

## EVAPOTRANSPIRAÇÃO E COEFICIENTE DE CULTURA DA ALSTROEMERIA (*Alstroemeria x hybrida*) CULTIVADA EM ESTUFA

LEONITA BEATRIZ GIRARDI<sup>1</sup>; MARCIA XAVIER PEITER<sup>2</sup>; ROGERIO ANTONIO BELLÉ<sup>3</sup>; ADROALDO DIAS ROBAINA<sup>4</sup>; ROGÉRIO RICALDE TORRES<sup>5</sup>; JARDEL HENRIQUE KIRCHNER<sup>5</sup> E LUIS HUMBERTO BAHÚ BEN<sup>5</sup>

<sup>1</sup> Eng. Agrônoma, Mestra, Doutoranda no Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola, Universidade Federal de Santa Maria/UFSM, Santa Maria-RS, 97195-000, lbgirardi@hotmail.com.

<sup>2</sup> Eng. Agrônoma, Doutora, Professora Associada do Departamento de Engenharia Rural, UFSM, Santa Maria-RS, 97195-000, mpeiter@gmail.com.

<sup>3</sup> Eng. Agrônomo, Doutor, Professor Associado do Departamento de Fitotecnia, UFSM, Santa Maria-RS, 97195-000, rogeriobelle@gmail.com.

<sup>4</sup> Eng. Agrônomo, Doutor, Professor Titular do Departamento de Engenharia Rural, UFSM, Santa Maria-RS, 97195-000, diasrobaina@gmail.com.

<sup>5</sup> Eng. Agrônomo, Mestre, Doutorando no Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola, UFSM, Santa Maria-RS, 97195-000, rogeriocprtorres@gmail.com, jardelkirchner@hotmail.com, luishumbertoben@hotmail.com.

### 1 RESUMO

A determinação da necessidade hídrica de uma cultura específica ao longo do seu ciclo é essencial para o correto manejo da irrigação. O objetivo da presente pesquisa foi determinar a evapotranspiração e o coeficiente de cultivo ( $K_c$ ) da *Alstroemeria x hybrida* cultivada em ambiente protegido. A determinação da evapotranspiração da cultura ( $ET_c$ ) foi por lisimetria de pesagem, já a evapotranspiração de referência ( $ET_o$ ) foi determinada pelo método de Penman-Monteith. O experimento foi conduzido em estufa climatizada no Colégio Politécnico da UFSM, Santa Maria-RS, tendo como tratamento cinco lâminas de irrigação/reposição de água em relação à capacidade de retenção de vaso (CRV) (30, 45, 60, 75 E 90 % da CRV). O delineamento experimental adotado foi um DIC, delineamento inteiramente casualizado, com um total de dez repetições, sendo uma planta por vaso. Para a avaliação do  $K_c$ , foi usado o limite de 90% da capacidade de recipiente. O coeficiente cultural foi obtido pela relação entre a  $ET_c$  e a  $ET_o$ . O consumo de água para a cultura da *Alstroemeria x hybrida* nos tratamentos com limite de disponibilidade hídrica variou de 47,6 mm a 207,8 mm. A média do coeficiente de cultura da *Alstroemeria x hybrida* cultivada em ambiente protegido foi de 0,39 para o período vegetativo, 0,41 no início do florescimento, 0,95 para florescimento, 1,50 para pleno florescimento e 0,75 para a queda no florescimento.

**Palavras-chave:** necessidade hídrica, flor de corte, manejo de irrigação, coeficiente cultural.

GIRARDI, L. B.; PEITER, M. X.; BELLÉ, R. A.; ROBAINA, A. D.; TORRES, R. R.;  
KIRCHNER, J. H.; BEN, L. H. B.

EVAPOTRANSPIRATION AND CROP COEFFICIENTS OF POTTED *Alstroemeria x  
hybrida* GROWN IN GREENHOUSE

## 2 ABSTRACT

The determination of water requirements of a crop throughout its cycle is critical for a proper irrigation management. The objective of this study was to determine the evapotranspiration and crop coefficient ( $K_c$ ) of *Alstroemeria x hybrida* grown under greenhouse conditions. The crop evapotranspiration ( $ET_c$ ) was determined by weighing lysimeters, and the reference evapotranspiration ( $ET_o$ ) was estimated by the Penman-Monteith method. The Experiment was conducted under controlled conditions at the Polytechnic College of UFSM, Santa Maria, RS, and the treatment comprised five depths for water replacement associated to the pot retention capacity (WHC) (30, 45, 60, 75 and 90% of WHC). The experimental design adopted was completely randomized, with ten repetitions, one plant per pot. For the evaluation of  $K_c$ , 90% of the container capacity was considered as the limit. The crop coefficient was obtained by the relationship between the crop evapotranspiration and reference evapotranspiration. Our results demonstrated that water consumption for *Alstroemeria x hybrida* in the treatments with a limit of water availability varied from 47.6 mm to 207.8 mm. The average crop coefficient of *Alstroemeria x hybrida* grown under greenhouse conditions was 0.39 for the growth stages, 0.41 for the beginning of flowering, 0.95 for flowering, and 1.50 and 0.75 for full flowering and for the end of the flowering, respectively.

**Keywords:** water consumption, cut flower, irrigation management, crop coefficient.

## 3 INTRODUÇÃO

O setor produtivo de flores e plantas ornamentais vem crescendo e consolidando posições mais relevantes no agronegócio nacional. Dentro deste setor, o segmento de flores de corte é o mais expressivo, sendo seguidos pelo segmento de plantas vivas, bulbos e folhagens (TORRES, 2015). As Rosas ocupam o primeiro lugar em volume de vendas, seguidas pelas Alstroemerias, que tem apresentado aumento expressivo de vendas nos últimos anos (IBRAFLOR, 2015).

