

**COLORAÇÃO DA BROMÉLIA *NEOREGELIA* “FIREBALL” CULTIVADA EM DIFERENTES NÍVEIS DE SOMBREAMENTO**

**COLORING OF BROMELIAD *NEOREGELIA* “FIREBALL” CULTIVATED AT DIFFERENT SHADING LEVELS**

Walter Aparecido Ribeiro Junior<sup>1</sup>  
Jean Carlo Baudraz de Paula<sup>2</sup>  
Gabriel Danilo Shimizu<sup>3</sup>  
Claudineia Emanuele de Oliveira<sup>4</sup>  
Hugo Roldi Guariz<sup>5</sup>  
Leonel Vinicius Constantino<sup>6</sup>  
Renata Koyama<sup>7</sup>  
Ricardo Tadeu de Faria<sup>8</sup>

**RESUMO**

As plantas podem expressar fenótipos diferentes quando submetidas a condições ambientais distintas, como o sombreamento, exibindo por exemplo, diferença na composição e coloração da planta. Assim, o objetivo do presente trabalho foi avaliar a coloração da bromélia *Neoregelia* “Fireball” cultivada em ambientes sombreados e verificar a relação cor/ pigmento. Este trabalho foi conduzido em Londrina, no Paraná – Brasil, de abril a setembro de 2019, com bromélias cultivadas em diferentes níveis de sombreamento (0, 30, 50, 70 e 80%). Foi avaliado os parâmetros de cor (*hue*°, Chroma e Luminosidade), teor de clorofila e de antocianina total. Para os parâmetros de cor *hue*° e luminosidade (L) da planta, a característica comportamental foi semelhante, de modo que os valores aumentaram com sombreamento, modificando a coloração de vermelho-alaranjado para verde-amarelado. Foi observado relação entre os pigmentos fotossintetizantes e a coloração, em que aquelas cultivadas ao sol apresentaram coloração vermelha e altos teores de antocianinas e as bromélias cultivadas a 80% de sombreamento apresentaram coloração verde, menores valores de antocianina e altos índices de clorofila. A bromélia *Neoregelia* “Fireball” apresenta característica de adaptabilidade ao sombreamento, aclimatando-se ao ambiente e expressando modificação em sua coloração e no teor de pigmentos fotossintetizantes.

126

**Palavras-chave:** bromeliaceae; pigmentos fotossintetizantes; parâmetros de cor.

**ABSTRACT**

Plants can express different phenotypes when subjected to different environmental conditions, such as shading, exhibiting, for example, differences in plant composition and color. Thus, the

<sup>1</sup> Universidade Estadual de Londrina/ Doutorado em Agronomia. E-mail: junior\_agro40@hotmail.com

<sup>2</sup> Universidade Estadual de Londrina/ Doutorado em Agronomia. E-mail: jc\_baudraz@live.com

<sup>3</sup> Doutorado em Agronomia pela Universidade Estadual de Londrina. E-mail: shimizu@uel.br

<sup>4</sup> Universidade Estadual de Londrina/ Graduada em Geografia. E-mail: neia\_eo@hotmail.com

<sup>5</sup> Universidade Estadual de Londrina/ Doutorado em Agronomia . E-mail: hugo.guariz@gmail.com

<sup>6</sup> Universidade Estadual de Londrina/ Doutor em Agronomia. E-mail: leonel@uel.br

<sup>7</sup> Universidade Estadual de Londrina/ Doutora em Agronomia. E-mail: emykoyama@hotmail.com

<sup>8</sup> Universidade Estadual de Londrina/ Professor Doutor do Departamento de Agronomia. E-mail: faria@uel.br

aim of the present work was to evaluate the coloration of the *Neoregelia* “Fireball” bromeliad cultivated in shaded environments and to verify the color/pigment ratio. This work was carried out in Londrina, Paraná – Brazil, from April to September 2019, with bromeliads cultivated at different shading levels (0, 30, 50, 70 and 80%). Color parameters (*hue*°, Chroma and Luminosity), chlorophyll and total anthocyanin content were evaluated. For the parameters of *hue*° color and luminosity (L) of the plant, the behavioral characteristic was similar, so that the values increased with shading, changing the color from orange-red to yellowish-green. A relationship between photosynthetic pigments and color was observed, in which those grown in the sun showed red color and high levels of anthocyanins and bromeliads grown at 80% shade showed green color, lower values of anthocyanin and high levels of chlorophyll. The *Neoregelia* “Fireball” bromeliad has a characteristic of adaptability to shading, acclimating itself to the environment and expressing changes in its color and in the content of photosynthetic pigments.

