

ÁREA FOLIAR E EVAPOTRANSPIRAÇÃO DE CALLAS CULTIVADAS EM SUBSTRATO EM FUNÇÃO DO NÍVEL FREÁTICO

Mariana Fraga Soares Muçouçah; Antonio Evaldo Klar; Fernando Juabre Muçouçah

Depto Engenharia Rural, Faculdade de Ciências Agronômicas, UNESP, Botucatu, SP,

mariana.fraga@terra.com.br

1 RESUMO

Foi estudada a influência de diferentes profundidades do lençol freático no desenvolvimento de bulbos de calla (*Zantedeschia* sp). As características avaliadas foram: área foliar e evapotranspiração da cultura. As callas foram cultivadas em estufa de vidro com 50% de redução na radiação interna, em vasos construídos de tubos de PVC de diâmetro nominal de 150 mm preenchidos com substrato. Os bulbos utilizados apresentavam massa verde inicial de 10 a 12 g. Os vasos foram colocados em bandejas com um sistema automático para o abastecimento de água por um reservatório conectado diretamente às bandejas, com uma bóia para manutenção do nível constante. As profundidades dos lençóis freáticos foram: 10, 17, 24, 31 e 38 cm. O desenvolvimento da área foliar foi verificado ao longo do ciclo. A evapotranspiração foi medida diariamente. Os resultados referentes à área foliar foram variáveis de 1.011,6 a 2.016,3 cm² para as profundidades respectivas de 38 e 10 cm e a evapotranspiração total da cultura variou de 26,89 L.planta⁻¹ a 46,14 L.planta⁻¹ para as mesmas profundidades. A água estava disponível em todos os tratamentos, com restrições aumentadas a medida que se distanciava para cima ou para baixo do nível 24 cm com relação ao desenvolvimento da parte aérea. Ocorreu correlação positiva entre o desenvolvimento da área foliar e a evapotranspiração total da cultura..

UNITERMOS: *Zantedeschia*, bulbo, cultivo de flores

**MUÇOUÇAH, M. F. S.; KLAR, A. E.; MUÇOUÇAH, F. J.
CALLAS LEAF AREA AND EVAPOTRANSPIRATION CULTIVATED IN
SUBSTRATE AT DIFFERENT TABLE WATER LEVELS.**

2 ABSTRACT

The objective of this study was to determine the influence of five different water levels on the crop development of Calla. The crop parameters evaluated were leaf area and evapotranspiration. The study was conducted in glass greenhouse with 50% of sunlight reduction. The plants were grown in PVC pots with 150 mm diameter, which were filled with substrate. The plant tubers weighed from 10 g to 12 g. The pots were placed within containers, under water level constant automatically.. The table water levels used were 10, 17, 24, 31 and 38 cm. Nine evaluations during the growth cycle checked the growth development. The evaporation varied from 26.89 to 46.14 L.plant⁻¹ for 38 and 10 cm water levels, respectively and leaf area per plant showed 1011.6 to 2016.3 for the same levels. The substrate water was more available in the treatment 24 cm, with more restrictions in the upper and lower treatments.

There was positive correlation between leaf area and evapotranspiration at the final of the culture.

KEYWORDS: *Zantedeschia*, flowers's cultivate, tuber

3 INTRODUÇÃO

A floricultura no Brasil se expandiu nos últimos anos, sendo mais constante e de melhor qualidade. A produção de flores e plantas ornamentais é uma opção para proprietários de pequenas propriedades e capitalizados, pois estes não têm condições de competir na produção de grandes culturas, precisando de alternativas. A área total cultivada no Brasil com floricultura em 2002 era de 5.118,1 hectares, sendo a maior parte do plantio sob a forma de campo (71%), seguida de estufas (26%) e telado (3%) (Graziano, 2002) e foi estimada em 9.000 hectares em 2003 (Kiyuna et al., 2004). O cultivo de calla (*Zantedeschia* sp) ainda é incipiente no Brasil, com poucos produtores, não sendo produzida em larga escala. Esta espécie encontra-se em fase experimental no Brasil, seu cultivo é carente de informações adequadas ao plantio no Hemisfério Sul, especificamente no Brasil. O presente estudo foi desenvolvido para averiguar a influência de diferentes níveis freáticos no desenvolvimento de callas, além de determinar a evapotranspiração da cultura.