De acordo com Junqueira e Peetz (2014), a produção de flores de corte se concentra na região sudeste do país com 73,74 %, porém, o sul do país tem apresentado o maior crescimento da atividade florífera nos últimos anos, elevando o número de produtores em 82,7 % entre os anos 2008 e 2013. Os fatores responsáveis por este aumento estão relacionados à redução do intervalo de tempo, desde o corte até a entrega ao consumidor final e, consequentemente, na redução do custo de transporte, uma vez que a comercialização ocorre na própria região, além dos nichos de produção favoráveis aos produtores, onde se utiliza como componente para o substrato a casca de arroz carbonizada, com características de porosidade desejáveis, sendo ainda, um material de fácil obtenção na região, devido à localização das lavouras rizícolas e, também, por não possuir custo para os produtores de flores de corte.

Além disso, outro fator de extrema importância é o cultivo em ambiente protegido e envasado, pois aumenta a qualidade final das flores, eleva a produtividade e protege as plantas dos intempéries climáticos (CARVALHO et al., 2011). Nesta modalidade de cultivo, a irrigação das plantas caracteriza-se como fator essencial, uma vez que, o sistema radicular das plantas é reduzido ao espaço disponível no vaso, sendo então, primordial o manejo adequado da irrigação.

A *Alstroemeria x hybrida* tornou-se a segunda flor mais vendida pela Cooperativa Veiling, de Holambra (SP) em virtude de suas características relativas à durabilidade e beleza. Sua produção em larga escala foi intensificada no Brasil nos últimos quatro anos, e, atualmente, existem cerca de 20 produtores desta espécie no país. Pela fragilidade de suas flores, a produção desta é realizada exclusivamente em ambiente protegido, sendo que, os cuidados no manejo do conteúdo de água é um dos tratos básicos para obter plantas com qualidade aceitável no mercado consumidor. Segundo Oliveira et al. (2016), o correto manejo da irrigação pode ser feito com base no monitoramento do potencial de água do solo através de sensores de umidade. Existem também outras maneiras de se realizar o manejo de irrigação que é através de elementos do clima ou planta.

No caso das espécies ornamentais cultivadas em substrato, o manejo da irrigação via balanço hídrico com quantificação da quantidade de água no solo é de difícil execução. Destaca-se que a grande maioria dos sensores de umidade de solo não apresenta aderência a substratos porosos, tais como, a casca de arroz carbonizada. Assim, torna-se necessária a aferição de metodologias via elementos climáticos para o manejo nestas condições. Os procedimentos de manejo de água com base em dados climáticos são antigos e bastante utilizados.

Doorenbos e Pruitt (1977) propõem a relação do consumo de água de uma cultura através do produto entre a evapotranspiração de referência medida nas condições de cultivo e o coeficiente de cultura (Kc). Esses coeficientes devem ser quantificados em função do estágio fenológico da cultura, podendo variar conforme o local e o clima em que estão sendo avaliados (BARBOSA et al., 2015). O Kc em ambiente protegido poderá sofrer influência através da interação entre a forma da estrutura da estufa, dos dados meteorológicos e dos métodos da estimativa da evapotranspiração de referência, desta forma se torna necessária, a determinação para cada cultura, assim como, para cada local de cultivo, caracterizando uma importante ferramenta no manejo e na tomada de decisão para a irrigação (DUARTE et al., 2010; RIBEIRO et al., 2009).

A importância desses estudos na cultura da *Alstroemeria x hybrida* é justificada pela recente introdução na região sul, necessitando assim, de pesquisa referente ao seu desenvolvimento. Diante do exposto, o objetivo do trabalho foi avaliar a evapotranspiração e os coeficientes de cultura da *Alstroemeria* cultivada em ambiente protegido.

#### 4 MATERIAL E MÉTODOS

A pesquisa foi realizada no Setor de Floricultura do Colégio Politécnico da Universidade Federal de Santa Maria/UFSM, RS, região da Depressão Central do Rio Grande do Sul. O clima da região de realização do trabalho é do tipo “Cfa”, caracterizado como subtropical úmido, segundo a classificação climática de Köppen. A temperatura diária no mês mais frio oscila entre -3 °C e 18 °C, já a temperatura média anual é de 19,3 °C, com umidade relativa do ar média de 78,4%.

O período de realização do experimento foi entre os meses de outubro do ano de 2013 e dezembro de 2014. Foi avaliada a produção de um ano, visto que, os primeiros primórdios florais surgiram em dezembro de 2013. O experimento foi conduzido em estufa de polietileno climatizada, com temperatura controlada. As mudas de *Alstroemeria x hybrida*, variedade “Firenze”, foram adquiridas da hibridadora Holandesa Konst Alstroemeria, importada pela empresa Asista, de Holambra – SP, sendo as principais características da variedade a

coloração alaranjada das tépalas, com traços marrons nas tépalas internas, com características de comprimento e de largura da flor em torno de 5,5 cm.

Foram utilizados vasos de plástico preto rígido com capacidade para 20L, com as seguintes dimensões: 33 cm de diâmetro de abertura superior, 29 cm de altura e drenos na extremidade inferior. O substrato utilizado foi uma mistura de solo+turfa+casca de arroz carbonizada, na proporção de 3:1:1, respectivamente (SOARES et al., 2012; GIRARDI et al., 2012; SCHWAB et al., 2013). Na Tabela 1 estão representadas as características físicas do substrato utilizado.

