

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA MARIA  
CENTRO DE CIÊNCIAS NATURAIS E EXATAS  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGROBIOLOGIA

Andressa Pozzatti Zago

**FOTOPERÍODO CRÍTICO E FILOCRONO PARA PRODUÇÃO DE  
DIFERENTES CULTIVARES DE CRISÂNTEMO DE CORTE**

Santa Maria, RS  
2017

**Andressa Pozzatti Zago**

**FOTOPERÍODO CRÍTICO E FILOCRONO PARA PRODUÇÃO DE DIFERENTES  
CULTIVARES DE CRISÂNTEMO DE CORTE**

Dissertação apresentada ao Curso de Pós-Graduação em Agrobiologia, da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM, RS), como requisito parcial para obtenção do título de **Mestre em Agrobiologia**

Orientador: Prof. Dr. Galileo Adeli Buriol

Santa Maria, RS, Brasil  
2017

Ficha catalográfica elaborada através do Programa de Geração Automática da Biblioteca Central da UFSM, com os dados fornecidos pelo(a) autor(a).

Pozzatti Zago, Andressa  
FOTOPERÍODO CRÍTICO E FILOCRONO PARA PRODUÇÃO DE  
DIFERENTES CULTIVARES DE CRISÂNTEMO DE CORTE / Andressa  
Pozzatti Zago.- 2017.  
84 p.; 30 cm

Orientador: Galileo Adeli Buriol  
Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Santa  
Maria, Centro de Ciências Naturais e Exatas, Programa de  
Pós-Graduação em Agrobiologia, RS, 2017

1. Fotoperíodo crítico do crisântemo 2. Filocrono do  
crisântemo I. Adeli Buriol, Galileo II. Título.

---

© 2017

Todos os direitos autorais reservados a Andressa Pozzatti Zago. A reprodução de partes ou do todo deste trabalho só poderá ser feita mediante a citação da fonte.

E-mail: [andressapozzatti@gmail.com](mailto:andressapozzatti@gmail.com)

Andressa Pozzatti Zago


**FOTOPERÍODO CRÍTICO E FILOCRONO PARA PRODUÇÃO DE DIFERENTES  
CULTIVARES DE CRISÂNTEMO DE CORTE**

Dissertação apresentada ao Curso de Pós-Graduação em Agrobiologia, da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM, RS), como requisito parcial para obtenção do título de **Mestre em Agrobiologia**.

Aprovado em 06 de março de 2017:



**Galileo Adeli Buriol, Dr. (UFSM)**  
(Presidente/Orientador)



**Marília Milani, Dra. (Colégio Politécnico - UFSM)**



**Leonita Beatriz Girardi, Dra. (URI)**

Santa Maria, RS  
2017

*Dedico a minha mãe. Será  
sempre para ela todo o meu  
esforço, dedicação e  
conquistas.*

## **AGRADECIMENTOS**

Primeiramente agradeço a Deus e a Nossa Senhora de Schoenstatt por terem colocado essa oportunidade no meu caminho.

A Universidade Federal de Santa Maria e ao Programa de Pós-Graduação em Agrobiologia, por todos estes anos de ensino e contribuições na minha formação.

A Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (Capes) pela concessão da bolsa de estudos durante o período de Mestrado.

A minha mãe, pelo amor incondicional, por ser meu exemplo de pessoa e dedicação e por estar comigo em todos os momentos, sejam eles bons ou ruins.

Ao meu orientador professor Galileo Adeli Buriol e minha coorientadora professora Fernanda Alice Antonello Londero Backes por terem confiado em mim e aceitado minha orientação.

Ao professor Rogério Antônio Bellé, idealizador desta pesquisa, agradeço profundamente pela orientação, auxílio e acompanhamento durante esta jornada.

Ao professor Ubirajara pelo empréstimo das balanças e do laboratório.

As bolsistas que passaram pelo Setor de Floricultura e me auxiliaram na parte de coleta de dados, Paula Maus, Paolla Rubert e Laura Scheeren.

As grandes amigas Marília Stein e Silvania dos Santos Lima, por fazerem parte da minha vida por todos estes anos.

A colega de profissão, conselheira e grande amiga Janine Farias Menegaes, por todos os feitos durante a minha caminhada profissional, e por estar ao meu lado desde a graduação. Tu tens grande parte nesta minha conquista, obrigada por tudo!

E a todas as pessoas que dê alguma forma contribuíram para a minha formação.

## RESUMO

### FOTOPERÍODO CRÍTICO E FILOCRONO PARA PRODUÇÃO DE DIFERENTES CULTIVARES DE CRISÂNTEMO DE CORTE

AUTORA: Andressa Pozzatti Zago  
ORIENTADOR: Galileo Adeli Buriol

O crisântemo de corte (*Dendranthema grandiflora* Tzvelev) é uma cultura sensível ao fotoperíodo e que necessita de iluminação artificial durante o cultivo no inverno, em torno de quatro semanas, deixando as plantas em condição de dias longos para realizar a inibição ao florescimento propiciando então o crescimento vegetativo. Devido a isso é necessário um grande consumo de energia elétrica, substituições frequentes de lâmpadas devido a curta vida útil das mesmas, o que eleva os custos de produção para o produtor e prejudica o meio ambiente. Visando minimizar estes excessos, o presente trabalho objetivou estimar o fotoperíodo crítico e o filocrono para as cultivares de crisântemo Furore Golden, Snowdon e Yellow Tsuky e realizar a análise de crescimento e estimativa do filocrono para a cultivar Jô Spitoven. Foram realizados dois experimentos, em ambiente protegido no Setor de Floricultura da UFSM. O primeiro no período de julho a outubro de 2015, em delineamento inteiramente casualizado, com quatro repetições e os tratamentos foram o cultivo de crisântemo cv. Jô Spitoven utilizando os fotoperíodos de 14h, 14h e 30min, 15h e 15h e 30min de luz sob iluminação artificial de forma contínua e de forma intermitente. O segundo experimento foi realizado no período de julho a outubro de 2016, em delineamento inteiramente casualizado, com cinco repetições e com as cvs. Furore Golden, Snowdon e Yellow Tsuky, cultivadas com os fotoperíodos de 12h e 30 min, 13h, 14h e 16h. Foram feitas avaliações referentes à altura de plantas, número de folhas, área foliar, diâmetro da haste e da inflorescência e fitomassa fresca e seca da inflorescência e total da parte aérea da planta. O fotoperíodo de 12 h e 30 min foi estimado como o fotoperíodo crítico das cultivares Furore Golden, Snowdon e Yellow Tsuky, os valores de filocrono estimados na cv. Furore Golden variaram em função dos diferentes fotoperíodos o mesmo não ocorreu nas demais. A análise de crescimento da cv. Jô Spitoven apresentou melhor resultado no manejo com iluminação intermitente, com destaque ao fotoperíodo de 14h e 30min que apresentou também filocrono inferior aos demais.

**Palavras-chave:** Análise de crescimento. *Dendranthema grandiflora* Tzvelev. Floricultura. Iluminação artificial.

## ABSTRACT

### CRITICAL PHOTOPERIOD AND FILOCRONO FOR THE PRODUCTION OF DIFFERENT CROPS OF CUTTING CHRYSANTHEMUM

AUTORA: Andressa Pozzatti Zago

ADVISOR: Galileo Adeli Buriol

Cutting chrysanthemum (*Dendranthema grandiflora* Tzvelev) is a photoperiod sensitive crop that requires artificial lighting during winter cultivation, around four weeks, leaving the plants in a long day condition to carry out inhibition to flowering, Vegetative growth. Due to this it is necessary a great consumption of electrical energy, frequent replacements of lamps due to their short useful life, which raises the production costs for the producer and damages the environment. In order to minimize these excesses, the objective of this work was to estimate the critical and phyllochron photoperiod for Furore Golden, Snowdon and Yellow Tsuky chrysanthemum cultivars and to perform the phyllochron growth and estimation analysis for the Jô Spitoven cultivar. Two experiments were carried out in a protected environment in the UFSM Floriculture Sector. The first in the period from July to October 2015, in a completely randomized design, with four replications and the treatments were the cultivation of chrysanthemum cv. Jô Spitoven using the photoperiods of 14h, 14h and 30min, 15h and 15h and 30min of light under continuous and intermittent artificial lighting. The second experiment was conducted in the period from July to October 2016, in a completely randomized design, with five replications and cvs. Furore Golden, Snowdon and Yellow Tsuky, cultivated with photoperiods of 12h and 30min, 13 h, 14 h and 16 h. Plant height, number of leaves, leaf area, stem and inflorescence diameter and fresh and dry phytomass of the inflorescence and total plant height were evaluated. The photoperiod of 12 h and 30 min was estimated as the critical photoperiod of the cultivars Furore Golden, Snowdon and Yellow Tsuky, phyllochron values estimated in cv. Furore Golden varied according to the different photoperiods, the same did not occur in the others. The growth analysis of cv. Jô Spitoven, showed better results in handling with intermittent lighting, especially the photoperiod of 14h and 30min, which also presented phyllochron less than the others.

**Keywords:**Artificial lighting.*Dendranthema grandiflora* Tzvelev.Growth analysis.Floriculture.



## LISTA DE FIGURAS

- Figura 1 – Cultivar de crisântemo Yellow Tsuky, B: cultivar de crisântemo Furore Golden, C: cultivar de crisântemo Snowdon. Santa Maria, RS, 2016..... 18
- Figura 2 – A: disposição dos vasos com as cultivares de crisântemos sobre as bancadas, B: parcelas individualizadas por tecido de coloração preta, C: cortinas fechadas para realização do manejo fotoperiódico. Santa Maria, RS, 2016..... 34
- Figura 3 – Altura final de plantas de crisântemo, cultivares Furore Golden, Snowdon e Yellow Tsuky, cultivadas sob diferentes fotoperíodos: zero (sem suplementação artificial), 12:30, 13, 14 e 16 h. Santa Maria, RS, 2016. .... 36
- Figura 4 – Evolução da altura de plantas de crisântemo, cultivares Furore Golden, Snowdon e Yellow Tsuky, cultivadas sob diferentes fotoperíodos: zero (sem suplementação artificial), 12:30, 13, 14 e 16 h. Santa Maria, RS, 2016..... 38
- Figura 5 – Número de folhas de crisântemo, cultivares Furore Golden, Snowdon e Yellow Tsuky, cultivadas sob diferentes fotoperíodos: zero (sem suplementação artificial), 12:30, 13, 14 e 16 h. Santa Maria, RS, 2016. .... 39
- Figura 6 – Evolução do número de folhas de crisântemo, cultivares Furore Golden, Snowdon e Yellow Tsuky, cultivadas sob diferentes fotoperíodos: zero (sem suplementação artificial), 12:30, 13, 14 e 16 h. Santa Maria, RS, 2016..... 40
- Figura 7 – Área foliar das cultivares Furore Golden (a, b, c, d, e), Snowdon (f, g, h, i, j) e Yellow Tsuky (k, l, m, n, o) cultivadas sob diferentes fotoperíodos: zero (sem suplementação artificial), 12:30, 13, 14 e 16h. Santa Maria, RS, 2016..... 41
- Figura 8 – Diâmetro de hastes de plantas (a) e da inflorescência (b) de crisântemo, cultivares Furore Golden, Snowdon e Yellow Tsuky, cultivadas sob diferentes fotoperíodos: zero (sem suplementação artificial), 12:30, 13, 14 e 16 h. Santa Maria, RS, 2016. 43
- Figura 9 – Fitomassafresca e seca da inflorescência e total da parte aérea de plantas das cultivares Furore Golden, Snowdon e Yellow Tsuky, cultivadas sob diferentes fotoperíodos: zero (sem suplementação artificial), 12:30, 13, 14 e 16 h. Santa Maria, RS, 2016. .... 45
- Figura 10 – Temperaturas máx, min e médias do ar no período de cultivo de julho a agosto, das cv. Furore Golden, Snowdon e Yellow Tsuky, em casa de vegetação. Santa Maria, RS, 2016. .... 56
- Figura 11 – Altura final de plantas de crisântemo, cultivares Furore Golden, Snowdon e Yellow Tsuky, cultivadas sob diferentes fotoperíodos. Santa Maria, RS, 2016..... 59
- Figura 12 – Temperaturas no período de cultivo de agosto a setembro, da cv. Jô Spitoven. Santa Maria, RS, 2015. .... 68
- Figura 13 – Relação entre número de folhas acumuladas na haste principal e soma térmica acumulada (acima da temperatura base de 6 °C) utilizada para a estimativa do filocrono em crisântemo, cv. Jô Spitoven. Santa Maria, RS, 2015..... 70
- Figura 14 – Número de folhas (a), altura de plantas (b) e diâmetro da inflorescência (c) de crisântemo cv. Jô Spitoven cultivadas sob iluminação contínua e intermitente. Santa Maria, RS, 2015. .... 72
- Figura 15 – Área foliar de crisântemo cv. Jô Spitoven cultivadas sob iluminação contínua e intermitente. Santa Maria, RS, 2015..... 75

## LISTA DE TABELAS

- Tabela 1 – Equação da regressão, coeficiente de determinação com seus respectivos fotoperíodos, filocrono, número final de folhas (NF), altura de hastes florais (h) e soma térmica acumulada, para as cvs. Furore Golden, Snowdon e Yellow Tsuky, cultivadas sob diferentes fotoperíodos. Santa Maria, RS, 2016.....57
- Tabela 2– Equação da regressão e coeficiente de determinação com seus respectivos fotoperíodos. Santa Maria, RS, 2015. .... 70
- Tabela 3 – Equação da regressão e coeficiente de determinação do número de folhas, altura de plantas e diâmetro da inflorescência de crisântemo cv. Jô Spitoven cultivadas sob iluminação contínua e intermitente. Santa Maria, RS, 2015. .... 73

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO GERAL .....</b>	<b>11</b>
REFERÊNCIAS .....	12
<b>2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA .....</b>	<b>14</b>
2.1 CENÁRIO DA FLORICULTURA BRASILEIRA.....	14
2.2 A CULTURA DO CRISÂNTEMO.....	16
2.3 FOTOPERÍODO NO CRISÂNTEMO.....	18
2.3.1 Fotoperíodo crítico .....	20
2.3.2 Iluminação artificial e dias longos artificiais.....	21
2.4 FILOCRONO .....	23
REFERÊNCIAS .....	24
<b>3 CAPÍTULO I - ESTIMATIVA DO FOTOPERÍODO CRÍTICO PARA PRODUÇÃO DE DIFERENTES CULTIVARES DE CRISÂNTEMO DE CORTE.....</b>	<b>30</b>
3.1 INTRODUÇÃO.....	31
3.2 MATERIAIS E MÉTODOS.....	32
3.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	35
3.4 CONCLUSÃO.....	47
REFERÊNCIAS .....	47
<b>4 CAPÍTULO II - ESTIMATIVA DO FILOCRONO PARA TRÊS CULTIVARES DE CRISÂNTEMO DE CORTE CULTIVADAS EM DIFERENTES FOTOPERÍODOS DE DIA LONGO .....</b>	<b>51</b>
4.1 INTRODUÇÃO.....	52
4.2 MATERIAIS E MÉTODOS.....	53
4.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	55
4.4 CONCLUSÃO.....	59
REFERÊNCIAS .....	59
<b>5 CAPÍTULO III - ESTIMATIVA DO FILOCRONO E ANÁLISE DE CRESCIMENTO DE CRISÂNTEMO DE CORTE CV. JÔ SPITOVEN SOB DIFERENTES CONDIÇÕES DE ILUMINAÇÃO.....</b>	<b>63</b>
5.1 INTRODUÇÃO.....	64
5.2 MATERIAIS E MÉTODOS.....	65
5.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	68
5.3.1 Estimativa do filocrono .....	68
5.3.2 Análise do crescimento.....	70
5.4 CONCLUSÃO.....	75
REFERÊNCIAS .....	76
<b>6 CONSIDERAÇÕES FINAIS .....</b>	<b>79</b>
<b>ANEXO .....</b>	<b>81</b>
<b>APÊNDICE.....</b>	<b>83</b>



## 1 INTRODUÇÃO GERAL

A floricultura é a atividade agrícola que cultiva plantas de interesse paisagístico e de ornamentação de interiores. Esta atividade compreende diversos produtos como: o cultivo de flores e folhagens de corte e envasadas, mudas de espécies para paisagismo, sementes e propágulos vegetativos, espécies arbóreas, arbustivas e herbáceas, entre outros (MARQUES, 2002). Além disso, é exigente quanto à qualidade estética e fitossanitária dos produtos, sendo esta uma prerrogativa máxima deste mercado.

É primordial que o produtor tenha conhecimentos específicos para cada espécie cultivada, de logística, colheita, pós-colheita e de comercialização. O Brasil possui características que lhe conferem vantagens para a expansão da atividade no país, como diferentes condições climáticas e extensão territorial, a disponibilidade de recursos hídricos e de energia, bem como de mão de obra (MARQUES, 2002). Com isso, o cultivo de flores tem despertado o interesse também da agricultura familiar, pois se destaca pelas produções viáveis em pequenas propriedades, principalmente pela alta rentabilidade por área (KÄMPF et al., 1990).

O crisântemo (*Dendranthema grandiflora* Tzvelev) é uma das espécies mais comercializadas e populares com características ornamentais. Com grande aceitação de mercado em nível mundial, devido à diversidade de cores e formatos das inflorescências e durabilidade pós-colheita, com possibilidade de cultivo durante todo ano (BARBOSA et al., 2012; BRUM et al., 2007; PETRY, 2008). Existem uma infinidade de cultivares, como exemplo, Yellow Tsuky de ciclo precoce e Furore Golden e Snowdon de ciclo tardio, ambas podem ser cultivadas, como, flor de corte, vaso ou jardim.

O crisântemo é uma planta de dias curtos, florescendo naturalmente no inverno (ARRUDA et al., 1996), com ciclo de produção rápido e bastante preciso em relação à resposta aos fatores climáticos como temperatura e fotoperíodo. Além dessas características a planta possui atividade fisiológica capaz de detectar o comprimento do dia, fator que pode definir o florescimento. Este fenômeno é explicado pela ação do fitocromo, um complexo pigmento proteico que absorve luz na faixa do vermelho e do vermelho distante (TAIZ; ZEIGER, 2009). Outro fator ambiental que influencia o florescimento é a temperatura, sendo que as cultivares podem responder de forma distinta a este fator (BARBOSA, 2003).

O crisântemo só floresce quando o comprimento do dia for menor do que um determinado número de horas. Assim as plantas florescem em condições de noites longas e dias curtos. Este valor é chamado de fotoperíodo crítico, sendo este diretamente dependente

da localização geográfica da área em questão e das estações do ano. Ele é capaz de alterar a formação de folhas para a formação de botões florais, e assim passando do estágio vegetativo para o reprodutivo. O valor do fotoperíodo crítico é variável entre as culturas e entre as cultivares (GRUSZYNSKI, 2006).

Na literatura encontra-se uma ampla variação de valores referentes ao fotoperíodo crítico. Para Taiz e Zeiger (2009), a indução a floração irá ocorrer quando as plantas estiverem expostas a comprimento do dia menor que um valor crítico que para eles varia de 12 a 14 horas; Gruszynski (2006) afirma que o crisântemo tem o florescimento induzido naturalmente em períodos com dias menores que 14h e 30min de luz, existindo variações de acordo com a variedade e temperatura do ar. Já Barbosa e Zuin (2013) relatam que o valor referente ao fotoperíodo crítico para a cultura do crisântemo é de 13 horas de luz.

O crisântemo de corte necessita inicialmente um período de dias longos (acima do fotoperíodo crítico) para que haja a formação de nós e assim tenha, por ocasião da colheita, uma haste longa o suficiente para se adequar aos padrões de qualidade. Este período de dias longos pode variar de 2 a 6 semanas com fotoperíodo de 14 a 16 horas de luz.

Esta divergência de valores referentes ao fotoperíodo crítico no cultivo de crisântemo de corte faz com que os produtores em geral utilizem um número de horas de luz acima do necessário para o crescimento das plantas. Quando somado com a utilização de lâmpadas de alto consumo e de vida curta, torna-se um problema econômico para o produtor e como consequência para o meio ambiente.

Como o estímulo floral é captado pelas folhas, e a percepção de uma única folha é o suficiente para induzir a planta ao florescimento (HIGUCHI et al., 2012), torna-se importante estimar o filocrono para cada cultivar de crisântemo, que corresponde aos graus dia necessários para o aparecimento de uma nova folha (KOEFEENDER et al., 2008).

Neste contexto, o presente trabalho teve por objetivo estimar o filocrono e o fotoperíodo crítico de diferentes cultivares de crisântemo de corte, tendo como finalidade a redução do consumo de energia elétrica, bem como diminuir a troca de lâmpadas e, assim, contribuindo para o cultivo sustentável.

## REFERÊNCIAS

ARRUDA, S.T. et al. Sistema de cultivo e custos de produção de crisântemo em vaso: um estudo de caso. **Informações Econômicas**, São Paulo, v.26, n.4, p.31- 38, 1996.

BARBOSA, J. G. **Crisântemo: produção de mudas – cultivo para corte e flor – cultivo hidropônico**. Viçosa, MG: Aprenda Fácil, 2003. 234 p.

BARBOSA, J. G. et al. Crisântemo. In: PAIVA, P. D. de O., ALMEIDA, E. F. A. **Produção de Flores de Corte**. 1. ed. Lavras: UFLA, 2012. v. 1, p. 245.

BARBOSA, J. G.; ZUIN, A. H. L. Cultivares para corte de flor e produção em vaso. In: **Crisântemo – produção de mudas – cultivo para corte de flor– cultivo em vaso – cultivo hidropônico**. Viçosa, MG: Aprenda fácil, 2013. 22 p.

BRUM, B. et al. Crescimento, duração do ciclo e produção de inflorescências de crisântemo multiflora sob diferentes números de despontes e tamanhos de vasos. **Ciência Rural**, v. 37, p. 682-689, 2007.

GRUSZYNSKI, C. **Produção de crisântemos**. 2006. Disponível em: < <http://www.emater.tche.br/docs/agricultura/crisa/crisant.htm> > Acesso em: 18 out. 2016.

HIGUCHI, Y.; SUMITOMO, K.; ODA, A.; SHIMIZU, H.; HISAMATSU, T. Day light quality affects the night-break response in the short-day plant chrysanthemum, suggesting differential phytochrome-mediated regulation of flowering. **Journal of Plant Physiology**, v. 169, p.1789-1796, 2012.

KAMPF, E.; BAJAK, E.; JANK, M.S. **O Brasil no mercado internacional de flores e plantas ornamentais**. Informe GEP/DESR, v.3, n.3, p.3-11, abr. 1990.

KOEFENDER, J.; STRECK, N. A.; BURIOL, G. A.; TRENTIN, R. Estimativa do filocrono em calêndula. **Ciência Rural**, v. 38, n. 5, 2008.

MARQUES, R.W.C. **Avaliação da Sazonalidade do mercado de flores e plantas ornamentais no estado de São Paulo**. 2002. 114p. Dissertação (Mestrado)-Universidade de São Paulo. Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba, SP, 2002.

PETRY, C. **Plantas Ornamentais, aspectos para a produção**. Passo Fundo, Editora Universidade de Passo Fundo, 2008, 160p.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia Vegetal**. 4.ed. - Porto Alegre: Artmed, 2009. 848p

## 2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

### 2.1 CENÁRIO DA FLORICULTURA BRASILEIRA

A floricultura é uma atividade agrícola que envolve conhecimentos técnicos específicos, envolvendo a produção e a comercialização de flores e plantas ornamentais de alta rentabilidade. A cadeia produtiva envolve a produção, a distribuição, até a comercialização, de maneira, eficiente e com elevada tecnologia (KÄMPF, 2005; LANDGRAF; PAIVA, 2008). O período de maior demanda por flores e plantas ornamentais ainda são nas datas comemorativas, principalmente no dia das mães, dia dos namorados e finados (JUNIOR et al., 2015).

No Brasil a floricultura iniciou-se a partir da década de 1950, no estado de São Paulo, com a vinda dos imigrantes holandeses e japoneses, e em meados dos anos 70 esta atividade se expandiu para outras regiões do país como, Santa Catarina e Rio Grande do Sul, principalmente com o trabalho de imigrantes alemães e poloneses (BRASIL, 2007; MITSUEDA et al., 2011, SEBRAE, 2015). A floricultura desenvolveu-se no país em substituição aos cultivos agrícolas tradicionais impulsionados pela crise no setor cafeeiro e cítrico da região sudeste. Atualmente, caracteriza-se como atividade socioeconômica importante em função do uso de áreas impróprias para outros cultivos, absorção da mão de obra local, sobretudo, familiar, além de proporcionar alta rentabilidade por hectare (BRASIL, 2007; SILVA et al., 2011).

Na última década a floricultura teve seu crescimento impulsionado, pela evolução nos sistemas de produção, armazenamento e distribuição das espécies cultivadas, bem como, pelo aumento dos indicadores socioeconômicos que contribuíram para um maior consumo de flores e plantas ornamentais (SEBRAE, 2015). Mas, apesar do grande potencial para desenvolvimento da floricultura, a maioria dos estados brasileiros possui crescimento pouco expressivo quando comparado com aqueles da região Sudeste, que é a região com maior concentração produtiva e que detêm cerca de 70% da produção nacional sendo a região responsável pelo abastecimento da maior parte do mercado da floricultura no Brasil (JUNQUEIRA: PEETZ, 2014).

De acordo, com a FloraHolland, a Holanda é considerada o principal país produtor e comercializador de flores e espécies ornamentais. Países como os Estados Unidos, China e



Japão, também destacam-se sendo grandes produtores possuindo uma alta demanda interna (JUNIOR et al., 2015).

No Brasil a Cooperativa Veiling Holambra e o Instituto Brasileiro de Floricultura são responsáveis por direcionar o ramo da floricultura no país, auxiliando produtores através do estabelecimento de padrões de qualidade e critérios de comercialização, para assim tornar a atividade mais competitiva e tecnificada (COOPERATIVA VEILING HOLAMBRA, 2017; IBRAFLOR, 2017). O mercado de flores brasileiro é uma importante engrenagem na economia nacional, responsável por 215.818 empregos diretos distribuídos em: 36,37% na produção, 3,9% na distribuição, 55,87% no varejo e 3,8% em outras funções (IBRAFLOR, 2015). A produção é gerida por cerca de 8 mil produtores que cultivam mais de 350 espécies e três mil variedades. O consumo *per capita* médio é estimado em R\$: 26,68 (SEBRAE, 2015), destes, 48,6% foram gastos em plantas ornamentais, 31,4% em flores e folhagens cortadas e 20% em flores e plantas envasadas (JUNQUEIRA; PEETZ, 2014). No Brasil a produção tem como principal destino o mercado interno (JUNIOR et al., 2015).