4 MATERIAL E MÉTODOS

O presente estudo foi conduzido na FCA - Unesp, Campus de Botucatu/SP, de 15 de setembro de 2003 a 02 de julho de 2004. As plantas foram cultivadas em estufa de vidro com 50% de redução na radiação interna. Foram utilizados bulbos de híbridos de callas, com massa verde inicial variando de 10 a 12 gramas e diâmetro entre 2 e 4 cm. O conjunto para a mensuração da evapotranspiração da cultura era composto de vasos de tubos de PVC de diâmetro de 150 mm, constituídos de anéis de 7 cm de altura, formando vasos com alturas de 14; 21; 28; 35 e 42 cm. As diferentes alturas dos vasos simularam, concentrando-se na variável água, diferentes níveis freáticos constantes (Silveira, 2000).

Os vasos foram colocados em bandejas com sistema automático para o abastecimento de água e manutenção do nível freático constante a 4 cm a partir de suas bases inferiores, simulando cinco diferentes profundidades do lençol freático, 10 cm, 17 cm, 24 cm, 31 cm e 39 cm, da superfície dos vasos até o nível d'água. Os vasos foram preenchidos com substrato composto de turfa processada e enriquecida, casca de pinus processada e enriquecida e vermiculita expandida. A água foi disponibilizada para as plantas por ascensão capilar (subirrigação com lençol freático estável ou constante) (Bernardo, 1989). O fornecimento de fertilizante foi efetivado via fertirrigação.

O delineamento experimental adotado foi inteiramente casualizado, com seis repetições por tratamento, perfazendo um total de 30 vasos. Para a análise estatística, os dados foram submetidos à análise de variância e teste de Tukey.

Foram efetuadas nove avaliações ao longo do ciclo da cultura, considerando-se todas as plantas do experimento. A área foliar foi estimada com base em modelo estatístico, o qual relaciona o produto da largura pelo comprimento da folha com a área foliar (Muçouçah et al., 2004):

$$AF = 0,58.C.L + 2,37 \quad (1)$$

Sendo:

AF – área foliar em cm^2 ,
 C – maior comprimento da folha em cm,
 L – maior largura da folha em cm

Os dados referentes à evapotranspiração real da cultura foram coletados diariamente, porém adotou-se a contabilização total da evapotranspiração. A evapotranspiração real da cultura (ET) foi caracterizada pela perda de água no conjunto planta-substrato, ocorrida nos seis vasos de cada tratamento. Esta foi determinada pela equação do balanço hídrico (Aboukhaled et al., 1986, KLAR, 1991).

$$ET = I + P + AC - DP \pm ES \pm \Delta A \quad (2)$$

Sendo:

ET – evapotranspiração real da cultura em mm,
 I – irrigação em mm,
 P – precipitação em mm,
 AC – ascensão capilar em mm,
 DP – drenagem profunda em mm,
 ES – escoamento superficial em mm,
 ΔA – variação do armazenamento em mm.

A variável que influenciou a ET foi a ascensão capilar, pois as irrigações suplementares, realizadas para induzir a brotação, efetuadas na primeira semana de plantio foram desconsideradas, uma vez que a contabilização inicial da ET teve início apenas 9 dias pós plantio. As precipitações não influenciaram o balanço de massas, pois o cultivo foi realizado em casa de vegetação. A drenagem profunda e o escoamento superficial não ocorreram, pois o sistema era fechado nas laterais e no fundo. As variações de armazenamento foram consideradas desprezíveis no intervalo de tempo em que a ET foi determinada, o teor de água no substrato foi aproximadamente constante, pois o abastecimento de água era automático e conseqüentemente o valor deste parâmetro aproximou-se de zero.

A ascensão capilar foi determinada pelas leituras no reservatório de abastecimento, as quais foram realizadas, diariamente, às 9h00. Assim a ET foi determinada pela diferença entre o nível de água do reservatório de abastecimento e o nível do dia anterior, transformada em lâmina de água pela simples divisão por seis, uma vez que o reservatório e os vasos foram construídos de tubo de PVC com o mesmo diâmetro, 150 mm. Equação utilizada para determinação da lâmina:

$$ET = \frac{(L_1 - L_2)}{6} \quad (4)$$

Sendo:

ET - evapotranspiração real da cultura em mm
 L_1 - leitura do dia, obtida na escala do reservatório de abastecimento, em mm
 L_2 - leitura anterior, obtida na escala do reservatório de abastecimento, em mm

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1 Monitoramento do potencial matricial de água no substrato

Os resultados referentes à umidade do substrato nos diferentes tratamentos estão apresentados na Tabela 1 e na Figura 1. Pela figura é possível visualizar a disponibilidade de água para a cultura. De modo geral, em todos os tratamentos, as raízes atingiram a zona de disponibilidade de água.

