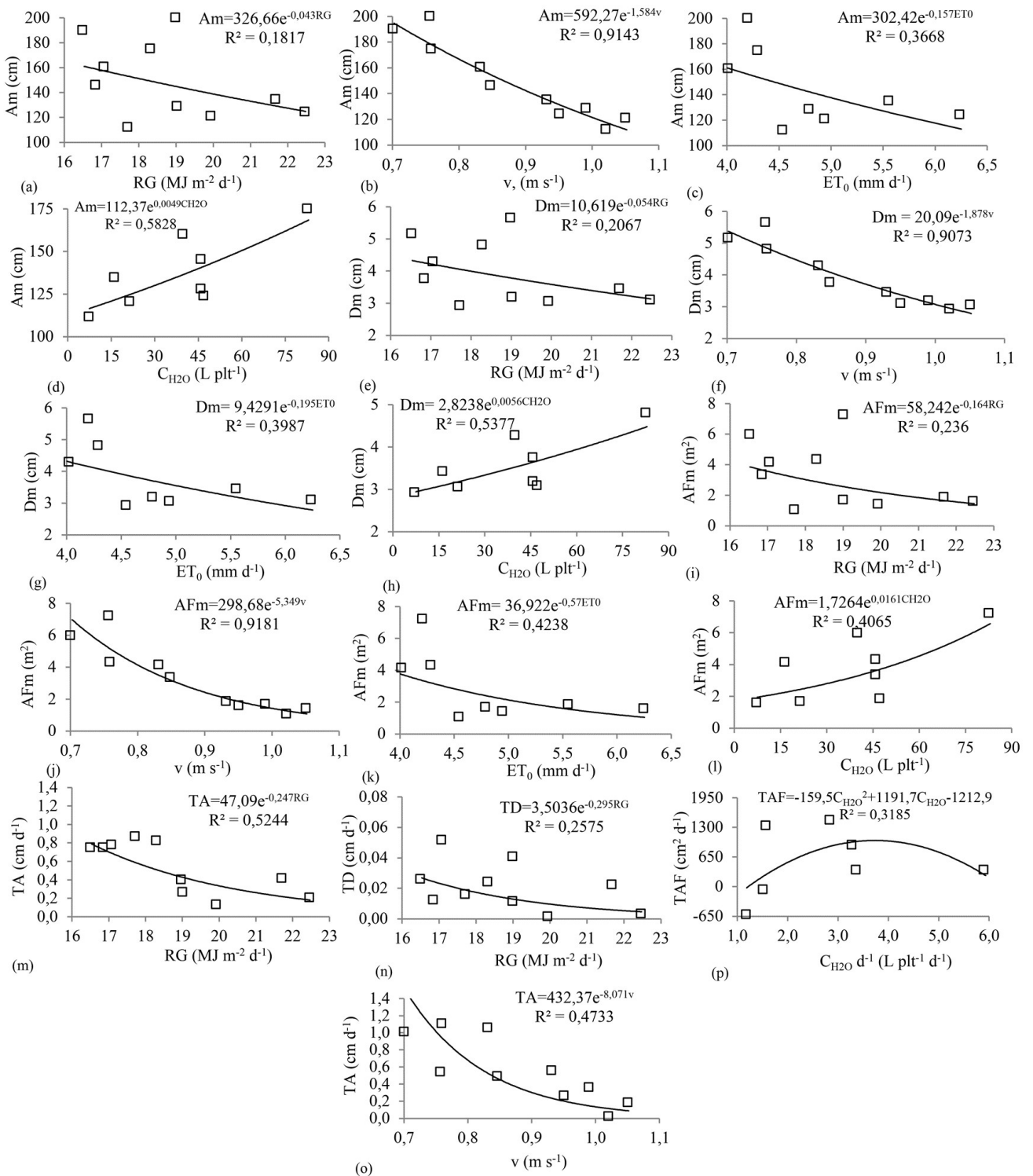


Figura 3. Análise de regressão entre as variáveis de crescimento do mogno africano e micrometeorológicas, sendo: (a) Am vs RG; (b) Am vs v; (c) Am vs ET_0 ; (d) Am vs C_{H_2O} ; (e) Dm vs RG; (f) Dm vs v; (g) Dm vs ET_0 ; (h) Dm vs C_{H_2O} ; (i) AFm vs RG; (j) AFm vs v; (k) AFm vs ET_0 ; (l) AFm vs C_{H_2O} ; (m) TA vs RG; (n) TD vs RG; (o) TA vs v; (p) TAF vs $C_{H_2O} d^{-1}$.