**Keywords:** bromeliaceae; photosynthetic pigments; color parameters.

## 1 INTRODUÇÃO

As bromélias são organismos importantes para manutenção da natureza, participando ativamente de interações ecológicas realizada na microfauna e microflora, além de pequenos animais como sapos, morcegos, beija-flores, borboletas, mariposas, abelhas entre outros (SANTANA; MACHADO, 2010; DIAS *et al.*, 2014). Dos muitos gêneros e espécies presentes no Brasil, destaca-se a *Neoregelia* “Fireball”, esta planta gera intrigantes discussões entre taxonomistas e pesquisadores devido à falta de sua descrição taxonômica. (BUTCHER, 2011).

127

Apesar deste fato, o mesmo não se demonstra como um entrave para o setor comercial, tendo em vista que é amplamente vendida em gardens, floriculturas, internet e muito utilizada devido sua cor avermelhada que dá origem ao seu nome “Fireball” ou “bola de fogo”, como é popularmente denominada. A intensidade de sua coloração pode ser alterada pela quantidade de luz recebida pela planta e pelos nutrientes absorvidos (TAIZ *et al.*, 2017), isso ocorre pois haverá uma modificação da quantidade de pigmentos fotossintetizantes presentes na folha.

Estudos comprovam a existência de uma relação direta entre a intensidade de luz no ambiente e as características pertinentes às folhas (COGLIATTI-CARVALHO; ALMEIDA; ROCHA, 1998; DENG *et al.*, 2012a; DENG *et al.*, 2012b; HOLCMAN; SENTELHAS, 2013). Assim, dependendo da quantidade de luz que incide sobre a planta, a mesma poderá apresentar variação no tamanho, formato e coloração. Dessa maneira entende-se que o padrão e qualidade das plantas estão interligados à capacidade fotossintética da espécie em relação às condições de cultivo devido ao incremento de fotoassimilados. (LENHARD *et al.*, 2013).

O conhecimento da exigência luminosa das plantas torna-se necessário, pois a intensidade pode promover alterações no metabolismo fotossintético e, conseqüentemente, no desenvolvimento das plantas (YAN *et al.*, 2013), que podem apresentar mecanismos de adaptação aos ambientes contrastantes (VELOSO *et al.*, 2017). Um estudo realizado em uma população de bromélias *Neoregelia johannis* (Carrière) L. B. Smith na Mata Atlântica da Ilha Grande mostrou diferenças acentuadas entre os indivíduos com relação a coloração das folhas. Trabalhos comprovaram a existência de uma relação direta entre a intensidade de luz do ambiente e as características pertinentes às folhas. (COGLIATTI-CARVALHO; ALMEIDA; ROCHA, 1998).

Com base no pouco conhecimento científico sobre a coloração das plantas ornamentais e buscando-se entender melhor as características físicas e fisiológicas das plantas, o objetivo do presente trabalho foi avaliar a coloração da bromélia *Neoregelia* “Fireball” cultivada em ambientes sombreados e verificar a relação cor/ pigmento.

## **2 MATERIAL E MÉTODOS**

128

O experimento foi realizado no Centro de Ciências Agrárias da Universidade Estadual de Londrina (UEL) em Londrina – PR, localizada a 23° 23’ de latitude Sul e 51° 11’ de longitude Oeste e altitude média de 566 metros no período de abril a outubro de 2019. Segundo a classificação de Koppén, o clima na região é tipo Cfa (subtropical úmido) com temperaturas médias no mês mais frio entre 0 °C e 16 °C e temperatura média no mês mais quente de 22 °C ou superior. A precipitação geralmente atinge seu máximo nível no verão, por isso é usualmente conhecida como região de clima de inverno seco e verão úmido, com precipitação média anual de 1639 mm. (INSTITUTO..., 2019).

Foram selecionadas 20 plantas da Coleção de Bromélias do Orquidário UEL, provenientes da casa de vegetação da Floricultura da Fazenda Escola da UEL. As plantas apresentaram inicialmente coloração variando de vermelho a laranja. A escolha ocorreu de forma a obter plantas sem defeitos físicos, fisiológicos e/ou fitopatogênicos. Posteriormente as bromélias foram lavadas, retiradas as folhas secas, com queimaduras ou machucados e todos os brotos visíveis. Antes do plantio, foi aplicado ácido indol-butírico em talco na dose 1.000 mg L<sup>-1</sup> na base do estolão de forma a induzir o enraizamento e promover a melhor fixação da planta ao substrato.