**Tabela 1.** Características físicas do substrato solo+turfa+casca de arroz carbonizada (S+T+CAC) no cultivo de *Alstroemeria x hybrida*. Santa Maria.

| Substrato | Densidade (DS) | Porosidade Total (PT) cm <sup>3</sup> cm <sup>3</sup> | Espaço de Aeração (EA) cm <sup>3</sup> cm <sup>3</sup> | Água Disponível (AD) cm <sup>3</sup> cm <sup>3</sup> |
|-----------|----------------|---|--|--|
| S+T+CAC   | 810            | 0,66  | 0,12   | 0,24   |

O solo utilizado na mistura foi um Argissolo Vermelho Distrófico Arênico, o qual possui como principais características físico-químicas: textura superficial arenosa, elevada friabilidade e boa drenagem. Porém, o mesmo possui limitações, tais como baixa fertilidade natural, principalmente, relacionada aos macronutrientes, tais como fósforo e potássio, além da baixa matéria orgânica (STRECK et al., 2008). Na Tabela 2 estão representados os resultados das características químicas do substrato utilizado.

**Tabela 2.** Características químicas do substrato solo+turfa+casca de arroz carbonizada (S+T+CAC) no cultivo de *Alstroemeria x hybrida*. Santa Maria.

| pH                     | Ca                         | Mg  | Al  | Saturação Al | Saturaçã o Bases | M.O. | Índice SMP | K                      | Cu  | S   | P-Mehlich | Zn  | B   |
|------------------------|----------------------------|-----|-----|--------------|------------------|------|------------|------------------------|-----|-----|-----------|-----|-----|
| H <sub>2</sub> O (1:1) | (cmol c.dm <sup>-3</sup> ) |     |     |              | %                |      |            | (mg.dm <sup>-3</sup> ) |     |     |           |     |     |
| 5,1                    | 3,8                        | 2,0 | 0,1 | 3,1          | 72,2             | 2,8  | 6,4        | 234                    | 2,5 | 6,0 | 96        | 5,7 | 0,8 |

O delineamento experimental utilizado foi o delineamento inteiramente casualizado (DIC), sendo cinco tratamentos e dez repetições, contendo em cada vaso uma muda, sendo que cada vaso, caracterizou uma unidade experimental. Para os tratamentos foram utilizados cinco lâminas de reposição de água em relação à capacidade de retenção de vaso (CRV): 30 %, 45 %, 60 %, 75 % e 90 % da CRV.

A determinação da CRV foi realizada conforme metodologia descrita por (KÄMPF; TAKANE; SIQUEIRA, 2006). Para tal, foi usada a sentença matemática abaixo, adaptada por (SCHWAB, et al., 2013):

$$PV \% = (PV_{crv} - PV_{seco}). CRV + PV_{sec} \quad (1)$$

Onde:

PV%: é o peso do vaso para cada um dos tratamentos;

PV<sub>crv</sub>: é a capacidade de retenção de água;  
PV seco: é o peso do vaso preenchido com substrato totalmente seco;  
CRV: é a lâmina de reposição de água.

A quantidade de água armazenada no substrato foi determinada pelo método do balanço hídrico, contabilizando as entradas e saídas de água do vaso. Por ser executada em ambiente protegido e em vasos, a única entrada de água foi por meio da irrigação e ignorou-se o escoamento superficial, também não houve percolação. A evapotranspiração da cultura (ET<sub>c</sub>), foi avaliada por lisimetria de pesagem. Além dos tratamentos de irrigação foram também mantidos, durante o ciclo da cultura, vasos sem plantas sendo estes utilizados para o cálculo da evaporação nas condições controladas da estufa. A irrigação foi feita manualmente com turno de rega de sete dias. A evapotranspiração de referência (ET<sub>o</sub>), foi calculada pelo método de Penman-Monteith (ALLEN et al., 1998).

A colheita da *Alstroemeria* foi realizada diariamente, sempre que novas hastes estavam no ponto de colheita, o qual correspondeu a 30% de abertura floral. Os dados das variáveis meteorológicas, como temperatura do ar, umidade relativa, foram adquiridos por meio de um termo-higrômetro, instalado no interior da estufa. As leituras foram realizadas diariamente obedecendo a um horário padrão, sendo este, por volta das 11 horas da manhã. A velocidade do vento usada foi medida por um anemômetro localizado no interior da estufa. A radiação solar foi obtida junto ao Instituto Nacional de Meteorologia – INMET, da estação automática localizada junto a Universidade Federal de Santa Maria, RS, distante 200 m do local do experimento.

O coeficiente de cultivo (K<sub>c</sub>) foi calculado para cada dia do ciclo da cultura a partir da ET<sub>c</sub> estimada por lisimetria e ET<sub>o</sub> estimada por Penman-Monteith utilizando a seguinte equação:

$$K_c = \frac{ET_c}{ET_o} \quad (2)$$

Onde:

K<sub>c</sub>: coeficiente de cultura;

ET<sub>c</sub>: evapotranspiração da cultura (mm dia<sup>-1</sup>);

ET<sub>o</sub>: evapotranspiração de referência (mm dia<sup>-1</sup>).

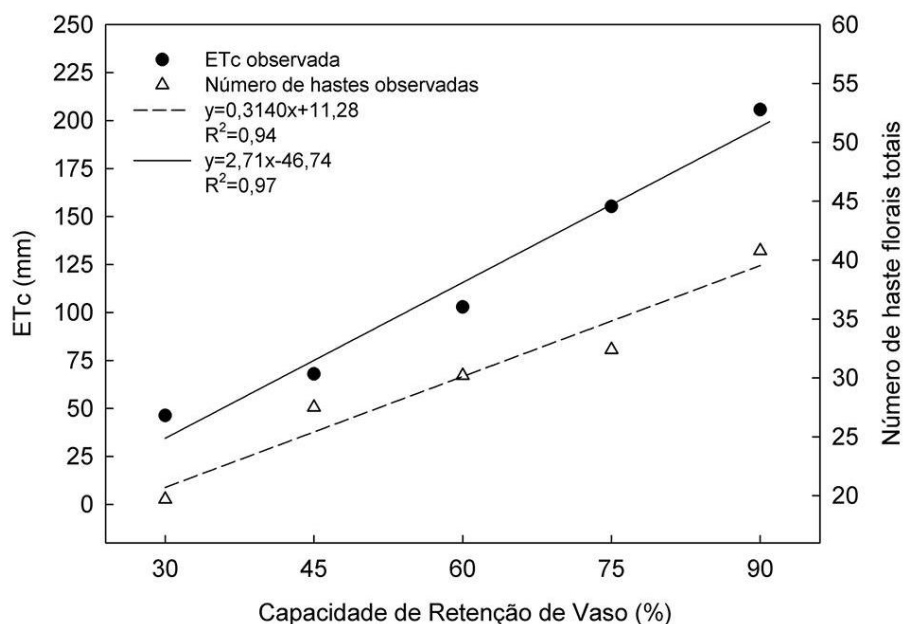
Para a análise estatística utilizou-se o programa estatístico SISVAR 5.6 (FERREIRA, 2011). A comparação do componente de produção (número de hastes florais) entre os tratamentos aplicados para os distintos ciclos foi realizada através da análise de variância (ANOVA), ao nível de 5% de significância, em que, caso houvesse significância estatística, realizou-se análise de regressão.