Faz-se necessário esclarecer que os bulbos foram plantados no limiar do primeiro anel, ou seja, desenvolveram-se a aproximadamente 5 cm a partir da borda superior dos vasos. No tratamento com o lençol freático a 38 cm de profundidade, cuja disponibilidade de água foi a mais restrita, o bulbo localizou-se na região com umidade média entre 72 a 117% e o sistema radicular das plantas desenvolveu-se no substrato com umidade acima de 160%.

No tratamento com o lençol freático a 31 cm de profundidade, o bulbo localizou-se na região com umidade variando de 90 a 142% e o sistema radicular se desenvolveu com umidade do substrato acima de 175%. Nos demais tratamentos, com lençol freático a 24, 17 e 10 cm de profundidade, os bulbos localizaram-se na região com teor de água do substrato acima de 150% e o sistema radicular desenvolveu-se na região com umidade na faixa superior a 199% (Tabela 1). Considerando os resultados referentes à umidade do substrato é possível verificar que nos tratamentos com o lençol freático mais profundo as plantas dispenderam mais energia para que o sistema radicular pudesse atingir a zona de saturação, refletindo em diferenças no desenvolvimento da cultura.

Tabela 1. Umidade do substrato nos diferentes tratamentos de profundidade do lençol freático na cultura de calla, no município de Botucatu/SP, durante o período de 15 de setembro de 2003 a 02 de julho de 2004.

Altura do vaso (cm)	Prof. do l. freát. (cm).	Umidade (%)					
		Camadas dos vasos (cm)					
		0 - 7	7 - 14	14 - 21	21 - 28	28 - 35	35 - 42
42	38	72	117	160	177	215	232
35	31	90	142	175	206	232	
28	24	118	157	214	224		
21	17	151	199	244			
14	10	187	206				

5.2 Avaliações referentes ao desenvolvimento da planta

Para facilitar a análise dos resultados obtidos e verificar o efeito nas diferentes etapas de desenvolvimento da cultura de calla, apresenta-se a seguir a caracterização dos cinco estágios de desenvolvimento considerados:

- E1 – plantio até emergência das brotações: 0 a 16 dias após o plantio;
- E2 - emergência ao florescimento: 17 a 50 dias após o plantio;
- E3 - durante o florescimento: 51 a 76 dias após o plantio;
- E4 - depois do florescimento: 77 a 220 dias após o plantio; e
- E5 - senescência: 221 dias até senescência completa.

O desenvolvimento das folhas teve início a partir do trigésimo dia de plantio para os tratamentos com lençol freático a 17, 24, 31 e 38 cm de profundidade; as plantas cultivadas com maior disponibilidade de água, lençol freático a 10 cm, apresentaram área foliar média de

43,0 cm² aos 30 dias após o plantio (DAP). Aos 44 DAP, o tratamento com lençol freático a 10 cm destacava-se dos demais, embora a produção média de área foliar apresentasse diferença significativa apenas do tratamento com o lençol freático a 31 cm; esta diferença entre os tratamentos com lençol freático a 10 e a 31 cm se manteve até a avaliação realizada aos 57 DAP. Até o início do florescimento, as callas desenvolveram-se mais nos tratamentos com lençol freático a 10 e 17 cm, pois a água estava prontamente disponível nestes, com o lençol freático mais próximo da superfície em relação aos demais tratamentos.