Figure 3. Regression analysis between growth of african mahogany and micrometeorological variables, such as: (a) Am vs RG; (b) Am vs v; (c) Am vs ET_0 ; (d) Am vs C_{H_2O} ; (e) Dm vs RG; (f) Dm vs v; (g) Dm vs ET_0 ; (h) Dm vs C_{H_2O} ; (i) AFm vs RG; (j) AFm vs v; (k) AFm vs ET_0 ; (l) AFm vs C_{H_2O} ; (m) TA vs RG; (n) TD vs RG; (o) TA vs v; (p) TAF vs $C_{H_2O} d^{-1}$.

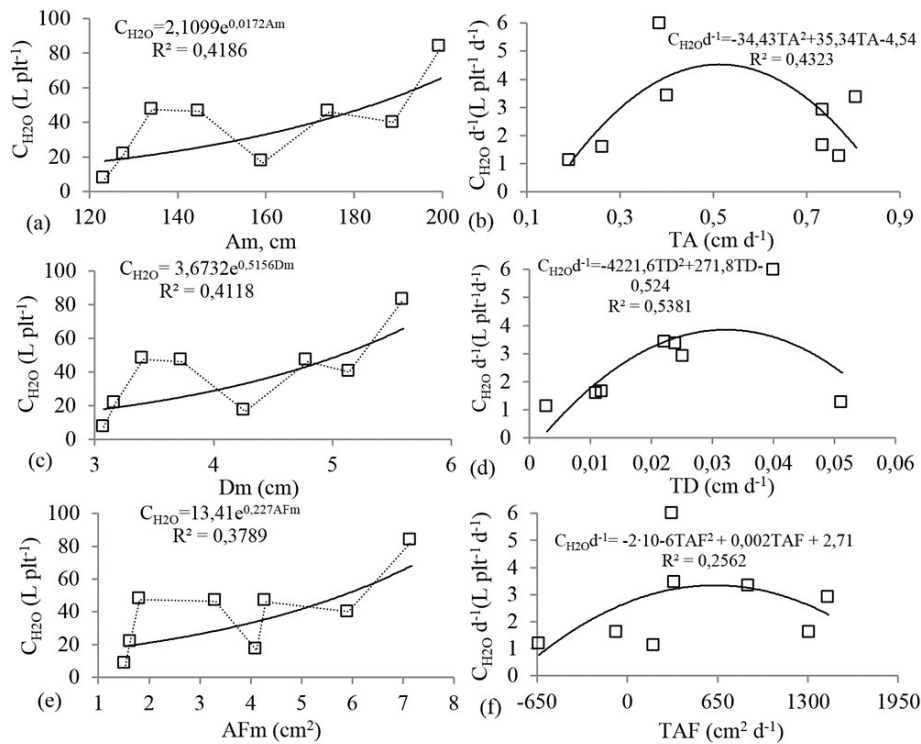


Figura 4. Análise de regressão entre o consumo de água por planta por período (C_{H_2O}) e por dia ($C_{H_2O} d^{-1}$) e as variáveis biométricas do Mogno Africano (lisímetros): (a) (C_{H_2O}) vs Am; (b) ($C_{H_2O} d^{-1}$) vs TA; (c) (C_{H_2O}) vs Dm; (d) ($C_{H_2O} d^{-1}$) vs TD; (e) (C_{H_2O}) vs AFm; (f) ($C_{H_2O} d^{-1}$) vs TAF.

Figure 4. Regression analysis between water consumption per plant per period (C_{H_2O}) and per day ($C_{H_2O} d^{-1}$) of the African mahogany plants (lysimeter): (a) (C_{H_2O}) vs Am; (b) ($C_{H_2O} d^{-1}$) vs TA; (c) (C_{H_2O}) vs Dm; (d) ($C_{H_2O} d^{-1}$) vs TD; (e) (C_{H_2O}) vs AFm; (f) ($C_{H_2O} d^{-1}$) vs TAF.

