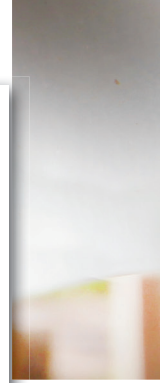


## Suplementação de Luz na Indução do Florescimento de Morangueiro Cultivado em Sistema Fora de Solo



OBJETIVOS DE  
DESENVOLVIMENTO  
SUSTENTÁVEL

2 FOME ZERO  
E AGRICULTURA  
SUSTENTÁVEL



*Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária  
Embrapa Clima Temperado  
Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento*

**BOLETIM DE PESQUISA  
E DESENVOLVIMENTO  
322**

**Suplementação de Luz na Indução  
do Florescimento de Morangueiro  
Cultivado em Sistema Fora de Solo**

*Savana Iribarem Costa  
Letícia Vanni Ferreira  
Caroline Farias Barreto  
Gerson Kleinick Vignolo  
Carlos Reisser Junior  
Luis Eduardo Corrêa Antunes*

**Embrapa Clima Temperado**  
*Pelotas, RS  
2019*

**Embrapa Clima Temperado**  
BR 392 km 78 - Caixa Postal 403  
CEP 96010-971, Pelotas, RS  
Fone: (53) 3275-8100  
www.embrapa.br/clima-temperado  
www.embrapa.br/fale-conosco

Comitê Local de Publicações

Presidente  
*Ana Cristina Richter Krolow*

Vice-Presidente  
*Marcia Vizzotto*

Secretário-Executivo  
*Bárbara Chevallier Cosenza*

Membros  
*Ana Luiza B. Viegas, Fernando Jackson,  
Marilaine Schaun Pelufê, Sonia Desimon*

Revisão de texto  
*Bárbara Chevallier Cosenza*

Normalização bibliográfica  
*Marilaine Schaun Pelufê*

Editoração eletrônica  
*Fernando Jackson*

Foto da capa  
*Paulo Lanzetta*

**1ª edição**  
Obra digitalizada (2019)

**Todos os direitos reservados.**

A reprodução não autorizada desta publicação, no todo ou em parte,  
constitui violação dos direitos autorais (Lei nº 9.610).

**Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)**

Embrapa Clima Temperado

---

S959 Suplementação de luz na indução do florescimento de  
morangueiro cultivado em sistema fora de solo /  
Savana Iribarem Costa... [et al.]. – Pelotas:  
Embrapa Clima Temperado, 2019.  
17 p. (Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento /  
Embrapa Clima Temperado, ISSN 1678-2518 ; 322)

1. Morango. 2. Produção. 3. Fotoperiodismo.  
4. Radiação luminosa. I. Costa, Savana Iribarem. II. Série.

CDD 634.75

## Sumário

---

Introdução.....	7
Material e Métodos.....	7
Resultados e Discussão.....	9
Conclusões.....	15
Agradecimentos.....	15
Referências.....	15
Literatura Recomendada.....	16



# Suplementação de Luz na Indução do Florescimento de Morangueiro Cultivado em Sistema Fora de Solo

Savana Iribarem Costa<sup>1</sup>

Letícia Vanni Ferreira<sup>2</sup>

Caroline Farias Barreto<sup>3</sup>

Gerson Kleinick Vignolo<sup>4</sup>

Carlos Reisser Junior<sup>5</sup>

Luis Eduardo Corrêa Antunes<sup>6</sup>

**Resumo** - No Sul do Brasil, a safra de morangos é curta, sendo necessário expandir o período de produção. Como estratégia para essa expansão, pode-se utilizar variedades de dias neutros, sistema de cultivo protegido, além do uso de luz artificial. Nesse contexto, o objetivo deste trabalho foi avaliar a influência do uso de lâmpadas de diferentes cores na indução do florescimento, produção e qualidade de frutas de morangueiros cultivados em sistema fora de solo. O experimento foi conduzido durante o período de junho de 2016 até dezembro de 2017, em estufa plástica na área experimental da Embrapa Clima Temperado, no município de Pelotas, Rio Grande do Sul, Brasil. Os tratamentos testados foram três cores de lâmpadas fluorescentes (vermelho, azul e branco) e testemunha sem utilização de lâmpadas. As variáveis avaliadas foram fenologia, massa seca de estolões e de folhas, número e massa das frutas e produção por planta. De modo geral, a utilização de iluminação artificial promove o incremento no número de frutas e, conseqüentemente, na produção por planta, sem alterar a qualidade das frutas. O uso da luz artificial, nas cores vermelha e branca, aumenta a produtividade em plantas de morangueiro em sistema de cultivo fora de solo recirculante.

**Termos para indexação:** *Fragaria x ananassa*, fotoperíodo, sistema recirculante.

<sup>1</sup> Engenheira-agrônoma, doutora em Agronomia, bolsista da Embrapa Clima Temperado, Pelotas, RS.

<sup>2</sup> Engenheira-agrônoma, doutora em Agronomia, bolsista da Embrapa Clima Temperado, Pelotas, RS.

<sup>3</sup> Engenheira-agrônoma, mestre em Agronomia, bolsista da Embrapa Clima Temperado, Pelotas, RS.

<sup>4</sup> Engenheiro-agrônomo, doutor em Agronomia, Pelotas, RS.

<sup>5</sup> Engenheiro agrícola, doutor em Agronomia, pesquisador da Embrapa Clima Temperado, Pelotas, RS.

<sup>6</sup> Engenheiro-agrônomo, doutor em Agronomia, pesquisador da Embrapa Clima Temperado, Pelotas, RS.

## Supplementation of Light to Induce Flowering of Strawberries Produced in Soilless System

**Abstract** - In the Southern Brazil strawberries crop is short, implying the need to expand the production period. As a strategy for this expansion one can use varieties of neutral days, protected cultivation system, and also the use of artificial light. In this context, the objective of this work was to evaluate the influence of the use of lamps of different colors on the induction of flowering, yield and fruit quality of strawberries cultivated in a soilless system. The experiment was conducted between June 2016 to December 2017, in a greenhouse at Embrapa Temperate Agriculture experimental area, in Pelotas, Rio Grande do Sul, Brazil. The treatments tested were three colors of fluorescent lamps (red, blue and white) and control without the use of lamps. Phenology, number and dry mass of stolons and leaves, number and mass of fruits and yield per plant were evaluated. In general, the use of artificial lighting promotes an increasing in the number of fruits and consequently in the production per plant, without changing the quality of the fruits. The use of artificial light, in red and white colors, increases productivity in strawberry plants in a recirculating soilless cultivation system.