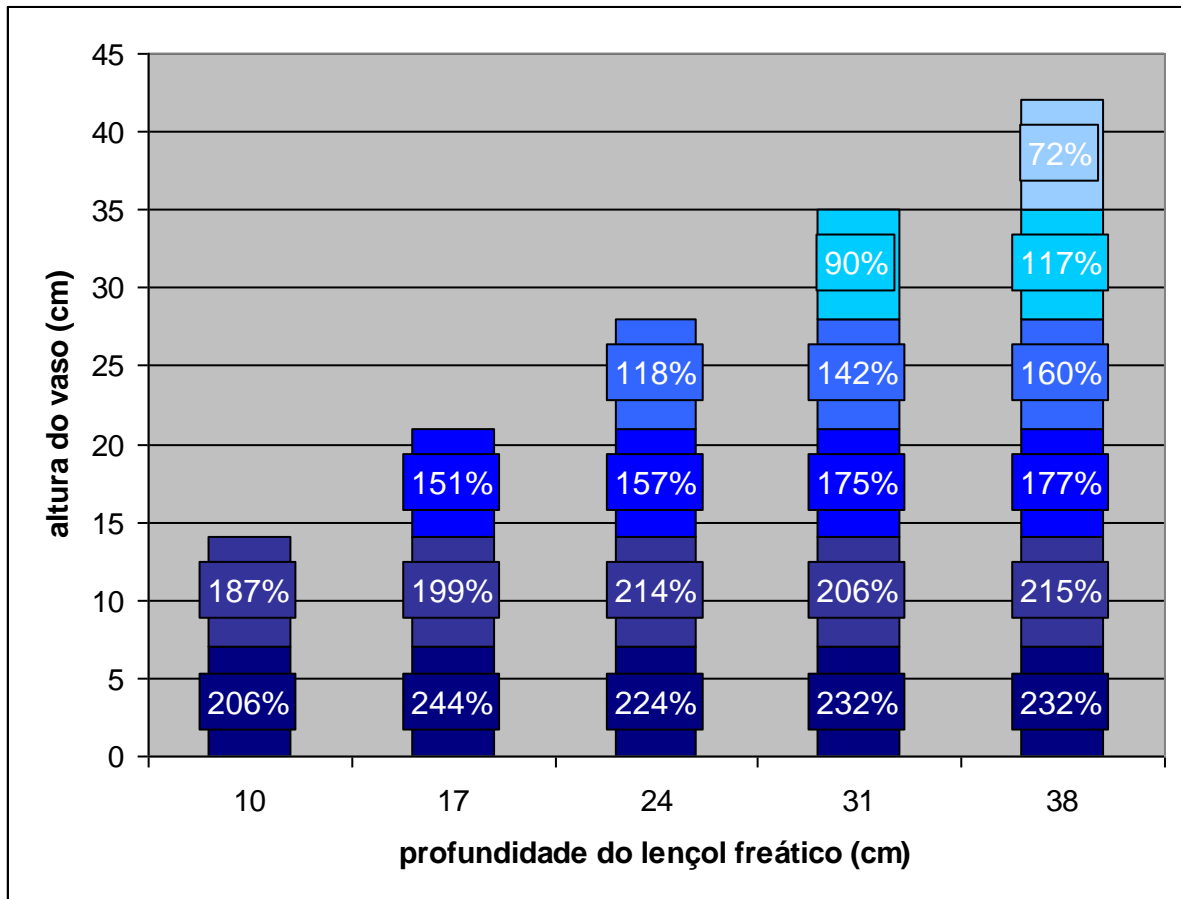


Figura 1. Umidade do substrato ao longo dos vasos em função da proximidade do lençol freático na cultura de calla, no município de Botucatu/SP, durante o período de 15 de setembro de 2003 a 02 de julho de 2004.

No período imediatamente após o florescimento (avaliações referentes aos 76 e 97 dap), os tratamentos mantiveram o mesmo padrão de desenvolvimento de área foliar. Somente a partir da avaliação realizada aos 118 dap, foi verificado que no cultivo com lençol freático a 24 cm os bulbos de calla desenvolveram maior área foliar em relação aos bulbos cultivados nos tratamentos com lençol freático a 10, 17, 31 e 38 cm. Com 139 dias de cultivo, o tratamento lençol freático a 24 cm apresentou área foliar de 1.340,7 cm², diferindo estatisticamente do tratamento lençol freático a 38 cm, cuja área foliar era 348,4 cm².

O pico no desenvolvimento da área foliar ocorreu 174 DAP (dias após o plantio), para os tratamentos 10, 17, 24 e 31 cm; e aos 220 DAP, no tratamento com lençol a 38 cm. Este pode ter sido o motivo da diferença observada aos 139 e 174 dias entre os tratamentos com

lençol freático a 24 e 38 cm. Nota-se que no tratamento com lençol freático a 38 cm, o ciclo de desenvolvimento da cultura não apresentou as mesmas características em relação aos demais, tendo sido mais longo. Pode-se considerar a hipótese de que nas profundidades 10 e 17 cm do lençol freático, o conteúdo de água do substrato estava muito alto e as plantas apresentaram sensibilidade ao alto conteúdo de água (Souza et al., 2000). Na literatura não foram encontrados trabalhos relacionando potencial matricial de água no solo e desenvolvimento de área foliar em calla. Muçouçah (2002) realizou estudo com callas nas condições de Botucatu/SP, e aos 89 dias de cultivo obteve desenvolvimento de área foliar entre 158,9 a 253,3cm², utilizando bulbos de 8 a 25g e sem diferenciação do potencial de água do solo. No presente estudo, aos 97 dias de cultivo a área foliar média foi variável de 254,5 a 422,2 cm². Saliente-se que as condições ambientais foram distintas.