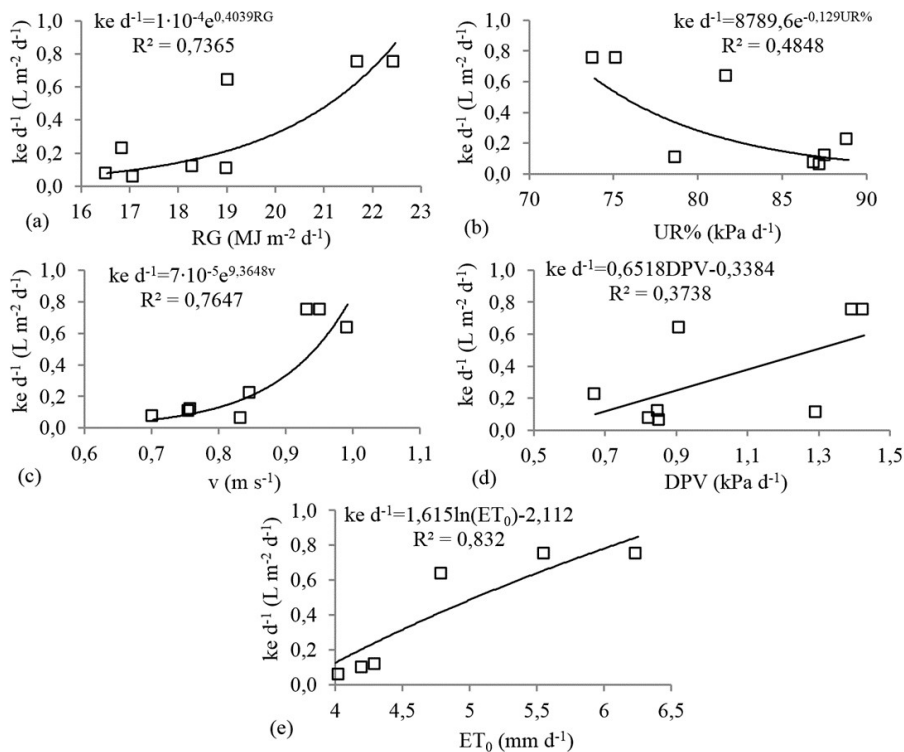


Figura 5. Análise de regressão entre o consumo de água por área foliar por dia ($ke d^{-1}$) de plantas de Mogno Africano, cultivadas em Lisímetros, e as variáveis micrometeorológicas, tais como: (a) $ke d^{-1}$ vs RG; (b) $ke d^{-1}$ vs UR%; (c) $ke d^{-1}$ vs v; (d) $ke d^{-1}$ vs DPV; (e) $ke d^{-1}$ vs ET_0 .

Figure 5. Regression analysis between the consumption of water per leaf area per day (ke) from African mahogany plants, cultivated in lysimeters, and micrometeorological variables, such as: (a) $ke d^{-1}$ vs RG; (b) $ke d^{-1}$ vs UR%; (c) $ke d^{-1}$ vs v; (d) $ke d^{-1}$ vs DPV; (e) $ke d^{-1}$ vs ET_0 .

variáveis climáticas e o teor de água no solo (Carneiro et al., 2008a; 2008b). Ainda, constatou-se que a regulação osmótica permite o controle da perda de água via transpiração de plantas jovens de mogno brasileiro (*Swietenia macrophylla*) (Cordeiro et al., 2009).

Ainda, utilizando os valores de consumo de água e a área do lisímetro pode-se inferir que a evapotranspiração potencial média da cultura foi de 2,11 mm d⁻¹ e que o coeficiente de cultura ($K_c = ET_c/ET_0$) igual a 0,45, valor coerente quando comparado aos valores apresentados pelo boletim FAO-56, que apresenta valores médios de K_c para árvores frutíferas entre 0,40-1,00.

4 Conclusões

A tendência de crescimento foi diferente para as plantas de mogno africano cultivadas em vasos (casa-de-vegetação) e em lisímetro, pois em vasos as taxas de crescimento diminuíram nas últimas avaliações e nos lisímetros as taxas aumentaram. Não foi possível identificar tendências entre as relações taxas de crescimento e consumo de água, nem para taxas de crescimento e variáveis micrometeorológicas. O consumo de água por planta foi de 2,5 L pl⁻¹ d⁻¹, sendo este influenciado pelas condições micrometeorológicas locais. Para plantas de Mogno Africano, em fase inicial de crescimento (210 dias), o $K_c=0,45$.

Referências

ALBUQUERQUE, M. P. F.; MORAES, F. K. C.; SANTOS, R. I. N.; CASTRO, G. L. S.; RAMOS, E. M. L. S.; PINHEIRO, H. A. Ecofisiologia de plantas jovens de mogno africano submetidas ao déficit hídrico e reidratação. *Pesquisa agropecuária brasileira*, v. 48, n. 1, p. 9-16, 2013.

CARNEIRO, R. L. C.; RIBEIRO, A.; HUAMAN, C. A. M.; LEITE, F. P.; SEDIYAMA, G. C.; BASTOS, N. F. Consumo de água em plantios de eucalipto: Parte 1 determinação da condutância estomática em tratamentos irrigado e não-irrigado. *Revista Árvore*, v.32, n.1, p.1-10, 2008a.

CARNEIRO, R. L. C.; RIBEIRO, A.; HUAMAN, C. A. M.; LEITE, F. P.; SEDIYAMA, G. C.; NEVES, J. C. L. Consumo de água em plantios de eucalipto: Parte 2 modelagem da resistência estomática e estimativa da transpiração em tratamentos irrigados e não-irrigados. *Revista Árvore*, v.32, n.1, p.11-18, 2008b.