Segundo dados do Sebrae (2015) a região sul é a segunda região em importância na floricultura brasileira, com índices de 28,6% do total de produtores e 21,6 % da área cultivada. No Rio Grande do Sul, a AFLORI (Associação Rio-Grandense de Floricultura), tem como objetivo promover e nortear a cadeia da floricultura no estado. No ano de 2014, o Rio Grande do Sul apresentou 1.550 produtores que ocuparam uma área de aproximadamente 1.360 hectares com uma média de 0,88 ha/produtor e 1.645 pontos de varejo. Esta entidade agrega produtores, representantes da distribuição atacadista e varejista, jardinagem, paisagismo, pesquisa e extensão. A fundação desta entidade contribuiu para o desenvolvimento da atividade no estado, proporcionando uma expectativa de incremento de 20% ao ano no número de produtores.

O Rio Grande do Sul por anos destacou-se como um dos estados com maior consumo *per capita* em todo o país, no entanto ao longo dos anos vem perdendo esta característica de grande consumidor para São Paulo e Distrito Federal (SEBRAE, 2015).

Atualmente é o terceiro estado consumidor do Brasil com consumo *per capita* de R\$ 38,39, estando atrás apenas de São Paulo com consumo *per capita* de R\$ 44,86, e do Distrito Federal com R\$ 43,85 (SEBRAE, 2015). Contudo, a produção estadual é praticada em áreas pequenas, menores que um hectare (STUMPF et al., 2002), este fator contribui para que apenas 13% do que é vendido é produzido no estado, o restante é oriundo dos Estados de São Paulo e Santa Catarina principalmente (DOMIT, 2013).

## 2.2 A CULTURA DO CRISÂNTEMO

O crisântemo (*Dendranthema grandiflora* Tzvelev), pertencente à família Asteraceae, é originário da Ásia, e conhecido como a flor símbolo do Japão significando vida longa e próspera (BARBOSA et al., 2012; GRUSZYNSKI, 2001). A espécie apresenta inflorescências com ampla diversidade de cores, formatos e durabilidade de pós-colheita, podendo ser cultivada como flor de corte e flor de vaso, com grande aceitação e comercialização a nível mundial, principalmente, na Europa, Japão, Estados Unidos e Brasil (BUENO et al., 2003). No Brasil, no ano de 2013, o crisântemo foi considerado uma das principais espécies ornamentais cultivada no país, apresentado 15% da comercialização na categoria de flor de corte e 7% como flor de vaso (JUNQUEIRA; PEETZ, 2014).

A inflorescência, vulgarmente chamada de flor, é um capítulo apical ou axilar, formada pelo conjunto de dois tipos de flores, com flores femininas de corola ligulada na periferia e hermafroditas não liguladas no centro do disco floral (LAVILA, 1992; RODRIGUES, 2013). Deste modo, o número, tamanho, diâmetro e sanidade das folhas, inflorescências e hastes garantem o sucesso na comercialização da cultura (CARVALHO, 2014; ROUDE et al., 1991), sendo estes fatores variáveis entre cultivares e sistemas de produção (BRUM et al., 2007; TOLLOTTI, 2001).

O ciclo de produção do crisântemo é relativamente curto com vários cultivos ao ano, proporcionando uma alternativa de renda para a pequena propriedade agrícola, com alto rendimento por unidade de área (BELLÉ, 2000; BRUM et al., 2007). O período de cultivo é o tempo (em semanas) contado a partir do transplante até a colheita, e o ciclo da cultivar, é contado a partir do dia de início da indução floral, ou seja, a partir dos dias curtos (CARVALHO, 2014; RODRIGUES, 2013; TOLLOTTI, 2001) até o momento em que 50 a 60% das inflorescências estiverem abertas, chegando ao ponto de colheita (BARBOSA et al., 2005; CARVALHO, 2014). Assim, é possível cultivar até 6,6 safras para crisântemo de vaso e 4,4 para o de corte por ano num mesmo espaço protegido.

A produção do crisântemo em solo ou substrato deve possuir pH entre 5,5 e 7, ser bem drenado e rico em matéria orgânica (PETRY, 2000). Com exigências nutricionais na ordem decrescente:  $K > N > Ca > P > Mg > S > Fe > Zn > B > Mn > Cu$  (FERNANDES et al., 1975; MOTA et al., 2013). No Brasil, o crisântemo é propagado por meio de estacas herbáceas, em

função das condições climáticas, variabilidade genética e rigor em relação aos tratamentos culturais e fitossanitários (BRAGA, 2006; CUQUEL et al., 1992). Método este que proporciona ao produtor facilidade de manejo, baixos custos, rápido enraizamento e, principalmente maior uniformidade de plantas (BEZERRA, 1997; BRAGA, 2006), sendo esta última uma exigência importante na floricultura. As estacas herbáceas apicais devem possuir 4 ou 5 folhas e cerca de 5 cm de comprimento obtidas a partir de plantas matrizes que devem ser mantidas sempre sob condição de dias longos, para viabilizar o crescimento vegetativo e a produção de novas hastes e estacas (BARBOSA et al., 2005; BELLÉ, 2000; PETRY, 2008).

Por ser uma planta sensível ao fotoperíodo, o crisântemo é classificado como uma planta de dias curtos, tendo seu florescimento influenciado pelo comprimento do dia, porém este não é o único fator importante a floração, a temperatura explica a ineficiência e a baixa qualidade do florescimento, mesmo sob controle fotoperiódico, havendo comportamento diferenciado entre as cultivares quanto a resposta a este fator climático (BARBOSA, 2003; BRAGA, 2006). A faixa de temperatura considerada ótima para o cultivo de crisântemo é de 18 a 25°C (PETRY, 2000).

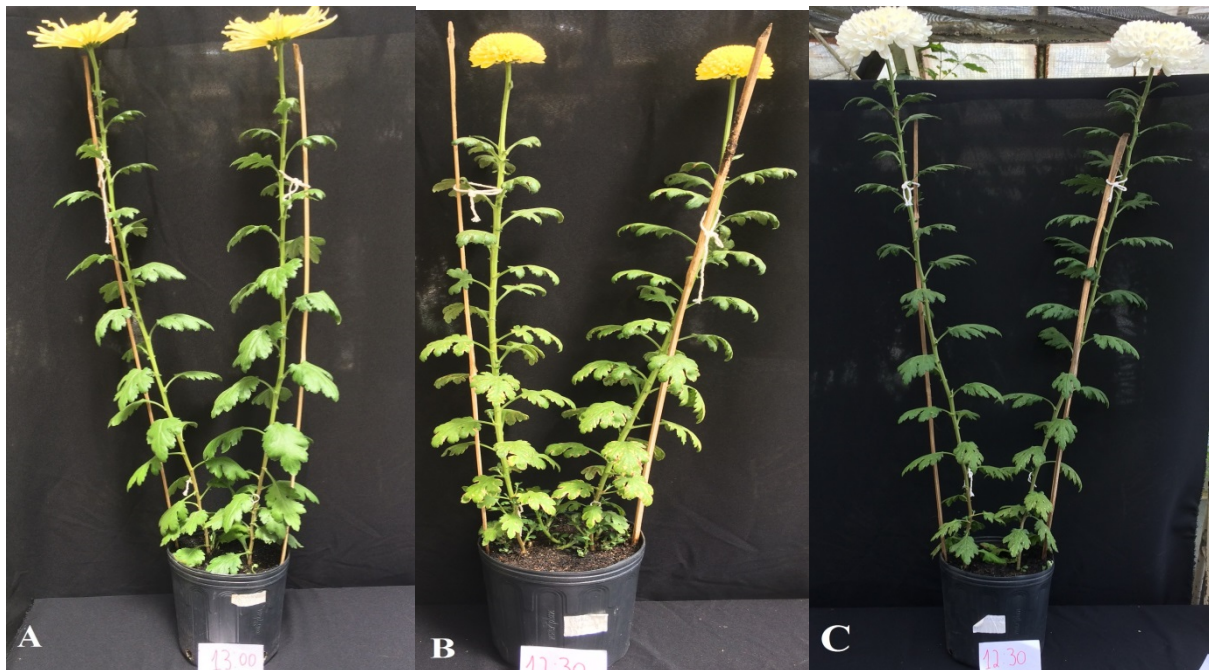
As cultivares de crisântemo são classificadas quanto à resposta ao fotoperíodo como: precoces, que florescem com menos de 8 semanas após o início de tratamentos de dias curtos (DC); médias, com 8 a 9 semanas de DC, e tardias, com mais de 9 semanas de DC (GRUSZYNSKI, 2001; RODRIGUES, 2013; ROYAL VAN ZANTEN, 2004). Gruszynski (2001) classifica as cultivares Yellow Tsuky como ciclo precoce, inflorescência média a grande do tipo spider com pétalas externas tubulares e bastante longas e de coloração amarela (Figura 1A); Furore Golden, como ciclo tardio, inflorescência pequena, amarela, do tipo pompom com formato globular formadas por pequenas pétalas e com flores do disco interno não aparentes (Figura 1B) e Snowdon como ciclo tardio, inflorescência grande do tipo Globosa ou bola, de coloração branca e com pétalas encurvadas (Figura 1C).

Quanto à resposta a temperatura noturna as cultivares são classificadas como: termozero, na qual o florescimento ocorre a 15,5°C, podendo ser cultivada durante o ano todo; termopositivo, em temperaturas abaixo de 15,5°C ocorre inibição do florescimento, havendo desenvolvimento do botão floral, porém tendo prejudicada a abertura do mesmo, esta também pode ser cultivada o ano todo, mas com temperatura controlada, e termonegativo, para as cultivares em que o florescimento ocorre com temperaturas acima de 15,5°C, sem inibição à iniciação floral (LARSON, 1997).

A manutenção do crescimento vegetativo em crisântemo de corte permite que as plantas alcancem a altura desejada, geralmente de 30 a 50 cm, para isso elas são iluminadas

durante a noite, não devendo deixar um período superior a 4 horas sem iluminação (GRUSZINSKY, 2001). Barbosa (2005) salienta que a qualidade, intensidade e duração da iluminação afetam fatores importantes de produção como a qualidade das inflorescências. Quando cultivado em baixa intensidade luminosa ocorre à redução na taxa de fotossíntese, causando menor crescimento e desenvolvimento, menor diferenciação de gemas vegetativas em reprodutivas, haste longa e fraca, prejudicando a vida pós-colheita.

Figura 1 - Cultivar de crisântemo Yellow Tsuky, B: cultivar de crisântemo Furore Golden, C: cultivar de crisântemo Snowdon. Santa Maria, RS, 2016.



### 2.3 FOTOPERÍODO NO CRISÂNTEMO

O cultivo do crisântemo é uma prática relativamente fácil, porém para garantir o sucesso na produção é necessário manter um controle fotoperiódico para a indução da floração, selecionar cultivares adequadas ao ambiente de cultivo e manter um rigoroso controle fitossanitário (SCHMIDT, 2003), pois fatores genéticos e ambientais interferem no crescimento e desenvolvimento das plantas, sobretudo, na qualidade das inflorescências. O fotoperíodo e a radiação solar são fatores capazes de controlar o desenvolvimento, atuando na fotossíntese e fotomorfogênese vegetal (TAIZ; ZEIGER, 2009).

O manejo fotoperiódico é um dos fatores que garantem o sucesso na produção, pois para a obtenção de uma planta com haste floral com adequado comprimento e inflorescência

de bom diâmetro, é necessário controlar o tempo de exposição ao dia longo, aos dias curtos, e posteriormente, dias normais. Quando iniciado muito cedo o fornecimento de dia curto, a planta produzirá hastes e flores pequenas, e quando tardiamente, a haste ficará estiolada e a flor de tamanho normal (BARBOSA, 2003). Uma vez que, é na folha que desencadeia a síntese de hormônios envolvidos no florescimento e, também, é o local de percepção do fotoperíodo, sendo ou não favoráveis à intensidade de floração (BARBOSA et al., 2003; GARDE, 2013).

O crisântemo é classificado como planta de dias curtos, ou seja, o florescimento é dependente do comprimento do dia, então para que o mesmo ocorra é necessário um número de horas-luz inferior ao número de horas do período crítico (PC) exigido pela espécie (PETRY, 2008). A autora salienta que o PC depende da cultivar, sendo, de forma geral, em torno de 13h e 30min de luz, e que para haver somente o crescimento vegetativo os dias devem ser longos, ou seja, o comprimento do dia deve ser maior que o PC, e para haver o período reprodutivo os dias devem ter o número de horas-luz inferior ao PC, os chamados dias curtos.

Para Taiz e Zeiger (2009), a indução a floração irá ocorrer quando as plantas estiverem expostas a comprimento do dia menor que um valor crítico que para eles varia de 12 a 14 horas. Gruszynski (2006) diz que o crisântemo tem o florescimento induzido naturalmente em períodos com dias menores que 14h e 30min de luz, existindo variações de acordo com a variedade e temperatura do ar. Barbosa e Zuin (2013) relatam que o valor referente ao fotoperíodo crítico para a cultura do crisântemo é de 13 horas de luz.

Contudo, o cultivo em dias com mais de 13 horas de luz propicia o crescimento vegetativo com formação de folhas grandes, entrenós longos e plantas altas (PETRY, 2008), podendo também produzir hastes estioladas e flexíveis, o que dificulta a sustentação da inflorescência, contribui para o desenvolvimento de brotos anormais resultando em menor qualidade do produto final (BARBOSA et al., 2005; MELLO, 2003; NARDI et al., 2001), em dias menores que 13 horas de luz, o florescimento é induzido, necessitando de 28 dias para produzir a gema floral (MELLO, 2003; PETRY, 2008).

O manejo fotoperiódico em dias longos, são complementados de forma artificial, para isso necessitam de utilização de lâmpadas, geralmente, fluorescentes compactas de 30 W posicionadas a 1 m de altura sobre as plantas e programadas com o auxílio de um temporizador (timer) que acendem por um período de 4 a 6 horas durante a noite. A técnica conhecida como noite interrompida, utiliza iluminação artificial para realizar o controle fotoperiódico (GARDE, 2013), uma quantidade de luz, entre 300 e 800 lux, para resultar em

formação de maior biomassa durante o período vegetativo (BARBOSA, 2003) contribuindo para uma maior qualidade de planta. Já os dias curtos são simulados com a utilização de cortinas pretas de plástico ou tecido no escurecimento das plantas.

O fotoperíodo natural é dependente da localização geográfica da área de produção e da estação do ano, devido a diferenças em relação ao comprimento dos dias. Desta forma, existem plantas com diferentes tipos de reações ao fotoperíodo (plantas de dia curto, plantas de dia longos e plantas neutras), e para determinar o tipo de reação, deve-se identificar a duração do período crítico (KÄMPF, 2005). Espécies como o crisântemo, com muitas cultivares comerciais é importante o conhecimento em relação à sensibilidade fotoperiódica das mesmas (BRAGA, 2006), visando uma produção econômica e de qualidade.

### **2.3.1 Fotoperíodo crítico**

O fotoperíodo é a duração do período luminoso do dia, dependente da localização geográfica da área em questão e das estações do ano e fotoperíodo crítico referem-se ao comprimento do período luminoso indutor de importantes modificações fisiológicas nos vegetais, principalmente da floração (BARBOSA, 2005), sendo capaz de alterar a formação de folhas para a formação de gemas e botões florais (KÄMPF, 2005). O valor do fotoperíodo crítico é variável entre as culturas e entre as cultivares (GRUSZYNSKI, 2006).

Segundo Kämpf (2005), o controle do florescimento talvez seja o principal efeito do fotoperíodo sobre o desenvolvimento vegetal. Fator este capaz de alterar o comportamento da planta em função da duração do tempo de exposição à luz ou a ausência da mesma, em que plantas de dias curtos reagem a noites longas, e plantas de dias longos florescem em noites curtas. A mesma autora também cita que o fotoperíodo também interfere em outros processos no ciclo do vegetal além da indução ao florescimento, são eles: formação de bulbos, tubérculos e outros órgãos de armazenamento; comprimento do caule e no número de ramificações; perda periódica de folhas e germinação.

Esse desempenho é determinado por um pigmento/proteína sensível à luz chamado fitocromo, que absorve a luz na faixa do vermelho e vermelho distante, correspondente aos comprimentos de onda entre 660 e 730 nanômetros (nm), respectivamente (BARBOSA et al., 2003; GARDE, 2013; GRUSZYNSKI, 2006). Gruszynski (2006) diz que o crisântemo quando exposto a luz na faixa do vermelho, ou seja, luminosidade natural do dia ou lâmpadas incandescentes ou fluorescentes, por intensidade e período suficientes, faz o fitocromo converter-se imediatamente na forma ativa, não havendo formação do botão floral. E, quando

se aplica luz infravermelha ou na ausência de luz por período suficiente, o fitocromo se converte na forma inativa, havendo então a floração. Ou seja, é a qualidade da luz aplicada na iluminação artificial, o principal fator para o controle do florescimento, por este motivo deve ser utilizada fontes luminosas com eficiência na região de 660 e 730nm (BARBOSA et al., 2005; GARDE, 2013). Pois, o conhecimento em relação ao fotoperíodo crítico, é importante para decidir o manejo ideal dos dias longos para a produção de flores.

### **2.3.2 Iluminação artificial e dias longos artificiais**

Na floricultura, existem inúmeras possibilidades para a utilização de lâmpadas elétricas: complementação da radiação natural na estufa, em dias nublados com a função de fotossíntese; iluminação de floriculturas; manutenção de plantas vivas e no prolongamento do fotoperíodo para indução ou inibição do florescimento (KÄMPF, 2005). A luz desempenha um papel importante no desenvolvimento vegetal, podendo controlar processos associados ao acúmulo de fitomassa seca, desenvolvimento do caule, altura, área foliar e presença de botão floral (ALVARENGA et al., 2003). Através destas modificações anatômicas e morfológicas do meristema apical, pode-se definir que a iluminação artificial é eficiente para o controle do florescimento. Uma vez que, a luz interfere no balanço hormonal da planta, sendo capaz de afetar várias partes do meristema apical, acelerando a divisão celular e modificando dimensões e número das células do meristema (FRANCIS, 1992; GARDE, 2013).

A consequência da luz como fator limitante ao crescimento é que a fitomassa seca total diminui em uma faixa aproximadamente linear quando os níveis de iluminação média decaem, o que foi comprovado, para os crisântemos produzidos em ambientes controlados (HUGHES; COCKSHULL, 1971). As fontes de iluminação artificiais possuem algumas vantagens em relação à luz solar, por exemplo, acionamento e desligamento programados, porém, para a eficácia desta iluminação é necessário observar a cor, a intensidade e a duração da fonte a ser utilizada (NUNES, 2013). Com a iluminação natural, as plantas necessitam em média de 7 a 10h diárias de luz, enquanto que para uma fonte de iluminação artificial, serão necessárias pelo menos 12h diárias ou mais, dependendo da espécie e do tipo de luz (LARCHER, 2000).

A iluminação artificial é uma alternativa para cultivar plantas fora da época de floração natural, aumentando o fotoperíodo e assim promovendo o florescimento de plantas de dias longos ou então impedindo o mesmo em plantas de dias curtos. Determinados comprimentos de ondas são capazes de influenciar processos fisiológicos importantes para as

plantas, como exemplo, fototropismo, fotomorfogênese e fotossíntese (KÄMPF, 2005), e por isso existem várias fontes de energia usadas para a suplementação de luz e controle fotoperiódico para as plantas que podem ser fornecidas através de lâmpadas (BARBOSA, 2005).

De acordo, com Kämpf (2005) a escolha da lâmpada baseia-se, primeiramente, na composição de seu espectro luminoso, o que depende da finalidade desejada, depois se observa o fluxo luminoso (quantidade de lúmens emitida), para calcular a eficiência (fluxo luminoso produzido Watt consumido) e a vida média dos diferentes tipos de lâmpadas. O crisântemo é uma planta altamente exigente em relação à luz, sua manutenção só é possível em ambientes com iluminância acima de 2000 lux, medida na altura das folhas.

A intensidade luminosa é muito importante, pois a planta não absorve toda a radiação luminosa que recebe, a porcentagem absorvida corresponde a apenas 1 ou 2% da radiação incidente, o restante é refletido pela superfície da folha. Portanto, a radiação absorvida pelos pigmentos (clorofilas, fitocromos e b- caroteno) será aproveitada pela planta dependendo das características de qualidade, duração e intensidade de iluminação (KÄMPF, 2005). A mesma autora salienta que a qualidade da luz está relacionada ao uso de iluminação artificial e a escolha da lâmpada utilizada: comuns, incandescentes, fluorescentes ou led. Esta escolha baseia-se na composição de seu espectro luminoso que varia conforme a finalidade desejada, a quantidade de lúmens emitida e a durabilidade dos diferentes tipos de lâmpadas.

Na cultura do crisântemo, a utilização da iluminação artificial para o controle do florescimento é o principal fator que influencia no custo de produção (ZANOTELLI, 2009). Antigamente as lâmpadas incandescentes (filamento de tungstênio) eram as mais utilizadas para aumentar o fotoperíodo durante os meses de inverno, estas lâmpadas geram calor, portanto, apresentam baixa eficiência na conversão de energia elétrica em luminosa e vida útil de apenas 1.000 horas (KÄMPF, 2005). Com o passar dos anos este tipo de lâmpada foi substituída pelas fluorescentes e estas mais recentemente pelas lâmpadas led.

A iluminação no crisântemo pode ser feita de forma intermitente ou contínua. Gruszynski (2001) afirma que a forma intermitente economiza energia, porém se empregada por muito tempo, promove uma inibição parcial da floração. Kämpf (2005) comparando as duas lâmpadas mais utilizadas, salienta que a fluorescente quando comparada com a incandescente comum apresenta redução do consumo de energia (até 80% menor) e durabilidade até 10 vezes maior. Quanto mais alta for a eficiência da lâmpada, mais baixo será o consumo relativo de eletricidade.



## 2.4 FILOCRONO

A observação do surgimento de folhas na haste principal de plantas em intervalos regulares é importante para a determinação do filocrono. Na literatura são encontrados diferentes conceitos em relação ao significado de filocrono. Rickman e Klepper (1995) definem que o filocrono é o tempo decorrido entre o aparecimento de duas folhas consecutivas em uma haste ou colmo e, para Wilhelm e Mc Master (1995) o filocrono é o intervalo de tempo entre estádios similares de desenvolvimento das folhas. Tendo como unidade  $^{\circ}\text{C dia folha}^{-1}$  (GRAMIG; STOLTENBERG, 2007; STRECK et al., 2004, 2005a).

O filocrono é influenciado por vários fatores ambientais, alguns de forma mais significativa, como a temperatura do ar, que se caracteriza por ser o principal elemento climático responsável por influenciar o crescimento e desenvolvimento de plantas (GRAMIG; STOLTENBERG, 2007; STRECK, 2002a), e outros de forma mais discreta como a deficiência hídrica e a disponibilidade de nutrientes. O fotoperíodo possui impacto variável em relação ao aparecimento de novas folhas (WILHELM; MCMASTER, 1995). O filocrono também varia conforme a cultivar, o comprimento da haste e do tempo para o início da alongação da folha (SKINNER; NELSON, 1995).

Tem sido amplamente utilizado por produtores rurais na tomada de decisão das práticas agrícolas como: aplicação de fertilizantes e defensivos e na definição do rotação nas áreas de pastejo. Também é muito utilizado por pesquisadores em modelos de identificação do desenvolvimento e ciclo das plantas, para isso é necessário o acompanhamento e registro da emissão de folhas e dos Graus Dias (GD) necessários para a completa expansão foliar (STRECK et al., 2005).

O acompanhamento no número de folhas na haste principal (NF) é uma excelente maneira de caracterizar o desenvolvimento vegetal sendo importante na evolução da área foliar da planta, a qual intercepta radiação solar usada na fotossíntese para produção de fitomassa e rendimento de grãos como também no processo de evapotranspiração da cultura (STRECK, 2004; TIVET et al., 2001; XUE et al., 2004). O NF é obtido integrando-se a velocidade de emissão de folhas com o tempo (MCMASTER et al., 1991; PAULA et al., 2005; STRECK et al., 2003). Uma maneira de calcular a emissão de folhas na haste principal de plantas é por meio da determinação do filocrono.

A unidade mais indicada para contabilizar o tempo biológico de plantas deve incluir a temperatura do ar, pois está influenciada diretamente o desenvolvimento e crescimento vegetal (ELLIS et al., 1993; OLDEMAN et al., 1986; SIÉ et al., 1998; STRECK et al., 2007). Um meio de incluir este fator é através da utilização da soma térmica, cuja unidade é o grau dia (MCMMASTER; SMIKA, 1988; STRECK et al., 2007), sendo mais eficaz no controle do tempo biológico do que os dias do calendário civil ou então dias após a semeadura ou transplante (STRECK, 2002b), que são dois métodos muito utilizados por produtores

A soma térmica diária representa o acúmulo térmico acima de uma temperatura-base ( $T_b$ ), sendo específica para cada espécie, considerada a temperatura limite para o desenvolvimento de plantas. Abaixo deste valor não ocorre desenvolvimento ou este é tão lento que pode ser desconsiderado (BARBANO et al., 2001; MCMMASTER; WILHELM, 1997). Para o crisântemo a  $T_b$  corresponde a 6°C (MOTA, 1989).

## REFERÊNCIAS

ALVARENGA, A. A. et al. Effects of different light levels on the initial growth and photosynthesis of *Croton urucurana* Baill. in southeastern Brazil. **Revista Árvore**, v. 27, n. 1, p. 53-57. 2003.

BARBANO, M. T. et al. Temperatura-base e acúmulo térmico no sub-período semeadura-florescimento masculino em cultivares de milho no Estado de São Paulo. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, v.9, n.2, p.261-268, 2001.

BARBOSA, J. G. **Crisântemo: produção de mudas – cultivo para corte e flor – cultivo hidropônico**. Viçosa, MG: Aprenda Fácil, 2003. 234 p.

BARBOSA, J. G. et al. Crisântemo. In: PAIVA, P. D. de O., ALMEIDA, E. F. A. **Produção de Flores de Corte**. 1. ed. Lavras: UFLA, 2012. v. 1, p. 245.

BARBOSA, J. G. et al. Cultivo de crisântemo para corte. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 26, n. 227, p. 44-49, set. 2005.

BARBOSA, J. G.; ZUIN, A. H. L. Cultivares para corte de flor e produção em vaso. In: **Crisântemo – produção de mudas – cultivo para corte de flor – cultivo em vaso – cultivo hidropônico**. Viçosa, MG: Aprenda fácil, 2013. 22 p.

BARBOSA, J.G.; STRINGUETA, A. G. O.; MUNIZ, M. A. Plantio e condução das plantas. In: BARBOSA, J. G. **Crisântemo produção de mudas – cultivo para corte de flor – cultivo em vaso – cultivo hidropônico**. Viçosa, MG: Aprenda fácil, 2003. 15 p.

BELLÉ, R. A. 2000. **Caderno Didático de Floricultura**. Curso de Agronomia, UFSM. 142 p.

