

THAMYRES REIS DE ASSIS

**USO DE LÂMPADAS DE DIODO EMISSOR DE LUZ 'LED' NO CONTROLE  
DO FLORESCIMENTO EM PLANTAS DE TANGO (*Solidago canadensis* L.)  
E HIPÉRICO (*Hypericum inodorum*)**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Viçosa, como parte das exigências do Programa de Pós-graduação em Fitotecnia, para a obtenção do título de *Magister Scientiae*.

VIÇOSA  
MINAS GERAIS- BRASIL  
2015

**Ficha catalográfica preparada pela Biblioteca Central da Universidade  
Federal de Viçosa - Câmpus Viçosa**

T

A848u  
2015

Assis, Thamyres Reis de, 1989-  
    Uso de lâmpadas de diodo emissor de luz 'LED' no controle  
do florescimento em plantas de Tango (*Solidago canadensis* L.)  
e Hipérico (*Hypericum inodorum*) / Thamyres Reis de Assis. –  
Viçosa, MG, 2015.  
    x, 62f. : il. (algumas color.) ; 29 cm.

Inclui apêndice.

Orientador: José Antônio Saraiva Grossi.

Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Viçosa.

Inclui bibliografia.

1. Plantas - Floração. 2. Planta - Crescimento.  
3. Fotoperiodismo vegetal. 4. *Solidago canadensis*. 5.  
*Hypericum inodorum*. 6. Plantas - Efeito da luz. 7. Diodo  
emissores de luz. 8. Lâmpadas de led. I. Universidade Federal de  
Viçosa. Departamento de Fitotecnia. Programa de Pós-graduação  
em Fitotecnia. II. Título.

CDD 22. ed. 582

THAMYRES REIS DE ASSIS

**USO DE LÂMPADAS DE DIODO EMISSOR DE LUZ 'LED' NO CONTROLE  
DO FLORESCIMENTO EM PLANTAS DE TANGO (*Solidago canadensis* L.)  
E HIPÉRICO (*Hypericum inodorum*)**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Viçosa, como parte das exigências do Programa de Pós-graduação em Fitotecnia, para a obtenção do título de *Magister Scientiae*.

APROVADA: 06 de novembro de 2015.

---

Ernesto José Resende Rodrigues  
(Co-orientador)

---

José Geraldo Barbosa  
(Co-orientador)

---

Afonso Henrique Lima Zuin

---

José Antonio Saraiva Grossi  
(Orientador)

*A Deus, aos meus pais, Sérgio e Célia, e a minha irmã Thais, pelo incentivo, exemplo e amor.*

*“A educação não transforma o mundo. Educação muda as pessoas. Pessoas transformam o mundo.” (Paulo Freire)*

## **AGRADECIMENTOS**

A Deus, por me guiar e abrir sempre meus caminhos.

À Universidade Federal de Viçosa, em especial ao Departamento de Fitotecnia, por prover a minha formação acadêmica. E pela oportunidade da realização do curso de mestrado.

Ao professor José Antonio Saraiva Grossi pela orientação, solicitude, disponibilidade e dedicação do seu tempo para sanar minhas dúvidas e me auxiliar no decorrer de todo o curso.

Aos professores José Geraldo Barbosa, Luiz Alexandre Peternelli, Affonso Henrique Lima Zuin e Ernesto José R. Rodrigues, pela orientação e auxílio.

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), pelo provimento da bolsa.

Aos funcionários da Universidade Federal de Viçosa, em especial, aos funcionários da Floricultura, Garagem e Fitotecnia, pelo suporte prestado, sem o qual esse trabalho não seria possível.

As estagiárias Daniela, Nayara e Joana, pela ajuda e companheirismo.

Aos colegas do Setor de Floricultura André, Rogério e Gustavo, pela ajuda, conversas e conselhos.

Ao meu pai Sérgio, por ser um grande incentivador, e pela ajuda prestada no decorrer dos experimentos, como na montagem de estruturas e elaboração da lâmpada de LED. À minha mãe Célia, pelo apoio incondicional e conselhos.

Ao meu companheiro Felipe, por estar ao meu lado em todos os momentos difíceis e nunca me permitir desistir. Também por me acompanhar todos os dias na realização dos experimentos.

À minha irmã Thais, por me ajudar em todos os momentos.

Aos amigos de Viçosa, Girlaine e Regiane, pela amizade e apoio. E as amigas de república, pela convivência.

Agradeço a todos aqueles que disponibilizaram seu tempo e que me ajudaram de forma direta ou indireta para a realização deste trabalho.

## SUMÁRIO

RESUMO .....	vii
ABSTRACT .....	ix
1.INTRODUÇÃO .....	1
2.REVISÃO DE LITERATURA.....	3
2.1.Comércio de Flores.....	3
2.2.Fisiologia do florescimento.....	5
2.3.Fontes de luz artificiais .....	7
CAPÍTULO I.....	11
RESUMO .....	11
ABSTRACT .....	12
1.INTRODUÇÃO .....	15
2.REVISÃO DE LITERATURA.....	16
2.1. <i>Solidago canadensis</i> L.....	16
2.2.Controle fotoperiódico em plantas de dia curto.....	17
3.MATERIAIS E MÉTODOS .....	19
3.1.Produção de mudas e instalação do experimento .....	19
3.2.Tratos culturais .....	19
3.3.Avaliações.....	22
3.4.Análises estatísticas .....	23
4.RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	24
4.1.Temperatura e umidade.....	24
4.3.Tempo de cultivo.....	25
4.4.Período para indução floral .....	26
4.5.Massa total da haste floral .....	26
4.6.Comprimento da haste.....	27
4.7.Diâmetro da haste.....	28
4.8.Número de folhas.....	28
4.9.Inflorescências .....	28
4.9.1.Número de ramos florais.....	28
4.9.2.Número de conjuntos de inflorescências .....	29
4.10.Massa fresca de folhas, flores e caule .....	30

4.11.Massa seca de folha, flores e caule .....	32
4.12.Ausência de iluminação suplementar .....	34
5.CONCLUSÕES.....	35
REFERÊNCIAS .....	36
CAPÍTULO II.....	38
RESUMO .....	38
ABSTRACT.....	40
1.INTRODUÇÃO.....	41
2.REVISÃO DE LITERATURA.....	43
2.1. <i>Hypericum inodorum</i> .....	43
2.2.Controle do florescimento em plantas de dia longo .....	44
3.MATERIAIS E MÉTODOS .....	46
3.1.Produção de mudas e instalação do experimento .....	46
3.2.Tratos Culturais.....	47
3.3.Avaliações.....	48
3.4.Análises estatísticas .....	49
4.RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	50
4.1.Temperatura e umidade.....	50
4.2.Número de horas de brilho solar.....	50
4.3.Período de indução floral .....	51
4.4.Tempo de cultivo.....	51
4.5.Massa total da haste floral .....	52
4.6.Comprimento da haste floral .....	53
4.7.Número de folhas.....	54
4.8.Número total de frutos .....	55
4.9.Diâmetro médio dos frutos .....	55
4.10.Massa fresca de folhas, frutos e caule.....	56
4.11.Massa seca de folhas, frutos e caule .....	56
5.CONCLUSÕES.....	58
CONCLUSÕES GERAIS .....	59
REFERÊNCIAS .....	60
APÊNDICE.....	61

## RESUMO

ASSIS, Thamyres Reis de, M. Sc., Universidade Federal de Viçosa, novembro de 2015. **Uso de lâmpadas de Diodo Emissor de Luz 'LED' no controle do florescimento em plantas de tango (*Solidago canadensis* L.) e hipérico (*Hypericum inodorum*).** Orientador: José Antonio Saraiva Grossi. Co-orientadores: José Geraldo Barbosa, Ernesto José Resende Rodrigues e Luiz Alexandre Peternelli.

Diversos fatores podem afetar o crescimento e desenvolvimento das plantas. O fotoperíodo é um deles, sendo determinante para o controle do florescimento em plantas sensíveis. No campo, o controle é feito de forma artificial, para que as plantas floresçam durante todo o ano, independente do comprimento do dia. As lâmpadas incandescentes possuem seu uso difundido, porém, essas são pouco eficientes em converter energia elétrica em energia luminosa. O LED é uma tecnologia que surgiu na década de oitenta e possui grande potencial para ser utilizado na agricultura. Apresenta diversas vantagens como alta durabilidade, tamanho reduzido, baixa emissão de calor e eficiência em conversão de energia elétrica em luminosa. Devido ao pouco conhecimento sobre o impacto que a tecnologia do LED pode ter na agricultura, esta pesquisa visou elucidar o comportamento de duas espécies sensíveis ao fotoperíodo quando iluminadas por lâmpadas de LED. O primeiro estudo foi desenvolvido com o tango (*Solidago canadensis* L.), uma planta classificada como planta de dia curto, utilizada como flor de corte. Esse estudo objetivou avaliar o comportamento da produção de plantas de tango utilizando lâmpadas de LED para o controle do florescimento. Além disso, vislumbrou-se determinar o menor período de luz/escuro para o controle eficiente do florescimento. Para isso instalou-se um experimento em delineamento inteiramente casualizado, com quatro repetições. Foram utilizadas lâmpadas de LED na potência de 18 W, e foram avaliados quatro ciclos, que consistiram na alteração de períodos de luz e escuro expresso em minutos: 7/23; 15/15; 23/7 e 30/0. Os ciclos foram fornecidos das 22h às 2h, por um período de setenta dias. As testemunhas foram compostas por plantas sem iluminação suplementar e iluminadas com lâmpadas incandescentes de 100 W. A colheita ocorreu quando as hastes apresentaram cerca de 40% das inflorescências abertas. O segundo experimento foi conduzido com o hipérico (*Hypericum inodorum*),

classificada como planta de dia longo facultativo, cuja principal utilização ornamental ocorre na fase de frutificação. Este trabalho foi realizado com o propósito de avaliar o efeito da iluminação artificial com lâmpada de LED de 18 W e incandescente de 100 W no controle do florescimento em plantas de hipérico em diferentes distâncias da projeção da lâmpada. As mudas foram cultivadas em cinco distâncias em relação à projeção horizontal da lâmpada: 0 m; 0,5 m; 1,0 m; 1,5 m e 2,0 m. Após o estabelecimento das plantas, realizou-se poda a vinte centímetros de altura. A iluminação artificial foi fornecida das 22h às 2h. Foram utilizados dois tipos de lâmpada: LED 18 W e incandescente de 100 W. Para que não houvesse interferência entre os tratamentos, efetuou-se o isolamento entre eles através do uso de lonas pretas. O uso da iluminação suplementar com lâmpadas de LED foi eficiente no controle fotoperiódico para as duas espécies estudadas. Plantas de tango cultivadas sobre o ciclo de 7/23 minutos apresentaram menor tempo de cultivo e maior formação de ramos florais e conjunto de inflorescências. Porém os ciclos de 23/7 e 30/0 minutos foram aqueles que apresentaram os resultados mais expressivos nas características utilizadas para a classificação comercial, como tamanho e peso da haste. As plantas cultivadas sem suplementação completar não apresentaram formação de haste floral. Já nas iluminadas com lâmpadas de LED observou-se a diminuição do controle fotoperiódico com o aumento da distância. É necessário que as plantas de hipérico sejam expostas a dias curtos no início do cultivo para que as hastes atinjam o comprimento ótimo para a comercialização.

## ABSTRACT

ASSIS, Thamyres Reis de, M.Sc., Universidade Federal de Viçosa, november, 2015. **The use of 'LED' Light Emitting Diode to control the flowering of goldenrod (*Solidago canadensis* L.) and hypericum (*Hypericum inodorum*) plants.** Adviser: José Antonio Saraiva Grossi. Co-advisers: José Geraldo Barbosa, Ernesto José Resende Rodrigues and Luiz Alexandre Peternelli.

Several factors can affect the growth and development of plants. Photoperiod is a determining factor for flowering control in sensitive plants. In the field, control is done artificially, so that, plants flower throughout the year, regardless of day length. Incandescent lamps have widespread use, but they are less efficient in converting electrical energy into luminous energy. LED is a technology that emerged in the eighties and has great potential for use in agriculture. It has several advantages, such as high durability, small size, low heat emission and efficiency of electric energy conversion into light. Due to the little knowledge about the impact LED technology can have in agriculture, this research was carried out to elucidate the behavior of two species sensitive to photoperiod when lit by LED. The first study was developed with goldenrod (*Solidago canadensis* L.), classified as a short-day plant and used as a cut flower. This study aimed at evaluating the behavior of goldenrod production plants using LED lamps to control flowering. In addition, it sought to determine the shortest period of light/dark for efficient control of flowering. For that purpose an experiment was carried out in a completely randomized design with four replications. In this test 18 W LED lamp were used, and four cycles of light/darkness were tested: 7/23'; 15/15'; 23/7' and 30/0'. The cycles were provided from 10pm to 2am, for a period of seventy days. The witnesses consisted of plants without supplemental lighting and illuminated with incandescent 100 W bulbs. Harvest occurred when the stems had about 40% of the inflorescence open. The second experiment was conducted with hypericum (*Hypericum inodorum*), classified as a facultative long-day plant and whose ornamental use occurs in the fruiting stage. This work was performed in order to evaluate the effect of artificial lighting with LED and incandescent bulbs targeting the flowering control in hypericum plants at different distances. The seedlings were placed in five distances in the horizontal projection of the lamps: 0 m; 0.5 m; 1.0 m; 1.5 m and 2.0 m. After the establishment of plants, they were pruned down to twenty centimeters high. Artificial lighting was

provided from 10pm to 2am. Two types of lamp were used: LED 18 W and incandescent 100 W. To avoid interference across treatments isolation with the use of black plastic was performed. The use of supplemental lighting with LED lamps was efficient in photoperiodic control for the two studied species. Goldenrod plants grown under the 7/23' cycle showed shorter cultivation period and increased formation of floral branches and number of inflorescences. However, the cycles of 23/7 "and 30/0" showed the most significant results in the characteristics used for commercial classification. Plants grown without light supplementation don't formed the floral stems. Hypericum plants lit by incandescent lamps yielded similar production to those illuminated with LED lamps. In plants illuminated with LED lamps there was a decrease in the photoperiodic control as distance increase. Hypericum plants should be exposed to short days at the start of crop, so that the stems reach optimum length for sale.

## 1. INTRODUÇÃO

A floricultura nacional apresentou crescimento real nas últimas décadas. Tal fato se dá devido ao estímulo do mercado consumidor e da constante substituição de áreas posteriormente utilizadas para a produção de culturas tradicionais. Muitas vezes, no entanto, a floricultura está restrita a áreas específicas devido à proximidade de grandes mercados consumidores, disponibilidade de mão-de-obra especializada, conhecimento sobre as técnicas e ao acesso a tecnologia.

Por ser tratar de um mercado que apresenta crescente expansão é importante que novas tecnologias sejam desenvolvidas e adotadas. A utilização de tecnologias adequadas nas propriedades rurais produtoras de flores possibilita a obtenção de produtos mais uniformes e com maior padrão de qualidade.

Um dos fatores que direcionam a produção de determinadas espécies no campo é o fotoperíodo, que deverá ser levado em conta no planejamento de produção de espécies sensíveis. Muitos trabalhos já foram desenvolvidos com espécies de dia curto, principalmente com crisântemos, porém esses trabalhos foram conduzidos com diferentes tipos de lâmpadas, não priorizando o estudo do impacto do uso de lâmpadas de LED.

*Solidago canadensis* L., popularmente conhecida como tango, foi introduzida no país em meados da década de 1990 sendo explorada como flor de corte. É classificada quanto ao fotoperíodo como uma espécie de dia curto e demanda o uso de suplementação luminosa para o controle de sua produção.

Já o hipérico (*Hypericum inodorum*), teve sua produção comercial iniciada nos últimos anos, ainda sendo uma planta pouco cultivada. É classificada como uma planta de dia longo facultativo, assim, o cultivo sob dias longos tende a reduzir o tempo para a obtenção de hastes florais.

Comercialmente, no campo é comum o uso de lâmpadas incandescentes para exercer o controle fotoperiódico. Entretanto, em 2010, houve a limitação da potência dessas lâmpadas de baixa eficiência em

conversão luminosa<sup>1</sup>. Diante de tal quadro é importante que novas lâmpadas sejam pesquisadas.

Uma tecnologia emergente, para solução do problema acima descrito, é o uso de lâmpadas de LED (Diodo Emissor de Luz) visando o controle do florescimento de espécies sensíveis ao fotoperíodo, tanto para o cultivo de flores de corte como para a produção de espécies de vaso.