## 5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A evapotranspiração acumulada da cultura da *Alstroemeria* e a produtividade de hastes florais para cada tratamento estão representadas na Figura 1. As hastes reprodutivas da *Alstroemeria* são bem diferenciadas das hastes vegetativas, tanto em altura como em diâmetro, sendo que ao retirar estas da planta, decai o consumo por reduzir o dossel da planta. Convém lembrar que a evapotranspiração da cultura da *Alstroemeria* é um parâmetro decorrente de

múltiplas interações tanto do ambiente aéreo, quanto do subterrâneo, assim como a atividade fisiológica da planta, fatores estes ligados ao seu vigor e produtividade que são extremamente diferenciados. Especialmente pela presença de um sistema radicular com um bom número de raízes tuberosas fazem o controle hídrico da planta interferindo, e que pode determinar alterações do consumo e utilização da água.

**Figura 1.** Evapotranspiração da cultura (ETc) e número de hastes florais ao longo do ciclo da cultura da *Alstroemeria* nas diferentes lâminas de irrigação.



Conforme se observa na Figura 1, a equação ajustada para a evapotranspiração da cultura (ETc) apresentou uma tendência linear. Verificou-se também, que o tratamento com 90% da capacidade de retenção de vaso (CRV) apresentou o maior consumo hídrico, pois foi o tratamento com a maior evapotranspiração da cultura, resultando em maior reposição de água em relação aos demais tratamentos. Quando se mantém as condições hídricas do vaso em máxima capacidade de retenção, a água se movimenta com maior facilidade, não havendo impedimento de realização da transpiração pelas plantas e nem evaporação da água contida no substrato, repercutindo em um consumo hídrico superior. Deste modo, em um substrato não saturado, a condutividade hidráulica é menor, pois somente fração do substrato ser ocupado por água.

Também foi possível observar que as plantas dos tratamentos com maiores CRV, apresentaram o maior número de hastes floríferas. Neste caso, a equação ajustada foi a linear, sendo que, através da adequada disponibilidade hídrica proporcionada pelas maiores lâminas de irrigação, as plantas puderam realizar o crescimento e desenvolvimento de maneira mais acelerada e assim, com maior potencial em relação aos tratamentos com as menores lâminas de irrigação. Os resultados encontrados são atribuídos ao fato de que não houve ocorrência de estresse hídrico para as plantas, caracterizando a água como um fator essencial na determinação do potencial de floração das hastes em *Alstroemeria*.

Schwab et al. (2013), em trabalho realizado com cravina, relata que o consumo hídrico apresentou elevação durante o ciclo de cultivo, e que, possivelmente, este fato tenha ocorrido pelo desenvolvimento vegetal, ou seja, aumento principalmente na área foliar e, com isso, aumento na intensidade do processo de transpiração da planta. Assim, além de ser de extrema

importância o adequado manejo da irrigação para o aumento do número de hastes floríferas, salienta-se também a maior valorização do produto no momento da comercialização, devida a melhoria da qualidade das flores.

Observa-se ainda que houve um aumento gradativo do consumo hídrico conforme o aumento da CRV, porém, foi possível observar que o mesmo é desproporcional, pois verificou-se que a maior diferença de consumo entre os tratamentos foi constatada entre as lâminas de 60 e 75% da CRV com 61 mm, caracterizando que nesta situação há um pico de necessidade hídrica, uma vez que, a média geral do consumo foi de 40,05 mm, e que mesmo com o aumento da disponibilidade hídrica realizado através das maiores lâminas, a proporção de consumo foi menor. Esses resultados ocasionaram uma maior produtividade no número de hastes floríferas, sendo que a quantidade de água disponível para as plantas no substrato se torna um dos fatores mais importantes no crescimento e desenvolvimento de espécies ornamentais em vaso, sendo este, um dos mais importantes fatores produtivos de flores de corte (GIRARDI et al., 2014).

O comportamento do número de hastes floríferas foi similar aos observados por Lopes et al. (2011), que trabalhando com alecrim-pimenta submetido a sete lâminas de irrigação (0,5; 0,75; 1,0; 1,2; 1,4; 1,65 e 1,9 da ETo), verificaram que as lâminas de água com os menores valores, foram responsáveis pelas menores produtividades, já as maiores lâminas, acarretaram em produção mais elevada. Este fato, explica-se pela maior disponibilidade hídrica para as plantas nos tratamentos com maiores lâminas de irrigação, possibilitando as mesmas de realizarem o aumento da fotossíntese, e, conseqüentemente, a elevação do acúmulo de matéria seca, decréscimo na relação entre a biomassa da raiz com a parte aérea, além de possibilitar o adequado desenvolvimento da planta e a passagem de estágio fenológico do vegetativo para o reprodutivo (DUTRA et al., 2012).