**Index terms:** *Fragaria x ananassa*, photoperiod, recirculating system.

## Introdução

---

O morangueiro (*Fragaria x ananassa* Duch.) é uma espécie cultivada em todo o mundo, em razão de ser uma fruta muito apreciada pelos consumidores, devido a sua coloração, aroma, sabor (Gimenez et al., 2008) e por ser fonte de vitaminas e minerais (Bakshi et al., 2014). No Brasil, são produzidos anualmente 120 mil toneladas de morangos em aproximadamente 4 mil hectares (Kirschbaum et al., 2017). No Sul do país, onde a safra de morangos é especialmente curta, sendo as menores ofertas nos meses de março a junho (CEASA, 2018), a expansão do período de produção é importante para que haja maior rentabilidade para os produtores. Para alcançar maior período de produção pode-se utilizar variedades de dias neutros (Taghavi et al., 2016) e também adotar o sistema de cultivo protegido (Janke et al., 2017).

Os sistemas de cultivo protegido, a exemplo das estufas, estão sendo utilizados principalmente para a proteção contra a geada (Maughan, 2013), extensão do período de colheita, aumento dos rendimentos (Grijalba et al., 2015), melhoria da qualidade das frutas (Kadir et al., 2006) e para o controle de várias doenças (Kennedy et al., 2013).

Nesse contexto, o cultivo fora de solo é uma alternativa para a superação desses problemas, apresentando bancadas acima do nível do solo, facilitando o trabalho do produtor e reduzindo a incidência de doenças radiculares (Gonçalves et al., 2016). Além disso, esse sistema permite ainda aumentar a densidade de plantas e a produtividade, proporcionando a redução dos custos da lavoura (Paranjpe et al., 2003). Outra vantagem é o fornecimento de água e nutrientes mais ajustados às necessidades da planta, evitando perdas por excessos (Portela et al., 2012).

No cultivo fora de solo, em ambiente protegido, também é possível a utilização de iluminação artificial, que visa permitir o aumento de atividade fotossintética e da produtividade, nos casos em que já se esgotaram as alternativas convencionais de se obter incrementos na produção e qualidade (Costa et al., 2011). O uso de luz artificial torna-se ainda mais importante em algumas regiões do Rio Grande do Sul, dentre elas Pelotas (importante produtora de morangos), onde a disponibilidade de radiação solar é insuficiente para o adequado desenvolvimento do morangueiro, principalmente no inverno, quando os dias têm menos de 12 horas de luz (Almeida et al., 2009). Essa insuficiência de radiação ocorre em função da latitude (latitude: 31° 46' 19" S) em que a região se encontra, sendo que no período de inverno/primavera são oferecidas menos de 11 horas diárias de luz (Almeida et al., 2009).

Desse modo, fornecer luz artificial pode ser uma estratégia para complementar a necessidade de luz das plantas, estimular seu crescimento e, assim, resultar em ganho de produção. É nesse contexto que o presente trabalho se insere, buscando avaliar o efeito da complementação de luz na indução do florescimento e da produção de morangueiro, cultivado em sistema fora de solo.

## Material e Métodos

---

O experimento foi conduzido em área experimental da Embrapa Clima Temperado, no município de Pelotas, Rio Grande do Sul (RS), latitude: 31° 46' 19" S longitude: 52° 20' 33" W, com 60 m de altitude. As plantas foram cultivadas em estufa plástica, coberta com polietileno transparente, com telas anti-insetos e cortinas de filme plástico nas laterais.

O delineamento experimental foi em blocos ao acaso, com três cores de lâmpadas fluorescentes da marca Taschibra de 25 W (TKFS 25) nas cores vermelho, azul e branco, além da testemunha, sem utilização de lâmpadas, totalizando quatro tratamentos. A altura das lâmpadas foi regulada para que as plantas recebessem aproximadamente a mesma quantidade de lux (fluxo luminoso de 1.500 lm) em todas as cores. A unidade experimental foi composta por oito plantas, com três repetições cada.





Fotos: Paulo Lanzetta

**Figura 1.** Disposição da aplicação dos tratamentos lâmpadas fluorescentes nas cores vermelho, azul e branco.

Foram utilizadas mudas de raiz nua da cultivar San Andreas, oriundas da Argentina, adquiridas da empresa Maxxi Mudas, sendo o plantio realizado em junho de 2016, e as plantas foram mantidas até dezembro de 2017, ou seja, por dois ciclos. Os ciclos produtivos foram considerados de setembro de 2016 a fevereiro de 2017, e de maio a dezembro de 2017, respectivamente primeiro e segundo ciclo. O experimento foi conduzido em sistema de cultivo sem solo em baldes com capacidade de 7 litros, utilizando-se casca de arroz carbonizada como substrato. No fundo colocou-se aproximadamente 1L de argila expandida para drenagem da solução nutritiva. Em cada balde, foram transplantadas duas mudas com um emissor gotejador por planta, perfazendo dois emissores por balde.

As fertirrigações foram controladas por meio de programador automático, sendo fornecida diariamente às plantas a solução nutritiva comercial Samo Fertilizantes® (Ferti Base e Ferti Morango), de 4 a 8 vezes ao dia (dependendo da condição climática), com duração de 15 minutos. A solução nutritiva fornecida às plantas retornava ao reservatório, sendo assim um sistema de ciclo fechado, sem perdas de água e nutrientes. O pH e a condutividade elétrica da solução foram monitorados diariamente durante o período de condução do experimento, sendo o pH mantido entre 5,5 e 6,5 e a condutividade elétrica entre 1,2 e 1,5 dS m<sup>-1</sup>.

O controle de pragas e doenças foi realizado de forma curativa e preventiva, utilizando produtos indicados para a cultura e registrados no Ministério da Agricultura e Pecuária (Mapa). Constantemente, retiravam-se folhas secas e doentes para redução de possíveis inóculos de doenças e melhor circulação de ar no interior da planta.