Diversas são as vantagens do LED quando comparado a outras fontes luminosas: alta eficiência, baixa emissão de calor, alta durabilidade (em média 50.000 horas), produção de luz em espectro específico e baixo consumo energético. Já a principal desvantagem dessas lâmpadas, é que não há produção de LED no Brasil, fato que aumenta o custo de produção.

O uso do LED na agricultura apresenta também outras vantagens como o uso no paisagismo para iluminação diversificada e na cultura de tecidos proporcionando maior desenvolvimento de plantas com menor custo.

Para a execução deste trabalho uma lâmpada de LED com potência de 18 W foi desenvolvida pela Universidade Federal de Viçosa e colaboradores<sup>2</sup>. Assim, foi possível avaliar a eficiência dessas lâmpadas no controle do florescimento, como também a qualidade das hastes florais produzidas com o uso dessa tecnologia.

Deste modo, esta dissertação apresenta importantes esclarecimentos sobre o uso de lâmpadas de LED para a produção de flores em plantas sensíveis ao fotoperíodo. Tendo como objetivo avaliar o comportamento da produção de plantas de *Solidago canadensis* L. e de *Hypericum inodorum*, utilizando lâmpadas de LED para o controle do florescimento.

---

<sup>1</sup>Regida pela portaria interministerial nº 1.007 de 31 de dezembro de 2010, que prevê níveis máximos de consumo de energia ou mínimos de eficiência energética de máquina e aparelhos consumidores de energia, fabricados ou comercializados no país.

<sup>2</sup> Colaboração do professor Ernesto José Resende Rodrigues, do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Triângulo Mineiro e do técnico em eletricidade Sérgio Antonio de Assis.

## **2. REVISÃO DE LITERATURA**

### **2.1. Comércio de Flores**

A produção e comercialização de flores no Brasil tiveram seus primórdios no começo do século passado, assumindo porte de atividade econômica efetiva a partir de meados dos anos cinquenta (Sebrae, 2003).

Ao ter início no Brasil, a produção e comercialização de flores apresentaram um grande crescimento. Porém, devido aos hábitos culturais, o brasileiro ainda consome menos esse produto quando comparado aos europeus, por exemplo. Enquanto nos países europeus o consumo anual per capita é de U\$ 70 a U\$ 100, no Brasil o valor não passa de U\$ 11 per capita, devido à falta de hábito de consumo (JUNQUEIRA e PEETZ, 2005). A comercialização de flores ainda está relacionada a datas específicas, como por exemplo, o Dia das Mães e Finados.

Segundo Landgraf e Paiva (2009) a produção e o consumo de flores e plantas ornamentais no Brasil vêm acompanhando a tendência de expansão do mercado mundial, que também cresce a cada ano. Diversos autores retratam a crescente expansão do mercado de produção de flores e plantas ornamentais (JUNQUEIRA e PEETZ, 2008; LANDGRAF e PAIVA, 2009). De acordo com a Associação Brasileira do Agronegócio de Flores e Plantas (2010), o setor cresce de 12% a 15% ao ano. Mundialmente este mercado é estimado em torno de U\$ 90 bilhões por ano, de acordo com Neves e Amaral (2007). Segundo dados do Instituto Brasileiro de Floricultura (IBRAFLOR, 2015), em 2014 o mercado interno de flores movimentou R\$ 5.410.743.000,00.

Apesar do consumo baixo, a sustentação econômica essencial da atividade é garantida pelo crescente vigor do mercado interno. As exportações conquistaram sucessivos recordes observados ao longo da década passada, ultrapassando a cifra de US\$ 35 milhões em vendas anuais, ou o equivalente a 2,7% do valor total da produção até 2008 (JUNQUEIRA e PEETZ, 2008). Porém, a partir do ano de 2009 houve uma queda nas exportações e em 2013 foi exportado valor equivalente a US\$ 23,81 milhões (JUNQUEIRA e PEETZ, 2014). Esse fato mostra como o referido segmento ainda possui grandes possibilidades de expansão.

Pesquisas no setor de produção de flores revelam que de maneira geral as flores são cultivadas em pequenas propriedades, média de 3,5 hectares, apesar de existirem alguns estados, como é o caso de Goiás, onde a média das propriedades é de 6,3 hectares (COZER et al., 2008).

Empregando em grande parte mão de obra familiar, a floricultura é responsável pela geração de 3,7 empregos diretos/ha, segundo dados do Instituto Brasileiro de Floricultura (LANDGRAF e PAIVA, 2007).

Referente à produção, a ABAFEP (Associação Brasileira do Agronegócio de Flores e Plantas Ornamentais) (2010) afirma que a floricultura emprega 196 mil pessoas no país - e que existem cerca de 6.100 produtores de flores. A média de faturamento por hectare no campo de produção de flores é de 85mil reais. Segundo França e Maia, 2008, a produção e comércio de flores destacam-se principalmente devido a sua importância social: essa é uma atividade dominada por pequenos produtores rurais fato que contribui para melhor distribuição da renda.

Embora esteja concentrada no estado de São Paulo, nas regiões dos municípios de Atibaia e Holambra, a floricultura brasileira evidencia fortes tendências de descentralização produtiva e comercial por várias regiões de todo o País (COZER et al., 2008).

As rosas são as principais flores de corte cultivadas no Brasil, concentrando 426 ha, seguidas pelo crisântemo com 234,5 ha, helicônias com 101,8 ha, gérbera, gipsofila, estrelícias, tango, gladiólos e alpínias, entre outras setenta espécies (JUNQUEIRA e PEETZ, 2005). Em Minas Gerais as principais regiões produtoras de flores são: Barbacena, Sul de Minas, Munhoz, Araxá (LANDGRAF e PAIVA, 2007).

Almeida et al. (2009) afirmam que a expansão da floricultura no Brasil e o aumento da oferta de produtos no mercado indicam que, para se manter no setor, o produtor necessita especializar-se buscando estratégias para a redução de custo de produção e melhoria da qualidade das flores e plantas ornamentais.

No que tange à comercialização, esses produtos são direcionados principalmente a grandes centros de distribuição, como é o caso das Centrais de Abastecimento de Campinas onde funciona o Mercado de Flores e Plantas Ornamentais da América Latina. Esse é responsável pela distribuição de 45% das flores e plantas ornamentais do setor atacadista do país.

No *veiling* Holambra, Holambra SP, as flores são comercializadas em um sistema baseado em leilão, que proporciona agilidade e transparência às operações, que tendem a ser mais padronizadas (NEVES e AMARAL, 2007).

Apesar da grande movimentação comercial que acontece em grandes centros como no caso do CEASA Campinas, é comum ocorrer a comercialização de flores e plantas ornamentais em pequenos centros distribuidores como floriculturas, supermercados, quiosques, decoradores e varejistas.

Segundo a ABAFEP (2010), o mercado nacional pode ser dividido em: mercado funerário, que apresenta alta nas vendas principalmente no dia de finados, onde cerca de 15% da população vai aos cemitérios; mercado de decoração, sustentado principalmente pelo alto número de casamentos que ocorrem no Brasil, cerca de 90.000 ao ano; mercado de paisagismo, importante por valorizar o imóvel (em média 14%) e melhorar o conforto térmico e visual do local; mercado de floricultura, cujo faturamento médio de uma loja de flores de 120 reais/m<sup>2</sup>.

Segundo IBRAFLOR (2015), apesar do crescimento expressivo apresentado na última década, esse setor ainda enfrenta dificuldades como: acesso do consumidor aos produtos; acesso oficial do produtor às novas espécies; legislação ultrapassada, ineficiente e onerosa, de interpretação dúbia; falta de mão de obra especializada; alto índice de informalidade; ausência de informações do setor; falta de padronização para alguns produtos; baixo uso de técnicas pós-colheita; falta de capacitação técnico/administrativa dos integrantes da cadeia produtiva e de transporte; e acondicionamentos ainda deficitários. Portanto o setor de floricultura carece de muita pesquisa para suprir suas principais deficiências, gerando assim, um crescimento amplo e integral.

## **2.2. Fisiologia do florescimento**

A transição para o florescimento envolve grandes alterações no padrão de morfogênese e diferenciação celular no meristema apical e caule (TAIZ e ZEIGER, 2013).

Os eventos que futuramente irão dar origem ao florescimento recebem o nome de evocação floral. São desencadeados por dois tipos de fatores:

endógenos (status de carboidratos, idade da planta, presença de hormônios e ritmos circadianos) e exógenos (luz e temperatura) (BARBOSA et al., 2005).

Segundo Taiz e Zeiger (2013) existem três tipos de estratégias de florescimento. Existem as plantas autônomas que florescem unicamente devido a fatores internos, não tendo relação direta com algum fator ambiental. As plantas facultativas que dependem tanto dos fatores internos como dos fatores externos para que ocorra o florescimento. Por fim, existem as plantas qualitativas que dependem exclusivamente de fatores externos, como luz e temperatura, para que ocorra o florescimento. Em plantas que dependem de fatores externos para que ocorra o florescimento, o fotoperíodo é fator determinante.

O fotoperiodismo é a capacidade do organismo de detectar a duração do dia, pelo comprimento da noite, fato que gera uma resposta na planta, como por exemplo, a iniciação floral (DOLE e WILKINS, 2005; TAIZ e ZEIGER, 2013). Mas para que o estímulo floral seja percebido, primeiro é necessário que as plantas estejam maduras. A fase anterior à maturidade é o período juvenil, e plantas juvenis não irão florescer mesmo que as condições ambientais sejam favoráveis (DOLE e WILKINS, 2005).

Na natureza é importante que o florescimento ocorra na época mais adequada para garantir o sucesso reprodutivo da planta. O florescimento prematuro limita o crescimento vegetativo e conseqüentemente o acúmulo de recursos suficientes, enquanto o florescimento tardio coloca as sementes em desenvolvimento em risco de condições ambientais adversas (JOHANSSON e STAIGER, 2015). Segundo Higuchi et al., 2012, o fotoperíodo é um importante sinal ambiental para a floração. O estímulo periódico é percebido pelas folhas e o tratamento de uma única folha é suficiente para induzir o florescimento.

O estímulo floral fotoperiódico derivado das folhas é translocado via floema para o meristema apical do caule, onde promove a evocação floral (TAIZ e ZEIGER, 2013). Isto levou ao conceito de “florigeno” – substância semelhante a um hormônio que transmite o sinal para o florescimento dentro da planta (JOHANSSON e STAIGER, 2015).

### **2.3. Fontes de luz artificiais**

Para que o cultivo das plantas sensíveis ao fotoperíodo seja possível durante todo o ano é importante que haja a suplementação luminosa através de uma fonte artificial. Até então, a fonte mais utilizada é a lâmpada incandescente, devido principalmente ao seu baixo custo.

O início de testes utilizando Diodos Emissores de Luz (LEDs) para o crescimento de plantas ocorreu no fim dos anos 1980 e início dos anos 1990, acompanhando o surgimento dessa tecnologia nos Estado Unido (Morrow, 2008).

O LED pode ser utilizado em diferentes áreas da agricultura; um exemplo é a utilização de lâmpadas de LED visando à suplementação luminosa em locais de produção de plantas sensíveis ao fotoperíodo.

Os diodos são monocromáticos (PINTO, 2008). Essa é uma característica importante desse tipo de fonte luminosa, pois possibilita que apenas o comprimento de onda requerido para que a planta responda ao fotoperíodo seja fornecido. Lâmpadas fluorescentes e incandescentes emitem luz num espectro luminoso muito mais amplo, o que tende a reduzir sua eficácia.

Massa et al. (2008), afirmam que os LEDs possuem uma série de vantagens comparado à forma tradicional de iluminação. Tamanho pequeno, durabilidade, que aliados ao desenvolvimento da tecnologia ocasionam uma revolução da iluminação na agricultura.

Outra vantagem dos LEDs descrita por Morrow (2008), é que mesmo operando em alto nível luminoso, podem ficar bem próximo ao tecido das plantas porque eles possuem baixa radiância.

As lâmpadas incandescentes são largamente utilizadas no controle do florescimento, devido ao seu baixo custo (DOLE e WILKINS, 2005). Todavia estas devem ser substituídas gradativamente, segundo o Portal Planalto, 2013:

A troca das lâmpadas incandescentes no Brasil está sendo feita de forma gradativa e de acordo com a potência das unidades. As mudanças começaram em 30 de junho de 2012, com as lâmpadas de potência igual ou superior a 150 Watts. O processo de substituição deve se encerrar em junho de 2017, com a inclusão de unidades com potência inferior a 25 watts.

De acordo com a mesma fonte, as lâmpadas incandescentes de uso geral com potências entre 61 e 100 Watts, que não atendam a níveis mínimos de eficiência energética, não podem mais ser produzidas ou importadas pelo Brasil. Com a proibição, segundo o Ministério de Minas e Energia os fabricantes e importadores tiveram um prazo até o dia 31 de dezembro de 2014 para comercializar os seus estoques.

Este estudo priorizou o uso do LED no comprimento de onda do vermelho. Segundo Saebo et al. (1995) a luz vermelha é importante para o desenvolvimento do aparato fotossintético e para o acúmulo de amido. Como consequência, de forma geral, a planta poderá apresentar maior aporte de biomassa e maior formação de estruturas reprodutivas.

A recorrente busca por fontes de iluminação mais econômicas, eficazes e seguras faz com que o uso de lâmpadas de LED na agricultura torne-se uma realidade. Porém, no Brasil, poucos estudos foram realizados para avaliar os impactos que ocorrerão na produção de flores devido à substituição de lâmpadas incandescentes e fluorescentes por lâmpadas de LED. Assim é de suma importância o desenvolvimento de estudos que avaliem esses impactos.

Zanotelli (2009) através do estudo da iluminação artificial em plantas de crisântemo, afirma a viabilidade da troca de lâmpadas incandescentes por lâmpadas de LED, possibilitando a obtenção de plantas de boa qualidade com alta economia de energia elétrica.

Mediante a exposição dos apontamentos dos autores acerca do uso das lâmpadas de LED na produção de plantas sensíveis ao fotoperíodo a presente pesquisa se estrutura.

## REFERÊNCIAS

Associação Brasileira do Agronegócio de Flores e Plantas Ornamentais. **Com renda em alta, setor de flores e plantas ornamentais deve crescer 15% este ano.** Disponível em: <<http://www.abafep.com.br/dadosSetor.php>>. Acesso em: 17 abr. 2015.

BARBOSA, J. G.; GROSSI, J. A. S.; BARBOSA, M. S.; STRINGHETA, A. C. O. **Cultivo de crisântemo para corte. Informe agropecuário.** Belo Horizonte: Epamig, v. 26, n. 227, 2005.

COZER, C. E. P.; DOMHOF, M. L.; SAAB, M. S. M.; NEVES, M. F. **Marketing e estratégia em flores.** Agroanalysis, São Paulo, maio 2008. Disponível em: <[http://www.agroanalysis.com.br/materia\\_detalhe.php?idMateria=453](http://www.agroanalysis.com.br/materia_detalhe.php?idMateria=453)>. Acesso em: 09 set. 2014.

DOLE, J. M.; WILKINS, H. F. **Floriculture: principles and species.** 2. ed. New Jersey: Pearson, 2005. 1022 p.

Dossier – **LED o futuro da iluminação?** Disponível em: <[http://www.schreder.com//documents/\\_Dossier/PDF/Portuguese/200805071621254/LEDsTheFutureOfLightingPO.pdf](http://www.schreder.com//documents/_Dossier/PDF/Portuguese/200805071621254/LEDsTheFutureOfLightingPO.pdf)>. Acesso em: 3 Dez. 2008.

FRANÇA, C. A. M.; MAIA, M. B. R. **Panorama do agronegócio de flores e plantas ornamentais no Brasil.** In: Congresso da Sociedade Brasileira de Economia, Administração e Sociologia Rural, 46., 2008, Rio Branco.

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.

INSTITUTO BRASILEIRO DE FLORICULTURA (IBRAFLOR). **Desenvolvimento recente da floricultura no Brasil.** Campinas, São Paulo, 25p, 2004. Disponível em: <http://www.ibraflor.com.br>

JOHANSSON, M; STAIGER, D. Time to flower: interplay between photoperiod and the circadian clock. **Journal Of Experimental Botany**, v. 66, n. 3, p.719-730, 2015.

JUNQUEIRA, A.H.; PEETZ, M. S. **Balço do comércio exterior da floricultura brasileira.** **Hortica.** Disponível em: [http://www.hortica.com.br/artigos/2014/2013\\_Comercio\\_Exterior\\_Floricultura.pdf](http://www.hortica.com.br/artigos/2014/2013_Comercio_Exterior_Floricultura.pdf). Acesso em: 18 ago. 2015.