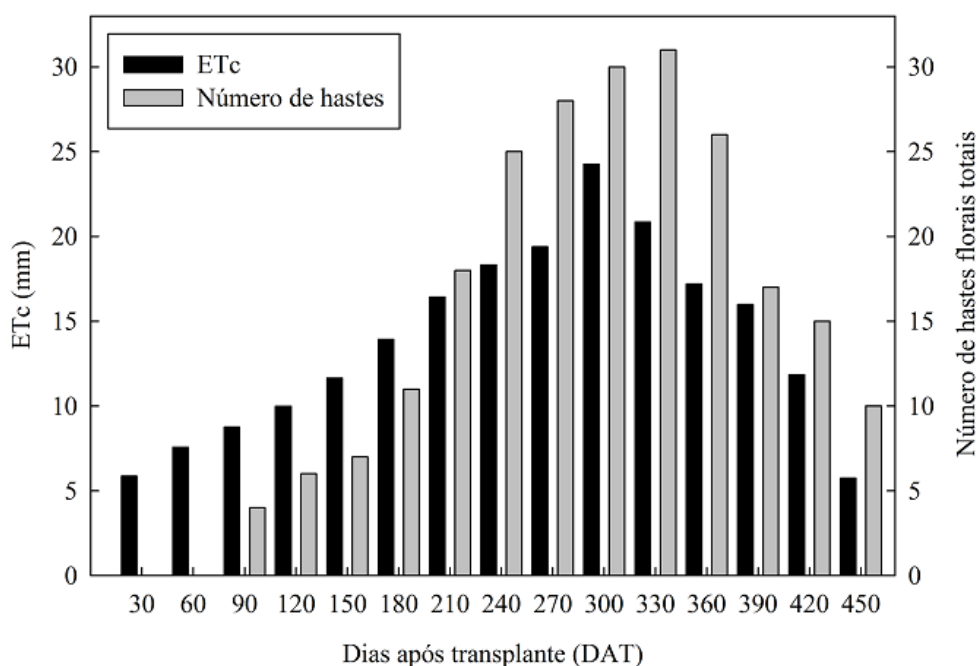
Girardi et al. (2012), em trabalho com *Gypsophila* envasada e submetida a quatro lâminas de irrigação (100%, 80%, 60% e 40% da capacidade de retenção do vaso), encontraram resultados semelhantes em relação a resposta da produtividade de flores. Através destes resultados, podemos concluir que a reposição adequada da necessidade hídrica é extremamente importante para o crescimento e desenvolvimento de espécies floríferas em geral, pois os autores salientam que as maiores lâminas de irrigação proporcionaram um aumento no número de hastes por planta, um maior número de hastes floríferas, além do aumento do número de raízes, da melhoria da qualidade das flores, a valorização do produto, além da maior produtividade, sendo estes resultados explicados pela ausência de estresse hídrico, proporcionando condições adequadas para a fotossíntese e conseqüente acúmulo de matéria (TAIZ; ZEIGER, 2009).

Da mesma forma Schwab et al. (2013) com quatro estratégias de irrigação (100%, 80%, 60% e 40% da capacidade de retenção de água), e dois tamanhos de vaso (8 e 18 l), em seu trabalho com cravina, relatam que para os vasos de 18 litros, o consumo hídrico na disponibilidade de 100% da CRA foi muito superior em relação aos demais tratamentos. Estes resultados podem ser explicados pela maior disponibilidade de água, fato este, que proporcionou um aumento das trocas entre planta e atmosfera, caracterizando expansão dos tecidos vegetais e o desenvolvimento das plantas pela ausência de fatores hídricos que poderiam causar o fechamento dos estômatos e, conseqüentemente, diminuição do consumo hídrico. Esses resultados, podem ser verificados nos tratamentos com menores lâminas de irrigação, em que através da falta de água, as plantas paralisaram o crescimento e desenvolvimento, e realizaram o fechamento dos estômatos, acarretando em diminuição do consumo hídrico e da produção (FERRAZ et al., 2012).

As primeiras hastes floríferas foram colhidas em dezembro de 2013, e, a partir desta data, foram efetuadas colheitas diárias sempre que as flores estavam no ponto de colheita. O pico de produção foi constatado nos meses de julho e agosto de 2014, onde foi verificado também, picos de evapotranspiração da cultura (ETc), pois nos momentos de formação das flores, há uma elevação das trocas gasosas entre a planta e o ambiente de cultivo, havendo um aumento do aporte de fotoassimilados sendo deslocados para a formação das flores, aumentando o consumo hídrico e apresentando diferenças importantes para a influência das diferentes lâminas de irrigação sob a evapotranspiração da cultura (CARVALHO et al., 2001).

Os picos de elevação da evapotranspiração da cultura nos momentos próximos a colheita ocorreram devido ao fato de que até a formação das flores houve um aumento da translocação de fotoassimilados para a formação das mesmas, além de que, a área foliar existente foi a mais elevada durante todo o ciclo de produção, e também, por as hastes floríferas serem, normalmente, maiores que as vegetativas. O declínio da evapotranspiração da cultura após o pico de colheita se deu devido ao declínio da área foliar das plantas após a colheita das hastes floríferas, onde as plantas ficaram apenas com as hastes vegetativas que em geral, são de menor porte, e, assim, a demanda evapotranspirativa consequentemente é menor (PARIZI et al., 2010). Sendo possível verificar esse resultado na Figura 2.

**Figura 2.** Evapotranspiração da cultura (ETc) e quantidade de hastes floríferas para a *Alstroemeria* no tratamento com 90% da CRV ao longo do ciclo de produção. Santa Maria, 2014.