Os parâmetros de desenvolvimento das plantas avaliados foram:

- Início do desenvolvimento inicial: considerado em todas as plantas de cada parcela, correspondendo à data em que 50% das plantas estiveram com pelo menos cinco folhas abertas; os resultados foram expressos em dias após o plantio das mudas.
- Início e plena floração: determinado em todas as plantas de cada parcela, considerada como início a data em que 50% das plantas estiveram com pelo menos uma flor aberta, e plena floração quando todas as plantas da parcela estiveram com, pelo menos, uma flor aberta; os resultados foram expressos em dias após o plantio das mudas.
- Início e plena frutificação: considerada início a data em que 50% das plantas em cada parcela estiveram com pelo menos uma fruta completamente madura, e plena frutificação, determinada quando todas as plantas da parcela estiveram com, pelo menos, uma fruta completamente madura; expressos em dias após o plantio das mudas.

- Emissão de estolões: contabilizados todos os estolões emitidos pelas plantas durante todo o ciclo e, posteriormente colocados em estufa a 65 °C para avaliação de massa seca; expressa em gramas por planta ( $\text{g planta}^{-1}$ ).
- Massa seca de folhas: mensalmente, foram retiradas folhas secas e doentes, então colocadas em sacos de papel, sendo posteriormente levados para estufa a 65 °C para se determinar a massa seca em gramas por planta ( $\text{g planta}^{-1}$ ). As folhas oriundas de poda também foram secas em estufa.

Para avaliar os parâmetros de produção das plantas, foram determinados:

- Número de frutas por planta: realizado pela divisão do número de frutas das parcelas colhidas durante os ciclos avaliados pelo número de plantas da parcela, expresso em número médio de frutas por planta ( $\text{fruta planta}^{-1}$ ), sendo consideradas para contagem e pesagem apenas as frutas comercializáveis, ou seja, frutas com mais de 8 g e sem deformações.
- Massa média de fruta: calculada por meio do quociente entre a massa e o número de frutas obtidas na colheita; expressa em  $\text{g fruta}^{-1}$ .
- Massa fresca de frutas por planta: obtida pela divisão da massa fresca de frutas das parcelas, colhidas durante os ciclos avaliados, pelo número de plantas da parcela, expressa em gramas por planta ( $\text{g planta}^{-1}$ );
- Produção mensal, calculada por meio da soma de toda produção obtida durante o mês avaliado, expressa em gramas por mês ( $\text{g mês}^{-1}$ ).

Os dados foram submetidos à análise da variância pelo teste F e, quando significativos, submetidos à comparação entre médias, pelo teste de Tukey, a 5% de significância. As análises estatísticas foram realizadas mediante o emprego do programa SISVAR versão 5.6 (Ferreira, 2014).

## Resultados e Discussão

---

Em relação às diferentes cores de lâmpadas (vermelha, azul, branca) e a luz natural, não foram observadas diferenças estatísticas para as variáveis iniciais de desenvolvimento (dias para emissão de cinco folhas, início de estolonamento, início e plena floração, e início e plena frutificação) (Tabela 1).

No primeiro ciclo de produção, observou-se menor número e conseqüentemente menor massa de fruta por planta nas plantas cultivadas com luz natural (Tabela 2). Ainda nesse ciclo, quando as plantas receberam complemento artificial, independentemente das cores das lâmpadas, não houve diferença para o número e massa de fruta por planta no primeiro ciclo. Observou-se comportamento semelhante, nos dois ciclos, para a luz artificial com menor número e massa de fruta por planta. No segundo ciclo, verificou-se que as plantas que receberam luz vermelha e branca foram mais produtivas, com maior número e massa de frutas em relação aos demais tratamentos. Em relação à massa média de frutas, houve diferença apenas no segundo ciclo, sendo que as plantas que receberam a luz artificial de cor azul apresentaram menores valores para essa variável.

**Tabela 1.** Dias para emissão de cinco folhas, início do estolamento, início e plena floração e frutificação em plantas de morangueiro da cultivar San Andreas sob diferentes cores de lâmpadas, no ano de 2016. Embrapa Clima Temperado, Pelotas, RS, 2018.

Luzes	Emissão de cinco folhas	Início do estolamento
	Dias após o plantio	
Vermelha	49,67 <sup>ns</sup>	74,33 <sup>ns</sup>
Azul	56,00	83,00
Branca	52,67	75,33
Luz natural	57,33	80,33
CV (%) <sup>1</sup>	6,15	11,97
Luzes	Início da floração	Plena floração
	Dias após o plantio	
Vermelha	47,00 <sup>ns</sup>	78,67 <sup>ns</sup>
Azul	50,00	64,33
Branca	49,00	80,00
Luz natural	47,00	70,33
CV (%) <sup>1</sup>	3,59	15,15
Luzes	Início da frutificação	Plena frutificação
	Dias após o plantio	
Vermelha	77,00 <sup>ns</sup>	85,67 <sup>ns</sup>
Azul	81,00	92,67
Branca	81,00	95,67
Luz natural	81,00	94,67
CV (%) <sup>1</sup>	3,13	10,04

<sup>1</sup> CV (%) Coeficiente de variação.

<sup>ns</sup> (não significativo).

**Tabela 2.** Número (NFP) e massa de frutas por planta (MFP), massa média de fruta (MMF) em gramas, número (NEP) e massa seca de estolões por planta (MSEP) em gramas e massa seca de folhas por planta (MSFP) em gramas, de morangueiro da cultivar San Andreas sob diferentes cores de lâmpadas, nos anos de 2016/2017 e 2017. Embrapa Clima Temperado, Pelotas, RS, 2018.