CORDEIRO, Y.E.M.; PINHEIRO, H.A.; SANTOS FILHO, B.G.; CORRÊA, S.S.; DIAS FILHO, M.B. Physiological and morphological responses of Young mahogany (*Swietenia macrophylla* King.) plants to drought. *Forest Ecology and Management*, v. 258, p. 1449-1455, 2009.

DIÉ, A.; KITIN, P.; KOUAMÉ, F. N' G.; BULCKE VAN; DEN, J.; ACKER, J. V.; BEECKMAN, H. Fluctuations of cambial activity in relation to precipitation result in annual rings and intra-annual growth zones of xylem and phloem in teak (*Tectona grandis*) in Ivory Coast. *Annals of Botany*, n.110, p. 861-873, 2012.

EMBRAPA - Centro Nacional de Pesquisa em Solos. *Sistema brasileiro de classificação de solos*. 2. ed. Rio de Janeiro: EMBRAPA, 2006. 360 p.

GASPAROTTO, L.; HANADA, R. E.; ALBUQUERQUE, F. C.; DUARTE. Mancha areolada causada por *Thanatephorus cucumeris* em Mogno-Africano. *Fitopatologia Brasileira*, v. 26, n. 3, p.660-661, 2001.

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

MACHADO, S. A.; ZAMIN, N. T.; NASCIMENTO, R. G. M.; SANTOS, A. A. P. Efeito das variáveis climáticas no crescimento mensal de *Pinus taeda* e *Araucaria angustifolia* em fase juvenil. *Floresta e Ambiente*, v. 21, n. 2, p.170-181, 2014.

SILVA, R. P. NAKAMURA, S.; AZEVEDO, C.P.; CHAMBERS, J.; ROCHA, R.M.; PINTO, A.C.M.; SANTOS, J.; HIGUCHI, N. Uso de banda dendrométrica na definição de padrões de crescimento individual em diâmetro de árvores na bacia do Rio Cuieiras. *Acta Amazonica*, v. 33, n. 1, p.67-84, 2003.

SILVA, S. C.; SOARES, E. G. S.; RIBEIRO, J. R. *Informações meteorológicas para pesquisa e planejamento agrícola, referentes ao município de Santo Antônio de Goiás, GO, 2006*. Santo Antônio de Goiás: Embrapa arroz e feijão, 2007. 31 p.

SOUZA, C. A. M. de; OLIVEIRA, R. B. de; MARTINS FILHO, S.; LIMA, J. S. S. Crescimento em campo de espécies florestais em diferentes condições de adubações. *Ciência Florestal*, v. 16, n. 3, p. 243-249, 2006.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. *Fisiologia vegetal*. 5ª. ed. Porto Alegre: Artmed, 2012. 954 p.

UGULINO, B.; LATORRACA, J. V. de F.; TOMAZELLO FILHO, M. Tree-ring growth response of teak (*Tectona grandis* L.f.) to climatic variables in central-west region of Brazil. *Scientia Forestalis*, v. 42, n. 104, p. 473-482, dez. 2014.

VILLA NOVA, N. A.; PEDRO JR, M. J.; PEREIRA, A. R.; OMETTO, J. C. Estimativa de graus-dia acumulados acima de qualquer temperatura base, em função das temperaturas: máximas e mínimas. *Caderno de Ciências da Terra*, São Paulo, v. 30, 8p., 1972.

ZANON, M. L. B.; FINGER, C. A. G. Relação de variáveis meteorológicas com o crescimento de *Araucaria angustifolia* (Bertol.) Kuntze em povoamentos implantados. *Ciência Florestal*, v. 20, n. 3, p. 467-476, 2010.

Contribuição dos autores: Derblai Casaroli idealizador do projeto, revisão de literatura, auxiliou na análise dos resultados, na escrita científica do trabalho, seleção da revista, submissão do artigo, correções no conteúdo final; Gislene Pinheiro da Silva, o artigo é parte do trabalho de conclusão de curso, auxiliou na montagem do experimento, coleta de dados, revisão de literatura, análise dos dados, escrita do trabalho; Lucas Melo Vellame contribuiu no desenvolvimento da técnica de lisimetria em campo, análise dos resultados, escrita científica do trabalho; José Alves Júnior auxiliou na confecção dos lisímetros, revisão de literatura, escrita científica; Adão Wagner Pêgo Evangelista, revisão de literatura, escrita científica; Pedro Henrique de Souza auxiliou na confecção dos lisímetros, coleta de dados, tabulação dos dados, revisão de literatura.

Fonte de financiamento: O trabalho contou com auxílio financeiro da Universidade Federal de Goiás e da Empresa Mudas Nobres®.

Conflito de interesse: Os autores declaram não haver conflito de interesse.