JUNQUEIRA, A. H.; PEETZ, M. S. **Exportações de flores e plantas ornamentais superam US\$ 35 milhões em 2007: recorde e novos desafios**

**para o Brasil - Análise conjuntural da evolução das exportações de flores e plantas ornamentais do Brasil no período de janeiro a dezembro de 2007.** São Paulo, 2008.

JUNQUEIRA, A.H.; PEETZ, M. S. Mercado interno para os produtos da floricultura brasileira: tendências e características. **Revista Brasileira de Horticultura Ornamental**, 14(1), 37-52, 2008. Retrieved from <http://www.hortica.com.br/artigos/HORTORNAMENTALMercado.pdf>

LANDGRAF, P. R. C.; PAIVA, P. D. O. Produção de flores cortadas no estado de Minas Gerais. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 33, n. 1, p.120-126, jan/fev 2007.

MASSA, G. D.; KIM, H. H.; WHEELER, R. M.; MITCHELL, C. A. Plant productivity in response to LED lighting. **HortScience**, v.43, p. 1951-1956. 2008.

MORROW, R. C. LED: Lighting in Horticulture. **HortScience**, v. 43, p. 1947-1950, 2008.

NEVES, M. F.; AMARAL, R. O. **Flores oportunidades e desafios.** Agroanalysis, São Paulo, set. 2007. Disponível em: <[http://www.agroanalysis.com.br/materia\\_detalhe.php?idMateria=298](http://www.agroanalysis.com.br/materia_detalhe.php?idMateria=298)>. Acesso em: 08 out. 2014.

PINTO, R. A. **Projeto e implementação de lâmpadas para a iluminação de interiores empregando diodos emissores de luz (LEDs).** 2008. 138 f. Tese (Mestrado) - Curso de Mestrado do Programa de Pós-graduação em Engenharia Elétrica, Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria. 2008.

PORTAL PLANALTO. **Lâmpadas incandescentes com potências de 61 a 100 watts não podem mais ser produzidas ou importadas no Brasil.** Disponível em: <<http://www2.planalto.gov.br/imprensa/noticias-de-governo/lampadas-incandescentes-com-potencias-de-61-a-100-watts-nao-podem-mais-ser-produzidas-ou-importadas-pelo-brasil>>. Acesso em: 25 fev, 2014.

SAEBO, A.; KREKLING, T.; APPELGREN, M. Light quality affects photosynthesis and leaf anatomy of birch plantlets *in vitro*. **Plant Cell, Tissue and Organ Culture**, v. 41, n. 1, p.177-185,1995.

SEBRAE. **Diagnóstico da cadeia produtiva de flores e plantas ornamentais no estado do Rio de Janeiro.** Rio de Janeiro, 2003.

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

ZANOTELLI, M. F. **Avaliação do dispositivo LED no controle do florescimento do crisântemo (*Dendranthema grandiflora* Tzvelev.) 'Yoko Ono'.** 2009. 63 f. Tese (Mestrado) - Curso de Fitotecnia, Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2009.

# CAPÍTULO I

## RESUMO

ASSIS, Thamyres Reis de, M. Sc., Universidade Federal de Viçosa, novembro de 2015. **Produção de hastes florais de tango (*Solidago canadensis* L.) sob ciclos de iluminação e escuro com lâmpadas de LED.** Orientador: José Antonio Saraiva Grossi. Co-orientadores: José Geraldo Barbosa, Ernesto José Resende Rodrigues e Luiz Alexandre Peternelli.

O estudo do processo do florescimento é de extrema importância, já que muitas vezes, visa-se a produção de flores para comercialização. A crescente expansão do mercado da floricultura exige que os produtores se tornem cada vez mais tecnicados e ofereçam a esse exigente mercado produtos com alto padrão de qualidade. Uma importante técnica usada na floricultura é o uso da iluminação artificial suplementar. Essa técnica é eficiente em controlar o florescimento em plantas sensíveis ao comprimento do dia. Atualmente o sistema de iluminação mais utilizado é aquele feito através de lâmpadas incandescentes, porém essas são pouco eficientes em converter energia em luz. Diversos foram os avanços ocorridos no campo da iluminação nas últimas décadas. O LED (Diodo Emissor de Luz) é uma fonte de luz que apresenta vantagens em relação às demais, como: alta durabilidade, baixa emissão de calor e tamanho reduzido. Porém ainda são poucos os estudos que avaliam a influência dessa fonte luminosa na produção de flores. O objetivo deste estudo foi avaliar o comportamento da produção de plantas de tango (*Solidago canadensis* L.), utilizando lâmpadas de LED para o controle do florescimento dessa espécie. Além disso, vislumbrou-se determinar o período mais reduzido do ciclo de luz/escuro que proporcionasse o controle eficiente de florescimento, de forma a aperfeiçoar a duração de luz necessária para alcançar a eficiência no controle do florescimento e produção de hastes de tango com alto padrão de qualidade. O experimento foi instalado em casa de vegetação, situada no Setor de Floricultura da Universidade Federal de Viçosa, em delineamento inteiramente casualizado, com quatro repetições. Utilizaram-se lâmpadas de LED na potência de 18 W, e quatro ciclos de luz e escuro alternados (minutos) foram avaliados: 7/23; 15/15; 23/7 e 30/0. Os ciclos foram fornecidos das 22h às 02h, por um período de setenta dias. As testemunhas foram constituídas por plantas sem iluminação suplementar e por plantas iluminadas com lâmpadas

incandescentes de 100 W. Os dados foram submetidos à análise de variância pelo teste F e análise de regressão. A colheita ocorreu quando as hastes apresentaram cerca de 40% das inflorescências abertas. O uso da iluminação suplementar com lâmpadas de LED foi eficiente, pois todos os ciclos avaliados produziram hastes dentro do padrão comercial. Plantas cultivadas sob o ciclo de 7/23 minutos obtiveram menor tempo de cultivo e maior formação de ramos florais e conjunto de inflorescências comparado as demais. Porém os ciclos de 23/7 e 30/0 minutos foram aqueles que obtiveram os resultados mais expressivos nas características utilizadas para a classificação comercial, como tamanho e peso da haste. As plantas cultivadas sem iluminação suplementar não apresentaram desenvolvimento de hastes florais.

Palavras-chave: Planta de dia-curto. Diodo Emissor de Luz (LED). Florescimento.

## ABSTRACT

ASSIS, Thamyres Reis de, M. Sc., Universidade Federal de Viçosa, november, 2015. **Floral stalk production of goldenrod (*Solidago canadensis* L.) under light and dark cycles with LED lighting.** Adviser: José Antonio Saraiva Grossi. Co-advisers: José Geraldo Barbosa, Ernesto Rodrigues and Luiz Alexandre Peternelli.

The study of flowering process is extremely important, since many times, the aim is the production of flowers for sale. The increasing expansion of the floriculture market requires producers to display and increasingly higher technological input to offer products with high quality standards to this demanding market. An important technique used in floriculture is the use of artificial lighting. This technique is effective in controlling flowering in plants sensitive to day length. Currently the most widely used lighting system is one constituted by incandescent bulbs, but these are less efficient at converting energy into light. The field of lighting has faced advances in the recent decades. The Light Emitting Diode – LED, is a light source that has advantages over other ones, such as high durability, low heat emission and reduced size. However, few studies have evaluated the influence of this light source in the production of flowers. The objective of this study was to evaluate the behavior of the production of goldenrod plants (*Solidago canadensis* L.), using LED lamps to control flowering. In addition, this work aimed to determine the shortest period of light/dark cycle that would cause efficient control of flowering in order to improve the duration of light required to achieve efficiency in the control of flowering and production of goldenrods with high quality standard. The experiment was carried out in a greenhouse located in the Floriculture Division of the Universidade Federal de Viçosa, Brazil, in a completely randomized design with four replications. LED bulbs with 18 W of power were used, and four cycles of light/dark were tested: 7/23'; 15/15'; 23/7'and 30/0'. The cycles were provided from 10pm to 2am, resulting in a total of fourteen hours of light, for a period of seventy days. The witnesses consisted of plants without additional lighting and lit with incandescent 100W bulbs. Data were submitted to analysis of variance by F test and regression analysis. Harvest occurred when the stems had about 40% of the inflorescence open. The use of supplemental lighting with

LED lamps was efficient, shown by the finding that all of the cycles tested produced stems within the commercial standard. Plants grown in the 7/23' cycle showed shorter cultivation time and increased formation of floral branches and set of inflorescences compared to others. Still, the cycles of 23/7' and 30/0' were those showing the most expressive results in characteristics considered for commercial classification, such as size and weight of the stem. Plants grown without supplementation light did not show development of flower stalks.

Keywords: Short-day plant. Light Emitting Diode (LED). Flowering.

## 1. INTRODUÇÃO

O crescimento apresentado pelo setor de floricultura nas últimas décadas foi expressivo. Entretanto, os produtores ainda enfrentam obstáculos que dificultam a obtenção de flores com alto padrão de qualidade. É necessário que novas tecnologias sejam desenvolvidas para esse setor.

A produção de flores, muitas vezes, precisa do controle fotoperiódico para que as plantas atinjam o florescimento no momento necessário e resulte em plantas com melhores características comerciais. Esse controle é feito através de iluminação artificial ou da supressão da luz natural pelo escuro.

Atualmente as lâmpadas incandescentes e fluorescentes são as mais utilizadas, devido principalmente ao seu baixo custo. Contudo, estudos feitos com lâmpadas de Diodo Emissor de Luz (*Ligth Emitting Diode*), mais conhecidas como lâmpadas de LED, demonstraram seu potencial para utilização na agricultura. Essas lâmpadas apresentam baixo consumo energético, mas o custo para a sua produção ainda é alto.

Habitualmente a luz artificial é fornecida no período noturno, de forma contínua. Apesar disso, na literatura é possível encontrar referências sobre o uso de iluminação artificial intermitente. Barbosa et al. (2005) afirmam que a suplementação luminosa intermitente também é efetiva, propondo-se períodos de luz/escuro de iluminação cíclica noturna de 6/24, 7,5/22,5 e 10/20 minutos. Essa iluminação cíclica consiste em seis minutos de luz seguidos por vinte quatro de escuro e assim sucessivamente.

*Solidago canadensis* L., conhecido popularmente como tango, é uma planta de dia curto, que possui fotoperíodo crítico de quatorze horas. É utilizada como flor de corte, e está entre as principais espécies cultivadas no país.

Ainda são poucos os estudos que avaliam a produção de flores conduzidas sob iluminação de lâmpadas de LED. Dessa forma, o trabalho visou avaliar a produção de plantas de *Solidago canadensis* L., utilizando lâmpadas de LED no controle do florescimento. Além disso, vislumbrou-se determinar o menor período de luz que proporcionasse o controle do florescimento, de forma a aperfeiçoar a duração e a intensidade de luz necessária para alcançar a eficiência no controle do florescimento em plantas de tango.

## 2. REVISÃO DE LITERATURA

### 2.1. *Solidago canadensis* L.

*Solidago canadensis* L., conhecida popularmente como tango, é uma espécie rizomatosa, perene, pouco ramificada e pertence à família Asteracea. Possui inflorescências terminais grandes, eretas, ramificadas, com numerosos capítulos pequenos (LORENZI e SOUZA, 2008), como evidenciado na Figura 1. Diversas espécies de *Solidago* são nativas da América do Norte; também existem algumas espécies nativas da Europa, Ásia, Açores, e América do Sul (DOLE e WILKINS, 2005).



**Figura 1:** Detalhe da presença de numerosos capítulos em inflorescência de tango (*Solidago canadensis* L.). Fonte: acervo da autora, 2014.

Devido à exuberância de suas inflorescências, volume da floração e baixo custo de cultivo, teve rápida expansão. O uso ornamental do tango é principalmente como flor de corte para a composição de arranjos e enfeites florais (LORENZI e SOUZA, 2008).

Cuquel et al.(1999) afirmam que a cultura foi introduzida no Brasil na segunda metade dos anos 1990. Apesar de mais de uma década de cultivo algumas questões inerentes à produção dessa espécie ainda não foram totalmente elucidadas pelas pesquisas, como a heterogeneidade da produção.

De acordo com levantamento realizado por Landgraf e Paiva (2007), no estado de Minas Gerais as principais regiões produtoras de tango são a Central e a Norte, sendo responsáveis por 87,5% e 12,5% da produção, respectivamente.

A espécie *Solidago canadensis* L. requer dia curto para a iniciação floral (SCHWABE, 1986). As plantas de dia curto (PDCs) irão florescer quando o período luminoso for menor que o fotoperíodo crítico. O fotoperíodo crítico corresponde ao número de horas necessárias para que haja formação de gemas florais.

O representante mais popular da família Astereceae é o crisântemo. Semelhante ao tango o crisântemo é considerado um planta de dia curto, possui grande diversidade de flores e é uma das principais espécies utilizadas na ornamentação.

Durante a produção comercial das hastes de tango é necessário que ocorra iluminação artificial das plantas. Essa é realizada no período de 22h às 02h. O sistema de iluminação pode ser cíclico, utilizando-se lâmpadas incandescentes de 100 watts, com 2 m de espaçamento entre lâmpadas e distância entre linhas de 3,2 m (SÁ, 2008).

Durante a produção do tango, além da iluminação artificial, outro trato cultural requerido é o desponte apical, necessário para a quebra da dominância apical e conseqüentemente estímulo do surgimento de novas brotações.

Por ser uma espécie sensível ao fotoperíodo, ocorre variação no comportamento das plantas de tango de acordo com o comprimento do dia. Conforme Dole e Wilkins (2005) o fornecimento de mais de dezesseis horas de luz não induz o florescimento, enquanto que dias com fornecimento de luz entre quatorze e oito horas é observado o florescimento normal das plantas.

Segundo Paiva e Almeida (2012) o fotoperíodo entre 12 e 16 horas se encontra na situação de transição entre dias curtos e dias longos, caracterizando assim uma resposta quantitativa com o aumento do fotoperíodo.

A temperatura no ambiente de cultivo também é fator determinante para que ocorra o florescimento. Nos dias longos, as plantas de tango se desenvolvem bem em temperaturas noturnas entre 10 a 16° C, já durante os dias curtos é necessário o aumento da temperatura noturna para 17 a 18 °C, acelerando o processo floral (PAIVA e ALMEIDA, 2012).

## **2.2. Controle fotoperiódico em plantas de dia curto**

Diversos fatores estão associados ao evento do florescimento, sendo classificados como fatores endógenos e fatores exógenos. Os fatores

endógenos envolvidos no florescimento são hormônios, idade da planta, carboidratos, conteúdos nutricionais e ritmos circadianos, enquanto os exógenos são luz e temperatura (BARBOSA et al., 2005).

Plantas de dia curto são aquelas que florescem quando o comprimento do dia é menor do que o fotoperíodo crítico.

A planta é capaz de perceber o fotoperíodo, ou seja, o comprimento do dia, através de uma molécula denominada fitocromo. Assim o controle fotoperiódico é exercido pelo fitocromo. Essa molécula é um pigmento absorvente de luz, que existe em duas formas básicas: pigmento vermelho  $P_v$  ou  $P_{660}$  e o pigmento vermelho distante  $P_{vd}$  ou  $P_{730}$  (DOLE e WILKINS, 2005). O pigmento  $P_{660}$  ou  $P_v$  constitui a forma de proteína que absorve radiação 660 nm de comprimento de onda, na região do vermelho, enquanto a forma  $P_{730}$  ou  $P_{vd}$  absorve radiação de 730 nm de comprimento de onda, região do vermelho distante (BARBOSA et al., 2005).

Segundo Taiz e Zeiger (2013), o fitocromo é uma proteína solúvel com massa molecular de aproximadamente 250 kDa. Ocorre como um dímero e cada subunidade consiste em dois componentes: o cromóforo que é uma molécula de pigmento que absorve luz, e a apoproteína que é uma cadeia polipeptídica.

Em plantas de dia curto, é importante que inicialmente seja fornecido o dia longo para estimular o crescimento vegetativo. O fornecimento é feito por meio da quebra da noite, pois é capaz de inibir o florescimento. Assim, é de suma importância que imediatamente após o plantio seja fornecida luz artificial de modo a estimular o crescimento vegetativo. É essencial que a planta receba na sua copa pelo menos 80 lux até que a cultura atinja 40 cm de altura (PAIVA e ALMEIDA, 2012).

Para realizar a interrupção da noite, a luz pode ser fornecida no fim do dia (extensão da luz do dia), durante a noite (noite interrompida). Todas as estratégias luminosas podem ser efetivas (RUNKLE et al., 2012).