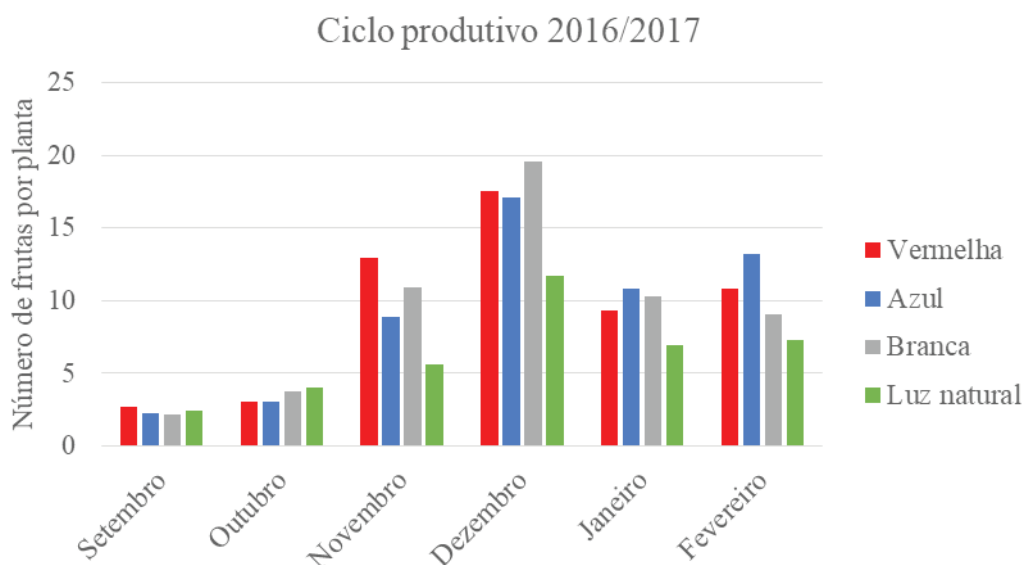
Luzes	NFP		MFP (g)		MMF (g)	
	Primeiro ciclo					
Vermelha	56,29	a	786,59	a	15,72	ns
Azul	55,21	a	784,04	a	15,76	
Branca	55,75	a	782,71	a	16,25	
Luz natural	38,04	b	568,42	b	16,13	
CV (%) <sup>1</sup>	9,60		8,77		3,82	
Segundo ciclo						
Vermelha	68,92	a	756,33	a	11,26	a
Azul	52,04	b	535,38	b	9,56	b
Branca	65,08	a	721,29	a	11,70	a
Luz natural	49,13	b	550,67	b	11,75	a
CV (%) <sup>1</sup>	5,78		7,81		5,21	
Luzes	NEP		MSEP (g)		MSFP (g)	
	Primeiro ciclo					
Vermelha	51,00	ns	60,20	ns	407,00	ns
Azul	51,33		63,14		390,00	
Branca	59,00		67,01		413,33	
Luz natural	70,67		88,34		475,33	
CV (%) <sup>1</sup>	34,72		31,09		12,57	
Segundo ciclo						
Vermelha	26,67	a	28,68	ns	514,67	a
Azul	11,33	b	14,39		419,67	ab
Branca	16,67	ab	18,96		464,00	ab
Luz natural	10,00	b	16,40		389,33	b
CV (%) <sup>1</sup>	29,01		33,21		10,54	

<sup>1</sup> CV (%) Coeficiente de variação.

\*Médias seguidas por letras distintas, na coluna, diferem entre si pelo Teste Tukey a 5% de probabilidade de erro. \*ns (não significativo).

No primeiro ciclo, as variáveis vegetativas (número e massa seca de estolão e massa seca de folhas por planta) não apresentaram diferenças significativas em relação aos tratamentos avaliados (Tabela 2). No segundo ciclo, houve diferença entre os tratamentos para massa seca de folhas e o número de estolões por planta. As plantas cultivadas com complemento de luz vermelha apresentaram maior número de estolões por planta em relação às luzes azul e natural. Já a massa seca de folhas por planta foi superior nas plantas cultivadas com complemento de luz vermelha, enquanto que a menor massa seca de folhas foi observada no tratamento com luz natural.

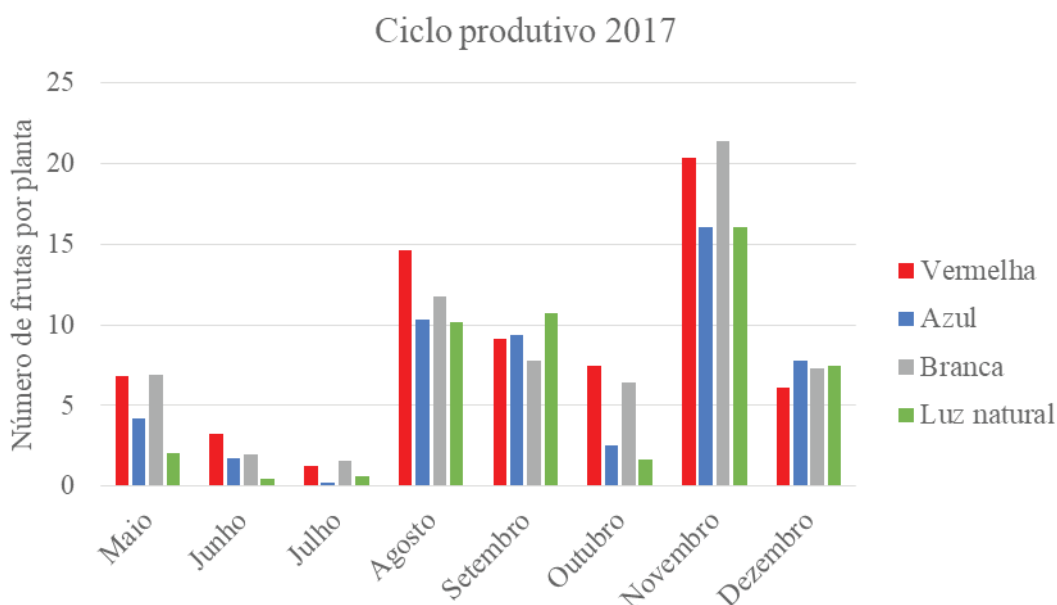
Pode-se observar aumento no número de frutas nos meses de novembro e dezembro no primeiro ciclo e no mês de novembro no segundo ciclo (Figuras 2 e 3). No primeiro ciclo, verificou-se em dezembro maior número de frutas e maior produção por planta, em relação aos demais meses produtivos (Fig. 6). Em relação à coloração das lâmpadas, observou-se de modo geral menores valores quando as plantas receberam apenas luz natural, principalmente nos meses de maior produção (dezembro). Novamente em novembro, do segundo ciclo, observou-se um pico na produção (Fig. 7).