Os estolões foram plantados em vasos plásticos de polipropileno de coloração preta com as dimensões de 12 cm de altura, 12 cm diâmetro e volume de 1L. Os vasos foram preenchidos com substrato comercial Topstrato® até a borda. Após o plantio das mudas, foi realizada a avaliação inicial dos parâmetros de coloração, sendo avaliados: luminosidade ( $L^*$ ),  $hue^\circ$  (Hue°) e chroma ©. Esses parâmetros foram avaliados mensalmente por todo o período do experimento.

Subsequentemente, as 20 plantas foram distribuídas em seus respectivos tratamentos, de maneira que ficaram 4 plantas em cada bancada. Para esse experimento os níveis de sombreamento foram obtidos por telas de sombreamento de coloração preta (Sombrite®), as telas utilizadas foram de 30%, 50%, 70% e 80% instaladas em bancadas orientadas em sentido norte-sul. Além das telas de sombreamento, todas as bancadas foram cobertas com agrofílmico plástico transparente difusor de 150 micras de espessura, além disso foi montada uma estufa com ausência de tela de sombreamento (controle – 0%) também com agrofílmico.

Todos os dias, às 12 horas, foram coletados os dados da temperatura atual, máxima e mínima das 24 horas corridas, com termômetro digital Inconterm® de máxima e mínima com escala interna: -20+70 °C e externa: -50+70 °C e após a anotação dos dados o termômetro era resetado. A luminosidade medida em lux (ou  $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ ) foi obtida com auxílio de luxímetro AKSO® modelo AK309 dentro e fora das estufas. O modelo experimental foi o delineamento inteiramente casualizado. A irrigação foi realizada manualmente com auxílio de um becker, com adição de 200 ml por vaso, despejado diretamente no “tanque” das plantas, a cada dois dias.

A fim de acompanhar as modificações que ocorreram nas plantas, todas as bromélias foram fotografadas mensalmente. Ao final do experimento, foram realizadas análises destrutivas para quantificar os teores médios de pigmentos fotossintetizantes (antocianinas e clorofila total). A coloração das plantas foi avaliada com o uso de colorímetro Minolta modelo CR-400, tomando-se uma medida na porção mediana na maior folha, sendo considerado os parâmetros de luminosidade, tonalidade e saturação. Para determinação dos teores de clorofila foi utilizada metodologia descrita por Whitham, Blaydes e Devlin (1971). Para determinação de antocianinas totais foi utilizada metodologia da análise espectrofotométrica por Ph diferencial descrito por Lee, Durst e Wrolstad (2005).

As variáveis foram submetidas aos testes de normalidade dos erros e homocedasticidade das variâncias e, posteriormente a análise de variância, a 5% de probabilidade de erro. As variáveis que apresentaram significância foram ajustadas aos modelos

polinomiais de primeiro e segundo grau com a utilização do software estatístico R. (THE R FOUNDATION, 2019).

### **3 RESULTADOS E DISCUSSÃO**

Para os parâmetros que se relacionam a coloração das plantas (C, *Hue*<sup>o</sup> e L\*), os mesmos sofreram variações de acordo com a retenção luminosa a qual foram submetidos. Tendo o experimento sido instalado no mês de abril, era necessário que não houvesse diferença na coloração das plantas inicialmente, ou seja, que representassem uma faixa de coloração igual e padrão entre todas, essa faixa de cor correspondia a uma coloração variando de vermelho a laranja.

Devido à escassez de dados sobre a influência do sombreamento nos parâmetros relacionados a coloração de plantas ornamentais e bromélias, cultivadas em ambientes protegidos, com telas de sombreamento de coloração preta, faz-se necessário que novos estudos sejam realizados com a incorporação desses parâmetros em plantas ornamentais e nos demais gêneros e espécies de bromélias.

A coloração das plantas está intimamente relacionada aos pigmentos encontrados nas folhas, frutos e flores, isso porque dentre as muitas funções que os pigmentos exercem nas plantas, a atração de polinizadores é muito importante para propagação das plantas no meio e ela ocorre através da cor atrativa dessas partes vegetais. (ARAUJO; DEMINICIS, 2009; TAIZ *et al.*, 2017). Além disso, os pigmentos atuam na proteção das plantas protegendo as organelas a nível celular (GOULD *et al.*, 2000) e o fotossistema em papel fotoprotetor, atuam como fotoprotetoras as antocianinas, carotenoides e um tipo específico de clorofila. (CLOSE; BEADLE, 2003; TAIZ *et al.*, 2017).