Tabela 2. Desenvolvimento da área foliar de plantas de callas, em cm², em cinco diferentes profundidades do lençol freático, cultivadas em substrato, no município de Botucatu/SP, durante o período de 15 de setembro de 2003 a 02 de julho de 2004. Média de 6 repetições.

Prof. L.F ¹ .	Dias após o plantio								
	30	44 ²	57 ²	76	97	118	139 ²	174 ²	220
38	0	30,5 ab	96,3 ab	200,7	254,5	301,0	348,4 a	605,8 a	1.011,6
31	0	15,2 a	64,8 a	171,2	328,8	448,0	708,3 ab	1.087,4 ab	962,5
24	0	35,0 ab	85,7 ab	207,2	422,2	762,3	1.340,7 b	2.016,3 b	861,3
17	0	84,6 ab	144,2 ab	183,7	332,2	423,5	643,8 ab	1.175,9 ab	796,0
10	43,0	125,6 b	190,4b	232,6	303,2	356,6	564,2 ab	1.104,6 ab	789,2

1 – profundidade do lençol freático em cm

2 – médias seguidas da mesma letra na coluna não diferem entre si ao nível de 5% de probabilidade.

Como o maior desenvolvimento da parte aérea ocorreu no tratamento com o lençol freático a 24 cm (altura do vaso de 28 cm), e que nos tratamentos com o lençol freático a 10, 17 e 31 cm de profundidade, cuja altura dos vasos foi 14, 21 e 35 cm, respectivamente, o desenvolvimento das plantas com relação à área foliar foi similar. Considera-se que o volume de substrato disponível para o desenvolvimento do sistema radicular não interferiu nesta característica, pois as plantas cultivadas em vasos maiores não desenvolveram maior área foliar e o contrário também não foi verificado. A evapotranspiração da cultura acompanhou o desenvolvimento da área foliar. Villa Nova et al. (1996) consideram o índice de área foliar como o fator biológico mais importante no processo de medida da evapotranspiração. As plantas cultivadas nos tratamentos com lençol freático a 10 e 17 cm não tiveram restrição de água em nenhum dos estágios de desenvolvimento, sendo esta uma das condições para a determinação da evapotranspiração máxima (Klar, 1991) e, no entanto, a evapotranspiração foi menor em relação ao tratamento com lençol freático a 24 cm. A área foliar máxima do tratamento a 24 cm foi 2.016,3 cm², maior em relação aos tratamentos com lençol freático a 10 e 17 cm (1.104,6 e 1.175,9 cm² respectivamente). Podem-se atribuir este resultado às condições de aeração do solo, mais propícia ao desenvolvimento no de 24 cm, além disso, os tratamentos 10 e 17 cm têm menores volumes disponíveis de substrato às raízes.