Conforme se observa na figura 2, houveram picos de evapotranspiração da cultura nos momentos onde as plantas estavam formando as flores, havendo uma transpiração elevada da planta pela necessidade de desenvolvimento fisiológico, onde, este pico se deu na passagem do estágio fenológico das plantas do vegetativo para o reprodutivo, aumentando assim, o consumo hídrico das plantas. Verifica-se também que a maior ETc ocorreu em plena produção entre 270 e 300 dias após o transplante. O decréscimo no período final do ciclo produtivo pode estar relacionado com a senescência das hastes vegetativas acompanhada do



final da produção das hastes florais. Como pode ser observado no gráfico, após o pico de produção, com a retirada das hastes floríferas, houve um decréscimo na ETc, fato este que ocorreu pelo final do ciclo de produção, onde as plantas encontravam-se no final do seu ciclo de produção (OLIVEIRA et al., 2014).

Esses resultados de aumento da ETc no pico de produção de hastes floríferas, bem como, o aumento das hastes floríferas a medida que eleva-se a CRV, são semelhantes aos obtidos em outros trabalhos com espécies floríferas envasadas. (PEREIRA et al., 2005; PEITER et al., 2007; SÁ JUNIOR, 2013; PORTO et al., 2014). Estes autores obtiveram valores significativos no aumento do número de hastes floríferas formadas à medida que a disponibilidade hídrica foi elevada no vaso. Resultado este, que pode ser explicado pela ação da água nas células vegetais, onde os processos de turgor e crescimento celular são favorecidos com disponibilidade hídrica adequada, resultando em desenvolvimento vegetal, expansão, divisão celular e fotossíntese. Segundo Shao et al. (2008) o estresse hídrico é caracterizado pelo decréscimo do teor de água nas células e turgor, diminuindo o potencial total de água, e, como consequência, o murchamento e fechamento dos estômatos, assim como, a diminuição do crescimento celular.

A *Alstroemeria* não possui uma descrição fenológica detalhada com a distribuição de suas diferentes fases durante um ciclo produtivo. Nesse sentido, criou-se uma fenologia, a partir do tratamento de 90% da capacidade de retenção de vaso, com observações do comportamento das plantas durante o ensaio. Este tratamento foi utilizado devido ao fato de o mesmo ter apresentado maior produtividade em relação aos demais. Assim, na Tabela 3 apresenta-se uma proposta de divisão do desenvolvimento das plantas com os respectivos valores do coeficiente da cultura e evapotranspiração de referência encontrados.

**Tabela 3.** Dias após o transplante (DAT), fases de desenvolvimento, coeficiente de cultura (Kc) e evapotranspiração de referência (ETo) por lisimetria e Penman-Monteith para a *Alstroemeria x hybrida*.

| Dias após transplante (DAT) | FASE                      | Kc (PM) | ETo (PM) |
|-----------------------------|---------------------------|---------|----------|
| 0-15                        | Vegetativa 1              | 0,40    | 3,85     |
| 15-60                       | Vegetativa 2              | 0,39    | 4,53     |
| 60-90                       | Início do florescimento 1 | 0,40    | 5,25     |
| 90-120                      | Início do florescimento 2 | 0,39    | 5,08     |
| 120-150                     | Início do florescimento 3 | 0,46    | 4,75     |
| 150-180                     | Florescimento 1           | 0,76    | 3,54     |
| 180-210                     | Florescimento 2           | 0,95    | 3,34     |
| 210-240                     | Florescimento 3           | 1,15    | 3,02     |
| 240-270                     | Pleno florescimento 1     | 1,34    | 2,97     |
| 270-300                     | Pleno florescimento 2     | 1,68    | 2,54     |
| 300-330                     | Pleno florescimento 3     | 1,50    | 2,09     |
| 330-360                     | Queda no florescimento 1  | 0,87    | 3,49     |
| 360-390                     | Queda no florescimento 2  | 0,80    | 3,61     |
| 390-420                     | Queda no florescimento 3  | 0,57    | 4,52     |

Observa-se que a evolução temporal dos valores do Kc durante o ciclo é crescente até o pleno florescimento, em que verificou-se o valor máximo de 1,68. Esta tendência é condizente com o comportamento de tuberosas analisadas na proposta original de Doorenbos e Pruitt (1977), em condução de campo.

Em ambiente protegido, este comportamento do Kc é semelhante aos verificados na literatura para outras espécies cultivadas como a Alpinia (GOMES et al., 2008), e a Helicônia Gonden Torch (FELISBERTO et al., 2015), plantas essas rizomatosas, com estrutura radicular semelhante a da Alstroemeria, os quais encontraram Kcs iniciais nas fases vegetativas com valores médios de 0,72, e 0,80 respectivamente, enquanto que, os valores observados para a Alstroemeria são de 0,39. Estes autores observaram valores máximos de 1,07 e 1,01 no florescimento, o que distingue do valor máximo encontrado para Alstroemeria que foi de 1,68.

Esses resultados demonstram a maior evapotranspiração da cultura da Alstroemeria em relação às demais espécies citadas, onde, no momento essencial de produção que é a passagem do estágio vegetativo para o reprodutivo, há conseqüentemente, um aumento da necessidade hídrica, caracterizando assim, a importância do adequado manejo da irrigação para que os objetivos de produção sejam alcançados, e para isso, é extremamente importante à definição dos coeficientes de cultura da planta nas condições reais de cultivo. Costa et al. (2015), estudando modelos para estimativa da evapotranspiração do interior de ambientes protegidos, relata que o ambiente protegido pode alterar os elementos meteorológicos de maneira não uniforme, dificultando a estimativa da evapotranspiração a partir de elementos externos, sendo então de extrema importância a determinação nessas condições.

Os resultados encontrados para o Kc no momento de pleno florescimento, onde os valores obtidos são mais elevados em relação aos encontrados na literatura, podem ser explicados pela estrutura fisiológica da planta, com raízes rizomatosas, porte elevado, tamanho das hastes superior às demais espécies mencionadas, demonstrando que a Alstroemeria é uma planta extremamente dependente do adequado suprimento hídrico.