Barbosa et al., 2005, sugere também a suplementação luminosa intermitente, propondo períodos de luz/escuro de iluminação cíclica noturna de 6/24; 7,5/22,5 ou 10/20 minutos respectivamente, das 22h às 24h e 02h às 04h.

Após o período de dias longos as plantas, são submetidas aos dias curtos para a indução do florescimento, obtido através do uso de tecidos ou lonas pretas que interceptam a luz, de acordo com o fotoperíodo da espécie.

### **3. MATERIAIS E MÉTODOS**

#### **3.1. Produção de mudas e instalação do experimento**

O experimento foi realizado em casa de vegetação no Setor de Floricultura do Departamento de Fitotecnia da Universidade Federal de Viçosa, Minas Gerais, Brasil. A cidade está localizada na latitude 20° 45' S, longitude 42° 52' O e está a uma altitude de 690 metros. O cultivo procedeu-se entre o período de 21 de julho a 31 de outubro de 2014.

As mudas enraizadas de *Solidago canadensis* L. foram adquiridas da empresa Mudaflor®, situada no município de Arthur Nogueira, SP. Antes do plantio as mudas foram selecionadas e padronizadas observando-se o volume de raízes, o número de folhas expandidas e o tamanho das estacas.

O transplântio em vasos de dez litros ocorreu no dia 21 de julho de 2014. Foram plantadas três mudas por vaso, e após vinte e um dias a planta com menor tamanho dentre as três foi retirada, mantendo-se duas plantas por vaso.

O experimento foi conduzido em delineamento inteiramente casualizado. Com quatro tratamentos (ciclos de luz/escuro) e quatro repetições. Foram avaliados dois vasos por repetição e quatro hastes por vaso, totalizando oito hastes por repetição. A média obtida dessas oito hastes foi utilizada para as análises.

#### **3.2. Tratos culturais**

A irrigação das plantas foi efetuada periodicamente de acordo com a necessidade ao longo do cultivo. O controle de pragas e doenças foi executado consoante à possibilidade de surgimento de alguma infestação. Durante o cultivo foi necessário efetuar o controle contra a ferrugem e o ácaro vermelho.

As plantas foram fertirrigadas com 650 ml de solução nutritiva semanalmente a partir do décimo dia de cultivo, baseada na recomendação de Barbosa (2003) para a cultura do crisântemo: contendo, 10,4; 4,0; 1,95; 8,0; 1,5; 1,0; 3,0 mmol.L<sup>-1</sup> de NO<sub>3</sub>, NH<sub>4</sub><sup>+</sup>, H<sub>2</sub>PO<sub>4</sub><sup>-</sup>, K<sup>+</sup>, Ca<sup>2+</sup>, Mg<sup>2+</sup>, SO<sub>4</sub><sup>2-</sup> e 30,0; 5,0; 50,0; 2,0; 40,0; 0,1 µmol.L<sup>-1</sup> de B, Cu, Fe, Zn, Mn, Mo, respectivamente. A partir da sétima semana de cultivo a fertirrigação foi realizada duas vezes por semana.

O desponte apical foi realizado após a seleção das plantas. Duas semanas após o desponte foi feita a seleção das brotações mais vigorosas e todas as plantas foram conduzidas com duas hastes (Figura 2).



**Figura 2:** Plantas de tango antes (esquerda) e após (direita) a realização do desponte apical. Fonte: acervo da autora, 2014.

Foi efetuado o controle fotoperiódico durante o cultivo das plantas de tango. Parte das plantas foram submetidas à iluminação com lâmpadas de LED, na potência de 18 W, com ângulo de projeção de 90° e com pico de comprimento de onda no vermelho (Figura 3), onde quatro ciclos de luz foram testados. Outras foram iluminadas com lâmpada incandescente de 100 W por quatro horas contínuas, representando o padrão comercial utilizado.



**Figura 3:** Lâmpada de LED utilizada para iluminação artificial das plantas de tango (*Solidago canadensis* L.). Fonte: acervo da autora, 2014.

Durante um período de quatro horas (entre 22h e 2h), as plantas foram submetidas aos seguintes tratamentos: Ciclo 1: a luz foi fornecida por sete minutos, seguidos de vinte e três minutos de escuro (7/23); Ciclo 2: a luz foi

fornecida por quinze minutos, seguidos de quinze minutos de escuro (15/15); Ciclo 3: a luz foi fornecida por vinte e três minutos, seguidos de sete minutos de escuro (23/7); Ciclo 4: a luz foi fornecida de maneira contínua (30/0). Na tabela 1 é possível verificar o tempo acumulado fornecido de luz e escuro diariamente, no decorrer das quatro horas de iluminação suplementar.

**Tabela 1: Tempo de luz e escuro acumulados (minutos) diariamente, durante o período de suplementação luminosa com lâmpadas de LED.**

Ciclo (minutos)	Tempo de luz acumulada (minutos)	Tempo de escuro acumulado (minutos)
7/23	56	184
15/15	120	120
23/7	184	56
30/0	240	0

No período de dias curtos as plantas foram iluminadas naturalmente por dez horas (quatorze horas de escuro). Para garantir o tempo padrão de iluminação e escuro as plantas foram cobertas diariamente, com o auxílio de uma lona, às 17h e eram descobertas às 7h. O controle fotoperiódico foi realizado até o septuagésimo dia após o plantio das mudas. Após esse período as plantas foram conduzidas sob fotoperíodo natural (Figura 4).



**Figura 4:** Estrutura utilizada para o controle fotoperiódico em plantas de tango. Fonte: acervo da autora, 2014.

### 3.3. Avaliações

Para a determinação do ponto de abertura das inflorescências utilizou-se o padrão estabelecido pelo departamento de qualidade da Cooperativa *veiling* Holambra. No ponto de abertura utilizado (A1) é aceitável que até 40% das flores estejam abertas.

No decorrer do experimento foi determinado o tempo total de cultivo e o período de indução floral. Após a colheita as hastes foram encaminhadas à sala de pós-colheita do Setor de Floricultura, onde se procederam as seguintes análises:

- Massa total da haste floral;
- Comprimento total da haste floral;
- Diâmetro da base da haste;
- Número de folhas por haste;
- Número de ramos florais por haste (Figura 5-a);
- Número de conjunto de inflorescências por haste (Figura 5-b);
- Massa fresca das folhas, flores e caule;
- Massa seca das folhas, flores e caule.



**Figura 5:** Ramo floral (a). Conjunto de inflorescências (b). Fonte: acervo da autora, 2014.

Nesse trabalho, o tempo de cultivo correspondeu ao tempo compreendido entre o transplântio das mudas até a colheita das hastes florais. O período de indução floral correspondeu ao tempo compreendido entre o transplântio das mudas e o surgimento do primeiro botão floral visível. A massa total da haste foi mensurada logo após a colheita, utilizando-se balança eletrônica semi-analítica.

Para determinar o comprimento da haste floral utilizou-se fita métrica. O diâmetro da base da haste foi medido com o auxílio de um paquímetro. O número de folhas foi contado na haste principal considerando-se folhas com mais de três cm de comprimento. A contagem dos ramos florais ocorreu manualmente, assim com a contagem do conjunto de inflorescências.

Para determinar a massa fresca, as hastes foram separadas em folhas, flores e caule e pesadas separadamente em balança eletrônica semi-analítica. Após esse procedimento as partes foram colocadas em saco de papel, previamente identificados, e permaneceram em estufa de fluxo de ar forçado, a 70°C, até atingirem massa constante. Em seguida foram novamente pesadas para determinação de matéria seca.

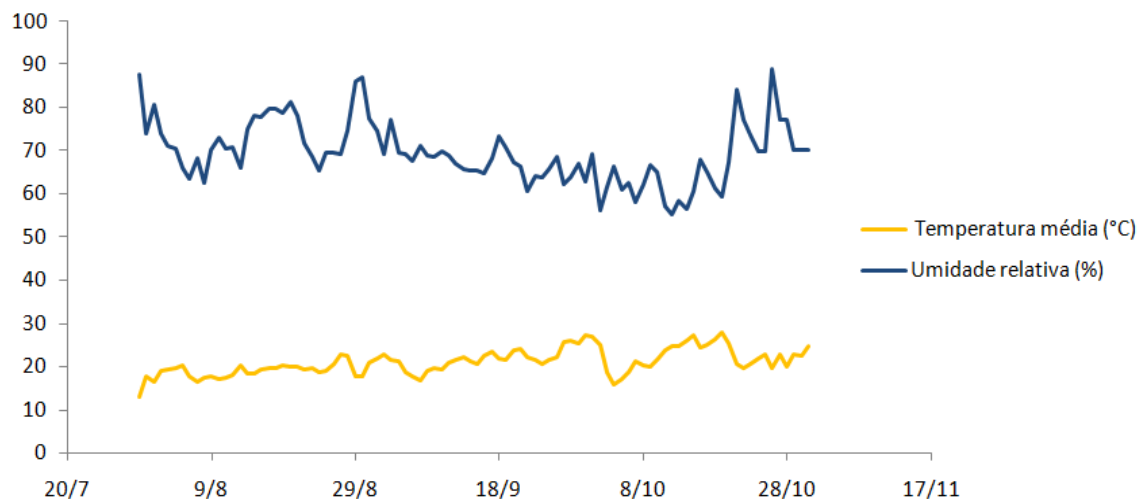
### **3.4. Análises estatísticas**

Os dados foram submetidos à análise de variância e de regressão. Por se tratar de tratamentos quantitativos (tempo de luz fornecida), foram ajustados modelos de regressão para as variáveis. O coeficiente de determinação de cada equação ajustada foi obtido em relação à soma de quadrado de tratamento.

## 4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 4.1. Temperatura e umidade

Durante o período de cultivo as temperaturas médias máximas e mínimas registradas estiveram entre 27,8 e 12,9°C, enquanto que os valores de umidade relativa média máxima e mínima foram de 88,7 e 55,1%.



**Figura 6:** Dados médios de temperatura e umidade relativa do ar no interior da casa de vegetação. Viçosa, 2014.

Segundo Dole e Wilkins (2005) temperaturas noturnas abaixo de 13°C podem interferir no cultivo das plantas de *Solidago*, afetando o tempo de florescimento. Assim, é possível que as plantas tenham apresentado aumento no ciclo de cultivo comparado a plantas que cresçam em temperaturas superiores.

### 4.2. Número de horas de luz

Após a interrupção do fornecimento de luz por meio de lâmpadas as plantas foram cultivadas sob dias naturais, ou seja, o número de horas de luz fornecida correspondeu apenas ao número de horas de brilho solar daquele dia. Na tabela 2, é possível observar o número médio de horas de brilho solar fornecido as plantas cultivadas sob luz natural, por semana.

**Tabela 2. Fornecimento médio de horas de brilho solar por dia no cultivo sob condições naturais. Fonte: Universidade Federal de Viçosa (2015).**

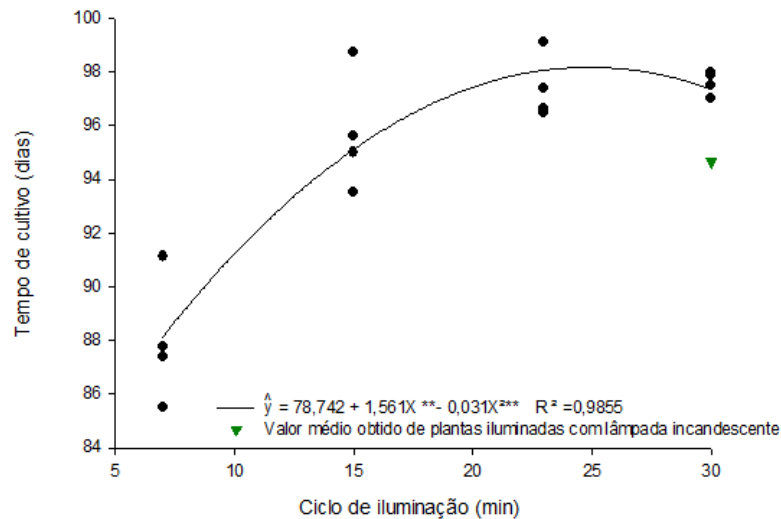
Semana de cultivo	Número médio de horas de brilho solar por dia
11	8,11
12	9,73
13	10,47
14	2,40
15	5,76

#### **4.3. Tempo de cultivo**

O tempo total de cultivo foi afetado pelos ciclos de iluminação. Conforme a Figura 7, as primeiras hastes foram colhidas com 85 dias após o plantio das mudas e a última colheita aconteceu 99 dias após o plantio.

O menor valor para tempo de cultivo foi alcançado pelas plantas iluminadas com lâmpadas de LED, no ciclo de iluminação de 7/23 minutos, 88,15 dias. Tempo médio menor do que o valor apresentado pelas plantas iluminadas por lâmpadas incandescentes, 94,6 dias. Enquanto que nos demais ciclos os valores foram maiores que a testemunha, ou seja, maiores que 94,6 dias. Esse tempo está de acordo com o citado por Dole e Wilkins (2005) que é de cerca de 12 semanas (84 dias).

O tempo de cultivo é uma importante característica a ser avaliada, pois é utilizada como referência para o planejamento da produção. Menor tempo de cultivo reduz o gasto com insumos e o tempo que as plantas ficam expostas a intempéries no campo. Porém é importante ressaltar que um tempo de cultivo muito reduzido pode acarretar em plantas menores e menos produtivas.



**Figura 7:** Tempo de cultivo de hastes florais de tango (*Solidago canadensis* L.) ( $\hat{Y}$ ), em função de diferentes ciclos de iluminação (X). Viçosa, 2015. \*\* teste F significativo a 1%.

#### 4.4. Período para indução floral

Não houve efeito do ciclo de iluminação sobre o período de indução floral. Dessa forma os tipos de lâmpadas utilizados, assim como os ciclos utilizados, foram capazes de induzir o florescimento. O valor médio do período necessário para indução floral das hastes foi de 62 dias.

#### 4.5. Massa total da haste floral

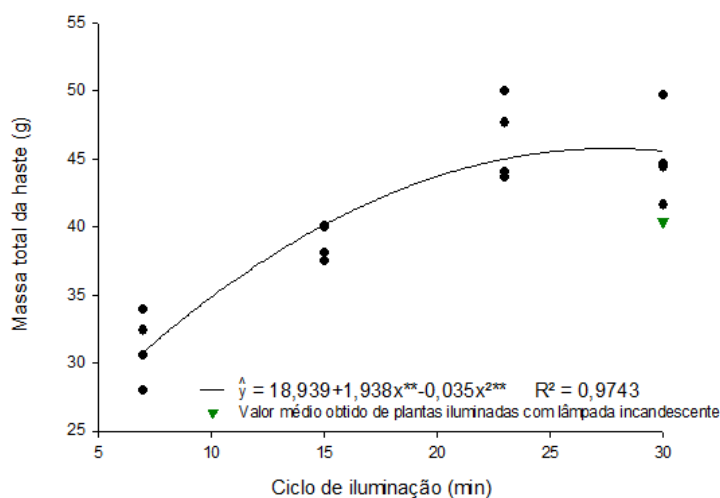
Os diferentes ciclos afetaram a massa total da haste floral. Os valores médios de hastes encontrados foram entre 30 e 45 g. Plantas cultivadas sobre os ciclos de luz/escuro de 23/7 e 30/0 minutos mostraram maiores valores, acima de 40 g, sendo classificadas como hastes grossas (Figura 8).

As plantas cultivadas sob luz incandescente obtiveram massa total da haste floral igual a 40,38 g.

A massa da haste é uma das características utilizadas como critério de classificação pelo *veiling* Holambra. Hastes com massa entre 10 e 20 g são classificadas como hastes finas (*filter*); hastes entre 21 e 35 g são classificadas como hastes médias (*plus*); e hastes acima de 35 g são classificadas como hastes grossas (*super*).

A maior massa das hastes sugere maior desenvolvimento vegetativo. Esse fato pode ser relacionado ao maior tempo de luminosidade que incidiu

sobre essas plantas durante o período do experimento, já que as plantas convertem a energia luminosa em energia química, o que resulta no crescimento da planta (DOLE e WILKINS, 2005).



**Figura 8:** Massa total de hastes florais de tango (*Solidago canadensis* L.) ( $\hat{Y}$ ), em função de diferentes ciclos de iluminação (X). Viçosa, 2015. \*\* teste F significativo a 1%.