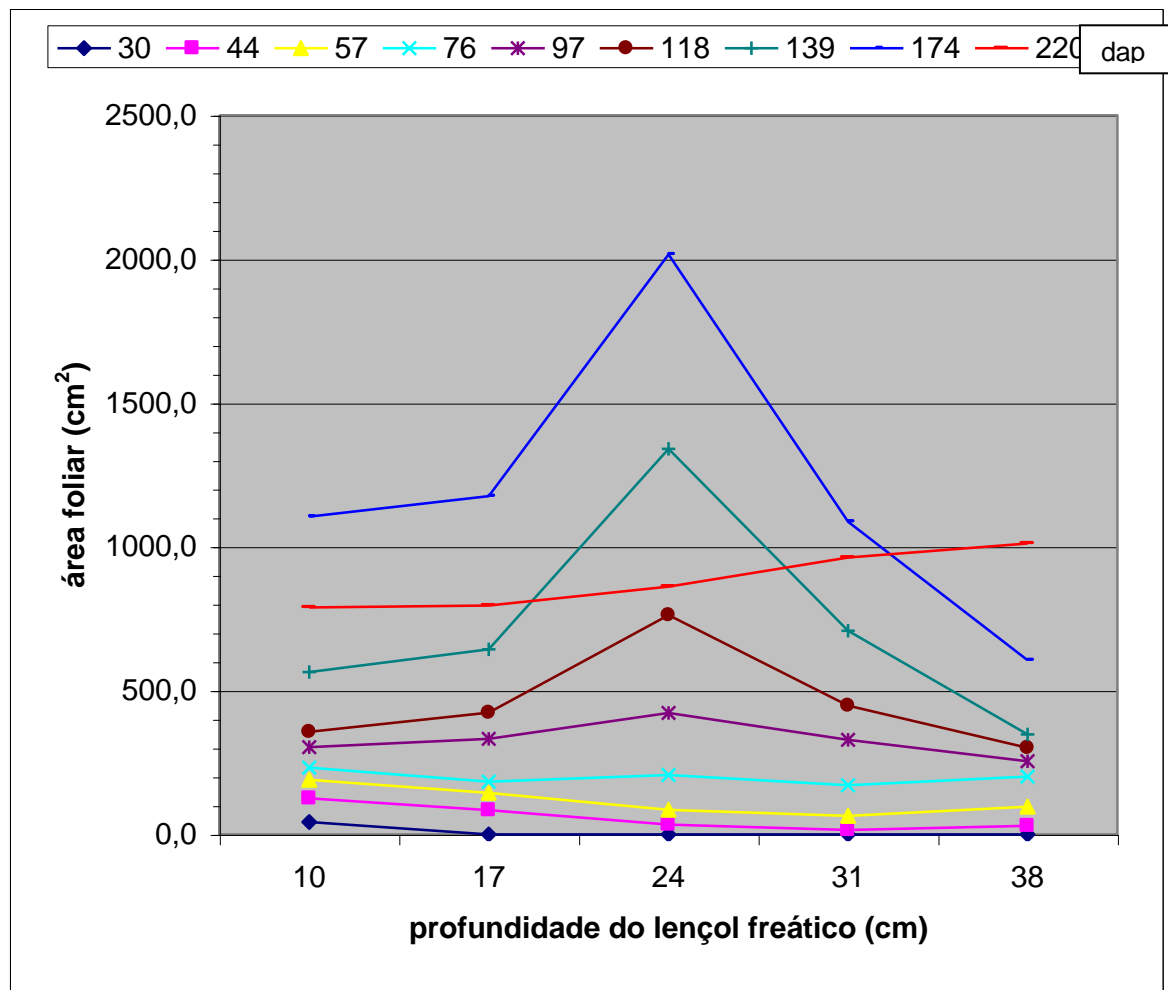


Figura 2. Relação entre a profundidade do lençol freático (cm) e o desenvolvimento da área foliar (cm²) ao longo do ciclo de cultivo de callas.

5.3 Evapotranspiração

Os resultados referentes à evapotranspiração da cultura semana a semana estão apresentados na Tabela 3. Observa-se que o maior consumo de água pelas plantas, indiferentemente dos tratamentos aos quais as callas foram submetidas, ocorreu durante o quarto estágio de desenvolvimento. Este estágio (E4) se caracterizou pelo período após o florescimento, no qual ocorreu o desenvolvimento vegetativo das plantas, atingindo o máximo desenvolvimento da área foliar.

Nos estádios iniciais de desenvolvimento da planta, ou seja, do plantio até a emergência, da emergência ao florescimento e durante o florescimento (E1, E2 e E3), o maior consumo de água foi nos potenciais que disponibilizaram mais facilmente água para a planta, tratamentos com o lençol freático a 10 e 17 cm.

Após o florescimento, a disponibilidade de água para a cultura não interferiu na quantidade de água evapotranspirada, pois o maior consumo de água ocorreu no tratamento com o lençol freático a 24 cm. Os resultados totais de evapotranspiração (Tabela 4) também apresentaram consumo maior de água pela cultura quando cultivada com lençol freático a 24 cm. De maneira geral, a cultura apresentou melhor desenvolvimento neste potencial de água, implicando em maior evapotranspiração, e maior tamanho dos bulbos decorrente do maior desenvolvimento da parte aérea..

Tabela 3. Evapotranspiração da cultura de callas, acumulada nos cinco estágios de desenvolvimento, em diferentes níveis freáticos; cultivada em substrato, no município de Botucatu/SP, durante o período de 15 de setembro de 2003 a 02 de julho de 2004. Média de 6 repetições.