Em todos os casos com a queda da produtividade, após o florescimento, ocorre uma redução do Kc. Lopes et al. (2011), trabalhando com alecrim-pimenta, encontraram valores de Kc equivalente a 0,98 durante a fase inicial, 1,20 no transcorrer do desenvolvimento vegetativo e 1,52 ao longo do florescimento sendo relatado que consideram estes valores bastante altos. Os valores encontrados por estes autores na fase de florescimento são bastante semelhantes aos identificados para a Alstroemeria no presente estudo que foram equivalentes a 1,34, 1,68 e 1,50 respectivamente. Os mesmos autores citam ainda que é de grande importância o conhecimento das fases por permitir correlacionar as diferentes exigências hídricas e os valores de Kc.

Oliveira et al. (2014) ao analisarem o Kc da roseira cultivada em ambiente protegido relatam que são escassas as informações de pesquisas que estudam o Kc de plantas ornamentais, além disso os valores existentes são discrepantes, dificultando as comparações. No entanto, os valores de Kc verificados nesse estudo com Alstroemeria são condizentes em tendência e grandeza com as referências da literatura, conforme apresentado nesta discussão.

## 6 CONCLUSÕES

Os Coeficientes de cultura (Kc) propostos para os distintos estágios fenológicos em Alstroemeria, caracterizaram-se como eficientes no manejo da irrigação.

A média do coeficiente de cultura da Alstroemeria cultivada em ambiente protegido foi de 0,39 para a fase vegetativa, 0,41 para início da floração, 0,95 para florescimento, 1,50 para o pleno florescimento e 0,75 para a queda no florescimento, respectivamente.

A evapotranspiração da cultura da Alstroemeria nos tratamentos com limite de disponibilidade hídrica variou de 47,6 mm, para o tratamento com a menor lamina a 207,8 mm, para o tratamento com a maior lamina.

A evapotranspiração da *Alstroemeria* para todos os tratamentos estudados teve comportamento crescente durante a fase vegetativa, atingindo seu ápice em pleno florescimento, decaindo com a colheita das hastes floríferas e com a senescência da planta.

## 7 REFERÊNCIAS

ALLEN, R. G. PEREIRA, L. S.; RAES, D.; SMITH, **Crop evapotranspiration: guidelines for computing crop water requirements**. Rome: FAO, 1998. 319 p. (FAO Irrigation and Drainage, 56).

BARBOSA, B. D. S.; OLIVEIRA, F. G.; DE FIGUEIREDO, E. P. Determinação do coeficiente de cultivo (kc) do Capim Tanzânia irrigado no norte de Minas Gerais. **Revista Irriga**, Botucatu, p. 11-20, 2015. Edição Especial Irriga & Inovagri.

SCHOENMAKER, KEES. Informativo IBRAFLOR. Disponível em <http://www.ibraflor.com/boletim.php> Acesso em: 10 dez. de 2015. Março de 2014 – Ano 05/ Volume 43, 2014.

CARVALHO, J. A.; HENRIQUES, E. B.; PAIVA, P. D. O.; PEREIRA, G. M.; PEREIRA, J. R. D. Crescimento e produção de hastes florais de gladiolo cultivado com déficit hídrico nas diferentes fases fenológicas. **Revista Brasileira de Horticultura Ornamental**, Campinas, v. 7, n. 2, p. 95-100, 2001.

CARVALHO, L. G.; RIOS, G. F. A.; MIRANDA, W. L.; CASTRO NETO, P. C. Evapotranspiração de referência: uma abordagem atual de diferentes métodos de estimativa. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia, v. 41, p. 456-465, 2011.

COSTA, J. O.; ALMEIDA, A. N.; COELHO, R. D.; FOLEGATTI, M. V. ; JOSÉ, J. V. Modelos de Estimativa de Elementos Micrometeorológicos em Ambiente Protegido. **Water Resources and Irrigation Management**, Cruz das Almas, v. 4, p. 25-31, 2015.

DOORENBOS, J.; PRUITT, W. O. **Guidelines for predicting crop water requirements**. Rome: FAO, 1977. 179 p.

DUARTE, G. R. B.; SCHÖFFEL, E. R.; MENDEZ, M. E. G.; DE PAULA, V. A. Medida e estimativa da evapotranspiração do tomateiro cultivado sob adubação orgânica em ambiente protegido. **Revista Semina**, Londrina, v. 31, n. 3, p. 563-574, 2010.

DUTRA, C. C.; PRADO, E. A. F.; PAIM, L. R.; SCALON, S. P. Q. Desenvolvimento de plantas de girassol sob diferentes condições de fornecimento de água. **Revista Semina**, Londrina, v. 33, n. 1, p. 2657-2668, 2012.

FELISBERTO, T. da S.; SILVA, D. de O.; SOUZA FILHO, J. R. de.; SANTOS, W. J. dos.; DEON, M. D.; MARINHO, L. B. Evapotranspiração e coeficiente de cultivo da helicônia golden torch no Vale do São Francisco. **Revista Brasileira de Agricultura Irrigada**, Fortaleza, v. 9, n. 5, p. 335-343, 2015.