BEZERRA, F.C. **Curso de floricultura: aspectos gerais e técnicas de cultivo de flores tropicais.** Fortaleza, CE: EMBRAP/CNPAT, 1997. p.8. Apostila.

BRAGA, F. T. **Ambiente de cultivo na propagação in vitro de crisântemo (*Dendranthema grandiflora* Tzvelev cv. Rage): características anatômicas e fisiológicas.** 2006. 119 p. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2006.

BRASIL - Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, 2007. **Cadeia produtiva de flores e mel** / Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, Secretaria de Política Agrícola, Instituto Interamericano de Cooperação para a Agricultura. – Brasília : IICA : MAPA/SPA, 2007.140 p. (Agronegócios ; v. 9). Disponível em: <http://www.iica.org.br/docs/cadeiasprodutivas/cadeia%20produtiva%20de%20flores%20e%20mel.pdf>. Acesso em 10 dez de 2016.

BRUM, B. et al. Crescimento, duração do ciclo e produção de inflorescências de crisântemo multiflora sob diferentes números de despontes e tamanhos de vasos. **Ciência Rural**, v. 37, p. 682-689, 2007.

BUENO, V.H.P.; VAN LENTEREN, J.C.; SILVEIRA, L.C.P.; RODRIGUES, S.M.M. **An overview of biological control in greenhouse chrysanthemums in Brazil.** IOBC/WPRS Bulletin, v. 26, n. 1, p. 1-5, 2003.

CARVALHO. M. **Crescimento e comportamento fisiológico de crisântemo em função de graus-dia de desenvolvimento.** 2014.129p. Tese (Doutorado em Agronomia) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2014.

COOPERATIVA VEILING HOLAMBRA. **Produtos – Critérios de classificação de produtos.** 2017. Disponível em: <<http://www.veiling.com.br/produtos/>>. Acesso em: 25 out.2016.

CUQUEL, F.L.; GRANJA, N.P.; MINAMI, K. Avaliação do enraizamento de estacas de crisântemo (*Chrysanthemum morifolium* L.) cv. White Reagan 606 tratadas com ácido indolbutírico (IBA). **Scientia Agrícola**, Piracicaba, v.49, n.1, p.15-22, 1992.

DOMIT, S. CEASA/RS - CENTRAIS DE ABASTECIMENTO DO RIO GRANDE DO SUL S.A. **Gaúchos estão entre os maiores consumidores de flores do país, 2013.** Disponível em: <<http://www.ceasars.com.br/detalhe-noticia&id=2040>>. Acesso em: 02 nov. 2016.

ELLIS, R.H. et al. Rates of leaf appearance and panicle development in rice (*Oryza sativa* L.): a comparison at three temperatures. **Agricultural and Forest Meteorology**, v.66, p.129-138, 1993.

FERNANDES, P. D.; OLIVEIRA, G. D.; HAAG, H. P. **Nutrição mineral de plantas ornamentais VII – Absorção e deficiências de nutrientes pelo *Chrysanthemum morifolium* L. cv. Suzuki.** VOLUME XXXII p. 471-492, 1975. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/aesalq/v32/40.pdf> >. Acessado em: 02 out. 2016.

FRANCIS, D. The cell cycle in plant development. **New Phytologist**, v. 122, p. 1-20,1992.

GARDE, G. P. **Suplementação de luz intermitente emitida por LED sobre as características fitotécnicas e anatômicas de crisântemo (*Dendranthema grandiflora***

**Tzevelev**). 2013. 40 p. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia)-Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2013.

GRAMIG, G.G.; STOLTENBERG, D.E. Leaf appearance base temperature and phyllochron for common grass and broad leaf weed species. **Weed Technology**, n.21, p.249-254, 2007.

GRUSZYNSKI, C. **Produção comercial de crisântemo: vaso, corte e jardim**. Guaíba: Agropecuária, 2001. 166 p.

GRUSZYNSKI, C. **Produção de crisântemos**. 2006. Disponível em: <<http://www.emater.tche.br/docs/agricultura/crisa/crisant.htm>> Acesso em: 18 out. 2016 .

HUGHES, A. P.; COCKSHUL, K. E. Effects of light intensity and carbon dioxide concentration on growth of *Chrysanthemum-morifolium* cv bright golden Anne. **Annals of botany**. v. 35, n. 142, p. 899, 1971.

IBRAFLOR - INSTITUTO BRASILEIRO DE FLORICULTURA. **Crerios de classificao. Informativo IBRAFLOR**, So Paulo, 2015. Disponível em: <<http://www.ibraflor.com/publicacoes/vw.php?cod=235>>. Acesso em: 12 out. 2016.

IBRAFLOR - INSTITUTO BRASILEIRO DE FLORICULTURA. Nmeros do Setor. 2017 Disponível em: <[http://www.IBRAFLOR.com/ns\\_mer\\_interno.php](http://www.IBRAFLOR.com/ns_mer_interno.php)>. Acesso em: 30 de set. de 2016.

JUNIOR, J. C. L., NAKATANI, J. K., NETO, L. C. M., LIMA, L. A. C. V., KALAKI, R. B., CAMARGO, R. B. **Mapeamento e quantificao da cadeia de flores e plantas ornamentais do Brasil**. [coordenaao e organizao Marcos Fava Neves; Mairun Junqueira Alves Pinto]. – So Paulo: OCESP, 2015.

JUNQUEIRA, A. H.; PEETZ, M. S. **Balano da floricultura brasileira em 2013**. 2014. Disponível em: <<http://www.jornalentreposto.com.br/index.php/noticias/201-balanco-dafloricultura-brasileira-em-2013>>. Acesso em: 18 out. 2016.

KÄMPF, A. N. **Produção comercial de plantas ornamentais**. Guaíba: Agrolivros., 2005. 256 p.

LANDGRAF, P. R. C.; PAIVA, P. D. O. Produao de mudas para jardim no Estado de Minas Gerais. **Ciênci e Agrotecnologia**, Lavras, v. 33, n. 1, p. 127-131, jan./fev. 2008.

LARCHER, W. **Ecofisiologia vegetal**. So Carlos: Rima, 2000.

LARSON, R. A. **Introduction to floriculture**. San Diego: Academic, 1997. 636p.

LAVILA, A. M. **El crisântemo cultivo, multiplicacion y enfermedades**. Madri: Mundi Prensa, 1992.

McMASTER, G. S.; WILHELM, W. W. Growing degree-days: one equation, two interpretations. **Agricultural and Forest Meteorology**, v.87, n.4, p.291-300, 1997.

McMASTER, G.S. et al. Simulation of shoot vegetative development and growth of unstressed winter wheat. **Ecological Modelling**, v.53, p.189-204, 1991.

McMASTER, G.S.; SMIKA, D.E. Estimation and evolution of winter wheat phenology in the Central Great Plains. **Agricultural and Forest Meteorology**, v.43, n.1, p.1-18, 1988.

MELLO, J. B. **Uso do ácido giberélico e dias curtos interrompidos em crisântemo de corte (*Dendranthema grandiflora* T.) “Calábria” e “Lamet Bright”**. 2003. 66 p. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2003.

MITSUEDA, N.C; DA COSTA, E.V; D'OLIVEIRA, P.S. Aspectos ambientais do agronegócio flores e plantas ornamentais. **Revista em Agronegócios e Meio Ambiente**, Maringá, v.4, n.1, p. 9-20, 2011.

MOTA, F. S. **Meteorologia agrícola**. 7. ed. São Paulo: Nobel, 1989. 376p.

MOTA, P, R, D.; FIORIM, A. C. R.; BÔAS, R. L. V.; FOLEGATTI, M. V.; LUDWIG, F.; SILVA, M. E. A. Condutividade elétrica da solução nutritiva e acúmulo de macro e micronutrientes no cultivo de crisântemo. **Bragantia**, Campinas, v. 72, n. 1, p.81-89, 2013.

NARDI, C. et al. Qualidade de crisântemo (*Dendranthema grandiflora* Tzelev) cv. Snowdon em diferentes populações e épocas de plantio. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 31, n. 6, p. 957-961, nov./dez. 2001.

NUNES, T. V. F. **Luz para plantas**. 6. ed. Goiânia: Revista On-line Especialize, v. 1, n. 6, 17 p. 2013.

OLDEMAN, L.R. et al. Response of rice to weather variables. In: OLDEMAN, L.R. **International workshop on the impact of weather parameters on growth and yield of rice**. Los Baños: IRRI, 1986. p.5-39.

PAULA, F.L.M.; STRECK, N.A.; BISOGNIN, D.A.; HELDWEIN, A.B.; LAGO, I. Filocrono da planta de batata cultivar Asterix em diferentes épocas de plantio. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, v.13, p.367-374, 2005.

PETRY, C. Cultivo de crisântemo. In: PETRY, C. (org.) **Plantas ornamentais aspectos para produção**. Passo Fundo: ed. Universidade de Passo Fundo. 2000. 103-112p.

PETRY, C. **Plantas Ornamentais, aspectos para a produção**. Passo Fundo, Editora Universidade de Passo Fundo, 2008, 160p.

RODRIGUES, M. A. **Crescimento e marcha de absorção de nutrientes de crisântemo (*Dendranthema grandiflora* Tzevelev.) cultivado em vaso**. 2013. 191 p. Tese (Doutorado em Fitotecnia) – Universidade de São Paulo Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Piracicaba, 2013.

ROUDE, N.; NELL, T. A.; BARRET, V. E. Nitrogen source and concentration growing medium and cultivar affect longevity of potted chrysanthemums. **HortScience**, Alexandria, v. 26, n. 1, p. 49-52, 1991.

ROYAL, V. Z. **Variedades de crisântemos**: Artur Nogueira, 2004. 20p. (catálogo)

SCHMIDT, C. et al. Ácido giberélico (GA3) no crisântemo (*Dedranthema grandiflora* Tzvelev.) de corte 'viking': Cultivo verão/outono. **Ciência Rural**, v. 33, n. 2, p. 267-274. 2003.

SEBRAE - SERVIÇO BRASILEIRO DE APOIO ÀS MICRO E PEQUENAS EMPRESAS. **Flores e Plantas Ornamentais do Brasil**. Vol 1. Série estudos mercadológicos. 2015.

SIÉ et al. Rice crop duration and leaf appearance rate in a variable thermal environment. I. Development of an empirically based model. **Field Crops Research**, v.57, n.1., p.1-13, 1998.

SILVA, M.S.; LOUREIRO, E.B.; GALDINO, L.K.A. Evolução da floricultura no Estado de Santa Catarina. 2011. Disponível em: <http://observatoriogeograficoamericalatina.org.mx/egal14/Geografiasocioeconomica/Geografiagricola/58.pdf>. Acesso em 10 de out. de 2016.

SKINNER, R. H.; NELSON, C. J. Elongation of the grass leaf its relationship to the phyllochron. **Crop Science**, v.35, n.1, p.4-10, 1995.

STRECK, N. A. A generalized non linear air temperature response function for node appearance rate in muskmelon (*Cucumis melo* L.). **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, v. 10, p. 105-111, 2002a.

STRECK, N. A. A generalized vernalization response function for lily (*Lilium* spp.). **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, v.10, n.2, p.221-228, 2002b.

STRECK, N. A.; WEISS, A.; XUE, Q.; BAENZIGER, P. S. Improving predictions of developmental stages in winter wheat: a modified Wang and Engel model. **Agricultural and Forest Meteorology**, v. 115, p. 139-150, 2003.

STRECK, N. A. et al. Estimating the phyllochron in lily (*Lilium longiflorum* Thunb.). **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, v. 12, p. 355-358, 2004.

STRECK, N.A. et al. Estimating leaf appearance rate and phyllochron in safflower (*Carthamus tinctorius* L.). **Ciência Rural**, v.35, p.1448-1450, 2005.

STRECK, N.A.; MICHELON, S.; ROSA, H.T.; WALTER, L.C.; BOSCO, L.C.; PAULA, G.M. de; CAMERA, C.; SAMBORANHA, F.K.; MARCOLIN, E.; LOPES, S.J. Filocrono de genótipos de arroz irrigado em função da época de semeadura. **Ciência Rural**, v.37, p.323-329, 2007.

STUMPF, E. R. T.; ROMANO, C. M.; PEREIRA, L. M. Floricultura: a produção e o varejo nos municípios de Pelotas, Capão do Leão e Morro Redondo/RS. **Expressa Extensão**, Pelotas, v. 7, n. 2, p. 57-64. 2002.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia Vegetal**. 4.ed. - Porto Alegre: Artmed, 2009. 848p

TIVET, F. et al. Leaf blade dimensions of rice (*Oryza sativa* L. and *Oryza glaberrima* Stend). Relationship between tillers and the main stem. **Annals of Botany**, v.88, p.507-511, 2001.

TOLLOTI, J. C. C. **Efeito de redutores de crescimento em crisântemo (*Dendranthema grandiflora* Tzvelev.) Snowdon cultivado em vaso.** 2001. 97 p. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2001.

WILHELM, W.W.; McMASTER, G.S. Importance of the phyllochron in studying development and growth in grasses. **Crop Science**, v.35, n.1, p.1-3, 1995.

XUE, Q.; WEISS, A.; BAENZIGER, P.S. Predicting leaf appearance in field-grown winter wheat: evaluating linear and non-linear models. **Ecological Modelling**, v.175, p.261-270, 2004

ZANOTELLI, M. F. **Avaliação do dispositivo LED no controle do florescimento do crisântemo (*Dendranthema grandiflora* Tzvelev.) “Yoko Ono”.** 2009. 46 p. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) – Universidade Federal de Viçosa. Viçosa. MG. 2009.

### 3 CAPÍTULO I

## ESTIMATIVA DO FOTOPERÍODO CRÍTICO PARA PRODUÇÃO DE DIFERENTES CULTIVARES DE CRISÂNTEMO DE CORTE

### Resumo

O crisântemo (*Dendranthema grandiflora* Tzvelev) é uma das espécies mais cultivadas no Brasil e no mundo, com grande número de cultivares produzidas. Entretanto, devido à falta de informações precisas em relação ao fotoperíodo crítico, muitas vezes os produtores optam por utilizar o mesmo fotoperíodo para todas as cultivares o que pode ocasionar em perda do potencial produtivo e gastos desnecessários com iluminação artificial, aumentando então os custos de produção. Neste contexto, é importante mensurar o fotoperíodo crítico das diferentes cultivares de crisântemo, contribuindo para a redução dos consumos desnecessários de energia elétrica, bem como diminuir a troca de lâmpadas, evitando assim, produção de resíduos, que muitas vezes são descartados incorretamente no meio ambiente, e tornar o cultivo mais sustentável. Assim, neste trabalho, o objetivo foi estimar o fotoperíodo crítico para a produção de diferentes cultivares de crisântemo de corte. O experimento foi conduzido em casa de vegetação, no Departamento de Fitotecnia da UFSM, no ano de 2016. O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado em esquema fatorial 3x5 (três cultivares de crisântemo: Furore Golden, Snowdon e Yellow Tsuky e cinco fotoperíodos artificiais: zero, 12:30, 13, 14 e 16h de luz sob iluminação artificial de forma contínua), com cinco repetições, cada unidade experimental foi composta por duas plantas. É indispensável à utilização de iluminação artificial no cultivo de crisântemo de corte na época de cultivo do experimento no município de Santa Maria (RS), e o fotoperíodo de 12h e 30min foi estimado como o fotoperíodo crítico das cultivares Furore Golden, Snowdon e Yellow Tsuky.

**Palavras – chave:** *Dendranthema grandiflora* Tzvelev. Furore Golden. Snowdon. Yellow Tsuky.

## ESTIMATION OF THE CRITICAL PHOTOPERIOD FOR PRODUCTION OF DIFFERENT CROPS OF CUTTING CHRYSANTHEMUM

### Abstract

Chrysanthemum (*Dendranthema grandiflora* Tzvelev) is one of the most cultivated species in Brazil and in the world, with a great number of cultivars produced. However, due to the lack of precise information about the critical photoperiod, farmers often choose to use the same photoperiod for all cultivars, which can lead to loss of productive potential and unnecessary expenses with artificial lighting, thus increasing production costs. In this context, it is important to measure the critical photoperiod of the different chrysanthemum cultivars, contributing to the reduction of the unnecessary consumption of electric energy, as well as to reduce the exchange of lamps, thus avoiding the production of residues, which are often incorrectly disposed of in the environment, And make the crop more sustainable. Thus, in this work, the objective was to estimate the critical photoperiod for the production of different cultivars of cut chrysanthemum. The experimental design was a completely randomized design in a 3x5 factorial scheme (three cultivars of chrysanthemum: Furore Golden, Snowdon and Yellow Tsuky and five artificial photoperiods). The experiment was conducted in a greenhouse at the UFSM Plant Engineering Department (Zero, 12:30, 13, 14 and 16h of light under continuous artificial lighting), with five replicates, each experimental unit was composed of two plants. It is indispensable to the use of artificial lighting in the cultivation of cut chrysanthemum during the growing season of the experiment in the municipality of Santa Maria (RS), and the photoperiod of 12h and 30min was estimated as the critical photoperiod of the cultivars Furore Golden, Snowdon and Yellow Tsuky.

**Key words:** *Dendranthema grandiflora* Tzvelev. Furore Golden. Snowdon. Yellow Tsuky.



### 3.1 INTRODUÇÃO

O crisântemo é uma das principais espécies ornamentais comercializadas em todo o mundo, destacando-se principalmente na Europa, Japão, Estados Unidos e Brasil (BUENO et al., 2003). Ao longo dos anos a espécie perdeu a imagem de planta típica de funerais no Brasil e conquistou o mercado consumidor, sendo muito utilizada no paisagismo e mais recentemente na alimentação. Os japoneses consomem as pétalas em sopas e chás, já os chineses utilizam as folhas no preparo com verduras, e também extraem uma substância química chamada Pyrethrum, que repele naturalmente a maioria dos insetos, sendo este um potencial desta planta ornamental ainda pouco explorado no Brasil (KAWANAMI, 2013).

A maioria das cultivares comerciais existentes é derivada da espécie *Crysanthemum morfolium* Ramet., hoje reclassificada como *Dendranthema grandiflora* Tzvelev. Com produção o ano inteiro e profusão de cores, tamanhos e formatos devido a vários processos de hibridação, além da durabilidade pós-colheita, o crisântemo vem ampliando sua participação no mercado nos últimos anos.

Devido à sensibilidade ao fotoperíodo, a indução floral é dependente do tempo de exposição das plantas em condição de dia curto (DC), ou seja, comprimento do dia inferior ao número de horas do período crítico (PC) exigido pela espécie ou cultivar (PETRY, 2008). Durante quatro a seis semanas o crisântemo para corte deve ser mantido em condição de dia longo (DL), para propiciar o crescimento vegetativo das plantas e inibir o florescimento. Este processo é realizado por meio do que é conhecido como quebra da noite, através do fornecimento de luz artificial com intensidades luminosas de pelo menos 80 lux (PAIVA e ALMEIDA, 2012).

Após o fornecimento de DL é iniciado o período indutivo de DC até a colheita (BELLÉ, ROGGIA e KUSS, 2007). Este estímulo é captado pelas folhas, sendo que a percepção de uma única folha já é o suficiente para induzir a planta ao florescimento (HIGUCHI et al., 2012). Após o estímulo é translocado via floema até o meristema apical do caule, ocorrendo então a evocação floral (TAIZ; ZEIGER, 2013).

O estímulo só ocorre devido ao pigmento fitocromo, que absorve luz na faixa do vermelho e vermelho distante. O pigmento vermelho Pv ou P660, constitui a proteína responsável pela absorção da radiação 660 nm de comprimento de onda, na região do vermelho e o pigmento vermelho distante Pvd ou P730 absorve radiação de 730 nm de comprimento de onda na região do vermelho distante (BARBOSA et al., 2005).

Por ser o crisântemo uma das espécies mais cultivadas no Brasil e no mundo, aliado ao grande número de cultivares existentes, torna-se importante o conhecimento em relação ao fotoperíodo crítico, como forma de executar o manejo ideal para a produção de cada cultivar de crisântemo de corte, otimizando assim sua produção e possibilitando o cultivo fora da época recomenda (KÄMPF, 2005).

Contudo, na literatura encontra-se uma ampla variação de valores referentes ao fotoperíodo crítico. Para Taiz e Zeiger (2009), a indução a floração irá ocorrer quando as plantas estiverem expostas ao comprimento do dia menor que um valor crítico, que para eles varia de 12 a 14 horas. Gruszynski (2006) diz que o crisântemo tem o florescimento induzido naturalmente em períodos com dias menores que 14h e 30min de luz, existindo variações de acordo com a variedade e a temperatura do ar. Enquantoque Barbosa e Zuin (2013) relatam que o valor referente ao fotoperíodo crítico para a cultura do crisântemo é de 13h de luz.

Devido a esta falta de informações precisas em relação ao fotoperíodo crítico, muitas vezes os produtores optam por utilizar o mesmo fotoperíodo para todas as cultivares o que pode ocasionar em perda do potencial produtivo e gastos desnecessários com iluminação artificial, aumentando então os custos de produção. Neste contexto, no presente trabalho o objetivo foi mensurar o fotoperíodo crítico de diferentes cultivares de crisântemo, tendo como finalidade a redução dos consumos desnecessários de energia elétrica, bem como diminuir a troca de lâmpadas, evitando assim, produção de resíduos, que muitas vezes são descartados incorretamente no meio ambiente, e tornar o cultivo mais sustentável.

### 3.2 MATERIAIS E MÉTODOS

O experimento foi conduzido, no período de julho a outubro de 2016, na casa de vegetação do Setor de Floricultura do Departamento de Fitotecnia da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM), Santa Maria, RS (latitude: 29° 42' S, longitude: 53° 42' W e altitude: 95 m). Em delineamento inteiramente casualizado, organizado em esquema bifatorial 3x5 (três cultivares de crisântemo: Furore Golden, Snowdon e Yellow Tsuky e fotoperíodos artificiais: zero, 12:30, 13, 14 e 16h), com cinco repetições. Cada unidade experimental foi composta por duas plantas.

As mudas das três cultivares de crisântemo foram produzidas por enraizamento de estacas da porção apical de plantas oriundas do jardim clonal do próprio setor de floricultura. As estacas com 6 cm foram preparadas com 4 folhas expandidas deixando 50% da área foliar, em corte em bisel e tratadas com AIB (ácido indolbutílico), na concentração de 1.000 mg kg<sup>-1</sup>

<sup>1</sup>em pó. Na sequência, as mesmas foram alocadas em bandejas de plástico com 50 alvéolos, contendo casca de arroz carbonizada e alocadas em estufim com irrigações diárias.

Após 20 dias de enraizamento, as mudas foram transplantadas para vasos plásticos flexíveis de coloração preta número 20 (5 L de volume, 20 cm de altura e 20 cm de diâmetro), com substrato composto de casca de arroz carbonizada, substrato comercial Carolina Soil<sup>®</sup> e Mec Plant<sup>®</sup>, nas proporções volumétricas de 3:1:1. Os vasos foram dispostos, aleatoriamente, em três bancadas com dimensões de 4 m de comprimento, 1 m de largura e 0,65 m de altura (Figura 2A).

Devido a época de implementação do experimento ter ocorrido no inverno, ou seja, em condição de dias curtos, foi necessário o fornecimento de iluminação de forma artificial, para fornecer os dias longos e assim, estimular o crescimento vegetativo das plantas. Desta forma o manejo fotoperiódico de cada parcela foi realizado com a utilização de uma lâmpada fluorescente de 25 Watts de cor amarela conectada a um temporizador analógico, onde foram programados os fotoperíodos de forma contínua. Cada parcela foi individualizada por cortina de tecido na coloração preta, com o objetivo de impedir a passagem de luz de um tratamento para outro (Figura 2B).

O regime de acionamento do sistema de iluminação artificial utilizado foi programado para iniciar às 22h, de forma contínua. As cortinas que envolviam as bancadas e isolavam as parcelas eram fechadas às 18h e abertas às 09h do dia seguinte (Figura 2C). Os vasos ficaram expostos sob esta condição, do transplante até o período de indução floral, totalizando quatro semanas de exposição aos dias longos com iluminação artificial. Após, as plantas foram submetidas a dias curtos (DC), com a suspensão da iluminação artificial e retirada das cortinas, até a plena abertura das inflorescências.

Durante o ciclo do cultivo foram feitas irrigações diárias, mantendo os vasos com teor de umidade próxima a capacidade de campo. Foram realizados também desbrotos com a finalidade de deixar apenas uma haste por planta e a remoção dos botões laterais, restando somente à inflorescência principal. Semanalmente foram feitas adubações via fertirrigações.

A temperatura do ar no interior da casa de vegetação foi medida com o auxílio de um termohigrógrafo de registro semanal, instalado no interior de um miniabrigo de madeira pintado de branco, a 1,5 m acima do nível das bancadas. Os valores de temperatura foram coletados em intervalos de 1 hora.

Figura 2 - A: disposição dos vasos com as cultivares de crisântemos sobre as bancadas, B: parcelas individualizadas por tecido de coloração preta, C: cortinas fechadas para realização do manejo fotoperiódico. Santa Maria, RS, 2016.



O crescimento das plantas foi determinado pela análise da área foliar, do número de folhas por planta, da altura de planta, do diâmetro da haste e da inflorescência, da fitomassa fresca e seca da parte aérea por planta e do total da parte aérea. Para a determinação da área foliar mediu-se semanalmente o comprimento e a largura foliar, de forma manual com o auxílio de régua milimétrica, tendo como parâmetro a medida longitudinal do pecíolo até a ponteira da folha versus a maior medida transversal. Com estes dados e utilizando o método descrito por Hallaire et al. (1970), calculou-se a área foliar (AF), pela equação (1):

$$AF = (C * L) * FC \quad (1)$$

sendo:

C: comprimento foliar

L: largura foliar

FC: Fator de correção

Devido à inexistência do valor referente ao FC para as cvs. Furore Golden e Yellow Tsuky, neste experimento foi utilizado o valor de 0,44 proposto para a cv. Snowdon (MAINARDI et al., 2004), para as três cultivares estudadas.

Duas vezes por semana, foram realizadas contagens do número total de folhas por planta, até o término do período de emissão de folhas, correspondente a, aproximadamente, 58 dias após o transplante. Para isto, foi considerada como folha visível quando o folíolo apical possuía pelo menos 1 cm de comprimento (CAO; TIBBITTS, 1995). Também foi realizada a medição da altura de plantas com o auxílio de régua milimétrica até o período de estabilização do crescimento, correspondente a, aproximadamente, 79 dias após o transplante.

Ao término do experimento (99 dias após o transplante) avaliou-se altura média da planta em cm, diâmetro da haste, medido na parte mediana da mesma, através da utilização de paquímetro e com resultado expresso em mm, eda inflorescência com utilização de régua milimétrica, fitomassa fresca e seca da parte aérea por planta. Para a determinação da fitomassa seca, a secagem das plantas ocorreu em estufa de ventilação forçada a 65 °C até atingir massa constante.