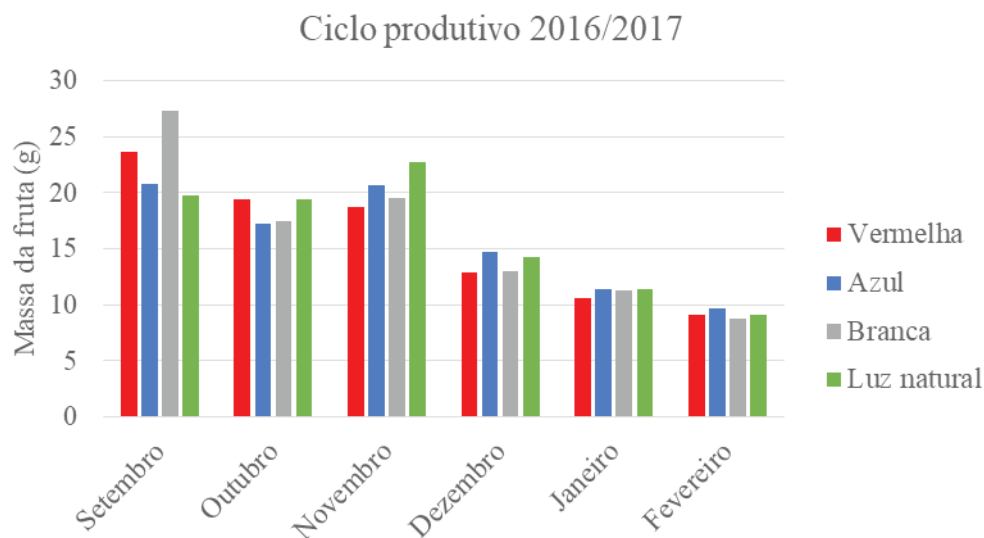
**Figura 2.** Número de frutas por planta de morangueiro da cultivar San Andreas sob diferentes cores de lâmpadas, no ano de 2016/2017. Embrapa Clima Temperado, Pelotas, RS, 2018.

Os menores valores de produção e número de frutas obtidos neste trabalho, para o tratamento em que os morangueiros receberam apenas luz natural, podem ser explicados pelo fato de que a redução da iluminação natural prejudica o florescimento, frutificação e produtividade, sendo esse efeito possivelmente relacionado com a redução da taxa de fotossíntese causada pela redução da luz (Cavichioli et al., 2008).

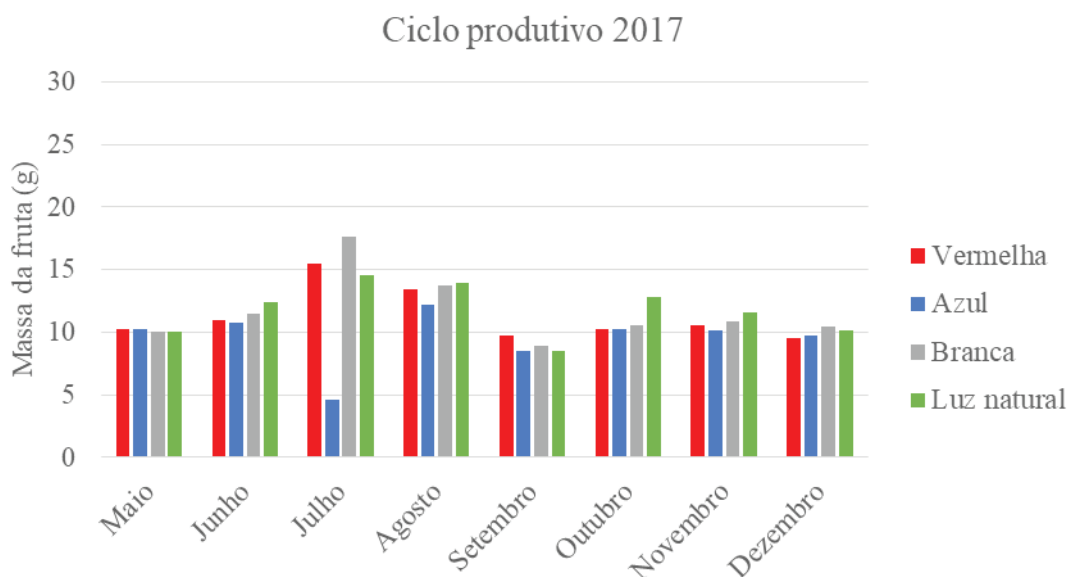
Em setembro de 2016, observou-se maior massa de fruta por planta, quando comparado aos demais meses do ciclo produtivo (Figura 4). Isso se deve a serem frutas originadas de flores primárias, o que consequentemente gera frutas de maior tamanho. A partir do pico de produção ocorrido em dezembro de 2016, houve redução na massa de fruta. Já no segundo ciclo, observa-se que não houve diferença para a massa média das frutas (Figura 5).



**Figura 3.** Número de frutas por planta de morangueiro da cultivar San Andreas sob diferentes cores de lâmpadas, no ano de 2017. Embrapa Clima Temperado, Pelotas, RS, 2018.



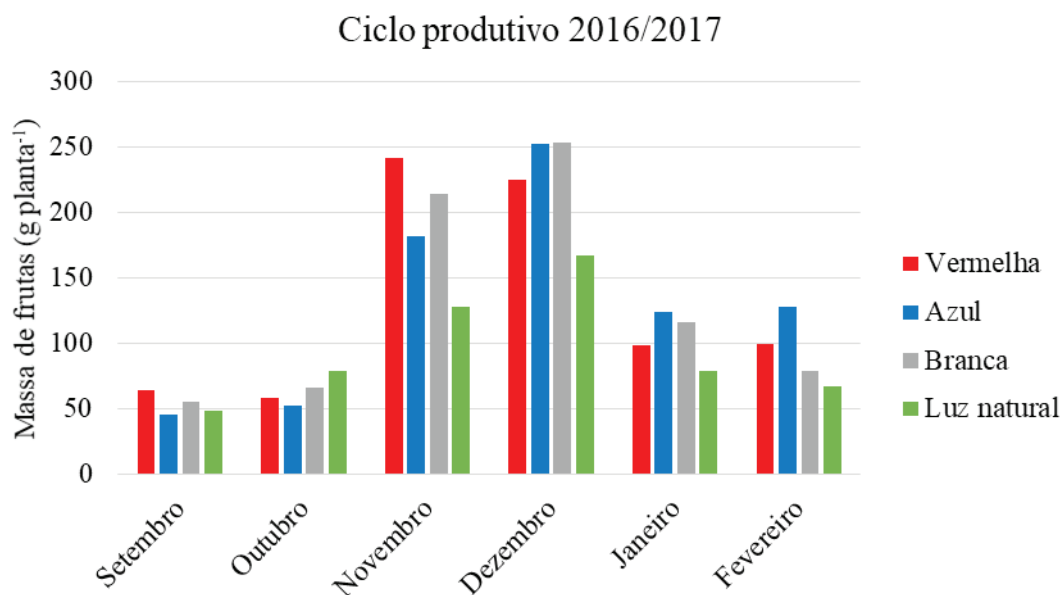
**Figura 4.** Massa da fruta (em gramas) de morangueiro da cultivar San Andreas sob diferentes cores de lâmpadas, no ano de 2016/2017. Embrapa Clima Temperado, Pelotas, RS, 2018.