Tratamento: L. F. (cm) ¹	Evapotranspiração (L.planta ⁻¹)					ETc TOTAL
	E1	E2	E3	E4	E5	
38	0,48	1,15	1,61	16,95	6,70	26,89
31	0,34	0,74	1,65	25,10	4,73	32,56
24	0,73	1,86	2,47	34,48	6,60	46,14
17	0,79	1,72	2,94	24,52	7,54	37,51
10	0,92	2,24	3,17	26,91	4,29	37,53

1- profundidade do lençol freático

ETc TOTAL – evapotranspiração da cultura total acumulada em todo o ciclo de cultivo

Tabela 4. Evapotranspiração total da cultura (L.planta⁻¹), evapotranspiração diária da cultura (mL.planta⁻¹) e ciclo médio (dias) de callas, cultivadas em substrato em cinco diferentes profundidades do lençol freático, no município de Botucatu/SP, durante o período de 15 de setembro de 2003 a 02 de julho de 2004. Média de 6 repetições.

Tratamento: L. F. (cm)	ETc TOTAL (L.planta ⁻¹)	ETc diária (mL.planta ⁻¹)	Ciclo da Cultura (dias)
38	26,89	96	281
31	32,56	126	259
24	46,14	182	253
17	37,51	143	263
10	37,53	148	253

Nos tratamentos com o lençol freático a 10 e 17 cm pode ter ocorrido deficiência na aeração do substrato devido ao excesso de água, implicando na menor evapotranspiração desses tratamentos em relação ao com lençol freático a 24 cm. O tratamento cuja disponibilidade de água foi menor, lençol a 38 cm, apresentou o menor consumo de água, o que pode ser associado ao desenvolvimento de menor área foliar e também, de acordo com Lunardi (2000), a evapotranspiração pode ter sido influenciada pela evaporação restrita do substrato devido à interrupção da capilaridade nos primeiros centímetros do substrato pelo secamento da superfície