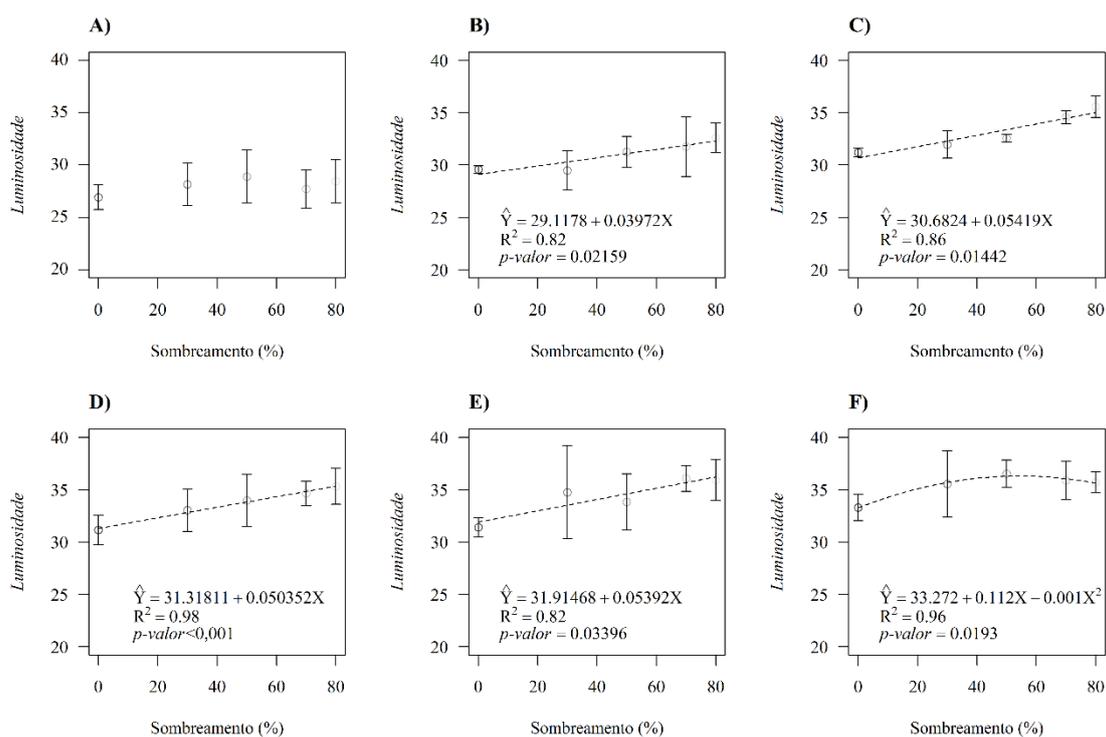
Este estudo se mostra importante, pois é possível observar que o manejo afeta a qualidade das plantas, nesse sentido, passou-se a utilizar os cultivos em ambientes protegidos, que tem por objetivo a produção contínua e em larga escala. (CALVETE; TESSARO, 2008). Dos variados tipos manejo existentes, a redução ou excesso de luz incidente sobre a planta afetar a produção, podendo ocasionar a perda da cultura, os efeitos variam conforme a espécie vegetal. (COSTA *et al.*, 2007).

Para a bromélia *Neoregelia* “Fireball”, foi possível verificar que houve resposta das plantas já no primeiro mês de cultivo e que a mesma apresentou plasticidade vegetal, adaptando-se aos ambientes onde foi cultivada, sem geração de perdas. De acordo com Mielke

e Schaffer (2010), este fato pode estar relacionado a mecanismos de defesa das plantas, que se adequam as condições de pouca ou muita luminosidade (sol e sombra), essa adaptabilidade é muito importante para a sobrevivência e crescimento das bromélias, e das plantas em geral, em ambientes heterodinâmicos.