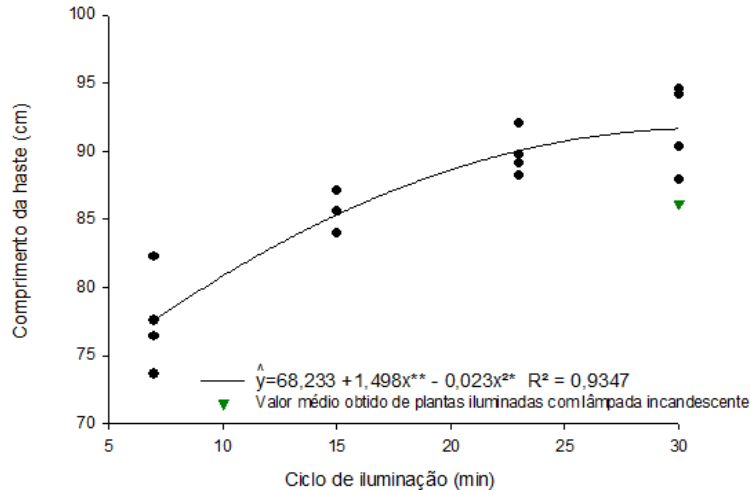
#### 4.6. Comprimento da haste

Os diferentes ciclos afetaram o comprimento médio das hastes cujos valores ficaram entre 77 e 92,5 cm. As plantas cultivadas sob os 30/0 minutos obtiveram os maiores valores, sendo em média de 92,5 cm, como é possível observar na Figura 9.

As plantas que foram iluminadas com lâmpadas incandescentes alcançaram hastes com tamanho médio de 85 cm.

O padrão de classificação criado pelo *veiling* Holambra qualifica as hastes em quatro tipos diferentes de acordo com o seu comprimento, essa classificação varia de 50 a 80 cm. De acordo com o Instituto Brasileiro de Floricultura (IBRAFLOR, 2000), os comprimentos de hastes de 50, 60, 70 e 80 cm estão dentro do padrão de comercialização, desde que sejam hastes retilíneas e em bom estado fitossanitário.

De acordo com Barbosa et al. (2005) quanto maior o tempo de dias longos fornecidos a plantas de dia curto, maior será a altura dessa planta. Apesar das plantas terem sido expostas ao mesmo número de dias longos, houve uma variação na quantidade de luz fornecida ao longo desse período (tabela 1), fato que pode ter levado a diferenças no comprimento das hastes.



**Figura 9:** Comprimento de hastes florais de tango (*Solidago canadensis* L.) ( $\hat{Y}$ ), em função de diferentes ciclos de iluminação ( $X$ ). Viçosa, 2015. \*\* teste F significativo a 1%. \* teste F significativo a 5%.

#### 4.7. Diâmetro da haste

Os ciclos distintos de luz/escuro não afetaram o diâmetro das hastes avaliadas. O valor médio obtido foi de 5,4 cm. Esse fato mostra que o crescimento longitudinal das hastes não sofreu interferência dos ciclos de luz fornecidos.

#### 4.8. Número de folhas

Não houve efeito do ciclo de iluminação sobre o número de folhas da haste principal. O valor mínimo encontrado foi de 39 e o máximo de 45 folhas na haste. O crescimento das folhas está condicionado a uma série de fatores, dentre esses se podem destacar fatores intrínsecos à espécie (TAIZ e ZEIGER, 2013).

#### 4.9. Inflorescências

##### 4.9.1. Número de ramos florais

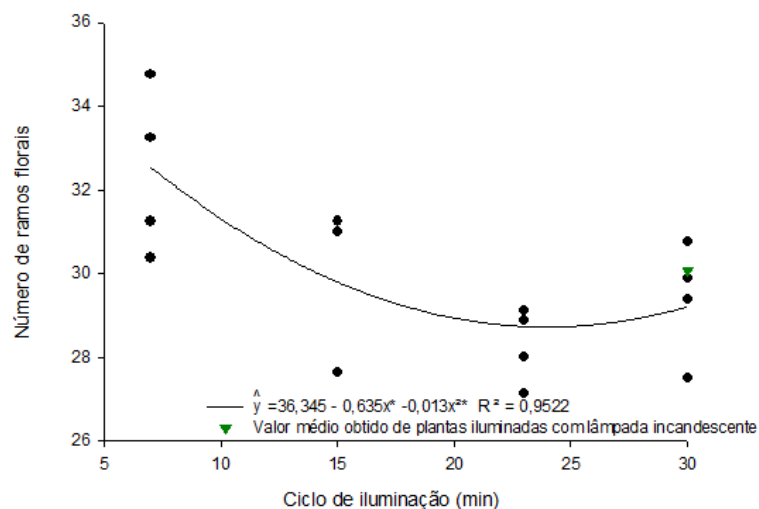
Houve efeito do ciclo de iluminação sobre o número de ramos florais. Como é possível observar na Figura 10, plantas que apresentaram maiores

quantidades de ramos florais foram cultivadas sob o ciclo de 7/23 minutos. O número médio de ramos florais foi de 32,41 no referido ciclo.

Em plantas cultivadas sob luz incandescente o valor médio encontrado de ramos florais foi de 30,07. Segundo Cerny et al. (2003) plantas crescidas sob comprimento de onda na faixa do vermelho de alta intensidade são menores e mais ramificadas.

O número de ramos florais está relacionado primeiramente ao crescimento vegetativo, pois é importante que haja diversas ramificações na parte superior da haste para que posteriormente ocorra a indução floral das mesmas.

Apesar de apresentarem menos ramos florais plantas cultivadas sob os ciclos de 23/7 e 30/0 minutos apresentaram ramificações maiores e mais pesadas como discutido anteriormente.

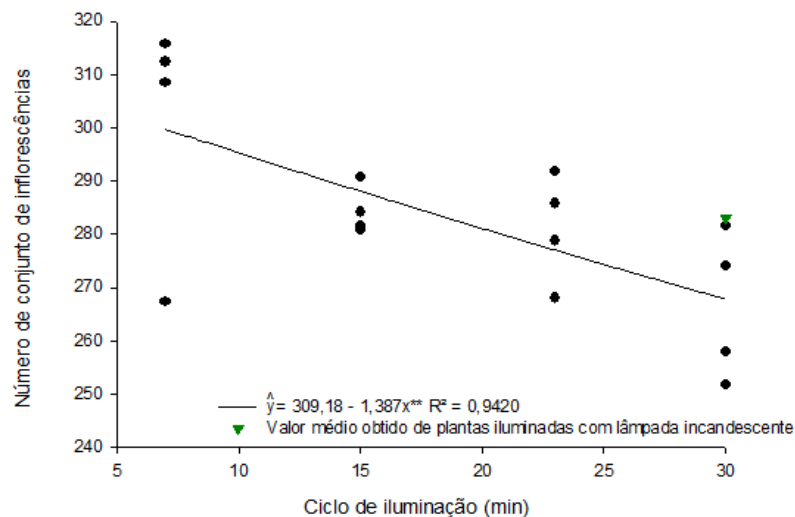


**Figura 10:** Número de ramos florais em hastes de tango (*Solidago canadensis* L.) ( $\hat{Y}$ ), em função de diferentes ciclos de iluminação (X). Viçosa, 2015. \*teste F significativo a 5%.

#### 4.9.2. Número de conjuntos de inflorescências

Os ciclos avaliados afetaram o número de conjunto de inflorescências. Assim como na variável anterior, plantas cultivadas sob o ciclo de luz/escuro de 7/23 minutos apresentaram maior número de conjunto de inflorescências, em média 299,47 conjuntos por haste (Figura 11).

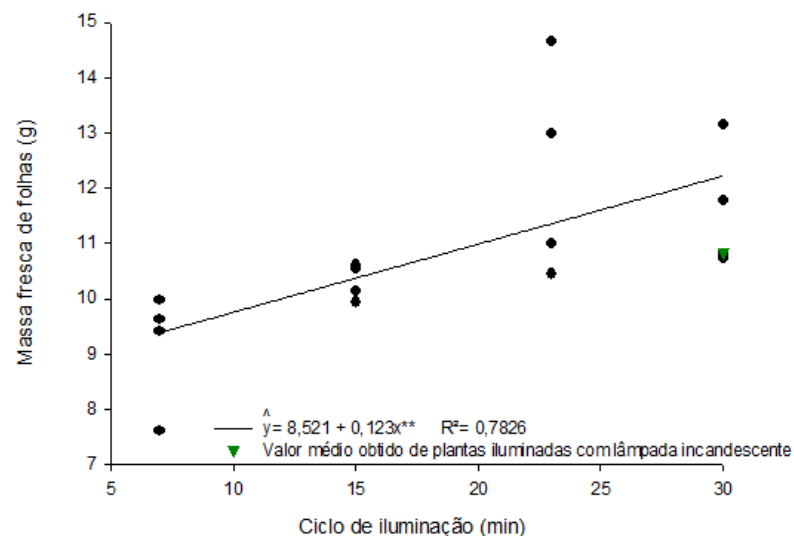
Esse valor era esperado já que essas plantas também apresentaram maior número de ramos florais. Plantas cultivadas sob luz incandescente apresentaram valor médio de 281,4 conjuntos de inflorescências.



**Figura 11:** Número de conjunto de inflorescências em hastes florais de tango (*Solidago canadensis* L.) ( $\hat{Y}$ ), em função de diferentes ciclos de iluminação ( $X$ ). Viçosa, 2015. \*\* teste F significativo a 1%.

#### 4.10. Massa fresca de folhas, flores e caule

Os ciclos de luz/escuro fornecidos afetaram a massa fresca de folhas. Os ciclos de 23/7 e 30/0 minutos apresentaram os maiores valores médios de massa fresca de folha, sendo de 11,35 e 12,21 g respectivamente (Figura 12). O que sugere maior aporte de biomassa.

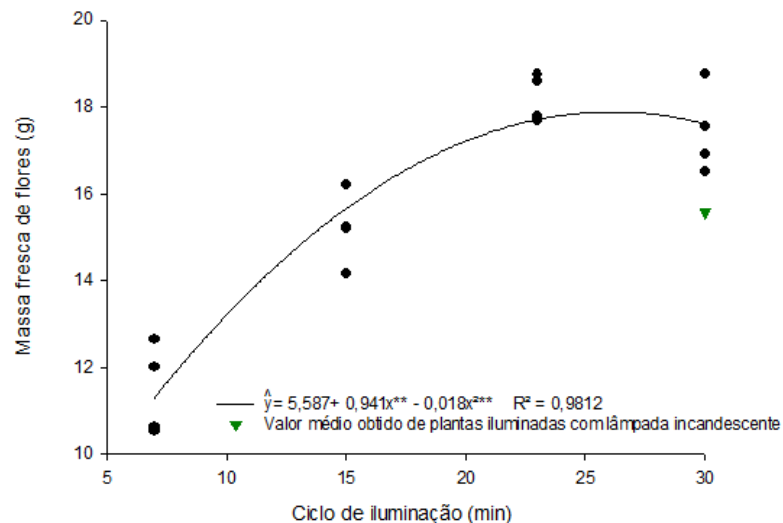


**Figura 12:** Massa fresca de folhas em hastes florais de tango (*Solidago canadensis* L.) ( $\hat{Y}$ ), em função de diferentes ciclos de iluminação ( $X$ ). Viçosa, 2015. \*\* teste F significativo a 1%.

Os ciclos de iluminação também afetaram a massa fresca de flores. Apesar do ciclo de luz/escuro de 7/23 minutos prover maior número de ramificações e maior números de conjuntos de inflorescências, possibilitou o

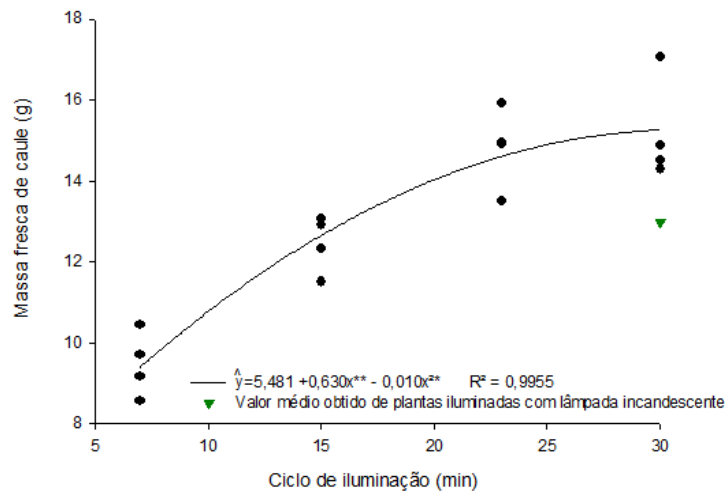
menor valor para massa fresca das flores, 11,29 g (Figura 13). O que sugere que as flores obtidas com esse ciclo de iluminação sejam menores.

Os maiores valores de massa fresca de flores pode ser atribuído às plantas cultivadas sob o ciclo de 23/7 minutos, 17,70 g. Os demais ciclos apresentaram valores acima de 15,53 g, valor apresentado pela testemunha, com suplementação luminosa feita por meio de lâmpadas incandescentes (Figura 13), sugerindo uma produção superior à da mesma.



**Figura 13:** Massa fresca de flores em hastes florais de tango (*Solidago canadensis* L.) ( $\hat{Y}$ ), em função de diferentes ciclos de iluminação (X). Viçosa, 2015. \*\* teste F significativo a 1%.

Por fim, os ciclos de iluminação afetaram a massa fresca de caule. Esse fato está diretamente relacionado ao comprimento das hastes. Hastes mais longas apresentam, de forma geral, maiores valores de massa fresca de caule. Plantas cultivadas sob o ciclo de 30/0 minutos obtiveram maior valor para esse parâmetro, 15,38 g (Figura 14).



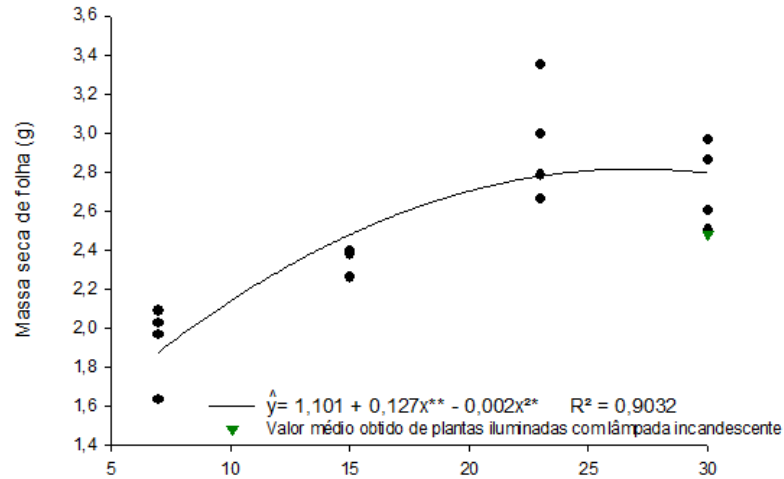
**Figura 14:** Massa fresca de caule em hastes florais de tango (*Solidago canadensis* L.) ( $\hat{Y}$ ), em função de diferentes ciclos de iluminação ( $X$ ). Viçosa, 2015. \*\* teste F significativo a 1%.

#### 4.11. Massa seca de folha, flores e caule

A massa seca de folhas foi afetada pelos ciclos de iluminação. Assim como no parâmetro massa fresca, plantas iluminadas com ciclos de luz/escuro de 30/0 minutos apresentaram maiores valores. O valor médio encontrado para massa seca de folhas foi de 2,75 g (Figura 15).

Plantas cultivadas sob o ciclo de luz/escuro de 23/7 minutos apresentaram valores de 2,77 g para a variável massa seca de folhas (Figura 15), superior àquele encontrado para plantas iluminadas por lâmpadas incandescentes, 2,47 g. Sugerindo assim, formação de plantas com alto vigor vegetativo.

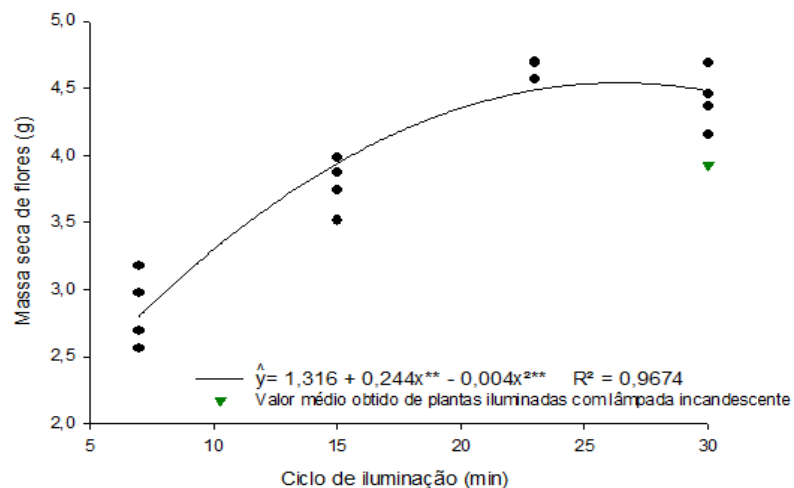
Zanotelli (2009) observou diferença significativa nos valores de massa seca de folhas de crisântemos em plantas iluminadas com lâmpadas de LED de 6W em relação a plantas iluminadas com menor potência, demonstrando que é essencial que as lâmpadas de LED tenham uma potência mínima para estimular o crescimento vegetativo.