Os dados das variáveis foram submetidos à análise de variância, com 5% de probabilidade de erro (Apêndice A), e posterior análise de regressão. Utilizou-se programa estatístico SISVAR (FERREIRA, 2011).

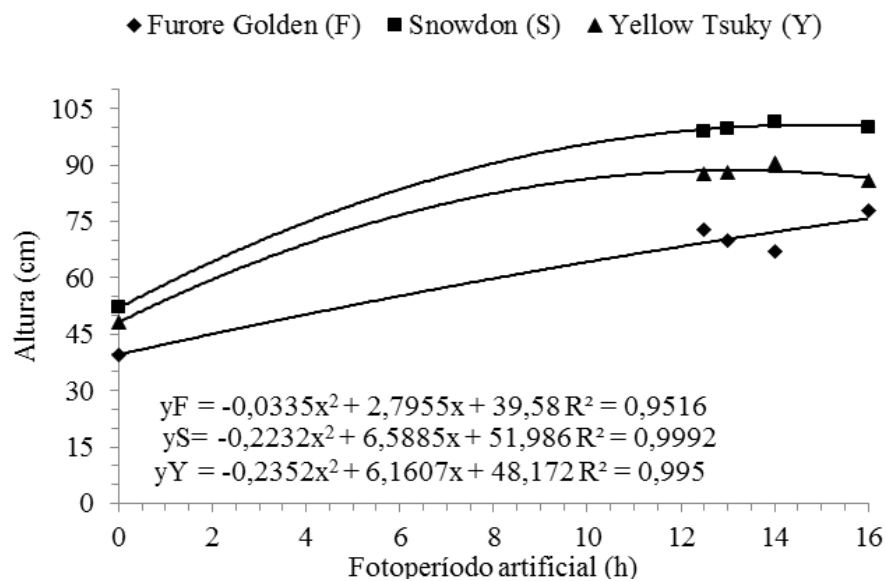
### 3.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

No período da condução do experimento as amplitudes térmicas médias do ar, registradas no interior da casa de vegetação foram de 19,37 e 10,6 °C de máxima e de mínima respectivamente. Na data de início do experimento (29/06), o fotoperíodo no município de Santa Maria era de 11h e 50min e ao término (colheita) 13h e 50min.

Os resultados do crescimento em altura de planta das três cultivares em estudo, em função do tempo e nos diferentes fotoperíodos de dia longo estão representados na Figura 3. Observou-se que a altura de plantas da cv. Furore Golden, Snowdon e Yellow Tsuky para o fotoperíodo sem suplementação foram inferiores aos tratamentos que utilizaram suplementação luminosa. Deste modo verificou-se a importância da utilização de iluminação artificial para propiciar a alongação da haste, conforme a exigência do mercado consumidor e

conforme aos parâmetros de qualidade exigidos pelo IBRAFLORE (2017) (Anexo A), pois no crisântemo de corte, a altura de plantas é um dos parâmetros de qualidade exigidos no mercado, pois ela define o comprimento da haste.

Figura 3 – Altura final de plantas de crisântemo, cultivares Furore Golden, Snowdon e Yellow Tsuky, cultivadas sob diferentes fotoperíodos: zero (sem suplementação artificial), 12:30, 13, 14 e 16 h. Santa Maria, RS, 2016.



Para as três cultivares, a menor altura final ocorreu no tratamento com zero de iluminação artificial, com média de 39,92 cm na cv. Furore Golden, 49,80 cm na Snowdon e 47,98 cm na Yellow Tsuky (Figura 3). De acordo, com a Cooperativa Veiling Holambra, (2017), no ponto de comercialização, a altura das plantas de crisântemo de corte para a classe 060 (haste curta), devem estar entre 55 e 60 cm (Anexo A). Assim as plantas cultivadas neste experimento sem iluminação artificial, não atenderam ao padrão exigido para sua comercialização, sendo considerados refugos não entrando na comercialização.

Nas cultivares Furore Golden e Yellow Tsuky as plantas cultivadas sob os fotoperíodos de 12:30, 13, 14 e 16h enquadraram-se nos padrões de qualidade classe 080, apresentando de 75 a 80 cm e classe 090 com 85 a 90 cm, respectivamente (COOPERATIVA VEILING HOLAMBRA, 2017). A cv. Snowdon apresentou hastes muito longas se enquadrando na melhor classe de comercialização 090 com 90 cm, este crescimento vigoroso da cultivar não comprometeu a rigidez da haste para a sustentação da inflorescência. O risco das cultivares vigorosas produzirem hastes fracas está relacionado com populações elevadas,

excesso de fertilização nitrogenada e baixa radiação solar (LARSON, 1997; NARDI, 2000). Neste ensaio as plantas não apresentaram nenhum problema desta natureza, por isso eram rígidas. Alguns autores como Barbosa et al. (2003) e Barbosa et al. (2012), indicam que o número de dias em exposição das plantas a condições de dias longos deve ser reduzido em cultivares de porte alto, como é o caso da cv. Snowdon.

No tratamento com fotoperíodo natural, ou seja, sem iluminação artificial nota-se para todas cultivares que a estabilização do crescimento das hastes ocorreu aproximadamente 20 dias antes dos demais tratamentos que utilizaram iluminação artificial (Figura 4), demonstrando uma aceleração no ciclo de desenvolvimento das plantas, fator que contribuiu para um menor comprimento das hastes. Esta estabilização no crescimento é explicada por Taiz e Zeiger (2009), pois eles afirmam que com o desenvolvimento das plantas, ocorre o crescimento de diversos órgãos até atingir o seu máximo, e com o envelhecimento da planta o crescimento destes órgãos se estabiliza, ocorrendo à diminuição no incremento de biomassa e nutrientes. O fato destas plantas serem de menor porte é devido a indução floral precoce, o que proporcionou a menor diferenciação de órgãos resultando em uma altura bem inferior.

Em relação ao número de folhas por planta (NF), neste experimento foram consideradas as folhas jovens e maduras, portanto todo o material foliar presente na haste (Figura 5). Os dias longos no crisântemo de corte são necessários para formar um maior número de folhas ou nós, que alongados produzirão hastes mais longas, e, portanto, de maior qualidade. Assim verifica-se no ensaio que as plantas que foram conduzidas em fotoperíodo natural apresentaram número de folhas variando de 19 a 21 folhas entre as cvs. testadas. Quando submetidas a diferentes fotoperíodos, observou-se que na cultivar Furore Golden o fotoperíodo de 12:30 apresentou maior emissão foliar, no entanto ao comparar-se com o tratamento do fotoperíodo natural este, apresentou um número de folhas significativamente inferior para todas as cultivares. Os fotoperíodos artificiais, por quatro semanas aumentaram em torno de 20 folhas para Furore Golden e 15 folhas para as demais.

Assim conclui-se que os dias longos artificiais influenciaram na emissão de folhas. Resultados da bibliografia em relação ao número de folhas foram encontrados, unicamente, para a cv. Snowdon, o que foi observado que para esta cultivar a formação de folhas por semana variou de 2 a 6 folhas, tal variação pode ser atribuída à temperatura no local. Portanto, as variações do número de folhas que ocorrem entre os dados de bibliografia são resultantes das diferenças de temperatura, que por sua vez podem definir a altura da planta diferente, com um número de folhas ou nós semelhante (MENEGAES et al., 2016). Refletindo, assim em uma alongação de nós diferenciada.

Figura 4 – Evolução da altura de plantas de crisântemo, cultivares Furore Golden, Snowdon e Yellow Tsuky, cultivadas sob diferentes fotoperíodos: zero (sem suplementação artificial), 12:30, 13, 14 e 16 h. Santa Maria, RS, 2016.

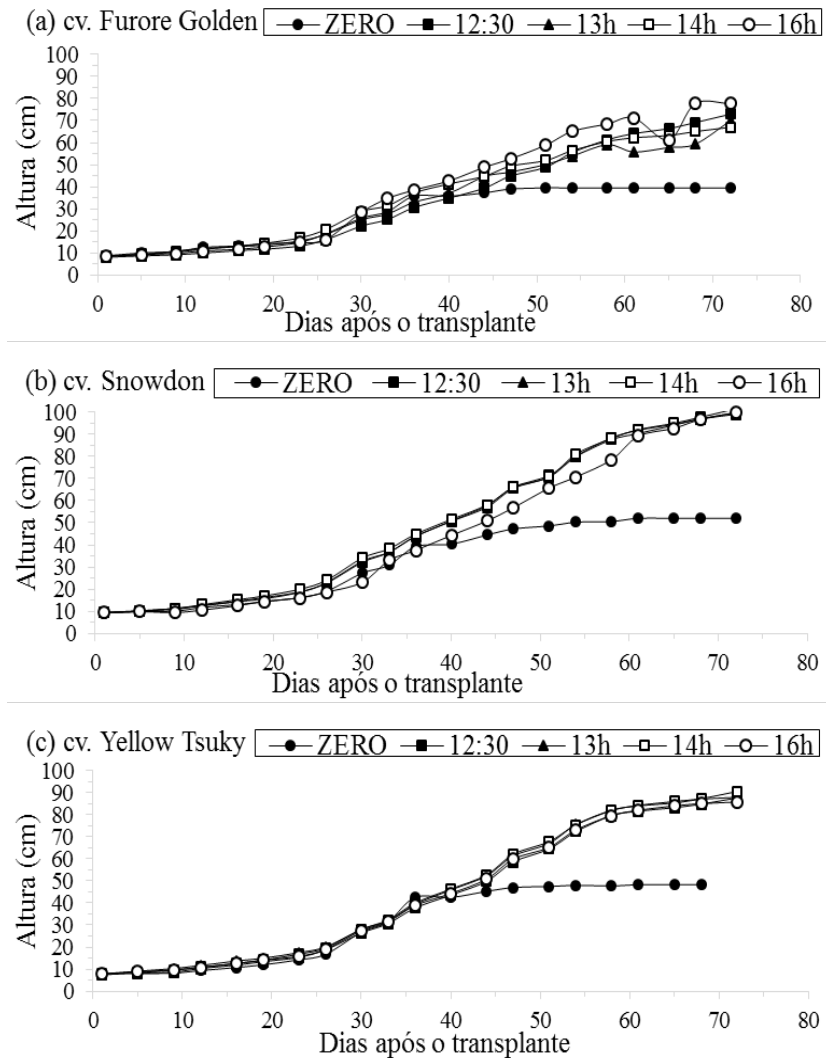
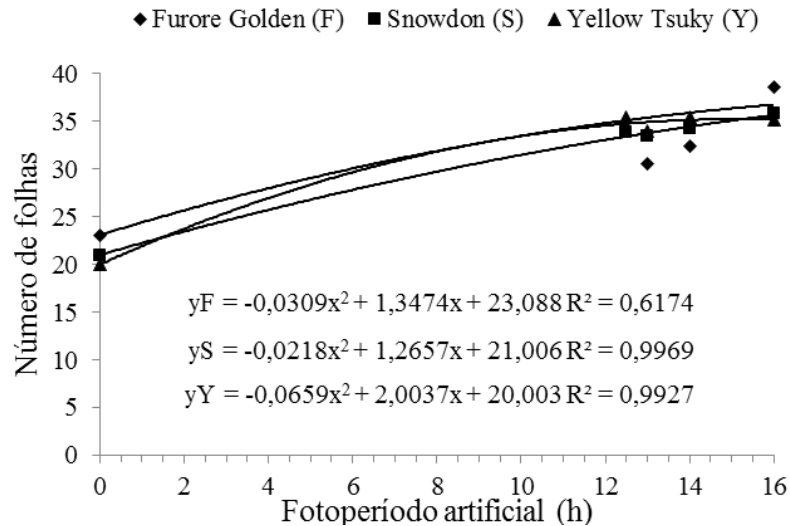




Figura 5 – Número de folhas de crisântemo, cultivares Furore Golden, Snowdon e Yellow Tsuky, cultivadas sob diferentes fotoperíodos: zero (sem suplementação artificial), 12:30, 13, 14 e 16 h. Santa Maria, RS, 2016.



Esta variável apresentou uma curva sigmoide, com produção de folhas inicialmente lenta, passando pela fase de crescimento linear e com isso a máxima produção de folhas, com posterior diminuição durante o final do ciclo produtivo da planta (Figura 6).

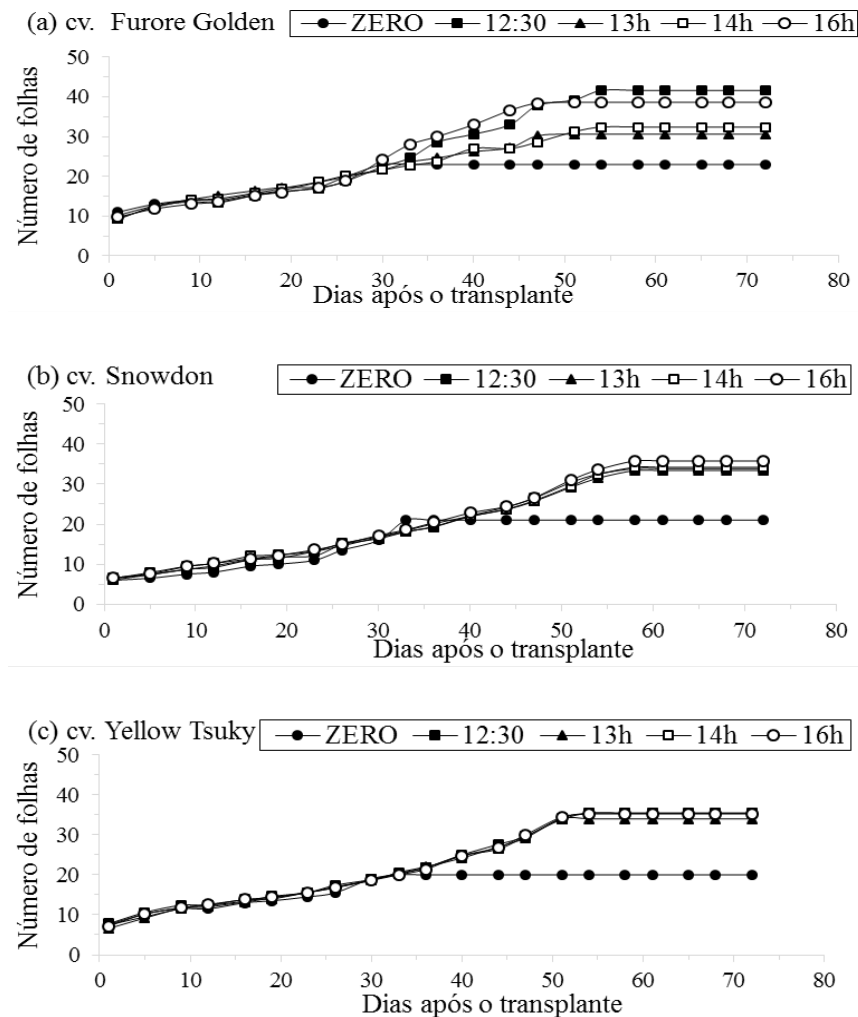
Todas as plantas apresentaram folhas com boa sanidade, sendo esta uma característica importante na floricultura, pois o sucesso na comercialização de crisântemos e outras flores em geral estão relacionados com a área foliar e qualidade das folhas, hastes e inflorescências, para isto são necessárias condições ambientais e nutricionais adequadas (ROUDE et al., 1991).

Dentre as cultivares estudadas a Yellow Tsuky é a única classificada como ciclo de desenvolvimento precoce, e esta quando comparada a Snowdon, de ciclo tardio, apresentou maior emissão de folhas para todos os fotoperíodos testados, inclusive no natural. Os resultados para esta cultivar divergem com o encontrado por Burton et al. (2008) e Dalmago et al. (2013) para a cultura da canola (*Brassica napus* L.); estes constataram que espécies com florescimento precoce apresentam menor número de folhas na haste do que as espécies com florescimento tardio. No entanto, Yellow Tsuky apresentou menor número de folhas do que Furore Golden, de ciclo tardio, demonstrando que o publicado pelos autores referidos anteriormente não é prerrogativa universal.

A quantidade de folhas em uma planta contribui para o acréscimo da biomassa de uma cultura, aumentando gradualmente a capacidade fotossintética do vegetal, com maior

produção de fotoassimilados o que resultará em hastes florais de maior qualidade estética (BARBOSA, 2009; ALVARENGA et al., 2003; TAIZ; ZEIGER, 2009).

Figura 6 – Evolução do número de folhas de crisântemo, cultivares Furore Golden, Snowdon e Yellow Tsuky, cultivadas sob diferentes fotoperíodos: zero (sem suplementação artificial), 12:30, 13, 14 e 16 h. Santa Maria, RS, 2016.



A quantificação da área foliar é muito importante para a experimentação em fitotecnia, pois auxilia o pesquisador nas respostas aos tratamentos aplicados, relacionando-os com a capacidade de interceptação de luz pelas folhas e consequentemente a capacidade fotossintética da planta (SEVERINO et al., 2004).

Na Figura 7 encontra-se a área foliar total das três cultivares de crisântemo estudadas, nesta variável verifica-se como a falta de suplementação luminosa afetou a área foliar das

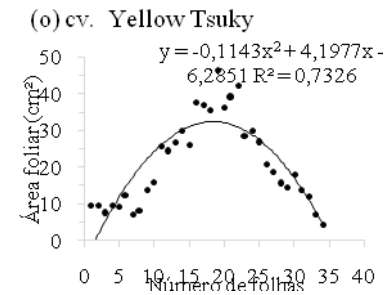
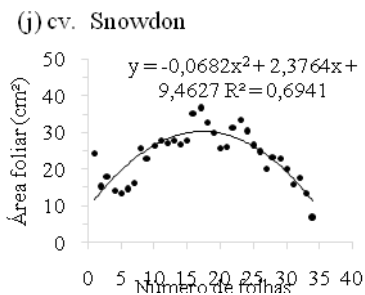
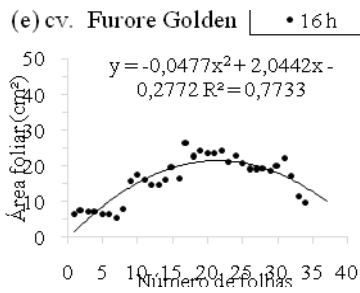
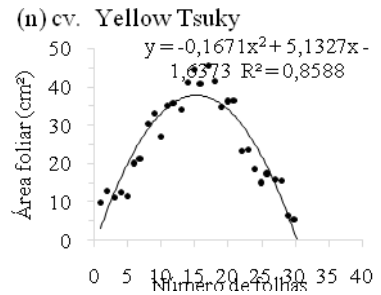
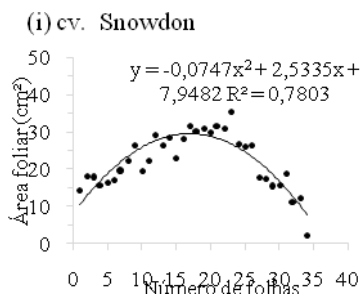
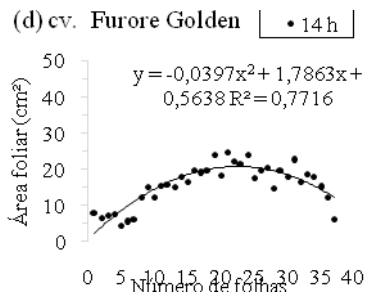
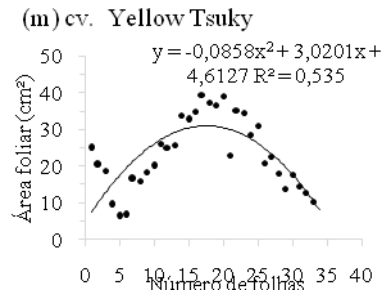
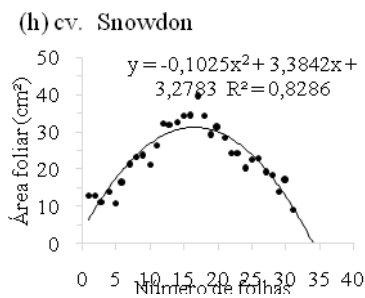
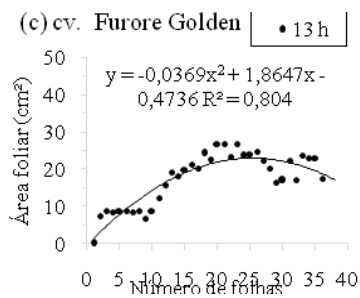
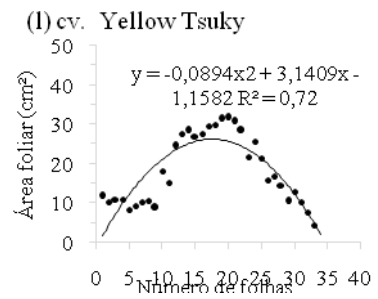
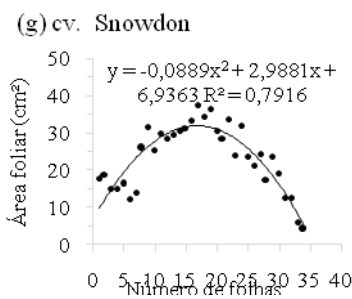
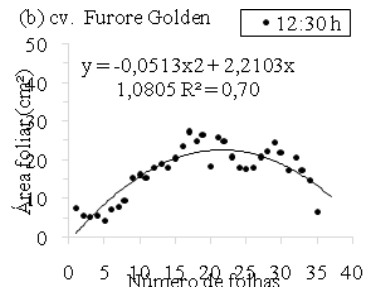
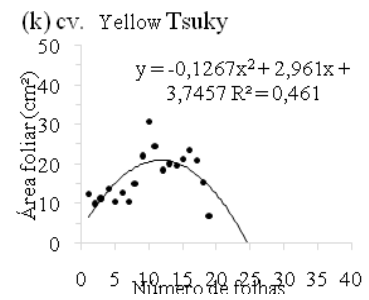
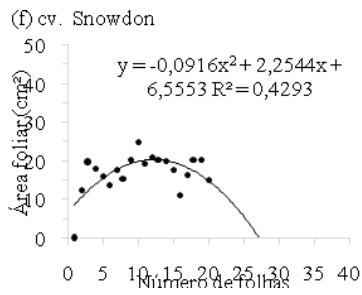
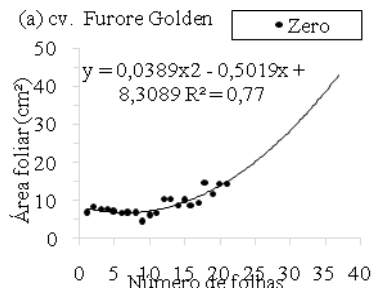
plantas, o tratamento zero apresentou a menor área foliar para as três cultivares em estudo. Silbury (1970), diz que a luz parece ser o fator principal na determinação da área foliar, e a temperatura mais efeito sobre o peso da folha. Neste ensaio o baixo número de folhas também contribuiu para a redução de área foliar.

Nas cultivares Furore Golden e Snowdon os fotoperíodos que utilizaram suplementação artificial de luz não influenciaram na área foliar das plantas, pois todos os tratamentos apresentaram resultados semelhantes, no entanto, o número de horas em que as plantas ficaram expostas a iluminação afetou a área foliar na cv. Yellow Tsuky.

Com o aumento progressivo do fotoperíodo, foi constatado um aumento na área foliar, nos tratamentos com 14h e 16h, estes apresentaram maiores médias, o que nos demonstra que essa cultivar possui maior sensibilidade às mudanças fotoperiódicas que as demais. Este resultado condiz com Alvarenga (1987) que afirma que independentemente da classe fotoperiódica, os dias longos tendem a contribuir para o aumento da área foliar das plantas, devido à muitas vezes causar uma expansão foliar, proporcionando uma melhor interceptação de luz, favorecendo então o crescimento da planta. Castro e Alvarenga (2002) estudando confrei (*Symphytum officinale* L.) encontraram resultados semelhantes com o aumento no fotoperíodo.

As três cultivares apresentaram diferenças em relação a área foliar, a Furore Golden apesar de possuir maior número foliar, tem como característica morfológica, folhas menores do que as outras cultivares fator que contribuiu para a menor área foliar apresentada. Snowdon e Yellow Tsuky possuem folhas grandes e semelhantes, por isso apresentaram resultados semelhantes. Segundo Benincasa (2003), a área foliar total de uma planta é resultante da combinação entre o número e a área das folhas.

Figura 7 - Área foliar das cultivares Furore Golden (a, b, c, d, e), Snowdon (f, g, h, i, j) e Yellow Tsuky (k, l, m, n, o) cultivadas sob diferentes fotoperíodos: zero (sem suplementação artificial), 12:30, 13, 14 e 16h. Santa Maria, RS, 2016.



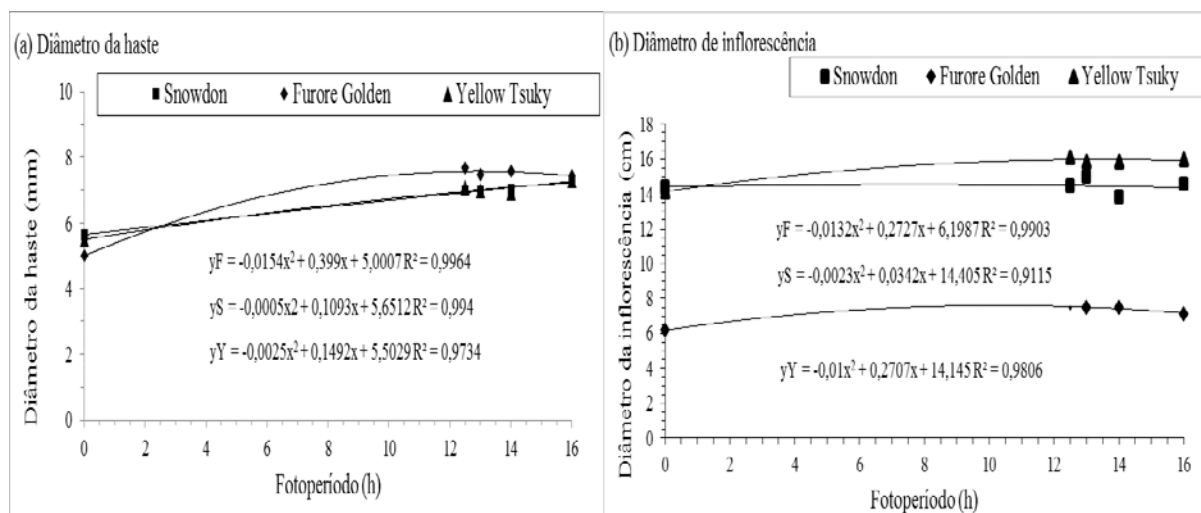
Em relação ao diâmetro da haste, verificaram-se resultados inferiores para o tratamento sem iluminação artificial quando comparado aos demais tratamentos (Figura 8a). No entanto, os fotoperíodos que utilizaram iluminação artificial apresentaram valores semelhantes entre si.