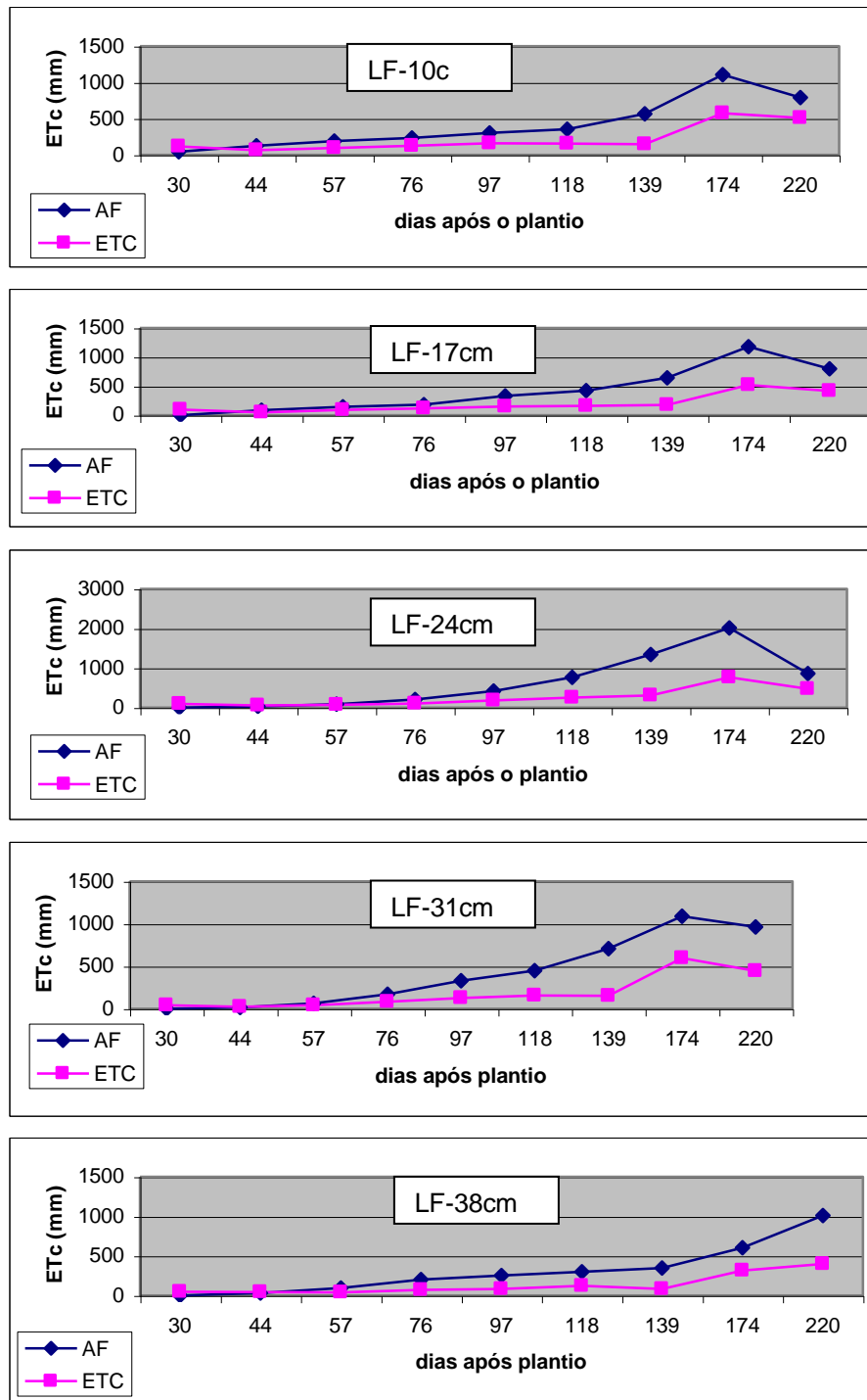


Figura 3. Relação entre o desenvolvimento da área foliar (cm^2) e a evapotranspiração da cultura (mm) de plantas de callas cultivadas em substrato em diferentes níveis freáticos, no município de Botucatu/SP, durante o período de 15 de setembro de 2003 a 02 de julho de 2004.

6 CONCLUSÕES

A água estava disponível em todos os tratamentos, com restrições aumentadas a medida que se distanciava para cima ou para baixo do nível 24 cm com relação ao desenvolvimento da parte aérea. Ocorreu correlação positiva entre o desenvolvimento da área foliar e a evapotranspiração total da cultura, indicando que as plantas que desenvolveram maior área foliar apresentaram evapotranspiração mais elevada.

O desenvolvimento máximo da área foliar ocorreu entre 174 a 220 dias após o plantio, sendo variável de 1.011,6 a 2.016,3 cm². A evapotranspiração total da cultura foi variável de 26,89 a 46,14 l planta⁻¹.

7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABOUKHALED; A., ALFARO, J. F.; SMITH, M. **Los lisímetros**. Roma: FAO, 1986. 60p. (Estudio FAO Riego y Drenaje, 39).

BERNARDO, S. **Manual de irrigação**. 5. ed. Viçosa: UFV, 1989. 488 p.

GRAZIANO, T. T. **Programa setorial integrado de exportação de flores e plantas ornamentais**: relatório da produção de flores e plantas ornamentais brasileira. São Paulo: IBRAFLOR, 2002. 1 CD-ROM.

KIYUNA, I. et al. Floricultura brasileira no início do século: o perfil do produtor. **Informações Econômicas**, São Paulo, v. 34, n. 4, p. 14-32, abril, 2004.

KLAR, A. E. **Irrigação**: Frequência e quantidade de aplicação. São Paulo: Nobel, 1991. 156 p.

LUNARDI, D. M. C. **Efeito da condição de umidade da superfície do solo na evapotranspiração de referência medida e estimada**. 2000. 103 f. Tese (Livre Docência) – Faculdades de Ciências Agrônomicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2000.

MUÇOUÇA, F. J. **Indução floral do copo de leite colorido (*Zantedeschia* sp) com ácido giberélico (GA3) aplicado via irrigação, foliar e imersão, nas condições de Botucatu/SP**. 2002. 66 f. Tese (Doutorado em Agronomia/Irrigação e Drenagem) – Faculdade de Ciências Agrônomicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2002.

MUÇOUÇA, M. F. S. et al. Utilização da modelagem matemática para determinação de área foliar: um trabalho no ensino fundamental e no ensino superior. In: ENCONTRO PARANAENSE DE MODELAGEM NA EDUCAÇÃO MATEMÁTICA, 1., 2004, Londrina. **Anais...**Londrina: UEL, 2004. 1 CD-ROM.

SILVEIRA, M. H. D. **Produção de matéria seca e evapotranspiração da aveia preta (*Avena strigosa* S.) em seis níveis freáticos**. 2000. 74 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia/Irrigação e Drenagem) – Faculdade de Ciências Agrônomicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2000.

SOUZA, V. F. et al. A. Eficiência do uso da água pelo meloeiro sob diferentes frequências de irrigação. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 4, n. 2, p. 183-188, 2000.

VILLA NOVA, N. A.; PEREIRA, A. R.; BARBIERI, V. Evapotranspiration as a function of leaf area index and a class A pan evaporation. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, Pelotas, v. 4, n. 2, p. 35-37, 1996.