**Figura 15:** Massa seca de folha em hastes florais de tango (*Solidago canadensis* L.) ( $\hat{Y}$ ), em função de diferentes ciclos de iluminação ( $X$ ). Viçosa, 2015. \*\* teste F significativo a 1%. \* teste F significativo a 5%.

Os ciclos de luz/escuro afetaram a massa seca de flores. Plantas cultivadas sobre ciclo de 30/0 minutos apresentaram valor médio de 4,56 g para a variável massa seca de flores (Figura16). Esse valor foi superior ao observado nos demais ciclos, inclusive das plantas cultivadas sob luz incandescente, 3,82 g.

Isso demonstra a eficiência de lâmpadas de LED em suprir a necessidade fotoperiódica das plantas e como consequência a formação de inflorescências com alto padrão de qualidade.

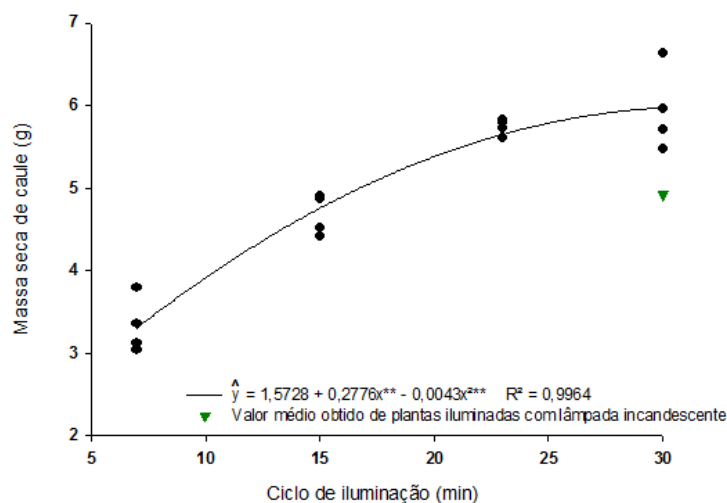


**Figura 16:** Massa seca de flores em hastes florais de tango (*Solidago canadensis* L.) ( $\hat{Y}$ ), em função de diferentes ciclos de iluminação ( $X$ ). Viçosa, 2015. \*\* teste F significativo a 1%.

A massa seca de caule foi afetada pelos ciclos de iluminação. Plantas cultivadas sob o ciclo de 30/0 minutos apresentaram valor médio de massa

seca de caule de 6,03 gramas (Figura 17). Esse valor foi superior ao obtido em plantas cultivadas sob luz incandescente, 4,92 g. Plantas cultivadas sob o ciclo de 23/7 minutos também apresentaram valor superior a testemunha, 5,68 g.

Isso sugere maior acúmulo de matéria por essas plantas, garantindo hastes mais robustas e mais resistentes ao transporte.



**Figura 17:** Massa seca de caule em hastes florais de tango (*Solidago canadensis* L.) ( $\hat{Y}$ ), em função de diferentes ciclos de iluminação (X). Viçosa, 2015. \*\* teste F significativo a 1%.

#### 4.12. Ausência de iluminação suplementar

As plantas que cresceram sem iluminação artificial não apresentaram formação de haste floral no decorrer do experimento. De acordo com Dole e Wilkins (2005) plantas de tango (*Solidago canadensis* L.) podem não emitir floração conforme as condições ambientais e o comprimento do dia.

As condições ambientais presentes na casa de vegetação, juntamente com o pequeno comprimento do dia, 10 horas de luz, foram suficientes para que as plantas não apresentassem desenvolvimento da haste floral.

## 5. CONCLUSÕES

Todos os ciclos de luz/escuro avaliados foram eficientes em produzir hastes de tango (*Solidago canadensis* L.), já que as hastes florais produzidas apresentaram características adequadas ao padrão exigido pelo mercado.

Os ciclos de luz/escuro de 23/7 e 30/0 minutos obtiveram valores superiores à testemunha nos principais parâmetros utilizados para comercialização, quando avaliada a haste floral.

O uso de lâmpadas de LED de 18 W para a produção comercial de hastes florais de tango é viável.

Houve um aumento no acúmulo de biomassa em plantas cultivadas sob iluminação com lâmpadas de LED.

Em um sistema comercial de produção é indicado o uso de lâmpadas de LED em um ciclo de luz/escuro de 23/7 minutos durante quatro horas.

As plantas de tango cultivadas sob um período de iluminação menor que dez horas não emitiram hastes florais.

## REFERÊNCIAS

- BARBOSA, J. G.; GROSSI, J. A. S.; BARBOSA, M. S.; STRINGHETA, A. C. O. Cultivo de crisântemo para corte. **Informe agropecuário**. Belo Horizonte: Epamig, v. 26, n. 227, 2005.
- CERNY, T.A.; FAUST, J.E.; LAYNE, D.R. Influence of potos elective films and growing season on stem growth and flowering of six plants spcies. **Journal of the American Society for Horticultural Science**, v.28, p.428-491.2003.
- DOLE, J. M.; WILKINS, H. F. **Floriculture: principles and species**. 2. ed. New Jersey: Pearson, 2005. 1022 p.
- GARDE, G. P. **Suplementação de luz intermitente emitida por LED sobre as características fitotécnicas e anatômicas de crisântemo (*Dendranthema grandiflora* Tzevelev)**. 2013. 49 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Fitotecnia, Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2013.
- INSTITUTO BRASILEIRO DE FLORICULTURA. **Padrão Ibraflor de qualidade**. São Paulo: IBRAFLOR, 2000. 87p.
- LANDGRAF, P. R. C.; PAIVA, P. D. O. Produção de flores cortadas no estado de Minas Gerais. **Ciência Agrotécnica**, 33(1), 120–126, 2009.
- LORENZI, H.; SOUZA, H. M. **Plantas ornamentais no Brasil: arbustivas, herbáceas e trepadeiras**. 4. ed. Nova Odessa: Instituto Plantarum, 2008.
- PAIVA, P. D. O.; ALMEIDA, Elka, F. A. **Produção de Flores de Corte**. Lavras: Editora Ufla, 2012. 678 p.
- RUNKLE, E.S., PADHYE, S.R, OH, W., GETTER, K. Replancing incandescent lamps with florescent lamps may delay flowering. **Scientia Horticulturae**. v 143, p. 56-61, 2012.
- SÁ, Perciane Gonçalves de. **Produtividade e qualidade de inflorescências de tango (*Solidago canadensis* L.) em função de densidades populacionais e do número de hastes por planta**. 2008. 60 f. Dissertação (Mestrado) – Curso de Pós-graduação em Fitotecnia, Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2008.
- SCHWABE,A. **Handbook of Flowering**, Florida, v. 5, n. p.29-41, 1986.
- TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia Vegetal**. 5. ed. Porto Alegre: Artmed, 2013. 918 p.
- UNIVERSIDADE FEDERAL DE VIÇOSA – UFV. Departamento de Engenharia Agrícola. Estação Climatológica Principal de Viçosa. **Boletim meteorológico 2015**. Viçosa, 2015.

ZANOTELLI, M. F. **Avaliação do dispositivo LED no controle do florescimento do crisântemo (*Dendranthema grandiflora* Tzvelev.) 'Yoko Ono'**. 2009. 63 f. Tese (Mestrado) - Curso de Fitotecnia, Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2009.

## CAPÍTULO II

### RESUMO

ASSIS, Thamyres Reis de, M. Sc., Universidade Federal de Viçosa, novembro de 2015. **Cultivo de hipérico (*Hypericum inodorum*) sob iluminação suplementar com lâmpadas de LED e incandescente.** Orientador: José Antonio Saraiva Grossi. Co-orientadores: José Geraldo Barbosa, Ernesto José Resende Rodrigues e Luiz Alexandre Peternelli.

O hipérico é uma planta originária da Europa, seu cultivo teve início no Brasil nos últimos anos. Pertence à subfamília Hypericoideae e é caracterizado como um arbusto perene. Suas flores são amarelas vistosas, entretanto seu uso ornamental ocorre na fase de frutificação. Quanto ao fotoperíodo é classificada como uma planta de dia longo facultativo. O principal tipo de lâmpada utilizado no seu cultivo comercial é a incandescente. Outro tipo de lâmpada que pode ser usada é o LED (Diodo Emissor de Luz), que apresenta alta durabilidade e reduzido consumo energético. Este trabalho foi realizado com o propósito de avaliar o efeito da iluminação artificial com lâmpada de LED e incandescente em diferentes distâncias visando o controle do florescimento em plantas de hipérico. As mudas foram dispostas em cinco distâncias em relação à projeção horizontal da lâmpada: 0 m; 0,5 m; 1,0 m; 1,5 m e 2,0 m. Após o estabelecimento das plantas no campo realizou-se poda a vinte centímetros de altura. A iluminação artificial foi fornecida das 22h às 02h. Utilizou-se dois tipos de lâmpada: LED de 18W e incandescente de 100W. Para que não houvesse interferência dos tratamentos, efetuou-se o isolamento através do uso de lonas pretas. A colheita ocorreu quando todas as flores da haste principal haviam se tornado frutos maduros (coloração vermelho vibrante). Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância e a análise de regressão. Verificou-se que os dois tipos de lâmpadas foram eficientes em induzir a floração em todas as distâncias avaliadas. A iluminação feita com lâmpada de LED proporcionou controle mais eficiente do florescimento nas distâncias mais próximas à fonte de luz. As plantas mais distantes da fonte de luz obtiveram maior crescimento vegetativo. É necessário que inicialmente as plantas de hipérico sejam expostas a dias curtos para que as hastes atinjam o comprimento necessário para a comercialização.

Palavras-chave: Fotoperíodo. Luz artificial. Controle do florescimento.

## ABSTRACT

ASSIS, Thamyres Reis de, M. Sc., Universidade Federal de Viçosa, november, 2015. **The cultivation of hypericum (*Hypericum inodorum*) under supplementary illumination via LED and incandescent lighting**. Adviser: José Antonio Saraiva Grossi. Co-advisers: José Geraldo Barbosa, Ernesto José Resende Rodrigues and Luiz Alexandre Peternelli.

Hypericum is a plant original of Europe, its cultivation began in Brazil in recent years. Belongs to the subfamily Hypericoideae and is characterized as an ever green shrub. Its flowers are yellow, but their ornamental use occurs in the fruiting stage. It is classified as a facultative long day plant. The main type of lamp used in commercial crops is incandescent bulbs. Another type of lamp is the LED (Light Emitting Diode), which features high durability and low energy consumption. This work was performed in order to evaluate the effect of artificial lighting with LED and incandescent bulbs targeting the flowering control in hypericum plants at different distances. The seedlings were placed in five distances in the horizontal projection of the lamps: 0 m; 0.5 m; 1.0 m; 1.5 m and 2.0 m. After the establishment of plants in the Field, they were pruned down to twenty centimeters high. Artificial lighting was provided from 22 pm to 02 am. Two types of lamps were used: LED 18 W, and incandescent 100 W. To avoid interference across treatments, isolation with the use of black plastic was performed. Harvest occurred when all the flowers of the main stem had become ripe fruit (vibrant red color). The data were submitted to analysis of variance and regression analysis at 5% probability. The two types of lamps were effective in inducing flowering in all the evaluated distances. Hypericum plants lit by incandescent lamps yielded similar production to those illuminated with LED lamps. The lighting made with LED lamp provided more efficient control of flowering in closer distances. The more distant plants had higher vegetative growth. It is necessary for hypericum plants initially be exposed to short days for which the stems reach the length required for sale.

Keywords: Photoperiod. Artificial light. Flowering.

## 1. INTRODUÇÃO

Uma série de fatores garante a produção de flores com alto padrão de qualidade. Características referentes ao tipo de solo, disponibilidade de água, presença de patógenos e nutrição mineral devem sempre ser levados em consideração. No contexto do desenvolvimento, algumas espécies de plantas têm seu florescimento diretamente relacionado ao comprimento do dia.

Assim, o comprimento do dia é capaz de promover uma série de mudanças fisiológicas na planta, que como consequência final, darão origem ao botão floral.

Para que o planejamento da produção seja viável, o controle do florescimento é efetuado a partir do uso de fontes artificiais de iluminação e uso de coberturas que impeçam a passagem de luz. Novos tipos de lâmpadas vêm ganhando cada vez mais espaço nesse cenário nas últimas décadas.

Assim, o uso de lâmpadas de LED (Diodo Emissor de Luz) se torna cada vez mais viável na agricultura. Essas lâmpadas vêm ganhando destaque no setor de iluminação devido ao seu baixo consumo energético e alta intensidade luminosa.

Quando se trata de iluminação artificial para controle fotoperiódico é importante observar a qualidade, intensidade e duração da luz fornecida. Em relação à intensidade luminosa é necessário que uma quantidade mínima de luz chegue até as folhas, local onde está situado o fitocromo. Assim, deve-se observar a distância entre as lâmpadas e as plantas, garantindo que a quantidade de luz que chega até as folhas seja suficiente para saturar a fotoconversão do fitocromo, ou seja, converter a forma inativa do fitocromo ( $F_v$ ) na sua forma ativa ( $F_{vd}$ ).

O hipérico (*Hypericum inodorum*) é uma planta que recentemente teve seu cultivo explorado visando à comercialização. É classificada como uma planta de dia longo facultativo, sendo assim, o fornecimento de dias longos tende a reduzir o tempo para a produção de flores.

Até o presente momento, poucos estudos foram realizados no Brasil para avaliar o cultivo de hipérico (*Hypericum inodorum*) visando a produção de hastes para ornamentação. Dessa forma, este experimento foi realizado com o intuito de conhecer o comportamento de plantas de hipérico quando iluminadas

artificialmente por diferentes tipos de lâmpadas, além de avaliar a distância efetiva para o controle do florescimento.

## 2. REVISÃO DE LITERATURA

### 2.1. *Hypericum inodorum*

O gênero *Hypericum* L. (subfamília Hypericoideae) inclui cerca de 460 espécies de árvores, arbustos e ervas distribuída no mundo todo (GUSTAFSSON et al., 2012; PERRONE et al., 2013). Pertence à família Clusiaceae, dividida em três subfamílias (Kielmeyeroideae, Hypericoideae e Clusioideae), sendo Hypericoideae considerada por alguns taxonomistas como uma família distinta, devido à diversidade morfológica que apresenta (GUSTAFSSON et al., 2012).

Sua produção comercial no Brasil teve início nos últimos anos, sendo ainda pouco cultivada quando comparada a outras espécies ornamentais tradicionais. É cultivada, visando principalmente, a produção de flores de corte, sendo que o produto final de comercialização é a haste contendo o fruto. Esse pode exibir colorações distintas, porém aqueles mais comercializados são os de coloração vermelha e rosa (Figura 1).



**Figura 1:** Haste de hipérico (*Hypericum inodorum*) apresentando frutos. Fonte: acervo da autora, 2015.

É classificado como um arbusto ereto, perene, ramificado, florífero, com 60 a 120 cm de altura, de origem hortícola resultante do cruzamento de *Hypericum androsaemum* L. e *Hypericum hircinum* L., ambos originários da Europa (LORENZI e SOUZA, 2008).

Segundo a Royal Horticultural Society (2015) o hipérico pode ser anual ou perene, arbusto ou arbóreo, sempre-verde ou decíduo, com folhas geralmente emparelhadas e flores amarelas vistosas com estames proeminentes, seguidos de cápsulas.

Além do uso ornamental muitas plantas pertencentes à essa família são conhecidas pela medicina popular, pois apresentam uma ampla variedade de usos, tais como anti-inflamatório, anti-hemorragico e antimicrobiano (NAVARINI, 2008).

A propagação do hipérico pode ser feita por meio de estacas, devido ao fácil enraizamento apresentado por estacas lenhosas e semi-lenhosas dessa espécie. Um trato cultural importante durante a condução da planta para a obtenção de hastes comerciais é a poda, devido aumento do vigor vegetativo. A poda estimula o surgimento de novas brotações e também deve ser realizada para determinar o número de hastes produtivas.

Por se tratar de uma espécie recentemente introduzida no Brasil, ainda são poucos os estudos realizados com o *Hypericum inodorum*, principalmente no que tange a questão do controle do florescimento.