- FERRAZ, R. L. S.; M. A. S.; SUASSUMA, J. F.; B. M. E. B.; FERNANDES, P. D.; JUNIOR, E. S. N. trocas gasosas e eficiência fotossintética em ecótipos de feijoeiro cultivados no semiárido. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia, v. 42, n. 2, p. 181-188, abr./jun. 2012.
- FERREIRA, D. F. Sisvar: um sistema computacional de análise estatística. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 35, n. 6, p. 1039-1042, 2011.
- GIRARDI, L. B.; PEITER, M. X.; ROBAINA, A. D.; PEREIRA, A. C.; KOPP, L. M.; MEZZOMO, W. Análise da área foliar de *Alstroemeria* em função da lamina de irrigação. **Revista Tecnologia & Ciência Agropecuária**, João Pessoa, v. 8, n. 3, p. 21-25, 2014.
- GIRARDI, L. B.; PEITER, M. X.; BELLÉ, R. A.; BACKES, F. A. A.; SOARES, F. C.; VALMORBIDA, I. Disponibilidade hídrica e seus efeitos sobre o desenvolvimento radicular e a produção de gipsofila envasada em ambiente protegido. **Revista Irriga**, Botucatu, v. 17, n. p. 501 - 509, 2012.
- GOMES, A. R. M.; GONDIM, R. S.; BEZERRA, F. C.; COSTA, C. A. G. Evapotranspiração e coeficientes de cultivo da *Alpinia purpurata*. **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza, v. 39, n. 4, p. 481-486, 2008.
- SÁ JUNIOR, A. **Manejo de irrigação e análise micrometeorológica em diferentes ambientes protegidos no cultivo da gérbere**. 2013. 112f. Tese (Doutorado em Recursos Hídricos em Sistemas Agrícolas)-Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2013.
- JUNQUEIRA, A. H.; PEETZ, M. S. O Setor produtivo de flores e plantas ornamentais do Brasil, no período de 2008 a 2013: atualizações, balanços e perspectivas. **Revista Brasileira de Horticultura Ornamental**, Campinas, v. 20, n. 2, p. 115-120, 2014.
- KÄMPF, A. N.; TAKANE, R. J.; SIQUEIRA, P. T. V. **Floricultura**: técnicas de preparo de substratos. Brasília, DF: LK, 2006. 129 p.
- LOPES, O. D.; KOBAYASHI, M. K.; OLIVEIRA, F. G.; ALVARENGA, I. C. A.; MARTINS, E. R.; CORSATO, C. E. Determinação do coeficiente de cultura (Kc) e eficiência do uso de água do alecrim-pimenta irrigado. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 15, n. 6, p. 548-553, 2011.
- OLIVEIRA, E. C.; CARVALHO, J. A.; REZENDE, F. C.; ALMEIDA, E. F. A.; REIS, S. N.; MIMURA, S. N. Rendimento de rosas cultivadas em ambiente protegido sob diferentes níveis de irrigação. **Irriga**, Botucatu, v. 21, n. 1, p. 14-24, 2016.
- OLIVEIRA, E. C.; CARVALHO, J. A.; REZENDE, F. C.; ALMEIDA, E. F. A.; REIS, S. N.; MIMURA, S. N. Evapotranspiração da roseira cultivada em ambiente protegido. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 18, n. 3, p. 314-321, 2014.

PARIZI, A. R. C.; PEITER, M. X.; ROBAINA, A. D.; SOARES, F. C.; VIVAN, G. A.; RAMÃO, C. J. Níveis de irrigação na cultura do *Kalanchoe* cultivado em ambiente protegido. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 40, n. 4, p. 854-861, 2010.

PEITER, M. X.; PARIZI, A. R.; ROBAINA, A. D.; SOARES, F. C. Consumo de água e produção da flor da fortuna (*Kalanchoe blossfeldiana* Poelln.) cv. Gold Jewel sob diferentes laminas de manejo de irrigação. **Revista Irriga**, Botucatu, v. 12, n. 1, p. 83-91, 2007.

PEREIRA, J. R. D.; CARVALHO, J. A.; MIGUEL, D. S.; SANTANA, M. J. Consumo de água pela cultura do crisântemo cultivado em ambiente protegido. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v. 25, n. 3, p. 651-659, 2005.

PORTO, R. A. KOETZ, M.; SILVA, E. M. B.; POLIZEL, A. C.; DA SILVA, T. J. A. D et al. Effects of water replacement levels and nitrogen fertilization on growth and production of gladiolus in a greenhouse. **Agricultural Water Management**, Amsterdã, n. 131, p. 50-56, 2014.

RIBEIRO, M. S.; SILVA, E. L.; MOURA, D. C. M.; DANTAS, A. A. A. Coeficientes de cultura (kc) e crescimento vegetativo de Acaia Cerrado (*Coffea arabica* L.) associados a grau de desenvolvimento. **Revista Irriga**, Botucatu, v. 14, p. 220-232, 2009.

SCHWAB, N. T.; PEITER, M. X.; BELLÉ, R. A.; BACKES, F. A. A.; ROBAINA, A. D.; FERRAZ, R. C. Consumo hídrico de cravina submetida a diferentes estratégias de irrigação e tamanhos de vaso. **Revista Irriga**, Botucatu, v. 18, n. 2, p. 328-336, abr./jun. 2013.

SHAO, H. B.; CHU, L. Y.; JALEEL, C. A.; ZHAO, C. X. Water-deficit stress-induced anatomical changes in higher plants. **Comptes Rendus Biologies**, Paris, v. 331, p. 2015-225, 2008.

SOARES, F. C.; MELLO, R. P.; PEITER, M. X.; BELLÉ, R. A.; ROBAINA, A. D.; VIVAN, G. A.; PARIZI, A. R. Consumo de água pela cultura do lírio, cultivado em substratos alternativos em condições de ambiente protegido. **Revista Ciência Rural**, Santa Maria, v. 42, n. 6, p. 1001-1006, 2012.

STRECK, E. V.; KAMPF, N.; DALMOLIN, R. S. D.; KLAMT, E. NASCIMENTO, P. C.; SCHNEIDER, P.; GIASSON, E.; PINTO, L. F. S. **Solos do Rio Grande do Sul**. 2. ed. Porto Alegre: EMATER, 2008. 222 p.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. 4. ed. Porto Alegre: Artmed, 2009. 819 p.

TORRES, D. F. U. **Análise prospectiva para o setor atacadista de flores e plantas ornamentais no Brasil e suas tecnologias da informação e comunicação**. 2015. 109 f. Dissertação (Mestrado em Agronegócio)-Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2015.