Comparando as três cultivares entre si, a Furore Golden apresentou diâmetro superior que as demais na maioria dos fotoperíodos testados. Somente no fotoperíodo natural, apresentou diâmetro inferior que Snowdon e Yellow Tsuky e no fotoperíodo de 16h ela não diferiu das demais. Snowdon e Yellow Tsuky obtiveram diâmetros relativamente iguais, tanto no fotoperíodo sem iluminação como nos tratamentos com iluminação artificial.

A parte basal das hastes de crisântemo apresentaram diâmetro médio, na parte central da haste o maior diâmetro e na parte apical os menores valores. Os maiores diâmetros são observados durante a fase de crescimento linear. Para a cv. Snowdon foram demonstrados por Menegas et al.(2016). O importante é que no crisântemo a parte central da haste tenha uma estrutura devidamente lignificada para dar resistência às hastes, neste processo de lignificação interferem fatores como fertilidade, população e radiação solar.

Em relação ao diâmetro da inflorescência, ao término do ciclo de produção, mais uma vez o fotoperíodo sem iluminação artificial apresentou resultados inferiores aos fotoperíodos com iluminação artificial (Figura 8b). No entanto, estas diferenças não foram perdas expressivas que pudessem ocasionar na diminuição do padrão de qualidade das inflorescências produzidas.

Figura 8– Diâmetro de hastes de plantas (a) e da inflorescência (b) de crisântemo, cultivares Furore Golden, Snowdon e Yellow Tsuky, cultivadas sob diferentes fotoperíodos: zero (sem suplementação artificial), 12:30, 13, 14 e 16 h. Santa Maria, RS, 2016.



As inflorescências produzidas no fotoperíodo sem iluminação artificial foram em torno de 1,25 cm menores na cultivar Furore Golden, 0,61 cm na Snowdon e 1,79 cm na Yellow Tsuky. Em relação aos fotoperíodos que utilizaram iluminação artificial no cultivo, as cultivares Furore Golden e Yellow Tsuky apresentaram diâmetros semelhantes entre os fotoperíodos, demonstrando que a diferença em horas na exposição das plantas a iluminação artificial não foi capaz de aumentar ou diminuir o diâmetro da inflorescência. A cultivar Snowdon apresentou maiores diâmetros no fotoperíodo de 13h com 14,98 cm e menor diâmetro no fotoperíodo de 14h com 13,83 cm. Levando em consideração a parte econômica, ambiental e técnica, não seria necessário aplicar uma hora a mais de luz diária (durante as semanas de DL), pois não houve incremento no diâmetro das inflorescências. Resultados de bibliografia para esta cultivar demonstraram que só houve incremento no diâmetro da inflorescência quando os períodos de dias longos foram de cinco ou mais semanas, em condições de competição, com 44 plantasm<sup>2</sup> (MENEGAES et al., 2016). Então para esta cultivar o que altera o diâmetro é o número de semanas de dias longos e não o número de horas do fotoperíodo.

A Cooperativa Veiling Holambra (2017) relaciona as diferentes cultivares de crisântemo em grupos conforme as características da variedade, com isso, a Furore Golden é classificada no grupo CR, que compõe as cultivares com hastes e inflorescências médias e a Snowdon e Yellow Tsuky no grupo CD, com cultivares com hastes e inflorescências grandes e pesadas (Anexo A). Todas as plantas do experimento enquadraram-se nos padrões de qualidade exigidos.

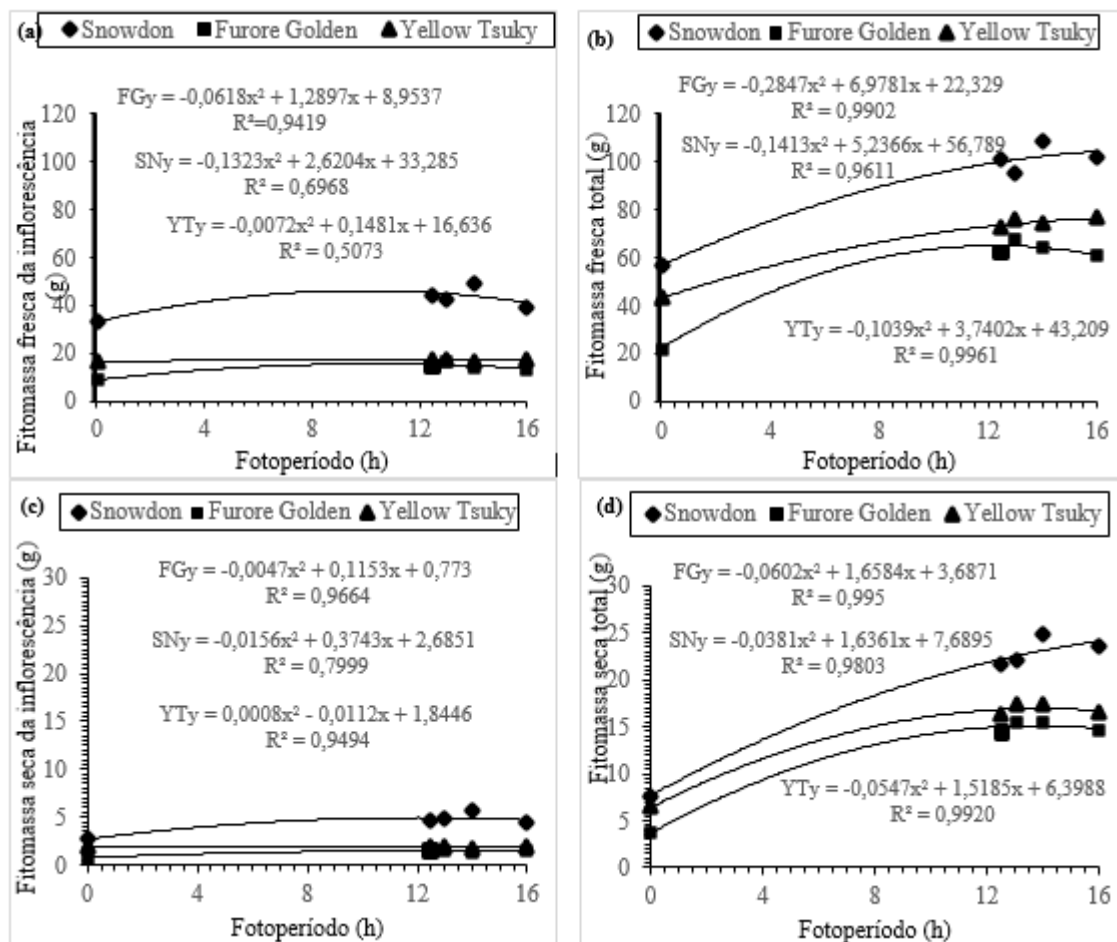
Devido a estas diferenças varietais houve diferença de diâmetro entre as cultivares. A cv. Yellow Tsuky possui inflorescência do tipo spider e apresentou maior diâmetro da inflorescência em todos os fotoperíodos estudados e a Furore Golden com inflorescência do tipo pom-pom menor diâmetro. Por sua vez a Snowdon tem como característica principal o tamanho da inflorescência, sendo do tipo encurvado, com hastes florais grossas e longas para suportar o peso e diâmetro da inflorescência (GRUSZYNSKI, 2001; MAINARDI et al., 2004; MENEGAES et al., 2016).

A Figura 9 expõe as variáveis fitomassa fresca e seca da inflorescência e da parte aérea total. Analisando verificamos que nas cultivares Furore Golden e Snowdon a falta de iluminação artificial afetou a fitomassa fresca das inflorescências, o mesmo não ocorreu na Yellow Tsuky (Figura 9a). Em relação aos tratamentos com iluminação artificial, os fotoperíodos de 13 e 16h produziram inflorescências de massa inferior aos demais tratamentos

na cultivar Snowdon, contrariamente os fotoperíodos de 12h e 30min e 14h apresentaram maior fitomassa fresca da inflorescência.

As plantas do tratamento zero receberam apenas a quantidade de luz natural do dia, ou seja, o fotoperíodo natural, sem nenhuma suplementação artificial de luz como os demais tratamentos. Na avaliação da fitomassa fresca total (o sistema radicular não foi considerado) é observada como a falta de suplementação luminosa interferiu no desenvolvimento das plantas, demonstrando que a quantidade de luz diária é extremamente importante no cultivo de plantas de crisântemo. Desta forma a massa fresca total nas três cultivares avaliadas foi muito inferior a massados demais tratamentos (Figura 9b), sendo esta uma característica muito negativa ao cultivo, pois quanto maior a quantidade de fitomassa maior a resposta da planta em termos fotossintéticos, tendo maior translocação de fotoassimilados para todos os órgãos da planta, como consequência haverá maior retorno na produção (BARBOSA, 2009).

Figura 9- Fitomassa fresca e seca da inflorescência e total da parte aérea de plantas das cultivares Furore Golden, Snowdon e Yellow Tsuky, cultivadas sob diferentes fotoperíodos: zero (sem suplementação artificial), 12:30, 13, 14 e 16 h. Santa Maria, RS, 2016.



Mais uma vez a cultivar Snowdon foi à única que teve seu peso afetado pelos diferentes fotoperíodos que receberam iluminação artificial. Os melhores resultados foram dos tratamentos com 12 h e 30 min, 14 h e 16 h. Nardi et al. (2000) pesquisando a mesma cultivar relacionou a disponibilidade de radiação solar incidente e a compensação luminosa pelos períodos de dias longos como causadoras das variações de fitomassa.

Conforme os padrões de qualidade estabelecidos pela Cooperativa Veiling Holambra (2017) (Anexo A), somente o tratamento zero com as cvs. Furore Golden e Yellow Tsuky não produziram fitomassa fresca necessária para compor o maço comercial (1,4 kg ou até 32 hastes) ficando abaixo dos padrões ideais de comercialização.

Comparando as três cultivares nota-se que o tipo de inflorescência afeta a fitomassa da mesma (Figura 9c), a cv. Snowdon por possuir uma inflorescência do tipo encurvada, sendo grande e pesada, apresentou maior massa e a cv. Yellow Tsuky (inflorescência do tipo spider) apresentou maior diâmetro e massa que a cv. Furore Golden (tipo pompom).

O acúmulo de fitomassa seca da planta para as três cultivares em função dos diferentes fotoperíodos ajustou-se ao modelo quadrático de regressão. As equações de regressão explicam 99, 98 e 99% da variação dos dados para Furore Golden, Snowdon e Yellow Tsuky, respectivamente (Figura 9d). Estatisticamente o tratamento zero foi inferior aos demais, e comparando somente os tratamentos que receberam iluminação artificial a única cv. que foi influenciada por este fator foi a Snowdon em que o fotoperíodo de 14 h apresentou média superior aos demais.

Este experimento apresentou valores crescentes de fitomassa seca até o fotoperíodo de 14 h, no entanto com o fotoperíodo de 16 h houve um decréscimo na média encontrada nas três cultivares. Segundo Clemente Filha (1996), a duração do período luminoso possui papel importante na adaptação ecológica das plantas, possibilitando maior atividade fotossintética o que leva a um aumento na síntese dos produtos do metabolismo e conseqüentemente, propiciando maior crescimento da planta.

Alvarenga (1987) salienta que o aumento na fitomassa seca produzida é constantemente, encontrado em plantas cultivadas sob dias longos, e que isso ocorre devido ao aumento na área foliar e na produção fotossintética. Machácková et al. (1998), pesquisando batata (*Solanum tuberosum*), observaram que todos os parâmetros de crescimento diferiram em plantas cultivadas sob dias longos e curtos e que o cultivo em dias longos propiciou maior produção de fitomassa. O que se confirmou neste experimento, houve um incremento na fitomassa seca com o aumento do fotoperíodo, porém somente até 14h de suplementação



luminosa, contudo, este acréscimo não foi eficiente na produção de fitomassa, não sendo também economicamente vantajoso devido ao gasto no consumo energético.

Levando em consideração todos os parâmetros fitotécnicos avaliados no experimento e comparados com os padrões de qualidade exigidos pela Cooperativa Veiling Holambra, foi constatado que o fotoperíodo de 12h e 30min ou apresentou melhores resultados nas três cvs. ou então não diferiu dos melhores. Por ser o tratamento com suplementação luminosa que utilizou um menor número de horas de luz artificial e por produzir hastes que se adequaram a todos os critérios de qualidade, constatamos que 12h e 30min é o suficiente ao cultivo do crisântemo sem perder a qualidade das hastes, sendo este então o fotoperíodo crítico para as cvs. Furore Golden, Snowdon e Yellow Tsuky.

Este resultado difere do valor citado por Barbosa e Zuin (2013), que relataram que o valor referente ao fotoperíodo crítico para a cultura do crisântemo é de 13 horas de luz, e encontra-se na margem estipulada por Taiz e Zeiger (2009), de 12 a 14 horas e de Gruszynski (2006) que afirmou que o crisântemo tem o florescimento induzido naturalmente em períodos com dias menores que 14h e 30min.

### 3.4 CONCLUSÃO

É indispensável à utilização de iluminação artificial no cultivo de crisântemo na época de cultivo do experimento no município de Santa Maria.

O fotoperíodo de 12h e 30min foi o fotoperíodo mínimo para manter as plantas em estágio vegetativo, não sendo necessário a aplicação de um número maior em horas de luz para controlar o florescimento e aumentar a qualidade das hastes produzidas, e assim proporcionando economia de energia, para todas as cultivares testadas.

### REFERÊNCIAS

ALVARENGA, A. A. **Estudo de alguns aspectos do desenvolvimento do feijão jacatupé (*Pachyrrhizus tuberosus* Lam. Spreng)**. 1987. 74 p. Tese (Doutorado em Biologia Vegetal) - Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 1987.

ALVARENGA, A. A.; CASTRO, E. M.; LIMA JÚNIOR, E. C.; MAGALHÃES, M. M. Effects of different light levels on the initial growth and photosynthesis of *Croton urucurama* Baill in southeastern Brazil. **Revista Árvore**, v. 27, n. 1, p. 53-57, 2003.

BARBOSA, J. G. et al. Crisântemo. In: PAIVA, P. D. de O., ALMEIDA, E. F. A. **Produção de Flores de Corte**. 1. ed. Lavras: UFLA, 2012. v. 1, p. 245.

BARBOSA, J. G. et al. Cultivo de crisântemo para corte. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 26, n. 227, p. 44-49, set. 2005.

BARBOSA, J. G.; STRINGHETA, A. C. O.; MUNIZ, M. A. Plantio e condução das plantas. In: BARBOSA, J. G. **Crisântemos – produção de mudas- cultivo para corte de flor- cultivo em vaso- cultivo hidropônico**. Viçosa, MG. Aprenda Fácil, 2003. p. 15.

BARBOSA, J. G.; ZUIN, A. H. L. Cultivares para corte de flor e produção em vaso. In: **Crisântemo – produção de mudas – cultivo para corte de flor– cultivo em vaso – cultivo hidropônico**. Viçosa, MG: Aprenda fácil, 2013. 22 p.

BARBOSA, M. S. **Produção de crisântemos de corte sob diferentes relações de N:K e aplicação de fungicida via solução nutritiva**. 2009. 146 p. Tese (Doutorado em Fitotecnia), UFV, Viçosa. 2009.

BELLÉ, R. A.; ROGGIA, S.; KUSS, R. C. R. Ácido giberélico e dia curto interrompido em crisântemo de corte (*Dendranthema grandiflora*, Tzvelev., “Gompier Chá”). **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 37, n. 2, p. 357-362, mar-abr, 2007.

BENINCASA, M. M. P. **Análise de crescimento de plantas: Noções básicas**. 2ª ed. Funep: Jaboticabal, 2003. 41 p.

BUENO, V. H. P.; VAN LENTEREN, J. C.; SILVEIRA, L. C. P.; RODRIGUES, S. M. M. An overview of biological control in greenhouse chrysantemums in Brazil. IOBC/WPRS Bulletin, v. 26, n. 1, p. 1-5, 2003.

BURTON, W. A.; FLOOD, R. F.; NORTON, R. M.; FIELD, B.; POTTS, D. A.; ROBERTSON, M. J.; SALISBURY, P. A. Identification of variability in phenological responses in canola-quality *Brassica juncea* for utilisation in Australian breeding programs. **Australian Journal of Agricultural Research**, v. 59, p. 874-881, 2008.

CAO, W.; TIBBITTS, T. W. Leaf emergence on potato stems in relation to thermal time. **Agronomy Journal**, v. 87, p. 474- 477, 1995.

CASTRO, A. H. F.; ALVARENGA, A. A. Influência do fotoperíodo no crescimento inicial de plantas de confrei (*Symphytum officinale* L.), **Ciênc. agrotec.**, Lavras, v.26, n.1, p.77-86, jan./fev., 2002

CLEMENTE FILHA, A. C. **Aspectos fisiológicos e fitoquímicos de *Bauhinia forticata* Link e *Plantago major* L.** 1996. 67 p. Dissertação (Mestrado em Fisiologia Vegetal) - Universidade Federal de Lavras, Lavras. 1996.

COOPERATIVA VEILING HOLAMBRA. **Produtos – Critérios de classificação de produtos**. 2017. Disponível em: <<http://www.veiling.com.br/produtos/>>. Acesso em: 25 jan. 2017.

DALMAGO, G. A.; FOCESATTO, E. KOVALESKI, S.; TAZZO, I. F.; BOLIS, L. M.; CUNHA, G. R.; NIED, A. H.; BERGAMASCHI, H.; SANTI, A. **Filocrono e número de folhas da canola em diferentes condições ambientais**. Pesq. agropec. bras. v. 48 n. 6 Brasília June 2013.

FERREIRA, D. F. Sisvar: a computer statistical analysis system. **Ciência e Agrotecnologia** (UFLA), v. 35, n.6, p. 1039-1042, 2011

GRUSZYNSKI, C. Produção comercial de crisântemo: vaso, corte e jardim. Guaíba: **Agropecuária**, 2001. 166 p.

GRUSZYNSKI, C. **Produção de crisântemos**. 2006. Disponível em: <<http://www.emater.tche.br/docs/agricultura/crisa/crisant.htm>> Acesso em: 18 out. 2016.

HALLAIRE, M. M.; BRICHAMBAUT, M. C. P.; GOILLT, M. C. **Techique d'étude des facteurs physiques de la biosphere**. Paris: ENRA, 1970. 543 p.

HIGUCHI, Y.; SUMITOMO, K.; ODA, A.; SHIMIZU, H.; HISAMATSU, T. Day light quality affects the night-break response in the short-day plant chrysanthemum, suggesting differential phytochrome-mediated regulation of flowering. **Journal of Plant Physiology**, v. 169, p. 1789-1796, 2012.

KÄMPF, A. N. **Produção comercial de plantas ornamentais**. Guaíba: Agrolivros., 2005. 256 p.

KAWANAMI, S. **Significado do crisântemo para o povo japonês**. 2013. Disponível em: <<http://www.japaoemfoco.com/significado-do-crisantemo-para-o-povo-japones/>>. Acesso em: 19 dez. 2016.

LARSON, R. A. **Introduction to floriculture**. San Diego: Academic, 1997. 636p.

MACHÁCKOVÁ, I. et al. Photoperiodic control of growth, development and phytohormone balance in *Solanum tuberosum*. **Physiologia Plantarum**, Copenhagen, v. 102, n. 2, p. 272-278, Feb. 1998.

MAINARDI, J. C. C. T.; BELLÉ, R. A.; MAINARDI, L. Produção de crisântemo (*Dendranthema grandiflora* Tzvelev.) 'Snowdon' em vaso II: ciclo da cultivar, comprimento, largura e área da folha. *Revista Ciência Rural*, Santa Maria, v.34, n.6, 2004.

MENEGAES, J. F.; BELLÉ, R. A.; BACKES, F. A. A. L.; ZAGO, A. P.; FRANZEN, F. L. Qualidade das hastes florais de crisântemo cv. Snowdon cultivado em diferentes períodos de dias longos. **Acta Iguazu**, Cascavel, v. 5, n. 4, p. 54-62, 2016.

NARDI, C.; BELLÉ, R. A.; SCHMIDT, C.; TOLEDO, K. A. Crescimento do crisântemo (*Dendranthema grandiflora* Tzevelev.) cv. 'Snowdon' em diferentes populações e épocas de plantio. **Revista Brasileira de Agrociência**, v. 6, n. 2, p. 107-111, 2000.

PAIVA, P. D. O.; ALMEIDA, Elka, F. A. **Produção de Flores de Corte**. Lavras: Editora Ufla, 2012. 678 p.

PETRY, C. **Plantas Ornamentais, aspectos para a produção**. Passo Fundo, Editora Universidade de Passo Fundo, 2008, 160 p.

ROUDE, N.; NELL, T. A.; BARRET, V. E. Nitrogen source and concentration growing medium and cultivar affect longevity of potted chrysanthemums. **HortScience**, Alexandria, v. 26, n. 1, p. 49-52, 1991.

SEVERINO, L. S.; CARDOSO, G. D.; VALE, L. S. do; SATOS, J. W. dos. Método para determinação da área foliar da mamoneira. **Revista Brasileira de Oleaginosas e Fibrosas**. Campina Grande, v. 8, n. 1, jan-abr. 2004.

SILSBURY, J. H. Leaf growth in pasture grasses. **Tropical Grasslands**, v. 4, p. 17- 36, 1970.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia Vegetal**. 4.ed. - Porto Alegre: Artmed, 2009. 848 p

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia Vegetal**. 5. ed. Porto Alegre: Artmed, 2013. 918 p.

## 4 CAPÍTULO II

### ESTIMATIVA DO FILOCRONO PARA TRÊS CULTIVARES DE CRISÂNTEMO DE CORTE CULTIVADAS EM DIFERENTES FOTOPERÍODOS DE DIA LONGO

#### Resumo

O crisântemo (*Dendranthema grandiflora* Tzvelev) é uma das plantas mais populares no Brasil, tendo como principais características a diversidade de cores, tamanhos e formatos de sua inflorescência e também a sensibilidade fotoperiódica. O objetivo deste trabalho foi estimar o filocrono para as cultivares Furore Golden, Snowdon e Yellow Tsuky cultivadas em diferentes fotoperíodos sob iluminação artificial de forma contínua. O experimento foi conduzido em casa de vegetação, no Departamento de Fitotecnia da UFSM, no ano de 2016. O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado, com cinco repetições, cada unidade experimental foi composta de duas plantas conduzidas em haste única. Os tratamentos foram o cultivo de crisântemo utilizando os fotoperíodos de zero, 12h e 30min, 13h, 14h e 16h de luz sob iluminação artificial de forma contínua. Os valores de filocrono estimados na cv. Furore Golden variaram em função dos diferentes fotoperíodos, o que não ocorreu nas demais. As plantas cultivadas em fotoperíodo natural apresentaram filocrono superior aquelas cultivadas com suplementação artificial de luz.

**Palavras-chave:** *Dendranthema grandiflora* Tzvelev. Sensibilidade fotoperiódica. suplementação artificial de luz.

### FILOCRON ESTIMATION FOR THREE CULTIVATED CHRYSANTHEMUM CULTIVARS CULTIVATED IN DIFFERENT LONG-DAY PHOTOPERIDES

#### Abstract

The chrysanthemum (*Dendranthema grandiflora* Tzvelev) is one of the most popular plants in Brazil, having as main characteristics the diversity of colors, sizes and shapes of its inflorescence and also the photoperiod sensitivity. The objective of this work was to estimate the phyllochron for the cultivars Furore Golden, Snowdon and Yellow Tsuky cultivated in different photoperiods under continuous artificial lighting. The experiment was conducted in a greenhouse at the Department of Phytotechnology of UFSM, in the year 2016. The experimental design was a completely randomized design with five replications, each experimental unit consisting of two single-stemmed plants. The treatments were chrysanthemum cultivation using photoperiods of zero, 12h and 30min, 13h, 14h and 16h of light under continuous artificial lighting. The estimated phyllochron values in cv. Furore Golden varied according to the different photoperiods, which did not occur in the others. The plants grown in natural photoperiod presented higher phyllochron than those grown with artificial supplementation of light.

**Key words:** *Dendranthema grandiflora* Tzvelev. Photoperiodic sensitivity. Artificial light supplementation.

#### 4.1 INTRODUÇÃO

O crisântemo pertencente à família Asteraceae, originário da China, atualmente, é uma das espécies de maior aceitação e popularidade tanto no Brasil como a nível mundial, devido as suas características ornamentais, tais como, diversidade de cores, formatos e tamanhos de suas inflorescências e também da resistência ao transporte e durabilidade pós-colheita (BARBOSA et.al., 2012; GRUSZYNSKI, 2001; PETRY, 2008).

Essa cultura está entre as espécies de maior aceitação e produção no setor floreira, em virtude do seu ciclo produtivo ser curto, aproximadamente, 9 a 11 semanas, possibilitando uma ótima alternativa de renda para o produtor com alto rendimento por unidade de área, cultivo anual e excelente resposta fotoperiódica (BELLÉ, 2000; BRUM et al., 2007).

O crisântemo é classificado como planta de dia curto (PDC), ou seja, o florescimento é induzido naturalmente em períodos inferiores ao período crítico (PC), sendo esse o exato comprimento do dia capaz de alterar o estágio de desenvolvimento da planta, passando do vegetativo para o reprodutivo (KAMPF, 2005). O manejo fotoperiódico é um dos fatores responsáveis pelo sucesso na produção, para a obtenção de hastes florais, com adequado comprimento e diâmetro da inflorescência que são exigidos pelo mercado, é necessário controlar o período de exposição das plantas a dias longos e curtos, bem como, aos dias normais (BARBOSA, 2003).

O acompanhamento do número de folhas acumulados em uma haste é uma ótima medida de tempo fisiológico por estar relacionado ao momento de ocorrência de estágios de desenvolvimento em inúmeras espécies vegetais (McMASTER et al., 1991; STRECK et al., 2003), além disso influência diretamente na evolução do índice de área foliar da planta. A folha é um órgão de suma importância, pois é responsável pela sensibilidade fotoperiódica, influenciando então o desenvolvimento e a floração da planta (BARBOSA, 2003).

A velocidade de emissão de folhas depende do valor acumulado de graus-dia, do intervalo de tempo necessário para a emissão de folhas consecutivas definidas como filocrono (FRANK; BAUER, 1995; HERMES et. al., 2001; WILHELM; McMASTER, 1995). Essa é variável conforme a cultivar, altura da planta (SKINNER; NELSON, 1995), estresse hídrico e nutricional, temperaturas extremas e fotoperíodo (WILHELM; McMASTER, 1995).

O tempo para a quantificação do filocrono pode ser expresso em dias, porém como os fatores climáticos influenciam fortemente o desenvolvimento de plantas, é necessário inserir a temperatura do ar na contabilização do tempo vegetal, utilizando o método da soma térmica,

cuja unidade é o grau dia (GILMORE JUNIOR; ROGERS, 1958; McMASTER, 2005). É conceituada como o acúmulo térmico, acima de uma temperatura base, necessária para que a planta alcance um determinado estágio fenológico (NESMITH; RITCHIE, 1992), sendo que abaixo deste valor a planta praticamente sessa o seu desenvolvimento (McMASTER; WILHELM, 1997).