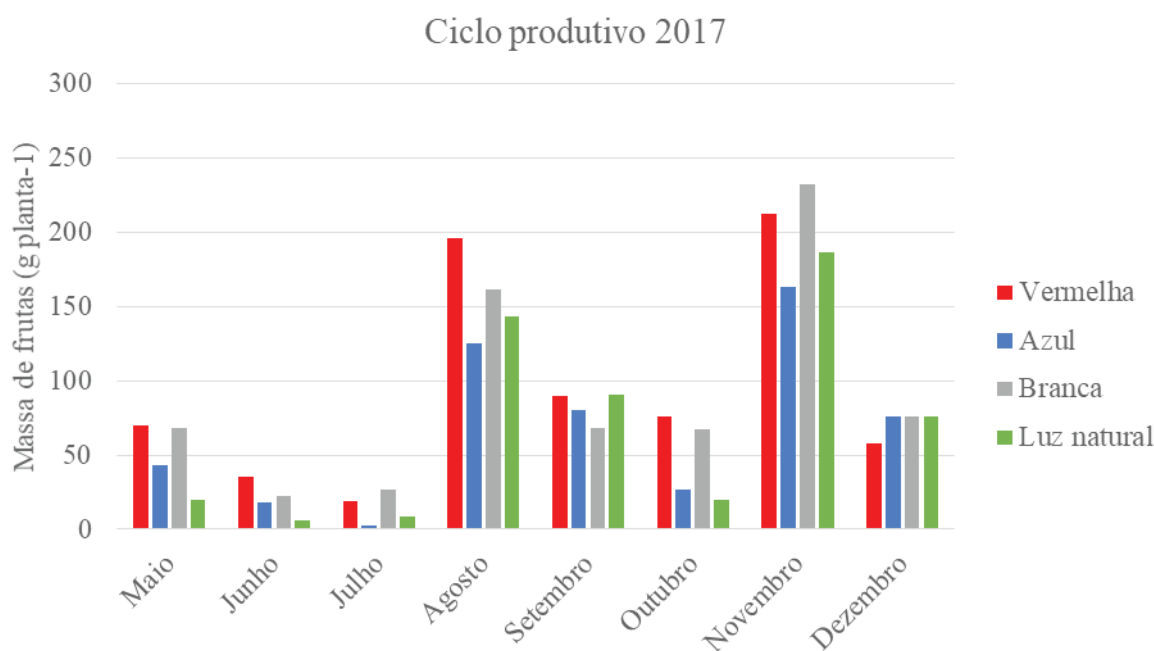
**Figura 5.** Massa da fruta (em gramas) de morangueiro da cultivar San Andreas sob diferentes cores de lâmpadas, no ano de 2017. Embrapa Clima Temperado, Pelotas, RS, 2018.

As variáveis iniciais de desenvolvimento, neste estudo, não foram alteradas pelo fornecimento de luz artificial. Conforme Gautam et al. (2015), isso pode ter ocorrido porque essas variáveis sofrem influência de comprimentos de onda específicos em determinadas épocas do ano, o que significa que, no período avaliado, tal interferência não ocorreu.





**Figura 6.** Massa de frutas por planta (em gramas) de morangueiro da cultivar San Andreas sob diferentes cores de lâmpadas, no ano de 2016/2017. Embrapa Clima Temperado, Pelotas, RS, 2018.



**Figura 7.** Massa de frutas por planta (em gramas) de morangueiro da cultivar San Andreas sob diferentes cores de lâmpadas, no ano de 2017. Embrapa Clima Temperado, Pelotas, RS, 2018.

As luzes vermelhas e brancas, no segundo ciclo (2017), resultaram em maior número de frutas e produção por planta de morangueiro. Esse resultado pode decorrer do fato de as luzes branca e vermelha apresentarem efeitos semelhantes, devido à composição espectral e características de absorção do fitocromo (Thomas, 1974). Kirschbaum (1998), estudando os efeitos da luz no morangueiro, concluiu que baixas intensidades de luz vermelha induzem o florescimento; dessa forma, a produção de flores e frutas poderia ser privilegiada com o uso de radiação complementar que emita comprimento de onda na faixa do vermelho (600 nm).

No primeiro ciclo, as variáveis vegetativas das plantas não foram influenciadas pelas luzes, possivelmente devido ao pouco tempo de exposição que as plantas tiveram desde o plantio, para que se gerasse efeito sobre seu crescimento vegetativo. Em contrapartida, no segundo ciclo, a luz vermelha proporcionou maior massa de folhas e número de estolões por planta. A luz vermelha é importante para o desenvolvimento do aparato fotossintético e para o acúmulo de amido (Saebo et al., 1995); desse modo, pode apresentar maior aporte de biomassa e maior formação de estruturas reprodutivas. Entretanto, os dados deste estudo são contrários

àqueles obtidos por Samuoliene et al. (2010), os quais afirmam que o comprimento de onda na faixa do azul é mais importante para o crescimento vegetativo das plantas.

O fato de a luz natural apresentar menores valores de produção e número de frutas pode-se explicar devido à redução da iluminação natural prejudicar o florescimento, a frutificação e a produtividade. Tal efeito possivelmente esteja relacionado com a redução da taxa de fotossíntese causada pela redução da luz (Taiz et al., 2017).