## **2.2. Controle do florescimento em plantas de dia longo**

O controle do florescimento é exercido por uma série de fatores endógenos e exógenos à planta. Dentre os fatores endógenos pode-se destacar os níveis de carboidratos, a ação de hormônios como giberelinas, etileno, auxinas e citocinias e os ritmos circadianos. Em relação aos fatores exógenos, pode-se destacar a luz em função da qualidade, intensidade luminosa e duração e vernalização.

Segundo Taiz e Zeiger (2013) plantas de dias longos são aquelas que florescem apenas sob dias longos, ou seja, quando a duração do dia excede a duração mínima crítica para induzir a floração dentro de cada ciclo de vinte e quatro horas por um período mínimo de dias.

Muitas espécies florescem sob uma ampla gama de comprimento de dia, mas irão florescer mais rapidamente sob dias curtos ou dias longos; essas são conhecidas como plantas de dia curto facultativo ou dia longo facultativo, respectivamente (DOLE e WILKINS, 2005). Como é o caso do hipérico (*Hypericum inodorum*), que é classificada como uma planta de dia longo

facultativo, pois consegue florescer mesmo em dias curtos, apesar não apresentarem produção homogênea.

Estudos realizados com *Arabidopsis*, planta de dia longo, mostraram que plantas dessa categoria florescem quando o gene *CONSTANS* (CO) é expresso na folha. Esse gene tem sua atividade controlada pelo ciclo circadiano e pela sinalização luminosa. É considerado o componente chave da rota fotoperiódica nas folhas (JOHANSSON e STAIGER, 2014). CO ativa a transcrição do *FLOWERING LOCUS T* (FT), que se move pelo floema até o meristema apical, onde estimula o florescimento (SAMACH et al., 2000; YAMAGUCHI et al., 2005; TAIZ e ZEIGER, 2013).

Como os dias longos estimulam o florescimento nessas espécies, é necessário que inicialmente sejam fornecidos dias curtos, para que o crescimento vegetativo ocorra da forma desejável. Após atingirem determinado tamanho, inicia-se o fornecimento de dias longos, feito muitas vezes artificialmente por meio do uso de lâmpadas.

### **3. MATERIAIS E MÉTODOS**

#### **3.1. Produção de mudas e instalação do experimento**

O experimento foi realizado em casa de vegetação no Setor de Floricultura do Departamento de Fitotecnia da Universidade Federal de Viçosa, Minas Gerais, Brasil. A cidade está localizada na latitude 20° 45' S, longitude 42° 52' O e está a uma altitude de 690 metros. O cultivo ocorreu entre o período de 19 de novembro de 2014 a 24 de abril de 2015.

As mudas de hipérico foram produzidas por meio de estacas provenientes de plantas matrizes, cedidas pela empresa Minas Flor. As estacas semi-lenhosas foram padronizadas com dois pares de folhas expandidas e colocadas para enraizar em substrato de casca de arroz carbonizado, em câmara de nevoeiro por quarenta dias.

Após esse período o material propagativo, já exibindo brotações e raízes, foi transferido para vasos de 1,3 litros, contendo substrato comercial composto de casca de pinus, turfa e vermiculita. Essa etapa foi necessária para garantir melhor desenvolvimento de raízes e brotações, permanecendo nesses vasos por aproximadamente trinta dias.

No preparo do terreno foi realizado o revolvimento do solo com auxílio de enxada rotativa. Um mês antes do plantio, foi incorporado ao solo 1,5 litros de esterco  $\times m^{-2}$  e 50 g de superfosfato simples  $\times m^{-2}$ . Os canteiros foram preparados com 0,6 metros de largura.

O experimento foi instalado em delineamento inteiramente casualizado com quatro repetições, em esquema de parcelas subdivididas, contendo dois tipos de lâmpadas (parcelas) e cinco distâncias (subparcelas).

As mudas foram dispostas a cada 0,5 m, tendo como ponto inicial a projeção perpendicular da lâmpada no solo. Assim, foram avaliadas cinco distâncias horizontais no total: 0; 0,5; 1,0; 1,5 e 2,0 m. Além da distância em relação à lâmpada avaliou-se também a qualidade de luz fornecida, sendo usadas duas fontes distintas: lâmpada incandescente de 100 W e lâmpada de LED no comprimento de onda vermelho de 18 W. Algumas plantas foram cultivadas exclusivamente sob luz natural, para que posteriormente fosse possível avaliar o efeito da iluminação artificial na produção.

### 3.2. Tratos Culturais

A irrigação ocorreu de acordo com a demanda da cultura no decorrer do experimento. O controle de pragas aconteceu consoante o surgimento das mesmas. O controle de plantas daninhas foi efetuado no decorrer de todo o experimento, sendo feito por meio de capina e aplicação de herbicidas.

Até o estabelecimento das plantas, essas foram cultivadas sob dia natural, quando foi realizada a poda a 20 cm de altura. Após esta operação as plantas foram adubadas com 30 gramas/planta do adubo comercial ForthJardim®, com 13% de N, 5% de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, 13% de K<sub>2</sub>O, 0,04% de B, 1% de Ca, 0,05% de Cu, 5% de S, 0,2% de Fe, 1% de Mg, 0,08% de Mn, 0,005% de Mo e 0,15% de Zn.

Posteriormente a poda iniciou-se o fornecimento da suplementação luminosa. A luz artificial foi fornecida das 22h às 02h. Para que não houvesse interferência dos tratamentos foram utilizadas lonas pretas, que funcionavam como anteparos para a luz (Figura 2).



**Figura 2:** Plantas de hipérico (*Hypericum inodorum*) iluminadas com lâmpadas de LED. Fonte: acervo da autora, 2015.

A suplementação luminosa aconteceu durante sessenta dias, até que todas as plantas apresentassem a formação visível do botão floral (Figura 3). Após esse período foram cultivadas sob dia natural.



**Figura 3:** Estágio inicial de indução floral em plantas de hipérico (*Hypericum inodorum*). Fonte: Acervo da autora, 2015.

### **3.3. Avaliações**

No decorrer do experimento foi determinado o tempo total de cultivo e o período de indução floral. A colheita foi efetuada quando todas as inflorescências se encontravam no estágio final de desenvolvimento com formação de frutos homogêneos com coloração vermelho vibrante. Logo após a colheita as hastes foram encaminhadas para a sala de pós-colheita, do Setor de Floricultura, onde se procederam as seguintes avaliações:

- Massa total da haste floral;
- Comprimento da haste floral;
- Número de folhas;
- Número total de frutos;
- Diâmetro médio dos frutos;
- Massa fresca de folha, frutos e caule;
- Massa seca de folha, frutos e caule.

Nesse trabalho o tempo de indução foi o período compreendido entre a poda de uniformização e o surgimento do primeiro botão floral visível. O tempo total de cultivo correspondeu ao período decorrido da poda de uniformização até a colheita.

O tamanho da haste foi medido com o auxílio de fita métrica. A massa total da haste foi obtida por meio de balança eletrônica semi-analítica; as hastes foram pesadas logo que trazidas do campo para evitar que houvesse

perda de água. Já o diâmetro dos frutos foi medido na região central, com auxílio de paquímetro digital.

Para determinar a massa fresca, as hastes foram separadas em folhas, frutos e caule e pesados separadamente em balança eletrônica semi-analítica. Após esse procedimento as partes foram colocadas em saco de papel, previamente identificados, e permaneceram em estufa de fluxo de ar forçado, a 70°C, até atingirem massa constante. Em seguida foram novamente pesadas para determinação de matéria seca.

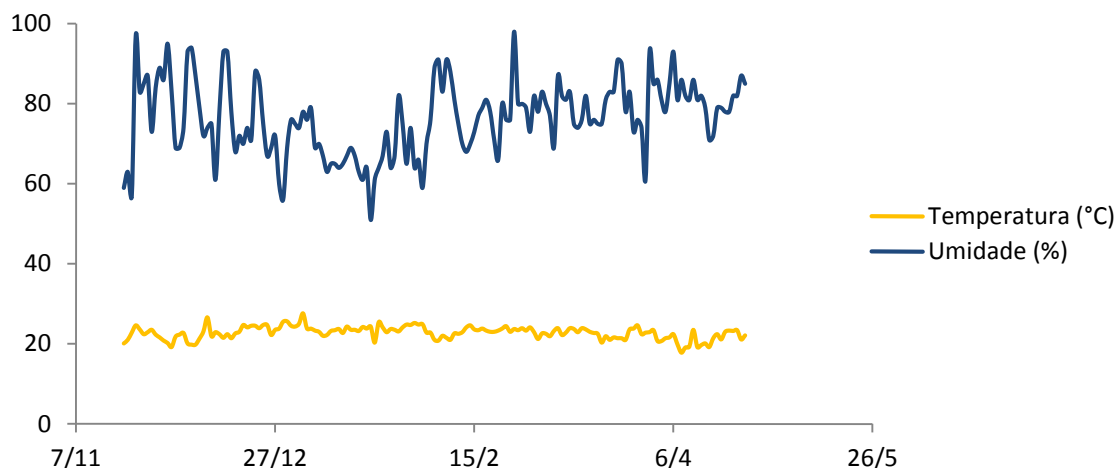
#### **3.4. Análises estatísticas**

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância (teste F). Posteriormente foram ajustados modelos de regressão para as variáveis em função das distâncias.

## 4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 4.1. Temperatura e umidade

As temperaturas médias, mínimas e máximas, estiveram entre 11,5° e 36° C. Já a umidade relativa média do ar esteve entre 49,5% e 98,7%, como é possível avaliar na figura 4.



**Figura 4:** Dados de temperatura média e umidade relativa do ar no interior da casa de vegetação. Viçosa, 2015.

### 4.2. Número de horas de brilho solar

Após a interrupção do fornecimento de luz artificial, as plantas foram cultivadas sob dia natural, ou seja, lhes foi fornecido apenas a luz natural do sol. Abaixo segue a tabela com os valores diários médios de horas de brilho solar.

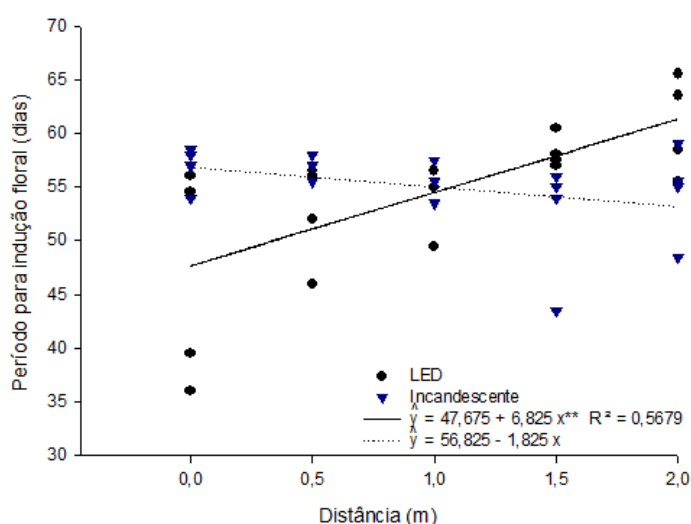
**Tabela 1. Número médio de horas de brilho solar por dia, a partir da 18ª semana. Fonte: Universidade Federal de Viçosa (2015).**

Semana de cultivo	Número médio de horas de brilho solar por dia
18	4,64
19	8,50
20	4,54
21	5,46
22	7,16
23	3,20

### 4.3. Período de indução floral

Houve interação significativa ( $P < 0,05$ ) entre a distância e o tipo de lâmpada utilizada (Figura 5). Sugerindo-se que as plantas iluminadas por lâmpadas de LED apresentaram diferença no período para indução floral. Aquelas localizadas até um metro de distância da projeção horizontal da lâmpada demandaram menor tempo para indução floral em comparação com as plantas iluminadas por lâmpadas incandescentes.

Plantas iluminadas com lâmpadas incandescentes apresentaram um padrão decrescente de resposta, houve redução no período para indução floral com o aumento da distância.



**Figura 5:** Período de indução floral em hastes de hipérico (*Hypericum inodorum*) ( $\hat{Y}$ ), em função da distância horizontal da projeção da lâmpada ( $X$ ). Viçosa, 2015. \*\* teste F significativo a 1%.

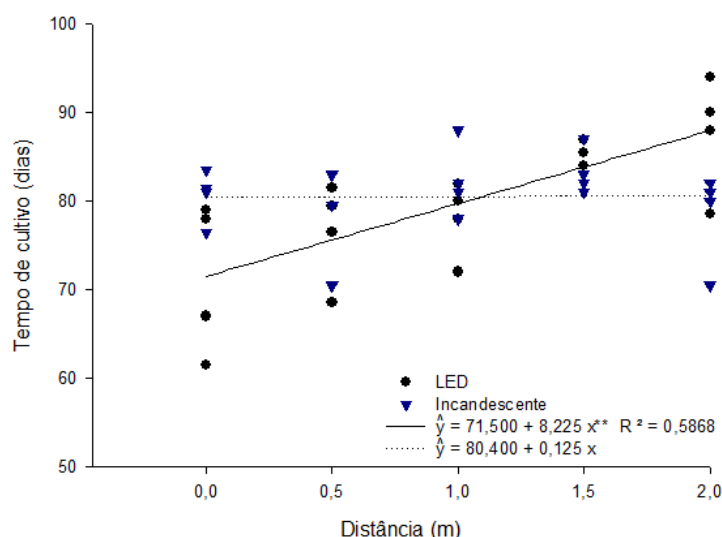
Nas plantas cultivadas sob dia natural a indução floral ocorreu de forma homogênea. O tempo médio gasto foi de 61,62 dias.

### 4.4. Tempo de cultivo

Houve interação entre a distância e o tipo de lâmpada. Em plantas cultivadas sob luz de LED foi possível observar um aumento no ciclo de cultivo com o aumento da distância, que pode ser explicado devido à diferença de intensidade luminosa recebida pelas plantas.

O aumento da intensidade luminosa proporcionou uma redução no tempo de cultivo, evidenciando que as plantas de hipérico são capazes de produzir flores e frutos em menor tempo quando expostas a dias longos.

Em plantas cultivadas sob lâmpadas incandescentes a distância não ocasionou diferença para o tempo de cultivo, sendo o tempo médio de cultivo de 80,52 dias (Figura 6).



**Figura 6:** Tempo de cultivo de hastes de hipérico (*Hypericum inodorum*) ( $\hat{Y}$ ), em função da distância horizontal da projeção da lâmpada ( $X$ ). Viçosa, 2015. \*\* teste F significativo a 1%.

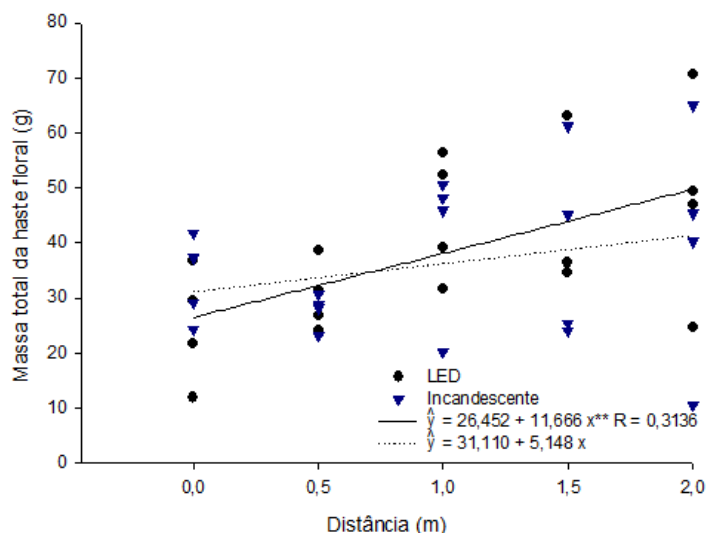
Nas plantas cultivadas sob dia natural o tempo médio de cultivo foi 88,05 dias.

#### 4.5. Massa total da haste floral

Não houve interação entre tipo de lâmpada e distância. Plantas cultivadas sob lâmpadas de LED e incandescente apresentaram padrão crescente, verificando-se o aumento da massa total da haste floral com o aumento da distância (Figura 7).

Os maiores valores foram obtidos nas plantas mais distantes das lâmpadas, isso ocorreu porque apesar de possuir menor ramificação essas plantas apresentaram maior comprimento de haste. Também houve redução da recepção de luz pelas plantas mais distante da fonte de luz, as quais foram induzidas tardiamente, fato esse que colaborou para a extensão do período vegetativo e aumento do acúmulo de massa .