No presente trabalho o objetivo foi estimar o filocrono para as cultivares de crisântemo Furore Golden, Snowdon e Yellow Tsuky cultivadas em cinco fotoperíodos com iluminação artificial contínua.

#### 4.2 MATERIAIS E MÉTODOS

O experimento foi conduzido, no período de julho a outubro de 2016, na casa de vegetação do Setor de Floricultura do Departamento de Fitotecnia da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM), Santa Maria, RS (latitude: 29° 42' S, longitude: 53° 42' W e altitude: 95 m). Em delineamento inteiramente casualizado, organizado em esquema bifatorial 3x5 (três cultivares de crisântemo: Furore Golden, Snowdon e Yellow Tsuky e fotoperíodos artificiais: zero, 12:30, 13, 14 e 16h), com cinco repetições, cada unidade experimental foi composta por duas plantas.

As mudas das três cultivares de crisântemo foram produzidas por enraizamento de estacas da porção apical de plantas oriundas do jardim clonal do próprio setor de floricultura. As estacas com 6 cm foram preparadas com 4 folhas expandidas deixando 50% da área foliar, em corte em bisel e tratadas com AIB (ácido indolbutílico), na concentração de 1.000 mg kg<sup>-1</sup> em pó. Na sequência, as mesmas foram alocadas em bandejas de plástico com 50 alvéolos, contendo casca de arroz carbonizada e alocadas em estufim com irrigações diárias.

Após 20 dias de enraizamento, as mudas foram transplantadas para vasos plásticos flexíveis de coloração preta número 20 (5 L de volume, 20 cm de altura e 20 cm de diâmetro), com substrato composto de casca de arroz carbonizada, substrato comercial Carolina Soil® e Mec Plant®, nas proporções volumétricas de 3:1:1. Os vasos foram dispostos, aleatoriamente, em três bancadas com dimensões de 4 m de comprimento, 1 m de largura e 0,65 m de altura.

Devido a época de implementação do experimento ter ocorrido no inverno, ou seja, em condição de dias curtos, foi necessário o fornecimento de iluminação de forma artificial, para fornecer os dias longos e assim, estimular o crescimento vegetativo das plantas. Desta forma o manejo fotoperiódico de cada parcela foi realizado com a utilização de uma lâmpada

fluorescente de 25 Watts de cor amarela conectada a um temporizador analógico, onde foi programado os fotoperíodos de forma contínua. Cada parcela foi individualizada por cortina de tecido na coloração preta, com o objetivo de impedir a passagem de luz de um tratamento para outro.

O regime de acionamento do sistema de iluminação artificial utilizado foi programado para iniciar às 22h, de forma contínua. As cortinas que envolviam as bancadas e isolavam as parcelas eram fechadas às 18h e abertas às 09h do dia seguinte. Os vasos ficaram expostos sob esta condição, do transplante até o período de indução floral, totalizando quatro semanas de exposição aos dias longos com iluminação artificial. Após, as plantas foram submetidas a dias curtos (DC), com a suspensão da iluminação artificial e retirada das cortinas, até a plena abertura das inflorescências.

Durante o ciclo do cultivo foram feitas irrigações diárias, mantendo os vasos com teor de umidade próxima a capacidade de campo. Foram realizados também desbrotos com a finalidade de deixar apenas uma haste por planta e a remoção dos botões laterais, restando somente à inflorescência principal. Semanalmente foram feitas adubações via fertirrigações.

Duas vezes por semana foram realizadas contagens do número total de folhas por planta, até o término do período de emissão de folhas, correspondente ao início do período reprodutivo. Foi considerada como folha visível quando o folíolo apical possuía pelo menos 1 cm de comprimento (CAO; TIBBITTS, 1995).

A temperatura do ar no interior da casa de vegetação foi medida com o auxílio de um termohigrógrafo de registro semanal, a 1,5 m acima do nível das bancadas. Os valores de temperatura foram coletados em intervalos de 1 hora. A determinação da temperatura média diária do ar ( $T_m$ ) foi realizada utilizando a Equação (1):

$$T_m = (T_{m\acute{a}x} + T_{m\acute{i}n})/2 \quad (1)$$

em que:

$T_{m\acute{a}x}$ : temperatura máxima e  $T_{m\acute{i}n}$ : temperatura mínima.

Para o cálculo da soma térmica diária (STd) utilizou-se o método proposto por Arnold (1960), expresso na Equação (2):

$$STd = T_m - T_b. 1 \text{ dia} \quad (2)$$



em que:

STd = soma térmica diária ( $^{\circ}\text{C dia}^{-1}$ )

Tm = temperatura média diária do ar ( $^{\circ}\text{C}$ )

Tb = temperatura base da cultivar ( $^{\circ}\text{C}$ ). Considerou-se  $6^{\circ}\text{C}$  como temperatura basal (MOTA, 1989).

Como o crisântemo é propagado por estaquia, a soma térmica diária acumulada foi a partir do transplante, através da soma térmica acumulada de cada dia (STa,  $^{\circ}\text{C dia}$ ), calculada pela Equação (3):

$$STa = \sum STd \quad (3)$$

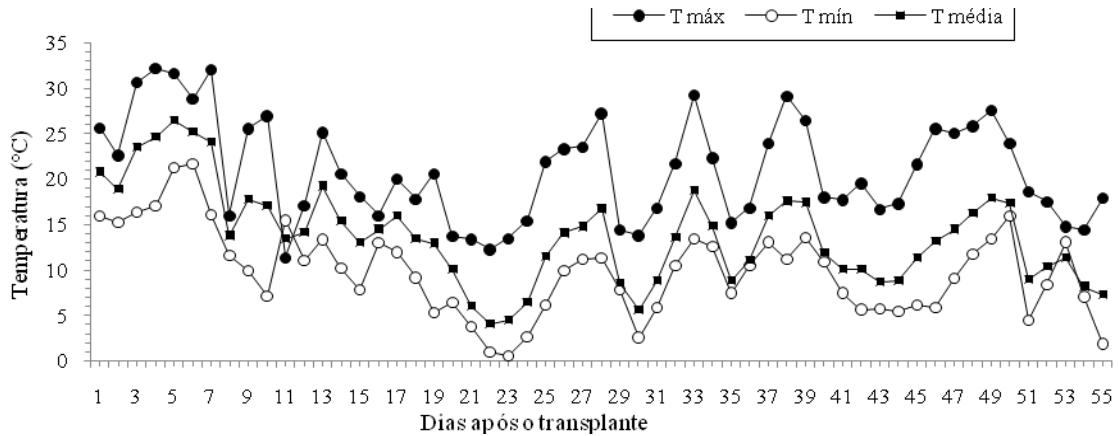
Realizou-se a análise deregressão linear entre o número de folhas acumulados na haste e a soma térmica acumulada desde a data da primeira contagem do número de folhas (1 dia após o transplante). O filocrono para cada fotoperíodo foi estimado como sendo o inverso do coeficiente angular da regressão linear entre número de folhas e soma térmica acumulada (KLEPPER et al., 1982; XUE et al., 2004).

Os dados foram submetidos ANOVA e análise de regressão em nível de 5% de probabilidade de erro, com o auxílio do software estatístico SISVAR (FERREIRA, 2011).

#### 4.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

No período da condução do experimento as amplitudes do ar, registradas no interior da casa de vegetação foram de  $32\text{e } 1^{\circ}\text{C}$  de máxima e de mínima respectivamente, sendo que a temperatura média durante todo o experimento foi de  $14^{\circ}\text{C}$  (Figura 10), valor abaixo dos  $18^{\circ}\text{C}$  considerado ideal para a cultura do crisântemo (ADAMS et. al, 1998), o que possivelmente contribuiu para a velocidade de emissão de folhas. Na data de início do experimento (29/06), o fotoperíodo no município de Santa Maria era de 11h e 50 min e ao término (colheita) 13h e 50min.

Figura 10—Temperaturas máx, min e médias do ar no período de cultivo de julho a agosto, das cv. Furore Golden, Snowdon e Yellow Tsuky, em casa de vegetação.Santa Maria, RS, 2016.



Em relação ao número de folhas, neste experimento foram consideradas as folhas jovens e maduras, portanto todo o material foliar presente na haste. Na tabela observaram-seas médias foliares encontradas durante a condução do experimento em função da soma térmica acumulada para as diferentes cultivares e fotoperíodos. Verifica-se que em todas as cultivares estudadas o tratamento sem iluminação artificial diferiu dos tratamentos que utilizaram iluminação artificial como suplementação luminosa, já em relação a estes, somente na cv. Furore Golden os fotoperíodos artificiais influenciaram na emissão foliar, diferindo estatisticamente.

Muitos trabalhos citam que o aumento progressivo do fotoperíodo provoca consequentemente um aumento na produção foliar, o que se confirma neste trabalho para a cv. Snowdon, com o aumento de em média uma folha e meia por planta, e parcialmente com a cv. Furore Golden. Em ambas, o fotoperíodo de 16h apresentou maior número de folhas, porém nesta última o fotoperíodo de 12h e 30min também apresentou uma grande emissão foliar.

O aumento de folhas em uma planta é um aspecto positivo, pois este contribui para o acréscimo da biomassa de uma cultura, aumentando gradualmente a capacidade fotossintética do vegetal, com maior produção de fotoassimilados, o que resultará em hastes florais de maior qualidade estética (ALVARENGA et al., 2003; BARBOSA, 2009; TAIZ; ZEIGER, 2009).

Cao e Moss (1989), Bassu et al. (2009) e Streck et al. (2003), pesquisando trigo, salientam que a velocidade de emissão de folhas aumenta com o aumento do fotoperíodo, e afirmam que esta é uma resposta típica de plantas de dias longos, o que não ocorreu com as

cvs. Furore Golden e Yellow Tsuky, que são cultivares de crisântemo classificadas como plantas de dia curto.

Tabela 1– Equação da regressão, coeficiente de determinação com seus respectivos fotoperíodos, filocrono, número final de folhas (NF), altura de hastes florais (h) e soma térmica acumulada, para as cvs. Furore Golden, Snowdon e Yellow Tsuky, cultivadas sob diferentes fotoperíodos. Santa Maria, RS, 2016.

cv.	Fotoperíodo	Equação	r <sup>2</sup>	Filocrono (°C)	NF	h (cm)	STa (°C dia)
Furore Golden	Zero Suplementação	$y = 0,04x + 1,6193$	0,7619	25	21,40	39,5	449,7
	12h e 30min	$y = 0,086x - 14,849$	0,8957	11,62	40,20	72,9	610,1
	13h	$y = 0,0563x - 3,9191$	0,9475	17,76	41,50	69,9	601,1
	14h	$y = 0,059x - 5,2072$	0,9607	16,94	39,10	67	610,1
	16h	$y = 0,087x - 14,739$	0,8735	11,49	39,60	77,7	601,1
Snowdon	Zero Suplementação	$y = 0,0453x - 6,1292$	0,6757	22,07	19,80	52	478,9
	12h e 30min	$y = 0,0705x - 14,155$	0,9166	14,18	33,90	99,05	642,4
	13h	$y = 0,0675x - 13,065$	0,9168	14,81	33,40	99,76	642,4
	14h	$y = 0,0677x - 12,622$	0,9217	14,77	34,20	101,55	642,4
	16h	$y = 0,0718x - 14,122$	0,9125	13,92	35,50	99,9	642,4
Yellow Tsuky	Zero Suplementação	$y = 0,0423x - 2,3217$	0,8562	23,64	20	48,25	478,9
	12h e 30min	$y = 0,0694x - 11,021$	0,9061	14,40	35,10	87,6	610,1
	13h	$y = 0,0676x - 10,942$	0,9231	14,79	34,10	87,9	601,1
	14h	$y = 0,0693x - 11,231$	0,9093	14,43	34,70	90,5	610,1
	16h	$y = 0,0703x - 11,618$	0,9117	14,22	35	85,8	610,1

A estimativa do filocrono tem sido uma variável do desenvolvimento vegetativo das plantas, muito utilizada na pesquisa agrícola de diversas culturas, para estudos ecofisiológicos e em modelos de simulação de crescimento, desenvolvimento e produtividade das espécies, devido a facilidade de obtenção dos dados e pela ligação ao índice de área foliar e a outros eventos relacionados ao crescimento e desenvolvimento, como salienta Bassu et al. (2009), Streck et al. (2003) e McMaster et al. (1991) para a cultura do trigo.

Neste experimento, os valores de filocrono estimados variaram entre as cultivares, principalmente entre a Furore Golden e as demais. A cv. Snowdon e a cv. Yellow Tsuky apresentaram comportamentos semelhantes. Nabinger (1997) salienta que apesar de o filocrono ser relativamente constante para uma espécie, são possíveis variações dentro de cultivares, o que foi constatado neste experimento.

As equações de regressão entre o número final de folhas e a soma térmica acumulada tiveram valores do coeficiente de determinação ( $r^2$ ) acima de 0,76 para a cv. Furore Golden, 0,67 para a cv. Snowdon e 0,85 para a cv. Yellow Tsuky (Tabela 1). Estes foram os valores mínimos referente ao tratamento zero hora de iluminação artificial.

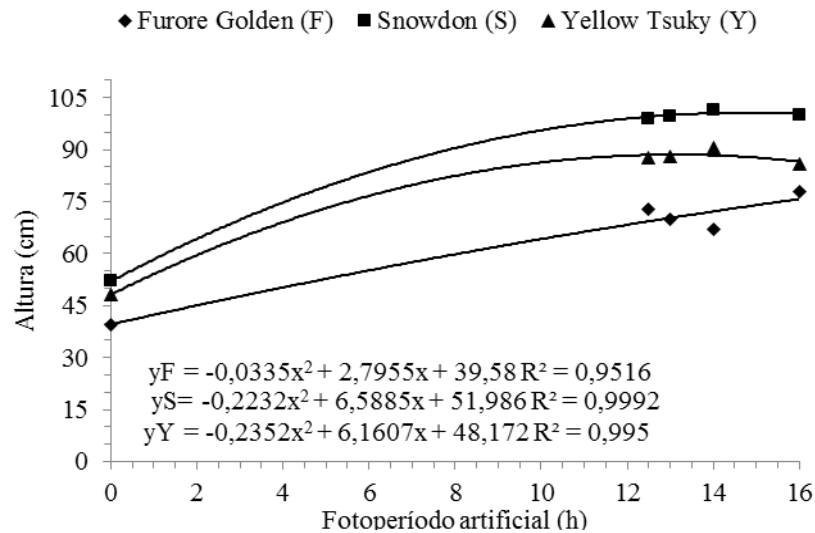
Os fotoperíodos que empregaram iluminação artificial obtiveram valores mínimos de  $r^2$  a partir de 0,87, 0,91 e 0,90 para as cvs. Furore Golden, Snowdon e Yellow Tsuky, respectivamente (Tabela 1). A alta relação linear indica que a temperatura do ar é o principal elemento climático que determina a emissão de folhas para estas cultivares, e que a estimativa do filocrono pelo método da regressão linear entre o número médio de folhas e a soma térmica acumulada é uma metodologia apropriada para este fim (STRECK et al., 2005; XUE et al., 2004). Este resultado corrobora com os obtidos para outras culturas (KOEENDER et al., 2008; STRECK et al., 2009).

Os valores de filocrono estimados variaram em função do fotoperíodo utilizado somente na cv. Furore Golden, apresentando a maior amplitude de valores, variando de 11,49°C dia folha<sup>-1</sup> (fotoperíodo de 16h) a 17,76°C dia folha<sup>-1</sup> (fotoperíodo de 13h), o que demonstra que esta cv. é mais sensível as mudanças fotoperiódicas.

Para as três cultivares, o tratamento zero suplementação luminosa teve o valor do filocrono estimado superior aos demais tratamentos, e isto contribuiu para a baixa emissão foliar, pois as plantas necessitaram de cerca de 10,55 °C dia folha<sup>-1</sup> a mais que os demais tratamentos na cv. Furore Golden, 7,65°C dia folha<sup>-1</sup>, na cv. Snowdon e 9,18°C dia folha<sup>-1</sup> na cv. Yellow Tsuky (Tabela 1).

Na cv. Furore Golden, o maior filocrono estimado entre os tratamentos com suplementação luminosa foi no fotoperíodo de 13h necessitando de 17,76°C dia folha<sup>-1</sup>, por necessitar de uma soma térmica maior que os demais, isto influenciou negativamente no número de folhas, o que possivelmente refletiu na altura das plantas (Figura 11).

Figura 11 – Altura final de plantas de crisântemo, cultivares Furore Golden, Snowdon e Yellow Tsuky, cultivadas sob diferentes fotoperíodos. Santa Maria, RS, 2016.



Nas cultivares Snowdon e Yellow Tsuky o aumento no fotoperíodo de 13h para 16h proporcionou um decréscimo do filocrono para cada hora de aumento no fotoperíodo, resultado também encontrado por Rosa et al. (2009) estimando o filocrono no trigo em função de diferentes datas de semeadura. E difere de Sonstebly e Heide (2006) que afirmam que plantas de morangueiro apresentam menor taxa de emissão de folhas em fotoperíodos menores, o que não foi observado para as três cultivares. de crisântemo.

#### 4.4 CONCLUSÃO

O filocrono é maior para o tratamento sem suplementação luminosa, nas três cultivares estudadas. A cv. Furore Golden possui maior sensibilidade fotoperiódica que as demais, pois os valores de filocrono estimados variaram em função dos diferentes fotoperíodos. Os tratamentos de 12h e 30min e 16h apresentaram os menores filocronos estimados para esta cultivar, enquanto que a Snowdon e Yellow Tsuky apresentaram valores diferentes, porém muito próximos.

#### REFERÊNCIAS

ADAMS, S. R.; PEARSON, S.; HADLEY, P. The effect of temperature on inflorescence initiation and subsequent development in chrysanthemum cv. "Snowdon" (*Chrysanthemum morifolium* Ramat.). **Scientia Horticulturae**, Amsterdam, v.77, p.59-72, 1998.

ALVARENGA, A.A.; CASTRO, E.M.; LIMA JÚNIOR, E.; MAGALHÃES, M.M. Effects of different light levels on the initial growth and photosynthesis of *Croton urucurama* Baill in southeastern Brazil. **Revista Árvore**, v.27, n.1, p.53-57, 2003.

ARNOLD, C.Y. Maximum-minimum temperature as a basis for computing heat units. **American Society for Horticulture Science**, v.76, n.1, p.682-692, 1960.

BARBOSA, J. G. **Crisântemo: produção de mudas – cultivo para corte e flor – cultivo hidropônico**. Viçosa, MG: Aprenda Fácil, 2003. 234 p.

BARBOSA, J. G. et al. Crisântemo. In: PAIVA, P. D. de O., ALMEIDA, E. F. A. **Produção de Flores de Corte**. 1. ed. Lavras: UFLA, 2012. v. 1, p. 245.

BARBOSA, M.S. **Produção de crisântemos de corte sob diferentes relações de N:K e aplicação de fungicida via solução nutritiva**. 2009. 146 p. Tese (Doutorado em Fitotecnia), UFV, Viçosa.2009.

BASSU, S.; ASSENG, S.; MOTZO, R.; GIUNTA, F. Optimising sowing date of durum wheat in a variable Mediterranean environment. **Field Crops Research**, v.111, p.109-118, 2009.

BELLÉ, R. A. 2000. **Caderno Didático de Floricultura**. Curso de Agronomia, UFSM. 142 p.

BRUM, B. et al. Crescimento, duração do ciclo e produção de inflorescências de crisântemo multiflora sob diferentes números de despontes e tamanhos de vasos. **Ciência Rural**, v. 37, p. 682-689, 2007.

CAO, W.; TIBBITTS, T.W. Leaf emergence on potato stems in relation to thermal time. **Agronomy Journal**, v.87, p.474- 477, 1995.

CAO, W.X.; MOSS, D.N. Temperature and daylength interaction on phyllochron in wheat and barley. **Crop Science**, v.29, p.1046-1048, 1989.

FERREIRA, D. F. Sisvar: a computer statistical analysis system. **Ciência e Agrotecnologia** (UFLA), v. 35, n.6, p. 1039-1042, 2011.

FRANK, A. B.; BAUER, A. Phyllochron differences in wheat, barley and forage grasses. **Crop Science**, v.35, n.1, p.19-23, 1995.

GILMORE J. R, E. C.; ROGERS, J. S. Heat units as a method of measuring maturity in corn. **Agronomy Journal**, v.50, n.10, p.611-615, 1958.

GRUSZYNSKI, C. **Produção comercial de crisântemo: vaso,corte e jardim**. Guaíba: Agropecuária, 2001. 166 p.

HERMES, C. C. et al. Emissão de folhas de alface em função da soma térmica. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, v.9, n.2, p.269-275, 2001.

- KÄMPF, A. N. **Produção comercial de plantas ornamentais**. Guaíba: Agrolivros., 2005. 256 p.
- KLEPPER, B. et al. Quantitative characterization of vegetative development in small cereal grains. **Agronomy Journal**, v.74, n.4, p.789-792, 1982.
- KOEFENDER, J.; STRECK, N. A.; BURIOL, G. A.; TRENTIN, R. Estimativa do filocrono em calêndula. **Ciência Rural**, v.38, n.5, 2008.
- McMASTER, G. S.; WILHELM, W. W. Growing degree-days: one equation, two interpretations. **Agricultural and Forest Meteorology**, v.87, n.4, p.291-300, 1997.
- McMASTER, G.S. Phytomers, phyllochrons, phenology and temperate cereal development. **Journal of Agricultural Science**, v.143, p.137-150, 2005.
- McMASTER, G.S.; KLEPPER, B.; RICKMAN, R.W.; WILHELM, W.W.; WILLIS, W.O. Simulation of shoot vegetative development and growth of unstressed winter wheat. **Ecological Modeling**, v.53, p.189-204, 1991.
- MOTA, F. S. **Meteorologia agrícola**. 7. ed. São Paulo: Nobel, 1989. 376p.
- NABINGER, C. Princípio da exploração intensiva de pastagens. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DA PASTAGEM, 13. **Anais...:FEALQ**, p.213-251. 1997.
- NESMITH, D.S.; RITCHIE, J.T. Short – and long – term responses of corn to a pre anthesis soil water deficit. **Agronomy Journal**, Madison, v.84, p.107-113, 1992.
- PETRY, C. **Plantas Ornamentais, aspectos para a produção**. Passo Fundo, Editora Universidade de Passo Fundo, 2008, 160p.
- ROSA, H. T.; WALTER, L. C.; STRECK, N. A.; ALBERTO, C. M. **Métodos de soma térmica e datas de semeadura na determinação de filocrono de cultivares de trigo**. Pesquisa Agropecuária Brasileira, v.44, n.11, p.1374-1382, nov. 2009.
- SKINNER, R. H.; NELSON, C. J. Elongation of the grass leaf its relationship to the phyllochron. **Crop Science**, v.35, n.1, p.4-10, 1995.
- SONSTEBY, A.; HEIDE, O. M. Dormancy relations and flowering of the strawberry cultivars Korona and Elsanta as influenced by photoperiod and temperature. **Scientia Horticulturae**, Amsterdam, v. 110, p. 57–67, 2006.
- STRECK, N. A. et al. Incorporating a chronology response into the prediction of leaf appearance rate in winter wheat. **Annals of Botany**, v.92, p.181-190, 2003.
- STRECK, N.A.; BOSCO, L.C.; MENEZES, N.L.; GARCIA, D.C.; ALBERTO, C.M.; LAGO, I. Estimativa do filocrono em cultivares de trigo de primavera. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, v.13, p.423-429, 2005.
- STRECK, N.A.; PAULA, G.M. de; OLIVEIRA, F.O.; SCHWANTES, A.P.; MENEZES, N.L. de. Improving node number simulation in soybean. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.44, p.661-668, 2009.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia Vegetal**. 4.ed. - Porto Alegre: Artmed, 2009. 848p

WILHELM, W. W.; McMASTER, G. S. Importance of the phyllochron in studying development and growth in grasses. **Crop Science**, v.35, n.1, p.1-3, 1995.

XUE, Q. W.; WEISS, A.; BAENZIGER, P. S. Predicting leaf appearance in field-grown winter wheat: evaluating linear and non-linear models. **Ecological Modelling**, v.175, p.261-270, 2004.



## 5 CAPÍTULO III

### ESTIMATIVA DO FILOCRONO E ANÁLISE DE CRESCIMENTO DE CRISÂNTEMO DE CORTE CV. JÔ SPITOVEN SOB DIFERENTES CONDIÇÕES DE ILUMINAÇÃO

#### Resumo

A folha é o órgão responsável pela percepção do fotoperíodo, sendo muito importante para o desenvolvimento e controle da floração da planta. A contabilização do surgimento de novas folhas é uma ótima medida de tempo fisiológico, podendo ser realizada através do filocrono. Assim, o objetivo neste trabalho foi estimar o filocrono e realizar a análise de crescimento para o crisântemo (*Dendranthema grandiflora* Tzvelev), cultivar Jô Spitoven cultivada sob iluminação artificial de forma contínua e de forma intermitente. O experimento foi conduzido em casa de vegetação, no Departamento de Fitotecnia da UFSM, no período de julho a outubro de 2015. Em delineamento inteiramente casualizado, com quatro repetições, cada unidade experimental foi composta de nove plantas conduzidas em haste única. Os tratamentos foram o cultivo de crisântemo utilizando os fotoperíodos de 14h, 14h e 30min, 15h e 15h e 30min de luz sob iluminação artificial de forma contínua e de forma intermitente. Os valores de filocrono estimados variaram em função da forma de suplementação de luz. O fornecimento de luz de forma contínua promoveu aumento no filocrono, indicando que a forma de fornecimento de luz afeta a velocidade de aparecimento de folhas para esta cultivar. Em relação a análise de crescimento os manejo com iluminação intermitente, com destaque ao fotoperíodo de 14h e 30min, foram superiores aos demais, exceto para a altura.

**Palavras-chave:** *Dendranthema grandiflora* Tzvelev. Fotoperíodo. Iluminação artificial. Surgimento de folhas.

### ESTIMATION OF FILOCRONO AND PRODUCTION OF FLORAIS HONEYS OF CUTTING CHRYSANTHEMUM CV. JÔ SPITOVEN UNDER DIFFERENT LIGHTING CONDITIONS

#### Abstract

The leaf is the organ responsible for the perception of the photoperiod, being very important for the development and control of the flowering of the plant. The accounting of the emergence of new leaves is a great measure of physiological time, and can be performed through the phyllochron. Thus, the objective of this work was to estimate the phyllochron and to perform the growth analysis for chrysanthemum (*Dendranthema grandiflora* Tzvelev), cultivar Jô Spitoven cultivated under artificial lighting continuously and intermittently. The experiment was conducted in a greenhouse at the UFSM's Plant Engineering Department from July to October 2015. In a completely randomized design with four replicates, each experimental unit was composed of nine single-stemmed plants. The treatments were chrysanthemum cultivation using the photoperiod of 14h, 14h and 30min, 15h and 15h and 30min of light under continuous and intermittent artificial lighting. Estimated phyllochron values varied depending on the form of light supplementation. The continuous light supply promoted an increase in the phyllochron, indicating that the form of light supply affects the speed of appearance of leaves for this cultivar. Regarding the growth analysis, the management with intermittent lighting, with highlight to the photoperiod of 14h and 30min, were superior to the others, except for the height.