Vignolo et al. (2016), assim como neste trabalho, não observaram efeito da iluminação artificial na massa média de frutas, apresentando média de 12,9 g fruta<sup>-1</sup>. Ainda segundo esses mesmos autores, cabe ressaltar que, quanto maior o período de produção, menor a massa média ao final do cultivo, devido ao maior desgaste das plantas e maior número de frutas oriundas de flores terciárias e quaternárias.

## Conclusões

---

Nas condições em que foi desenvolvido o experimento, o morangueiro apresenta sensibilidade à complementação de luz a que é submetido, durante os diferentes ciclos produtivos.

O complemento com iluminação artificial promove incremento no número de flores e frutas e, consequentemente, na produção por planta.

O uso de luz artificial nas cores vermelha e branca aumenta a produtividade em plantas de morangueiro em sistema de cultivo fora de solo recirculante.

## Agradecimentos

---

Os autores agradecem a Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (Capes) e o Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), pelo apoio financeiro, e à Embrapa Clima Temperado, pela estrutura física disponibilizada.

## Referências

---

- ALMEIDA, I. R.; STEINMETZ, S.; REISSER JÚNIOR, C.; ANTUNES, L. E. C.; ALBA, J. M. F.; MATZENAUER, R.; RADIN, B. **Zoneamento agroclimático para produção de morango no Rio Grande do Sul**. Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 2009. 28 p. (Embrapa Clima Temperado. Documentos, 283).
- BAKSHI, P.; BHAT, D. J.; WALI, V. K.; SHARMA, A.; IQBAL, M. Growth, yield and quality of strawberry (*Fragaria x ananassa* Duch.) cv. Chandler as influenced by various mulching materials. **African Journal of Agricultural Research**. v. 9, n. 7, p. 701-706, 13 Feb. 2014. doi: 10.5897/AJAR2013.7983
- CAVICHIOLO, J. C.; RUGGIERO, C.; VOLPE, C. A. Caracterização físico-química de frutos de maracujazeiro-amarelo submetidos à iluminação artificial, irrigação e sombreamento. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 30, n. 3, p. 649-656, 2008.
- CEASA (Centro de Abastecimento do Rio Grande do Sul). Disponível em <http://www.ceasa.rs.gov.br/cotacao.php>. Acesso em: 20 fev. 2018.
- COSTA, R. C.; CALVETE, E. O.; REGINATTO, F. H.; CECCHETTI, D.; LOSS, J. T.; RAMBO, A.; TESSARO, F. Telas de sombreamento na produção de morangueiro em ambiente protegido. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 29, n. 1, p. 98-102, 2011.
- FERREIRA, D. F. Sisvar: a Guide for its Bootstrap procedures in multiple comparisons. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 38, n. 2, p. 109-112, 2014.
- GAUTAM, P.; TERFA, M. T.; OLSEN, J. E.; TORRE, S. Red and blue light effects on morphology and flowering of *Petunia x hybrida*. **Scientia Horticulturae**, v. 184, p. 171-178, 2015.
- GIMENEZ, G.; ANDRIOLO, J. L.; GODOI, R. S. Cultivo sem solo do morangueiro. **Ciência Rural**, v. 38, n. 1, p. 273-279, 2008.
- GRIJALBA, C. M.; PÉREZ-TRUJILLO, M. M.; RUIZ, D.; FERRUCHO, A. M. Strawberry yields with high-tunnel and open-field cultivations and the relationship with vegetative and reproductive plant characteristics. **Agronomía Colombiana**, v. 33, n. 2, p. 147-154, 2015. doi:10.15446/agron.colomb.v33n2.52000
- JANKE, R. R.; ALTAMIMI, M. E.; KHAN, M. The use of high tunnels to produce fruit and vegetable crops in North America. **Agricultural Science**, v. 8, p. 692-715, 2017.



- KADIR, S.; CAREY, E.; ENNAHLI, S. Influence of high tunnel and field conditions on strawberry growth and development. **HortScience**, v. 41, n. 2, p. 329–335, 2006.
- KENNEDY, C.; HASING, T. N.; PERES, N. A.; WHITAKER, V. M. Evaluation of strawberry species and cultivars for powdery mildew resistance in open-field and high tunnel production systems. **HortScience**, v. 48, p. 1125–1129, 2013.
- KIRSCHBAUM, D. S. Temperature and growth regulator effects on growth and development of strawberry (*Fragaria x ananassa* Duch.). 144 f. (Dissertação - Mestrado em Agronomia), University of Florida, Florida, 1998.
- KIRSCHBAUM, D. S.; VICENTE, C. E.; CANO-TORRES, M. A.; GAMBARELLA, M.; VEIZAGA-PINTO, F. K.; ANTUNES, L. E. C. Strawberry in South America: from the Caribbean to Patagonia. **Acta Horticulturae**, n. 1156, p. 947-956, 2017.
- MAUGHAN, T. **Optimizing Systems for Cold-Climate Strawberry Production, in All Graduate Theses and Dissertations**. 2013. Paper 2034. Available online: <http://digitalcommons.usu.edu/etd/2034>
- PARANJPE, A.; CANTLIFFE, D. J.; LAMB, E. M.; STOFFELLA, P. J.; POWELL, C. Winter strawberry production in greenhouses using soilless substrates: an alternative to methyl bromide soil fumigation. Proceedings of the Florida State for **Horticultural Science**, Florida, v. 116, p. 98-105, 2003.
- PORTELA, I. P.; PEIL, R. M. N.; RODRIGUES, S.; CARINI, F. Densidade de plantio, crescimento, produtividade e qualidade das frutas de morangueiro "Camino Real" em hidroponia. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 34, n. 3, p. 792-798, 2012.
- 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.
- SAMUOLIENE, G.; BRAZAITYTĖ, A.; URBONAVIČIŪTĖ, A.; ŠABAJEVIENĖ, G. DUCHOVSKIS, P. The effect of red and blue light component on the growth and development of frigo strawberries. **Zemdirbyste-Agriculture**, v. 97, n. 2, 99–104, 2010.
- TAGHAVI, T.; DALE, A.; HUGHES, B.; ZANDSTRA, J. The performance of dayneutral strawberries differs between environments in Ontario. **Canad. Journal Plant Science**, v. 96, n. 4, p. 662–669, 2016. doi:10.1139/cjps-2015-0276.
- TAIZ, L.; ZEIGER, E.; MOLLER, I.; MURPHY, A. **Fisiologia e desenvolvimento vegetal**. 6. ed. Porto Alegre: Artmed, 2017. 888 p.
- THOMAS, H. Control mechanisms in the resting seeds. In: ROBERTS, E. H. (Ed.). **Viability of seeds**. London: Chapman and Hall, 1974. p. 360-396.
- VIGNOLO, G. K.; COSTA, S. I.; MACHADO, J. T. M.; TONIN, J.; ANTUNES, L. E. C. Produção de morangos em cultivo fora de solo recirculante utilizando lâmpadas de diferentes cores para aumento do fotoperíodo. In: ENCONTRO SOBRE PEQUENAS FRUTAS E FRUTAS DO MERCOSUL, 7., Pelotas. **Anais...** Brasília, DF: Embrapa, 2016. p. 87-90.