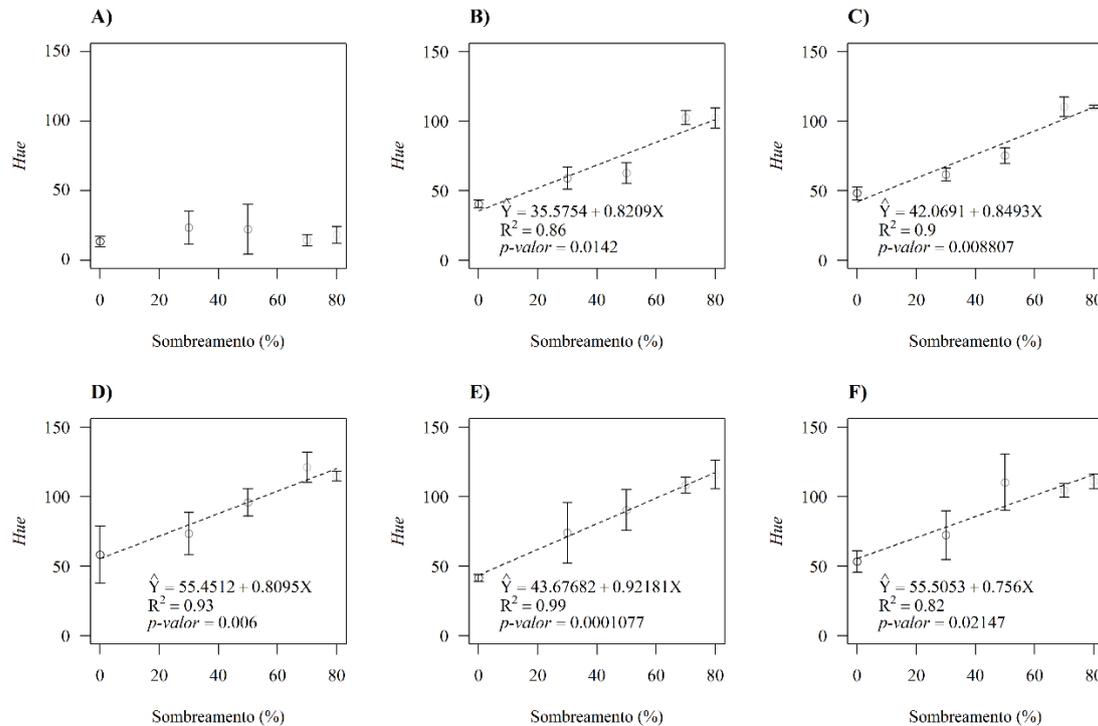
As respostas de cor que as bromélias *Neoregelia* “Fireball” expressaram foram em relação aos parâmetros luminosidade (L), que se refere ao brilho das folhas e frutos (Figura 1), e ao *Hue*<sup>o</sup> que faz referência a tonalidade, ou seja, a cor real que é possível ser enxergada (Figura 2), além disso, esses parâmetros expressaram respostas em todos os meses de cultivo subsequentes à instalação.

**Figura 1** - Luminosidade (L) da bromélia *Neoregelia* “Fireball” cultivada em diferentes níveis de sombreamento (0, 30, 50, 70 e 80%), de abril a setembro/2019. Figura A – abril, B – maio, C – junho, D – julho, E – agosto, F - setembro.



Fonte: Dados da pesquisa (2019).

**Figura 2** - *Hue*<sup>o</sup> (tonalidade) da bromélia *Neoregelia* “Fireball” cultivada em diferentes níveis de sombreamento (0, 30, 50, 70 e 80%), de abril a setembro/2019. Figura A – abril, B – maio, C – junho, D – julho, E – agosto, F – setembro.