Durante o cultivo algumas plantas apresentaram maior número de ramificações. Cerny et al. (2003) afirmam que plantas cultivadas sob luz rica no comprimento de onda vermelho são menores, verde escuras e bem ramificadas.



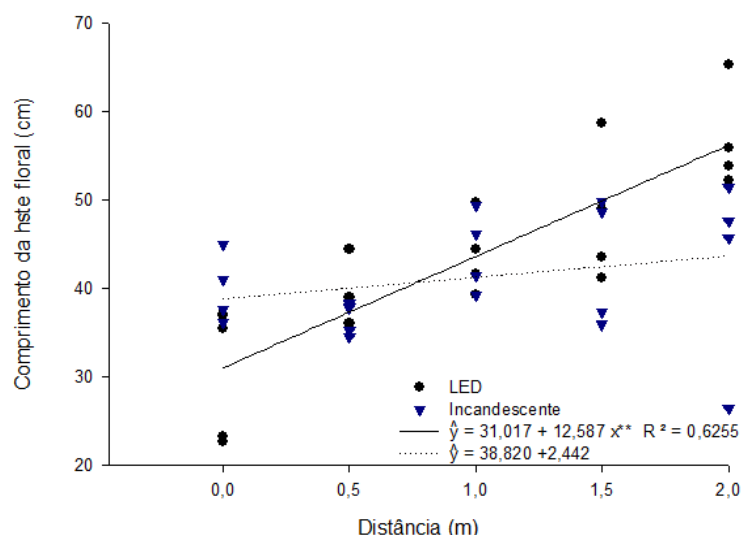
**Figura 7:** Massa total de hastes de hipérico (*Hypericum inodorum*) ( $\hat{Y}$ ), em função da distância horizontal da projeção da lâmpada ( $X$ ). Viçosa, 2015. \*\* teste F significativo a 1%.

As plantas cultivadas sob dia natural apresentaram o valor médio de 40,18 g.

#### 4.6. Comprimento da haste floral

Houve interação significativa entre o tipo de lâmpada e a distância. As plantas cultivadas sob iluminação artificial apresentaram aumento do comprimento da haste floral com o aumento da distância (Figura 8).

Como o trabalho foi conduzido nos meses de dias longos, não foi possível fornecer às plantas dias curtos necessários para que ocorresse o crescimento vegetativo. Para mercados mais exigentes, como o caso da cooperativa *Veiling* Holambra, é estabelecido que as hastes tenham o comprimento mínimo de 50 cm para a comercialização.



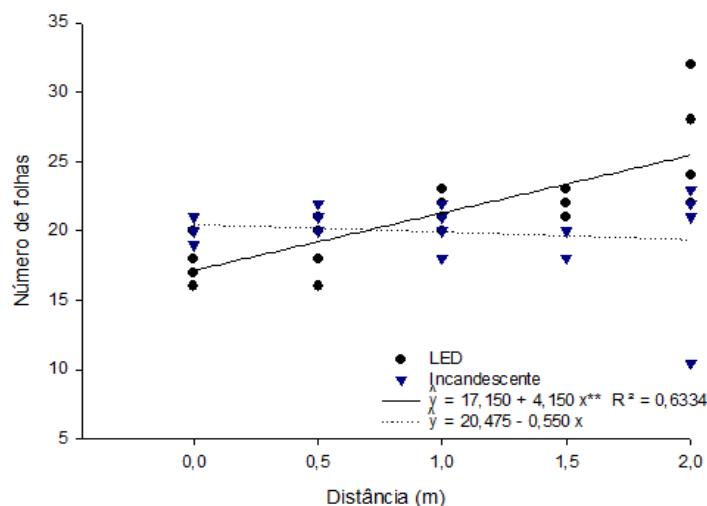
**Figura 8:** Comprimento total de hastes de hipérico (*Hypericum inodorum*) ( $\hat{Y}$ ), em função da distância horizontal da projeção da lâmpada ( $X$ ). Viçosa, 2015. \*\* teste F significativo a 1%.

Nas plantas cultivadas sem iluminação suplementar o valor médio encontrado para o comprimento da haste floral foi de 45,33 cm. Apesar de superior ao valor obtido nas plantas cultivadas com iluminação suplementar, está ainda abaixo do valor recomendado pela cooperativa *veiling* Holambra, evidenciando a importância do fornecimento de dias curtos para espécie estudada.

#### 4.7. Número de folhas

Houve interação entre os tipos de lâmpada e a distância. Plantas cultivadas sob lâmpadas de LED apresentaram padrão crescente, ou seja, houve aumento no número de folhas com o aumento da distância, devido à diferença de comprimento da haste apresentada. As plantas que exibiram maior comprimento de haste apresentaram consequentemente, maior número de folhas.

Já para plantas cultivadas sob lâmpadas incandescentes não houve interação significativa para essa característica.



**Figura 9:** Número de folhas em hastes de hipérico (*Hypericum inodurum*) ( $\hat{Y}$ ), em função da distância horizontal da projeção da lâmpada ( $X$ ). Viçosa, 2015. \*\* teste F significativo a 1%.

O número médio de folhas encontrado em plantas cultivadas sob dia natural foi de 21,33.

#### 4.8. Número total de frutos

Os tratamentos não resultaram em diferenças significativas no número total de frutos. Cada haste apresentou em média 12 frutos. Os dois tipos de lâmpadas utilizadas nas cinco distâncias avaliadas obtiveram o mesmo desempenho para essa variável, o que demonstra a eficiência da lâmpada de LED de 18 W em relação à lâmpada incandescente de 100 W, para a produção de frutos.

Em plantas cultivadas sob dia natural, devido à ausência de iluminação complementar, o valor médio encontrado foi 9,76 frutos por haste.

#### 4.9. Diâmetro médio dos frutos

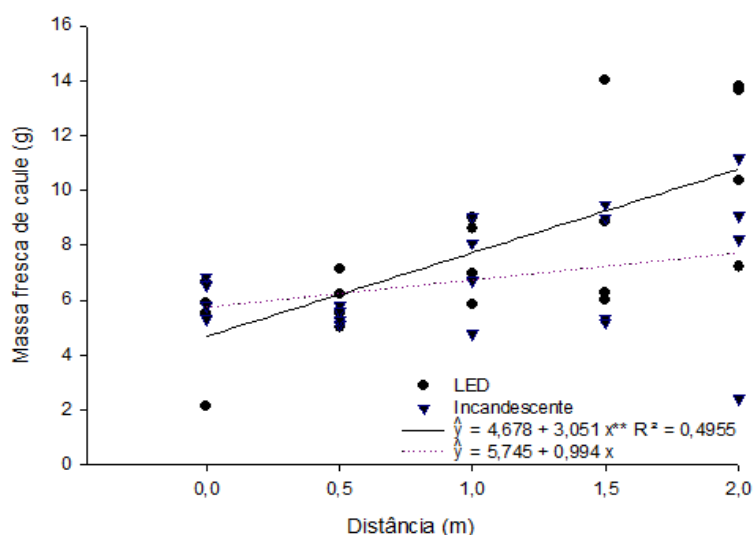
Não houve diferença significativa para o diâmetro médio de frutos nas plantas avaliadas. O diâmetro médio de frutos encontrado foi de 6,55 mm. Isso mostra que os dois tipos de lâmpadas utilizados, independente da distância, possibilitaram valores semelhantes. O valor do diâmetro médio dos frutos das plantas cultivadas sob dia natural foi próximo a esse, 6,58 mm.

#### 4.10. Massa fresca de folhas, frutos e caule

As plantas avaliadas não apresentaram diferenças significativas para massa fresca de folhas e massa fresca de frutos, cujos valores foram 12,52 g e 2,28 g, respectivamente. Houve interação entre os tipos de lâmpada e a distância para a massa fresca de caule.

Para o cultivo sob iluminação de LED, as plantas próximas a lâmpada apresentaram menores valores de massa fresca de caule, enquanto aquelas cultivadas mais distantes apresentaram maiores valores para esse parâmetro. O mesmo pôde ser observado para as plantas cultivadas sob luz incandescente (Figura 10).

Isso ocorreu devido ao maior crescimento observado nas plantas mais distantes da fonte luminosa, o que ocasionou caules mais longos e pesados.



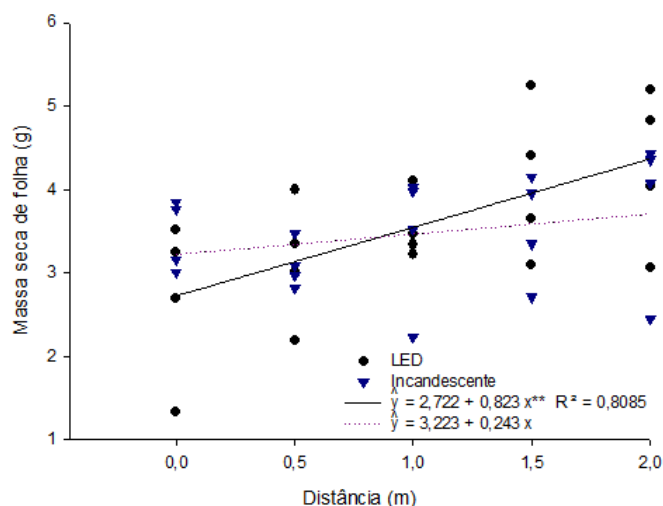
**Figura 10:** Massa fresca de caule em haste de hipérico (*Hypericum inodorum*) ( $\hat{Y}$ ), em função da distância horizontal da projeção da lâmpada (X). Viçosa, 2015. \*\* teste F significativo a 1%.

Nas plantas cultivadas sob dia natural os valores encontrados para massa fresca de folhas foi 14,44 g, para massa fresca de frutos 1,82 g e para massa fresca de caule 9,11 g.

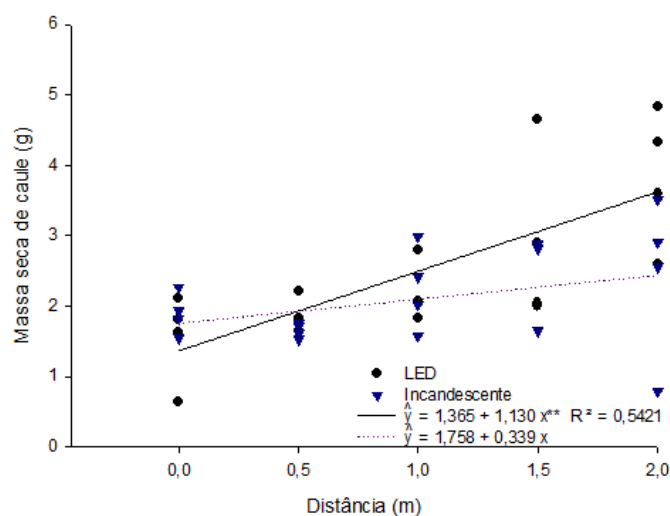
#### 4.11. Massa seca de folhas, frutos e caule

Não foi observada diferença significativa para os valores de massa seca de frutos cujo valor médio foi de 0,33 g.

Para os demais parâmetros não houve interação entre os tipos de lâmpadas e a distância, mas houve diferença significativa em função das distâncias avaliadas. Neste contexto, observou-se comportamento crescente, com o aumento da massa seca de folhas e caule em relação ao aumento da distância.



**Figura 11:** Massa seca de folha em haste de hipérico (*Hypericum inodorum*) ( $\hat{Y}$ ), em função da distância horizontal da projeção da lâmpada (X). Viçosa, 2015. \*\* teste F significativo a 1%.



**Figura 12:** Massa seca de caule em haste de hipérico (*Hypericum inodorum*) ( $\hat{Y}$ ), em função da distância horizontal da projeção da lâmpada (m) (X). Viçosa, 2015. \*\* teste F significativo a 1%.

Para as plantas cultivadas sob dia natural os valores de massa seca das folhas, frutos e caule foram de 0,28 g, 4,25 g e 2,87 g, respectivamente.

## **5. CONCLUSÕES**

O controle fotoperiódico foi exercido de forma eficiente pelos dois tipos de lâmpadas utilizados no experimento.

A iluminação suplementar feita por meio de lâmpada incandescente foi eficaz em produzir hastes de hipérico até a distância de dois metros.

Plantas conduzidas sob iluminação de LED obtiveram resultados satisfatórios até a distância de um metro da projeção da lâmpada.

A distância entre a lâmpada e as plantas fez com que estas recebessem quantidades distintas de luz. Esse fato proporcionou menor controle do florescimento e maior crescimento vegetativo para as plantas mais distantes da fonte luminosa.

Para que as hastes atinjam o tamanho ideal para a comercialização é necessário fornecer inicialmente dias curtos.

## CONCLUSÕES GERAIS

Todos os ciclos de luz/escuro avaliados foram eficientes em produzir hastes florais de tango (*Solidago canadensis* L.).

O uso de lâmpadas de LED de 18 W para a produção comercial de hastes florais de tango é viável, já que plantas iluminadas por essa fonte apresentaram produção de hastes florais com valor comercial.

Houve aumento no acúmulo de biomassa em plantas cultivadas sob iluminação de lâmpadas de LED.

Em um sistema comercial de produção de hastes de tango é indicado o uso de lâmpadas de LED em um ciclo de luz/escuro de 23/7 minutos durante quatro horas.

O controle fotoperiódico foi exercido de forma eficiente nas plantas de hipérico cultivadas sob lâmpadas de LED e incandescentes.

Para que as hastes de hipérico atinjam o tamanho ideal para a comercialização é necessário fornecer inicialmente dias curtos.

## REFERÊNCIAS

- BUAINAIN, A. M.; BATALHA, M. O. **Cadeias produtivas de flores e mel**. Brasília: IICA: MAPA/SPA, 2007.
- CERNY, T.A., FAUST, J.E., LAYNE, D.R. Influence of pot selective films and growing season on stem growth and flowering of six plants species. **Journal of the American Society for Horticultural Science**, v.28, p.428 - 491.2003.
- GUSTAFSSON, M.H.G.; BITTRICH, V.; STEVENS, P.F. Phylogeny of Clusiaceae based on *rbcl* sequences. **International Journal of Plant Science**, Limerick, v. 163, n.6, p.1045-1054, 2002.
- LORENZI, H.; SOUZA, H. M. **Plantas ornamentais no Brasil: arbustivas, herbáceas e trepadeiras**. 4. ed. Nova Odessa: Instituto Plantarum, 2008.
- NAVARINI, A. P. G. **Caracterização citogenética de populações de *Hypericum caprifoliatum* Cham & Schltl. (Clusiaceae) em comparação com outras espécies do gênero**. 2008. 95 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Fitotecnia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2008.
- PERRONE, R.; ROSA, P.; CASTRO, O.; COLOMBO, P.. Leaf and stem anatomy in eight *Hypericum* species (Clusiaceae). **Acta Botanica Croatica**, Palermo, v. 72, n. 2, p.269-286, 2013.
- SAMACH, A.; Onouchi, H.; GOLD, S.; DITTA G. S.; SCHWARZ-SOMMER, Z.; YANOFSKY M.F.; COUPLAND G. 2000. Distinct roles of CONSTANS target genes in reproductive development of *Arabidopsis*. **Science** 288, 1613–1636.
- TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia Vegetal**. 5. ed. Porto Alegre: Artmed, 2013. 918 p.
- THE ROYAL HORTICULTURAL SOCIETY. ***Hypericum* × *inodorum* 'Elstead'**. Disponível em: <<https://www.rhs.org.uk/Plants/90920/St-John-s-wort-Elstead/Details>>. Acesso em: 20 mar. 2015.
- YAMAGUCHI A.; KOBAYASHI, Y.; GOTO, K.; ABE, M.; ARAKI, T. 2005. TWIN SISTER OF FT (TSF) acts as a floral pathway integrator redundantly with FT. **Plant and Cell Physiology** 46, 1175–1189.

## APÉNDICE

APÊNDICE 1- Características químicas do solo da área experimental (Capítulo 2)

pH	P	K	Na		Ca <sup>2+</sup>		Mg <sup>2+</sup>		Al <sup>3+</sup>		H+Al	
H <sub>2</sub> O	mg/dm <sup>3</sup>				cmol <sub>c</sub> /dm <sup>3</sup>							
5,8	137,5	128	-		2,8		0,6		0,0		1,98	
SB	CTC (t)	CTC (T)	V	m	MO	P-rem	Zn	Fe	Mn	Cu	B	S
cmol <sub>c</sub> /dm <sup>3</sup>			%		dag/kg	mg/L	mg/dm <sup>3</sup>					
3,73	3,73	5,71	65	0	1,76	46,0	15,8	126,8	37,7	2,3	0,2	-

Laboratório de análise de solo Viçosa.