## Literatura Recomendada

- CRAVER, J. K.; BOLDT, J. K.; LOPEZ, R. G. Radiation intensity and quality from sole-source Light-Emitting Diodes affect seedling quality and subsequent flowering of long-day bedding plant species. **HortScience**, v. 53, n. 10, p. 1407–1415, 2018. <https://doi.org/10.21273/HORTSCI13228-18>
- CUI, J.; MA, Z. H.; XU, Z. G.; ZGANG, H.; CHANG, T. T.; LIU, H. J. Effects of supplemental lighting with different light qualities on growth and physiological characteristics of cucumber, pepper and tomato seedlings. **Acta Horticulturae Sinica**, v. 5, p. 663–670, 2009.
- ERIG, C.; SCHUCH, M. W. Tipo de luz na multiplicação *in vitro* de framboeseira (*Rubus idaeus* L.) 'Batum'. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 27, n. 3, p. 488-490, 2005.
- EVENHUIS, A.; WANTEN, P. J. Effect of polythene tunnels and cultivars on grey mould caused by *Botrytis cinerea* in organically grown strawberries. **Agriculturae Conspectus Scientificus**, v. 71, n. 4, p. 111–114, 2006.
- FULEKI, T.; FRANCIS, F. J. Quantitative determination of anthocyanins. Determination of total anthocyanins and degradation index for cranberry juice. **Journal Food Science**, v. 33, n. 1, 78-83, 1968.
- INSTITUTO ADOLFO LUTZ. **Métodos físico-químicos para análise de alimentos**. São Paulo, 2008. 1020 p. Edição digital.
- MEDINA, Y.; GOSSELIN, A.; DESJARDINS, Y.; GAUTHIER, L.; HARNOIS, R.; KHANIZADEH, S. Effects of plastic mulches on yield and fruit quality of strawberry plants grown under high tunnels; 2009. ISHS **Acta Horticulturae**, n. 893, International Symposium on High Technology for Greenhouse Systems: GreenSys, 2009.
- MORAES, C. A. G.; FURLANI, P. R. Cultivo de hortaliças de fruta em hidroponia. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 20, n. 200/201, p. 105-113, 1999.
- NERI, D.; BARUZZI, G.; MASSETANI, F.; WALTHER, F. Strawberry production in forced and protected culture in Europe as a response to climate change. **Canadian Journal of Plant Science**, v. 92, n. 6, p. 1021-1036, 2012. doi:10.4141/cjps2011-276.
- OHASHI-KANEKO, K.; TAKASE, M.; KON, N.; FUJIWARA, K.; KURATA, K. Effect of light quality on growth and vegetable quality in leaf lettuce, spinach and komatsuna. **Environmental Control in Biology**, v. 45, p. 189-198, 2007.
- PIERRÔ, A. Gosto Bom. **Cultivar Hortaliças e Frutas**, n. 14, p. 10-12, 2002.
- ROCHA, P. S. G. da; OLIVEIRA, R. P. de; BASTOS, C. R.; SCIVITTARO, W. B. Diodos emissores de luz (LEDs) na micropropagação de amoreira-preta cv. Tupy. **Horticultura Argentina**, Mendoza, v. 32, p. 14-19. 2013.
- ROCHA, P. S. G. da; OLIVEIRA, R. P. de; SCIVITTARO, W. B.; SANTOS, U. L. dos. Diodos emissores de luz e concentrações de BAP na multiplicação *in vitro* de morangueiro. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 40, n. 9, p. 1922-1928, set. 2010.
- SON, K. H.; OH, M. M. Leaf Shape, Growth, and Antioxidant Phenolic Compounds of Two Lettuce Cultivars Grown under Various Combinations of Blue and Red Light-emitting Diodes. **HortScience**, v. 48, n. 8, p. 988-995, 2013.

SWAIN, T.; HILLS, W. E. The phenolic constituents of *Punus domestica*. The quantitative analysis of phenolic constituents. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, London, v. 19, p. 63-68, 1959.

UDDIN, A. F. M. J.; HOQ, M. Y.; RINI, S. N.; URME, F. B. R.; AHMAD, H. Influence of supplement LED spectrum on growth and yield of strawberry. **Journal of Bioscience and Agriculture Research**, v. 16, n. 2, p. 1348-1355, 2018.

VIDA, J. B.; ZAMBOLIM, L.; TESSMANN1, D. J.; BRANDÃO FILHO, J. U. T.; VERZIGNASSI1, J. R.; M. P. CAIXETA. Manejo de doenças de plantas em cultivo protegido. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, v. 29, n. 4, p. 355-372, 2004.

XIAO, C. L.; CHANDLER, C. K.; PRICE, J. F.; DUVAL, J. R.; MERTELY, J. C.; LEGARD, D. E. Comparison of epidemics of botrytis fruit rot and powdery mildew of strawberry in large plastic tunnel and field production systems. **Plant Disease**, v. 85, n. 8, 2001. doi:10.1094/PDIS.2001.85.8.901.

XU, F.; SHI, L.; CHEN, W.; CAO, S.; SU, X.; YANG, Z. Effect of blue light treatment on fruit quality, antioxidant enzymes and radical-scavenging activity in strawberry fruit. **Scientia Horticulturae**, v. 175, p. 181–186, 2014.

**Embrapa**

---

***Clima Temperado***

MINISTÉRIO DA  
AGRICULTURA, PECUÁRIA  
E ABASTECIMENTO



PÁTRIA AMADA  
**BRASIL**  
GOVERNO FEDERAL

CGPE 15616