**Keywords:** *Dendranthema grandiflora* Tzvelev. Photoperiod; Artificial lighting. Emergence of leaves.

## 5.1 INTRODUÇÃO

O crisântemo (*Dendranthema grandiflora* Tzvelev), pertencente à família Asteraceae, originária da Ásia, é uma planta com grande aceitação de mercado a nível mundial, sendo uma das mais populares no Brasil devido às características ornamentais, com sua diversidade de cores e formatos das inflorescências e durabilidade pós-colheita (BARBOSA et.al., 2012; GRUSZYNSKI, 2001; PETRY, 2008;). A cultura possui ciclo de desenvolvimento curto e é uma ótima alternativa de renda para a pequena propriedade agrícola, com alto rendimento por unidade de área e excelente resposta fotoperiódica, o que possibilita o seu cultivo durante todo o ano (BELLÉ, 2000; BRUM et al., 2007).

O manejo fotoperiódico é um dos fatores que garantem o sucesso na produção, pois o crisântemo é classificado, como, planta de dia curto, ou seja, o florescimento é dependente do comprimento do dia, sendo estimulado pela condição de dias curtos, menor do que 12 horas (PETRY, 2008). Conseqüentemente, para a obtenção de hastes florais, comprimento e diâmetro da inflorescência, exigidos pelo mercado é necessário controlar o período de exposição das plantas a dias longos e curtos, bem como, aos dias normais (BARBOSA, 2003). Em geral, para o cultivo de crisântemo são necessárias quatro semanas (28 dias) de exposição das plantas a dias longos com a utilização de iluminação artificial, que pode ser de forma contínua ou de forma intermitente (GRUSZYNSKI, 2001).

A folha é o órgão responsável pela percepção do fotoperíodo, sendo muito importante para o desenvolvimento e controle da floração da planta (TAIZ; ZEIGER, 2009). A contabilização do surgimento de novas folhas na haste de uma planta é uma excelente medida de tempo fisiológico da planta (STRECK et al., 2003). Esta contabilização pode ser realizada através do filocrono, que é o intervalo de tempo necessário para o aparecimento de folhas consecutivas na haste principal (DELLAI et al., 2005; HERMES et al., 2001). O filocrono depende da espécie estudada, cultivar e do tempo de alongação da folha (ROSA et al., 2009), sendo bastante influenciado por fatores ambientais (ROSA et al., 2009; WILHELM; MCMASTER, 1995).

Na quantificação do filocrono, deve-se incluir a temperatura na contabilização do crescimento da planta. Uma das formas é pelo método da soma térmica, definido como a soma diária de unidades térmicas acima de uma temperatura basal inferior, abaixo da qual a planta não se desenvolve ou seu desenvolvimento é tão lento que pode ser desprezado (MCMASTER; WILHELM, 1997; ROSA et al., 2009). Utilizando-se a soma térmica como

medida de tempo em plantas, o filocrono corresponde aos graus-dia necessários para o aparecimento de uma folha ( $^{\circ}\text{C dia}^{-1}$  folha $^{-1}$ ) (KOEENDER et al., 2008).

A manutenção do crescimento vegetativo do crisântemo permite que as plantas alcancem a altura desejada, para isso elas são iluminadas durante a noite, geralmente por quatro semanas, para que ocorra a inibição do florescimento propiciando o crescimento vegetativo da planta (GRUSZINSKY, 2001). Barbosa (2012) salienta que a qualidade, intensidade e duração da iluminação afetam fatores importantes de produção como a altura e vigor da planta e a qualidade das inflorescências, portanto quando realizado o cultivo do crisântemo em baixa intensidade luminosa ocorre à redução na taxa de fotossíntese, causando menor crescimento e desenvolvimento, menor diferenciação de gemas vegetativas em reprodutivas, haste longa e fraca, prejudicando a vida pós-colheita.

A análise de crescimento de plantas é muito importante para descrever as mudanças na produção vegetal em função do tempo. Magalhães (1986) e Stefanini, Rodrigues e Ming (2002), afirmam que a análise de crescimento é importante para descrever características morfológicas e fisiológicas das plantas, permitindo o acompanhamento da produtividade e do crescimento em diferentes intervalos de tempo.

Garcia et al. (2008) e Pereira e Machado (1987), consideram que a análise de crescimento representa a referência inicial na análise de produção das espécies vegetais, requerendo informações que podem ser obtidas sem a necessidade de equipamentos sofisticados. Estas informações estão relacionadas com a quantidade de material contido na planta toda ou então nas partes como folhas, colmos, raízes, flores e frutos, e também no tamanho do aparelho fotossintetizante conhecido como área foliar. Apesar da complexidade que envolve o crescimento das espécies vegetais, a análise de crescimento é um meio bastante vantajoso para avaliar o desenvolvimento e mensurar a contribuição de diferentes processos fisiológicos sobre o comportamento da planta (BENINCASA, 2003).

Assim, o objetivo neste trabalho foi estimar o filocrono e realizar a análise de crescimento para a cultivar de crisântemo de corte Jô Spitoven, cultivada em diferentes fotoperíodos sob iluminação artificial de forma contínua e intermitente.

## 5.2 MATERIAIS E MÉTODOS

O experimento com a espécie *Dendranthema grandiflora* Tzvelev cv. Jô Spitoven, foi conduzido na área experimental do Departamento de Fitotecnia da Universidade Federal de

Santa Maria (UFSM), Santa Maria, RS (29° 42' de latitude sul, 53° 42' de longitude oeste e 95 m de altitude) em casa de vegetação no período de 06 de julho a 24 de agosto de 2015. Em delineamento inteiramente casualizado, organizado em esquema bifatorial 4x2 (quatro fotoperíodos: 14, 14:30, 15 e 15:30h e dois regimes de iluminação artificial: de forma contínua e de forma intermitente (15 min acesa e 15 min apagada)), com quatro repetições, cada unidade experimental foi composta por nove plantas, conduzidas em haste única.

As mudas foram produzidas por enraizamento de estacas da porção apical de plantas oriundas do jardim clonal do Setor de Floricultura do Departamento de Fitotecnia da UFSM. As estacas foram alocadas em bandejas de plástico com 50 alvéolos, contendo casca de arroz carbonizada como substrato, sendo uma estaca por alvéolo. As estacas foram tratadas com AIB (ácido indol-butílico), na concentração de 1000 mg kg<sup>-1</sup> em pó, para uniformização do enraizamento.

Após o enraizamento, as mudas foram transplantadas para vasos plásticos flexíveis de coloração preta número 20 (5 litros de volume, 20 cm de altura e 20 cm de diâmetro) contendo substrato comercial Carolina Soil®.

Os vasos foram dispostos, aleatoriamente, em duas bancadas com dimensões de 4 m de comprimento, 1m de largura e 0,65 m de altura, subdivididas em 8 parcelas iguais, cercadas por uma cortina de tecido Oxford preto. Cada parcela continha uma lâmpada fluorescente de 30 Watts de cor amarela conectada a um temporizador analógico, onde foram programados os fotoperíodos de 14, 14:30, 15 e 15:30h de forma contínua e intermitente. Os vasos com crisântemo ficaram expostos sob esta condição, do transplante até o período de indução floral, totalizando quatro semanas de exposição aos dias longos com iluminação artificial. Após, as plantas foram submetidas a dias curtos (DC), com a suspensão da iluminação artificial até a plena abertura das inflorescências. Foram realizados desbrotos com a finalidade de deixar apenas uma haste por planta.

A temperatura do ar no interior da casa de vegetação foi medida com o auxílio de um termohigrógrafo de registro semanal, instalado no interior de um miniabrigo de madeira pintado de branco, a 1,5m acima do nível das bancadas. Os valores de temperatura foram coletados em intervalos de 1 hora. A determinação da temperatura média diária do ar (T<sub>m</sub>) foi realizada utilizando a Equação (1):

$$T_m = (T_{\text{máx}} + T_{\text{mín}})/2 \quad (1)$$

em que:

Tmáx: temperatura máxima

Tmín: temperatura mínima

Para o cálculo da soma térmica diária (STd) utilizou-se o método proposto por Arnold (1960), expresso na Equação (2):

$$STd = Tm - Tb. 1 \text{ dia} \quad (2)$$

em que:

STd = soma térmica diária ( $^{\circ}\text{C dia}^{-1}$ )

Tm = temperatura média diária do ar ( $^{\circ}\text{C}$ )

Tb = temperatura base da cultivar ( $^{\circ}\text{C}$ ). Considerou-se  $6^{\circ}\text{C}$  como temperatura basal (MOTA, 1989).

Como o crisântemo é propagado por estaquia, a soma térmica diária foi acumulada a partir do transplante, através da soma térmica acumulada de cada dia (STa,  $^{\circ}\text{C dia}$ ), calculada pela Equação (3):

$$STa = \sum STd \quad (3)$$

Realizou-se análise da regressão linear correlacionando o número de folhas acumulados na haste e a soma térmica acumulada (STa) desde a data da primeira contagem do número de folhas (1 dia após o transplante). O filocrono para cada regime de fornecimento de iluminação artificial foi estimado como sendo o inverso do coeficiente angular da regressão linear entre número de folhas e soma térmica acumulada (KLEPPER et al., 1982; XUE et al., 2004).

Foram determinadas a área foliar, altura de plantas e número de folhas.

Semanalmente, foi avaliado o comprimento (C) e a largura foliar (L), de forma manual com o auxílio de regra milimétrica, tendo como parâmetro a medida longitudinal do pecíolo até a ponteira da folha versus a maior medida transversal, para cálculo da área foliar que foi realizada utilizando a Equação (4):

$$AF = (C * L) * FC \quad (4)$$

onde:

C: comprimento foliar

L: largura foliar

FC: Fator de correção, para cv. Jô Spitoven 0,60 (BELLÉ, 2000).

Duas vezes por semana foram realizadas contagens do número total de folhas por planta, até o término do período de emissão de folhas, correspondente a 50 dias após o transplante, (DAT) foi considerada como folha visível quando o folíolo apical possuía pelo menos 1 cm de comprimento (CAO; TIBBITTS, 1995) e, também, a medição da altura de plantas com o auxílio de régua milimétrica até o período de estabilização do crescimento, correspondente a 68 DAT.

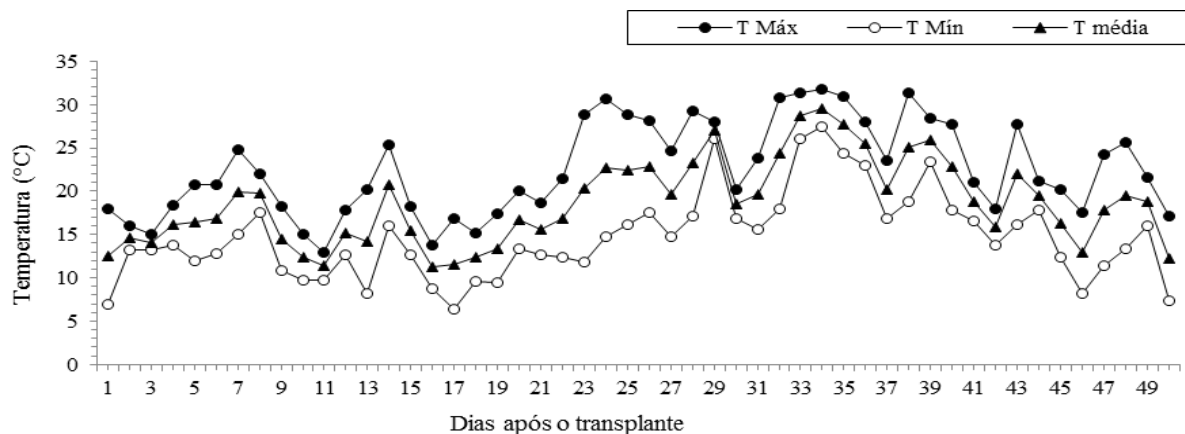
Os dados foram submetidos ANOVA e análise de regressão em nível de 5% de probabilidade de erro, com o auxílio do software estatístico SISVAR (FERREIRA, 2011).

### 5.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

#### 5.3.1 Estimativa do filocrono

Os valores absolutos de temperaturas mínimas e máximas verificados durante o experimento foram 6,4°C e 31,8°C, respectivamente (Figura 12), sendo que a temperatura média durante todo o experimento foi de 18,6°C, valor acima dos 18°C considerando ideal para a cultura (ADAMS et. al, 1998), o que possivelmente contribuiu para uma rápida emissão de folhas.

Figura 12- Temperaturas no período de cultivo de agosto a setembro, da cv. Jô Spitoven. Santa Maria, RS, 2015.



O número médio de folhas da cultivar Jô Spitovendas plantas cultivadas sob iluminação artificial de forma contínua foi de 34 folhas, e com o fornecimento de iluminação artificial de forma intermitente de 36,2 folhas (Figura 13). O aumento de folhas em uma planta é um aspecto positivo, pois este contribui para o acréscimo da biomassa de uma cultura, aumentando gradualmente a capacidade fotossintética do vegetal, com maior produção de fotoassimilados o que resultará em hastes florais de maior qualidade estética (ALVARENGA et al., 2003; BARBOSA, 2009; TAIZ; ZEIGER, 2009).

A temperatura do ar é uma das variáveis climáticas que determina a taxa de desenvolvimento da planta influenciando em aspectos morfológicos como a altura, número de folhas, número e diâmetro de flores e inflorescências e também no ciclo de cultivo da planta, isso se deve ao efeito das reações químicas e dos processos de transporte da seiva (TAIZ; ZEIGER, 2009).

Os valores de filocrono estimados variaram em função da forma de suplementação de luz, sendo que a menor média foi estimada para a forma intermitente com  $23,66\text{ }^{\circ}\text{C dia folha}^{-1}$  e a maior média para a forma de iluminação contínua com  $25^{\circ}\text{C dia folha}^{-1}$  (Tabela 2).

O resultado indica a tendência de aumento do filocrono com a ininterrupta da iluminação, ou seja, as plantas cultivadas sob iluminação contínua demoram mais para emitir folhas, desenvolvendo-se numa taxa menor, quando comparadas com as plantas cultivadas sob iluminação intermitente. Por esta razão a iluminação artificial contínua propiciou menor número de folhas do que a de forma intermitente. Nabinger (1997) salienta que apesar de o filocrono ser relativamente constante para uma espécie, são possíveis variações dentro de cultivares, o que foi constatado neste experimento, em que diferentes manejos de iluminação para uma mesma cv. alteraram os valores de filocrono.

O cultivo com o fotoperíodo de 15h e 30min contínua, possui um consumo maior de energia elétrica, devido ao maior número de horas em que as lâmpadas precisarão ficar acesas, e também necessita de uma soma térmica diária maior para emitir uma folha, possivelmente a planta apresentará número reduzido de folhas ou maior ciclo de produção, não sendo viável em termos técnicos e econômicos.

Comparando os fotoperíodos com iluminação artificial contínua o que necessitou de uma soma térmica menor foi o de 14h e 30min com  $24,33\text{ }^{\circ}\text{C dia folha}^{-1}$  e no intermitente o fotoperíodo de 14h e 30min necessitando de  $22,12\text{ }^{\circ}\text{C dia folha}^{-1}$ . Streck et al (2003), estudando o filocrono para a cultura do azevém (*Lolium multiflorum*), salienta que é esperado um aumento no valor do filocrono conforme novas folhas irão aparecendo, pois percorrem

maior distância entre o ápice meristemático e a extremidade da bainha, necessitando de um maior acúmulo diário para a expansão foliar. O mesmo ocorreu para o crisântemo cv. Jô Spitoven em todos os tratamentos, como observado na Tabela 2.

Figura 13- Relação entre número de folhas acumuladas na haste principal e soma térmica acumulada (acima da temperatura base de 6°C) utilizada para a estimativa do filocrono em crisântemo, cv. Jô Spitoven. Santa Maria, RS, 2015.

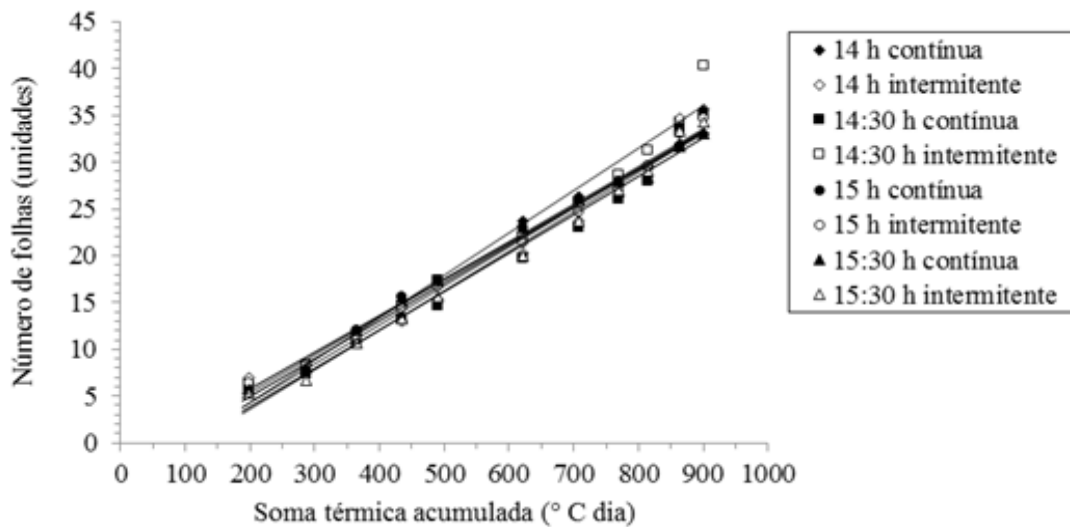


Tabela 2 – Equação da regressão e coeficiente de determinação com seus respectivos fotoperíodos. Santa Maria, RS, 2015.

Fotoperíodo	Equação	r <sup>2</sup>	Filocrono (°C dia folha <sup>-1</sup> )
14 h contínua	$y = 0,0393x - 2,0952$	0,9960	25,44
14 h intermitente	$y = 0,0417x - 4,1178$	0,9711	23,98
14:30 h contínua	$y = 0,0411x - 4,3612$	0,9746	24,33
14:30 h intermitente	$y = 0,0452x - 4,6978$	0,9758	22,12
15 h contínua	$y = 0,0402x - 2,6268$	0,9915	24,87
15 h intermitente	$y = 0,0404x - 3,071$	0,9922	24,75
15:30 h contínua	$y = 0,039x - 2,1154$	0,9951	25,64
15:30 h intermitente	$y = 0,042x - 4,7644$	0,9883	23,80

### 5.3.2 Análise do crescimento

A Figura 14a expõe a variável número de folhas por planta (NF) avaliadas no cultivo da cultivar de crisântemo Jô Spitoven sob iluminação artificial de forma contínua e de forma



intermitente, verificando-se que houve efeito significativo da interação entre os quatro fotoperíodos e os dois regimes de iluminação artificial, de forma contínua e de forma intermitente.

O coeficiente de determinação ( $r^2$ ) da regressão polinomial entre NF e fotoperíodos (Tabela 3), foi sempre maior que 0,9, indicando que a temperatura é um dos principais fatores determinantes na emissão de folhas para esta cultivar de crisântemo.

De modo geral, as plantas expostas aos tratamentos com iluminação artificial de forma intermitente produziram em média 2 folhas a mais por planta em relação aquelas cultivadas sob iluminação contínua, um fator que explica este aumento foliar é o filocrono. Como visto no item anterior, plantas cultivadas sob iluminação contínua apresentaram valor de filocrono maior do que as plantas cultivadas com iluminação intermitente, com isso quanto maior for o valor, maior é a soma térmica necessária para a emissão de uma folha, como consequência surgem um menor número de folhas em um determinado momento (SANTOS, 2005).

Entre os tratamentos, o fotoperíodo com maior emissão de folhas foi o de 14h e 30min intermitentes, com média de 40,35 folhas planta<sup>-1</sup> e o tratamento com piores resultados o de 15h e 30min contínuos, com média de 32,62 folhas planta<sup>-1</sup>, demonstrando que a aplicação de 1 hora/diária a mais no cultivo desta cultivar não favoreceu no surgimento de folhas, e que o filocrono aumentou a velocidade de emissão foliar. Como visto anteriormente o tratamento com 14h e 30min intermitentes foi o que necessitou de uma menor soma térmica para a emissão de uma folha. O incremento foliar é uma característica desejada, pois as folhas funcionam como reservatório de íons e moléculas durante a fase vegetativa, sendo posteriormente redistribuídos para outras regiões de crescimento da planta, influenciando então a fase reprodutiva (MALAVOLTA, 1980).

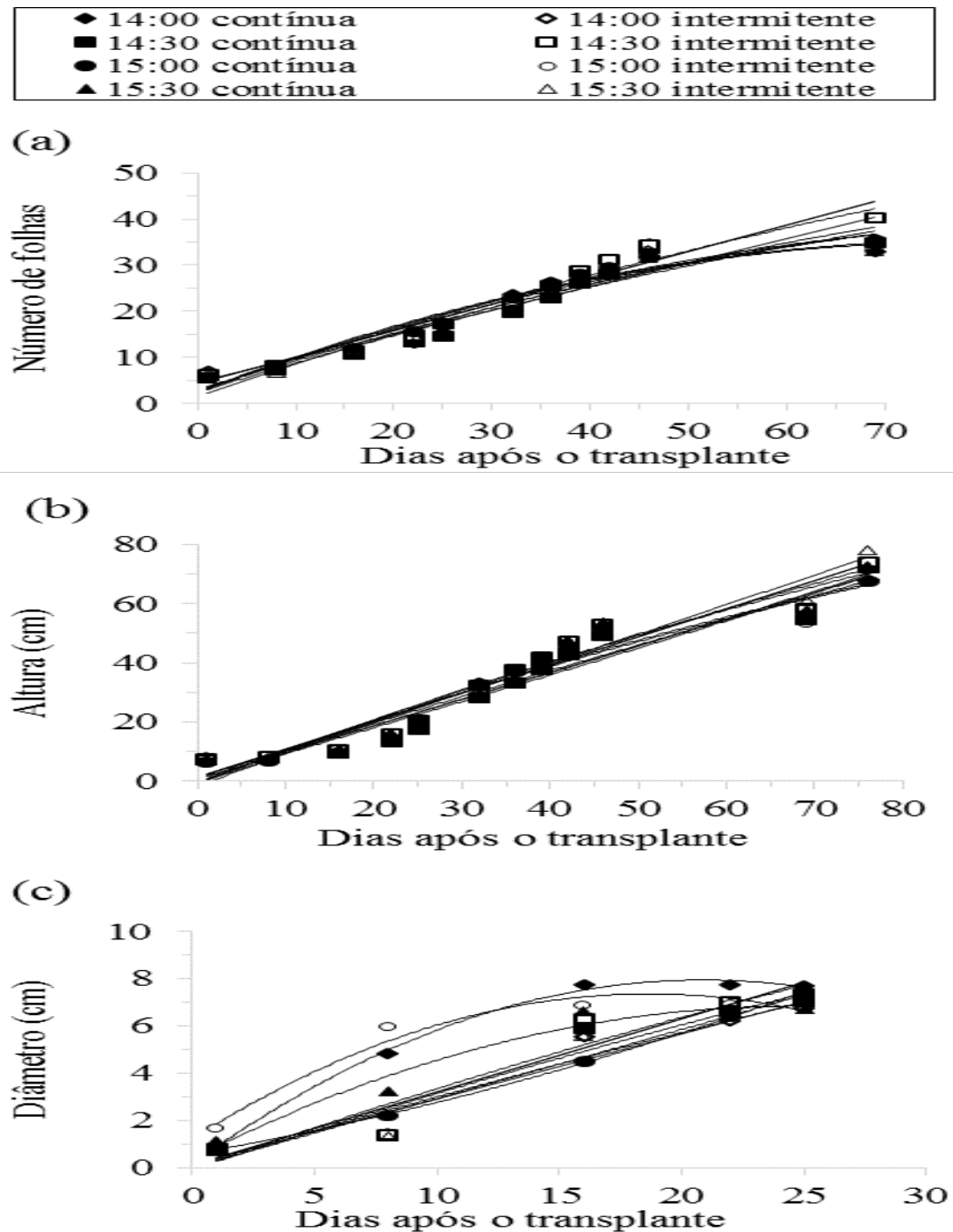
Em relação aos resultados observados para a variável altura de plantas, houve efeito significativo para a interação dos fatores A e D, mais uma vez os fotoperíodos e os manejos de suplementação luminosa interferiram no desenvolvimento das plantas (Figura 14b).

Todos os coeficientes de determinação ( $r^2$ ) da regressão polinomial entre altura, fotoperíodos e manejo de iluminação (Tabela 3) apresentaram valores superiores a 0,9, fator que confirma que o fotoperíodo é um dos elementos meteorológicos determinantes na estatura de plantas da cv. de crisântemo Jô Spitoven.

Primeiramente comparando os dois regimes de iluminação artificial, a forma intermitente apresentou plantas maiores, com média de 73,09 cm, o que certamente influenciou no maior número de folhas apresentado pelas plantas cultivadas sob esta forma de

iluminação, tendo então plantas com a haste mais longa e com mais folhas. A forma com iluminação contínua apresentou plantas com média de 69,79 cm.

Figura 14- Número de folhas (a), altura de plantas (b) e diâmetro da inflorescência (c) de crisântemo cv. Jô Spitoven cultivadas sob iluminação contínua e intermitente. Santa Maria, RS, 2015.



O cultivo com um número maior de horas de iluminação artificial, apresentou incrementos significativos em um parâmetro de produção muito importante que é a altura de plantas. O tratamento com o fotoperíodo de 15h e 30min de iluminação intermitente proporcionou um aumento de 10,6 cm em relação às plantas cultivadas no tratamento de 14h contínuas, que apresentou menor média, 67,36 cm. Provavelmente porque na cultura do crisântemo a iluminação artificial favorece a produção de fotoassimilados, que são particionados pela planta para o seu crescimento e desenvolvimento, principalmente, em relação ao número de folhas e, conseqüentemente, na altura da planta (BELLÉ, 2000; GRUSZINSKY, 2001). Então o aumento no tempo de exposição das plantas a iluminação artificial, favorece a produção destes assimilados.

Tabela 3– Equação da regressão e coeficiente de determinação do número de folhas, altura de plantas e diâmetro da inflorescência de crisântemo cv. Jô Spitoven cultivadas sob iluminação contínua e intermitente. Santa Maria, RS, 2015.

Parâmetro	Fotoperíodo	Equação	r <sup>2</sup>
Número de folhas	14 h contínua	$y = -0,005x^2 + 0,8117x + 2,5007$	0,9497
	14 h intermitente	$y = -0,0021x^2 + 0,6613x + 2,8741$	0,9200
	14:30 h contínua	$y = -0,0023x^2 + 0,6628x + 2,359$	0,9321
	14:30 h intermitente	$y = -0,0018x^2 + 0,6943x + 2,9144$	0,9627
	15 h contínua	$y = -0,004x^2 + 0,7685x + 2,55$	0,9731
	15 h intermitente	$y = -0,0034x^2 + 0,7267x + 2,7588$	0,9456
	15:30 h contínua	$y = -0,005x^2 + 0,8158x + 2,2497$	0,9640
	15:30 h intermitente	$y = -0,0035x^2 + 0,75x + 1,3754$	0,9377
Altura de plantas	14 h contínua	$y = -0,0029x^2 + 1,1016x - 0,5658$	0,9427
	14 h intermitente	$y = 0,0005x^2 + 0,8587x + 1,4065$	0,9434
	14:30 h contínua	$y = 0,0006x^2 + 0,8522x + 0,7688$	0,9381
	14:30 h intermitente	$y = -0,0017x^2 + 1,0757x - 0,2041$	0,9419
	15 h contínua	$y = -0,0035x^2 + 0,5628x + 3,2141$	0,9738
	15 h intermitente	$y = -0,0008x^2 + 0,9376x + 1,1844$	0,9372
	15:30 h contínua	$y = -0,0026x^2 + 1,132x - 0,8428$	0,9419
	15:30 h intermitente	$y = -0,0002x^2 + 1,0178x - 0,6751$	0,9446
Diâmetro da inflorescência	14 h contínua	$y = -0,0176x^2 + 0,7413x + 0,1684$	0,9967
	14 h intermitente	$y = -0,0011x^2 + 0,3059x + 0,0529$	0,9386
	14:30 h contínua	$y = -0,0016x^2 + 0,3371x - 0,0757$	0,9297
	14:30 h intermitente	$y = -0,0019x^2 + 0,3586x - 0,0507$	0,9192
	15 h contínua	$y = 0,0059x^2 + 0,1402x + 0,6622$	0,9985
	15 h intermitente	$y = -0,0174x^2 + 0,6544x + 1,2273$	0,9677
	15:30 h contínua	$y = -0,0079x^2 + 0,4762x + 0,4714$	0,9767
	15:30 h intermitente	$y = -0,0002x^2 + 0,2961x + 0,0008$	0,9383

No entanto, todas as plantas cultivadas nos diferentes tratamentos, enquadraram-se nos padrões de qualidade estabelecidos pela Cooperativa Veiling Holambra. As hastes cultivadas sob o fotoperíodo de 15h e 30min intermitentes foram as únicas que se enquadraram na classe 080, com hastes longas de 75 a 80 cm, as demais são classificadas na classe 070, com hastes médias variando de 65 a 70 cm (COOPERATIVA VEILING HOLAMBRA, 2017).

Em relação ao diâmetro das inflorescências da cv. Jô Spitoven, é demonstrado que esta variável não sofreu influência do fotoperíodo (Figura 14c), a forma de iluminação artificial de forma contínua ou intermitente também não alterou o diâmetro das inflorescentes, pois ambos os regimes apresentaram inflorescências com médias de 7 cm.

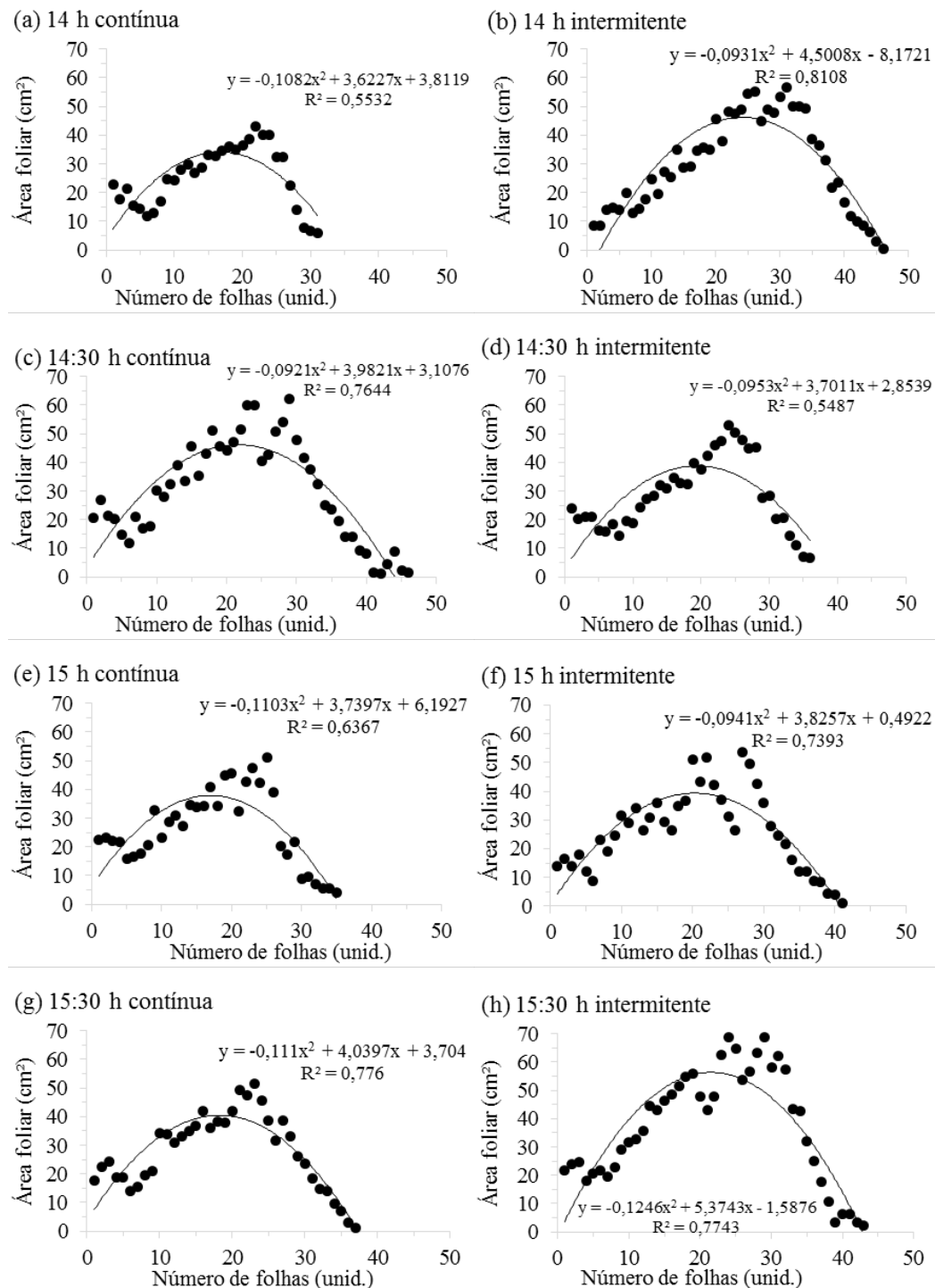
A cultivar Jô Spitoven possui inflorescência simples do tipo margarida. A Cooperativa Veiling Holambra (2017), classifica a cv. no grupo SS, onde enquadram-se cv. de crisântemo com inflorescência mini como Santinis, Desmond, Yoko Ono, John Lennon, Pretend, Tom Hermans, Faroe, Statesman e Vesuvio.

Verificou-se, em relação a área foliar, que nos dois regimes de iluminação artificial as plantas cultivadas com iluminação intermitente apresentaram maior área foliar, com exceção do fotoperíodo de 14h e 30min em que a forma de iluminação contínua foi superior ao regime intermitente (Figura 15). Severino et al (2004) destacam a importância em relação ao acompanhamento da área foliar de uma planta, para a experimentação nas áreas ligadas a fitotecnia, pois esta possibilita ao pesquisador respostas aos tratamentos aplicados, considerando uma variável relacionada com a interceptação de luz e, conseqüentemente, com a capacidade fotossintética da planta.

A área foliar confirma a superioridade do regime de iluminação artificial de forma intermitente sobre o de forma contínua. Em todas as variáveis analisadas, este tratamento foi superior ou igual ao de forma contínua.

O tratamento com 15h e 30min com iluminação artificial intermitente apresentou a maior área foliar e o tratamento com 14h contínuas a menor área foliar, o que demonstra que o aumento no fotoperíodo influencia consideravelmente a área foliar das plantas, trazendo acréscimos em relação a esta variável sendo uma característica benéfica e desejada ao cultivo. Este resultado está de acordo com Alvarenga (1987) que a área foliar, geralmente, tende a ser maior em dias longos. O aumento na área foliar é uma característica positiva ao cultivo contribuindo no crescimento das plantas, pois favorece a interceptação de luz pelas folhas, aumentando o potencial fotossintético total (GLOBIG et al., 1997).

Figura 15– Área foliar de crisântemo cv. Jô Spitoven cultivadas sob iluminação contínua e intermitente. Santa Maria, RS, 2015.



O comportamento das curvas nos regimes de iluminação artificial é de uma equação quadrática, o que demonstra que durante o período de condução do experimento houve aumento da área foliar atingindo o seu máximo e diminuindo posteriormente. Este fato

demonstra que a iluminação artificial contínua e a intermitente não aceleraram ou atrasaram as fases de crescimento da planta.

#### 5.4 CONCLUSÃO

Os valores de filocrono estimados variaram em função da forma de suplementação de luz. O fornecimento de luz de forma contínua promoveu aumento no filocrono, indicando que a forma de fornecimento de luz afeta a velocidade de emissão de folhas para esta cultivar. O fotoperíodo de 14h e 30min de forma intermitente apresentou o menor valor de filocrono, com 22, 12 °C necessários para a emissão de uma folha.

Em relação a análise de crescimento, as plantas cultivadas sob iluminação artificial de forma intermitente apresentaram melhor desenvolvimento do que aquelas cultivadas em iluminação artificial contínua, tendo seu comportamento influenciado pelo filocrono. As plantas cultivadas no fotoperíodo de 14h e 30min intermitentes foram superiores as demais, não sendo necessário aplicar um número maior de horas para melhorar os aspectos de qualidade das hastes.

Ambos os regimes de suplementação luminosa produziram plantas que se desenvolveram continuamente ao longo do ciclo, não apresentando aceleração ou retardos durante as fases de desenvolvimento da planta.

#### REFERÊNCIAS

ADAMS, S. R.; PEARSON, S.; HADLEY, P. The effect of temperature on inflorescence initiation and subsequeute development in chrysanthemum cv. "Snowdon" (*Chrysanthemum morifolium* Ramat.). **Scientia Horticulturae**, Amsterdan, v.77, p.59-72, 1998.

ALVARENGA, A. A. **Estudo de alguns aspectos do desenvolvimento do feijão jacatupé (*Pachyrrhizus tuberosus* Lam. Spreng)**. 1987. 74 p. Tese (Doutorado em Biologia Vegetal) - Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 1987.

ALVARENGA, A.A.; CASTRO, E.M.; LIMA JÚNIOR, E.C.; MAGALHÃES, M.M. Effects of different light levels on the initial growth and photosynthesis of *Croton urucurama* Baill in southeastern Brazil. **Revista Árvore**, v.27, n.1, p.53-57, 2003.

ARNOLD, C.Y. Maximum-minimum temperature as a basis for computing heat units. **Americam Society for Horticulture Science**, v.76, n.1, p.682-692, 1960.

BARBOSA, J. G. **Crisântemo: produção de mudas – cultivo para corte e flor – cultivo hidropônico**. Viçosa, MG: Aprenda Fácil, 2003. 234 p.

- BARBOSA, M. S. Produção de crisântemos de corte sob diferentes relações de N:K e aplicação de fungicida via solução nutritiva. 2009. 146 p. Tese (Doutorado em Fitotecnia), UFV, Viçosa. 2009.
- BARBOSA, J. G. et al. Crisântemo. In: PAIVA, P. D. de O., ALMEIDA, E. F. A. **Produção de Flores de Corte**. 1. ed. Lavras: UFLA, 2012. v. 1, p. 245.
- BELLÉ, R. A. 2000. **Caderno Didático de Floricultura**. Curso de Agronomia, UFSM. 142 p.
- BENINCASA, M. M. P. Análise de crescimento de plantas: Noções básicas. 2ª ed. Funep: Jaboticabal, 2003. 41p.
- BRUM, B. et al. Crescimento, duração do ciclo e produção de inflorescências de crisântemo multiflora sob diferentes números de despontes e tamanhos de vasos. **Ciência Rural**, v. 37, p. 682-689. 2007.
- CAO, W.; TIBBITTS, T.W. Leaf emergence on potato stems in relation to thermal time. **Agronomy Journal**, v.87, p.474- 477, 1995.
- COOPERATIVA VEILING HOLAMBRA. **Produtos – Critérios de classificação de produtos**. 2013. Disponível em: <<http://www.veiling.com.br/produtos/>>. Acesso em: 25 jan/2017.
- DELLAI, J.; TRENTIN, G.; BISOGNIN, D.A.; STRECK, N.A. Filocrono em diferentes densidades de plantas de batata. **Ciência Rural**, v.35, p.1269-1274, 2005.
- FERREIRA, D. F. Sisvar: a computer statistical analysis system. **Ciência e Agrotecnologia (UFLA)**, v. 35, n.6, p. 1039-1042, 2011.
- GARCIA, A. et al. 2008. Análise de crescimento de uma cultura de milho submetida a diferentes regimes hídricos. **Nucleus**, v. 5. n. 1.
- GLOBIG, S. et al. 1997. Continuous light effects on photosynthesis and carbon metabolism in tomato. **Acta Horticulturae**, v. 418 p. 141-151.
- GRUSZYNSKI, C. **Produção comercial de crisântemo: vaso, corte e jardim**. Guaíba: Agropecuária, 2001. 166 p.
- HERMES, C.C. et al. **Emissão de folhas de alface em função da soma térmica**. Revista Brasileira de Agrometeorologia, v.9, n.2, p.269-275, 2001.
- KLEPPER, B. et al. Quantitative characterization of vegetative development in small cereal grains. **Agronomy Journal**, v.74, n.4, p.789-792, 1982.
- KOEFENDER, J.; STRECK, N. A.; BURIOL, G. A.; TRENTIN, R. Estimativa do filocrono em calêndula. **Ciência Rural**, v.38, n.5, 2008.
- MAGALHÃES, A. C. N. Análise quantitativa de crescimento. In: FERRI, M.G. **Fisiologia vegetal**. São Paulo: EDUSP, 1986, 331-350p.

- MALAVOLTA, E. **Elementos de nutrição mineral de plantas**. São Paulo, Ceres, 1980. 251p
- MCMASTER, G. S.; WILHELM, W. W. Growing degree-days: one equation, two interpretations. **Agricultural and Forest Meteorology**, v. 87, p. 291-300, 1997.
- MOTA, F. S. **Meteorologia agrícola**. 7. ed. São Paulo: Nobel, 1989. 376p.
- NABINGER, C. Princípio da exploração intensiva de pastagens. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DA PASTAGEM, 13. **Anais...:FEALQ**, p.213-251. 1997.
- PEREIRA, A. R.; MACHADO, E. C. **Análise quantitativa do crescimento de comunidades vegetais**. Boletim Técnico n. 114. Campinas: IAC, 1987. 33p.
- PETRY, C. **Plantas Ornamentais, aspectos para a produção**. Passo Fundo, Editora Universidade de Passo Fundo, 2008, 160p.
- ROSA, H. T.; WALTER, L. C.; STRECK, N. A.; ALBERTO, C. M. **Métodos de soma térmica e datas de semeadura na determinação de filocrono de cultivares de trigo**. Pesquisa Agropecuária Brasileira, v.44, n.11, p.1374-1382, nov. 2009
- SANTOS, R. J. **Dinâmica de crescimento e produção de cinco gramíneas nativas do sul do Brasil**. 2005. 119 p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia)- Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2005
- SEVERINO, L. S.; CARDOSO, G. D.; VALE, L. S. do; SATOS, J. W. dos. Método para determinação da área foliar da mamoneira. *Revista Brasileira de Oleaginosas e Fibrosas*. Campina Grande, v.8, n.1, jan-abr. 2004.
- STEFANINI, M. B.; RODRIGUES, S. D.; MING, L. C.; Ação de fitorreguladores no crescimento da erva-cidreira-brasileira. **Horticultura Brasileira**, v.20 n. 1 Brasília, mar. 2002
- STRECK, N. A. et al. Incorporating a chronology response into the prediction of leaf appearance rate in winter wheat. **Annals of Botany**, v.92, p.181-190, 2003.
- TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia Vegetal**. 4.ed. - Porto Alegre: Artmed, 2009. 848p
- WILHELM, W.W.; MCMASTER, G.S. Importance of the phyllochron in studying development and growth in grasses. **Crop Science**, v.35, p.1-3, 1995.
- XUE, Q. W.; WEISS, A.; BAENZIGER, P. S. Predicting leaf appearance in field-grown winter wheat: evaluating linear and non-linear models. **Ecological Modelling**, v.175, p.261-270, 2004.



## 6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Para o cultivo do crisântemo de corte é necessário inicialmente um período de dias longos, que pode variar de 2 a 6 semanas, com duração acima do fotoperíodo crítico, para propiciar o crescimento vegetativo da planta adequado como formação de nós, alongação de entrenós e haste longa. No entanto, o valor referente ao fotoperíodo crítico é encontrado na literatura de uma forma muito ampla, prejudicando a escolha do manejo ideal e fazendo com que os produtores escolham o maior fotoperíodo crítico como garantia que a planta não induza ao florescimento precocemente, fator que prejudicaria todo o planejamento produtivo. Somado a isso, para propiciar a condição de dias longos, são necessários um alto consumo energético, através de lâmpadas que permanecem por muito tempo ligadas, prejudicando o meio ambiente e elevando os custos de produção.

Nesse sentido, a principal contribuição e avanço no presente estudo foi estimar o fotoperíodo crítico para as cultivares de crisântemo Furore Golden, Snowdon e Yellow Tsuky cultivadas nos fotoperíodos de 12h e 30 min, 13h, 14h, 16h e o fotoperíodo natural, sem iluminação artificial. A escolha do fotoperíodo crítico ideal para cada cultivar, foi feita com base nos parâmetros fitotécnicos altura, número de folhas, diâmetro da haste e da inflorescência e na fitomassa fresca e seca das plantas, e estes resultados comparados com os critérios de qualidade de comercialização estabelecidos pela Cooperativa Veiling Holambra. O fotoperíodo de 12h e 30 min foi estimado como sendo o fotoperíodo crítico para as três cultivares em questão, sendo um ótimo resultado encontrado por necessitar da utilização de poucas horas de iluminação artificial para controlar o florescimento o que certamente irá diminuir os custos de produção aumentando então a lucratividade para o produtor.

Estudos relacionados ao conhecimento do filocrono necessário para a emissão de uma folha de diferentes espécies são importantes para realizar um planejamento produtivo e também para conhecer exigências térmicas das diferentes cultivares. Pelos resultados obtidos neste trabalho foi constatado que a falta de suplementação artificial luminosa afetou a taxa de emissão foliar, pois as plantas necessitaram de uma maior soma térmica acumulada e, conseqüentemente, o filocrono foi muito superior àquelas plantas que foram cultivadas sob iluminação artificial. Muitos autores afirmam que o valor referente ao filocrono é variável entre as espécies e até mesmo entre cultivares, o que se confirma nos estudos aqui realizados. Na cultivar Furore Golden houve maior influência do fotoperíodo sobre o filocrono do que em relação a Snowdon, Yellow Tsuky e Jô Spitoven.

A forma de suplementação luminosa também foi capaz de alterar o filocrono. Na cultivar Jô Spitoven o filocrono das plantas cultivadas sob iluminação intermitente foi menor quando comparado ao filocrono estimado para as plantas cultivadas sob iluminação artificial contínua, o que melhora a velocidade de emissão de folhas. A iluminação artificial intermitente também produziu plantas com melhores características de crescimento, tendo seu comportamento influenciado pelo filocrono, com isso, no fotoperíodo de 14 h e 30 min de forma intermitente, ocorreu o menor valor de filocrono, com  $22,12^{\circ}\text{C dia folha}^{-1}$  necessários para a emissão de uma folha e plantas com resultados superiores aos demais o que comprova não ser necessário a aplicação de um maior número de horas para melhorar os aspectos de qualidade das hastes.

## ANEXO

### ANEXO A – CRITÉRIOS DE CLASSIFICAÇÃO PARA CRISÂNTEMOS DE CORTE, ESTABELECIDOS PELA COOPERATIVA VEILING HOLAMBRA.



### Critério de Classificação Crisântemo Corte.

Classificar é separar os produtos em lotes homogêneos quanto ao padrão e qualidade, caracterizados separadamente. O critério de classificação é o instrumento que unifica a comunicação entre toda a cadeia de produção. Produtores, atacadistas, varejistas, consumidores precisam seguir os mesmos critérios para determinar a qualidade do produto. Assim, haverá mais transparência na comercialização, valorização do melhor produto, maior qualidade e maior consumo.

#### 1. GRUPO. Relacionado às características da variedade.

- **CR:** Variedades com hastes e flores médias. Exemplo: Spider, Reagans, Polaris e Sheenas.
- **SS:** Variedades de mini crisântemo. Exemplo: Santinis, Desmond, Yoko Ono, John Lennon, Jô Spitoven, Pretend, Tom Hermans, Faroe, Statesman e Vesúvio.
- **CD:** Variedades com hastes e flores grandes e pesadas. Exemplo: Polares, Snowdon

**2. PADRÃO.** São as características mensuráveis do produto. O Padrão é determinado pela uniformidade do lote. O lote de Crisântemo padronizado é aquele que possui **95% de uniformidade** quanto a comprimento, peso do maço e ponto de maturação.

#### 2.1. Comprimento da haste

É determinado pelo tamanho da haste desde a sua base até a ponta da haste floral principal, obedecendo à tabela abaixo:

CLASSE	Comprimento da Haste
<b>060</b>	55 a 60 cm
<b>070</b>	65 a 70 cm
<b>080</b>	75 a 80 cm
<b>090</b>	85 a 90 cm



Uniformidade em altura  
"Apresentação"

## 2.2. Peso do maço

O maço de Crisântemo classificado deve apresentar **1,4 kg ou até 32 hastes**.  
Os Santinis podem ter 1,4 kg ou até 45 hastes.

## 2.3. Ponto de maturação

Refere-se ao ponto de maturação no qual o produto é comercializado.

Consideraremos **excesso de maturação**, a haste floral que apresenta um avançado estágio de maturação ou envelhecimento e apresentando flor aberta como aspecto de "flor passada". O produto sendo considerado com excesso de maturação para comercialização será devolvido ao produtor.

O lote será desclassificado quando a amostra (maço) apresentar 80 % das flores com miolo totalmente aberto. Para as variedades decorativas, será considerado o início da queda de pétalas.



## APÊNDICE

APÊNDICE A - ANÁLISE DE VARIÂNCIA (ANOVA), DOS PARÂMETROS DE CULTIVO DE CRISÂNTEMO (*Dendranthema grandiflora* Tzvelev). SANTA MARIA, RS, 2016.

### TABELA DE ANÁLISE DE VARIÂNCIA

Variável analisada: ALTURA

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
FA	4	23148.073461	5787.018365	896.559	0.0000
FD	2	6107.178888	3053.589444	473.080	0.0000
FA*FD	8	694.846219	86.855777	13.456	0.0000
erro	60	387.281800	6.454697		
Total corrigido	74	30337.380368			
CV (%) =	3.14				
Média geral:	80.9376000	Número de observações:	75		

Variável analisada: DIÂMETRO DA INFLORESCÊNCIA

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
FA	4	14.155133	3.538783	13.179	0.0000
FD	2	1043.574145	521.787072	1943.228	0.0000
FA*FD	8	8.933060	1.116632	4.159	0.0005
erro	60	16.110940	0.268516		
Total corrigido	74	1082.773279			
CV (%) =	4.18				
Média geral:	12.3926667	Número de observações:	75		

Variável analisada: DIÂMETRO DA HASTE

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
FA	4	44.308912	11.077228	106.316	0.0000
FD	2	0.894763	0.447381	4.294	0.0181
FA*FD	8	4.639584	0.579948	5.566	0.0000
erro	60	6.251480	0.104191		
Total corrigido	74	56.094739			
CV (%) =	4.71				
Média geral:	6.8514667	Número de observações:	75		

Variável analisada: NÚMERO DE FOLHAS

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
FA	4	3059.733333	764.933333	355.507	0.0000
FD	2	384.606667	192.303333	89.374	0.0000
FA*FD	8	72.726667	9.090833	4.225	0.0005
erro	60	129.100000	2.151667		
Total corrigido	74	3646.166667			
CV (%) =	4.42				
Média geral:	33.1666667	Número de observações:	75		

Variável analisada: FITOMASSA FRESCA DA INFLORESCÊNCIA

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
----	----	----	----	----	-------

FA	4	497.180062	124.295015	13.363	0.0000
FD	2	11771.425456	5885.712728	632.754	0.0000
FA*FD	8	392.135214	49.016902	5.270	0.0001
erro	60	558.103983	9.301733		
-----					
Total corrigido	74	13218.844715			
-----					
CV (%) =	12.61				
Média geral:	24.1846680	Número de observações:		75	

Variável analisada: FITOMASSA FRESCA TOTAL

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
FA	4	18792.625338	4698.156335	175.902	0.0000
FD	2	18039.859558	9019.929779	337.712	0.0000
FA*FD	8	839.152283	104.894035	3.927	0.0009
erro	60	1602.538602	26.708977		
-----					
Total corrigido	74	39274.175782			
-----					
CV (%) =	7.14				
Média geral:	72.3567027	Número de observações:		75	

Variável analisada: FITOMASSA SECA DA INFLORESCÊNCIA

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
FA	4	12.097795	3.024449	19.733	0.0000
FD	2	137.669194	68.834597	449.120	0.0000
FA*FD	8	13.715779	1.714472	11.186	0.0000
erro	60	9.195935	0.153266		
-----					
Total corrigido	74	172.678703			
-----					
CV (%) =	15.47				
Média geral:	2.5305280	Número de observações:		75	

Variável analisada: FITOMASSA SECA TOTAL

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
FA	4	1847.682583	461.920646	195.398	0.0000
FD	2	687.995236	343.997618	145.515	0.0000
FA*FD	8	71.529965	8.941246	3.782	0.0012
erro	60	141.839654	2.363994		
-----					
Total corrigido	74	2749.047438			
-----					
CV (%) =	9.73				
Média geral:	15.8033400	Número de observações:		75	