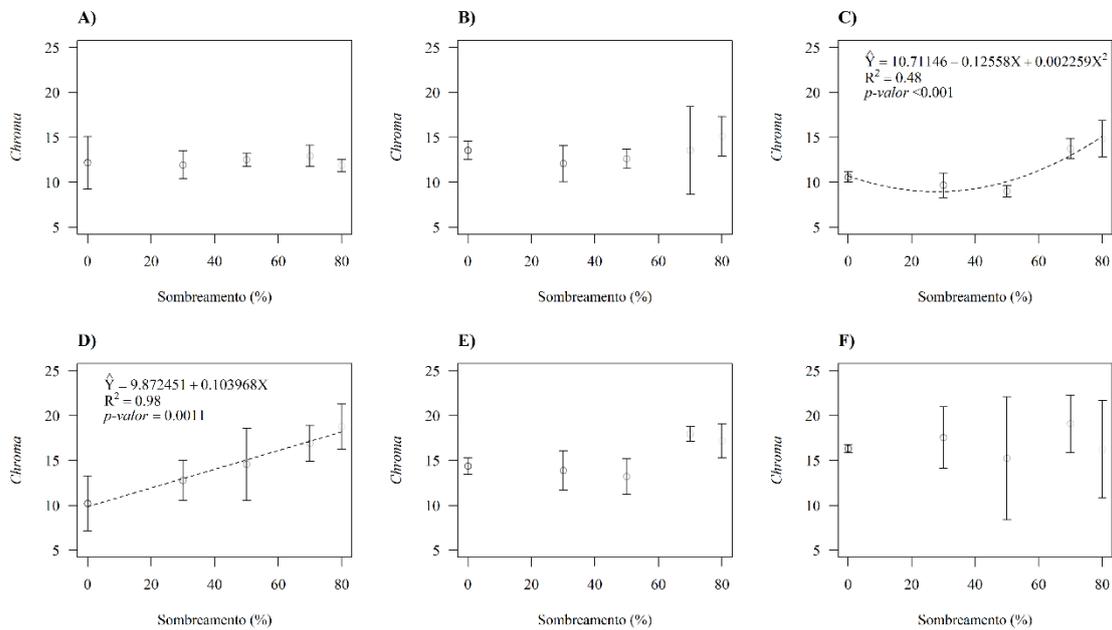


**Fonte:** Dados da pesquisa (2019).

Comparando ambos os parâmetros, é possível destacar que houve comportamento muito similar entre ambos, com exceção do mês de setembro, em que para L houve comportamento quadrático (figura 1F) com valor máximo em aproximadamente 36 de luminosidade em 50% de sombreamento; e para *hue*<sup>o</sup> houve comportamento linear crescente com valores variando entre 50 e 100<sup>o</sup> de acordo com o aumento do sombreamento.

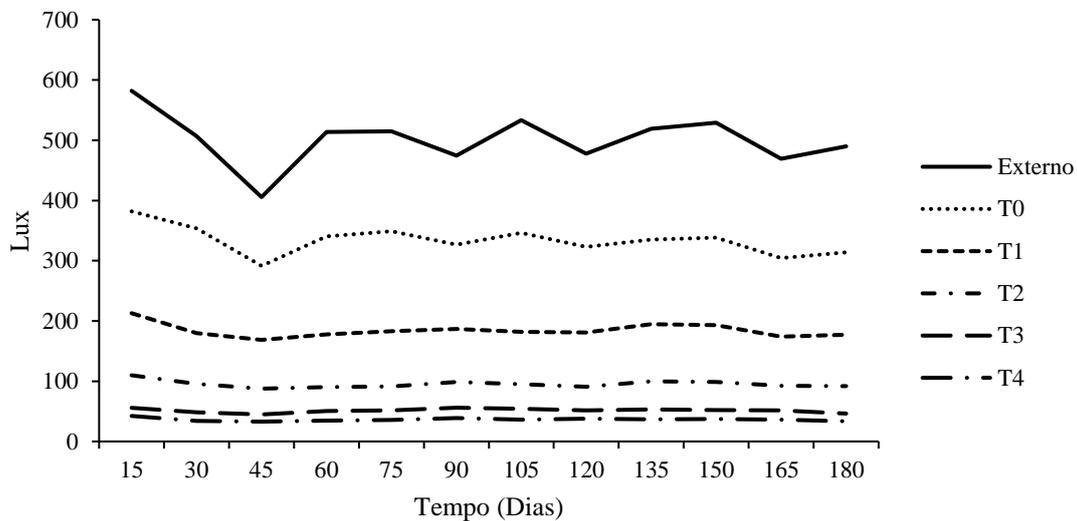
Para a Chroma (C) (Saturação) não houve diferença significativa nos meses de abril, maio, agosto e setembro entre os tratamentos, apresentando diferença nos meses de junho e julho somente (Figura 3). Esses períodos que expressaram respostas para esse parâmetro, correspondem aos meses em que as temperaturas estiveram mais baixas e foi constatado baixos valores de luminosidade (Figura 4) e alta umidade relativa devido as chuvas e ao período estacional de outono/ inverno (Figura 5).

**Figura 3** - Chroma (saturação) da bromélia *Neoregelia* “Fireball” cultivada em diferentes níveis de sombreamento (0, 30, 50, 70 e 80%), de abril a setembro/2019. Figura A – abril, B – maio, C – junho, D – julho, E – agosto, F – setembro.



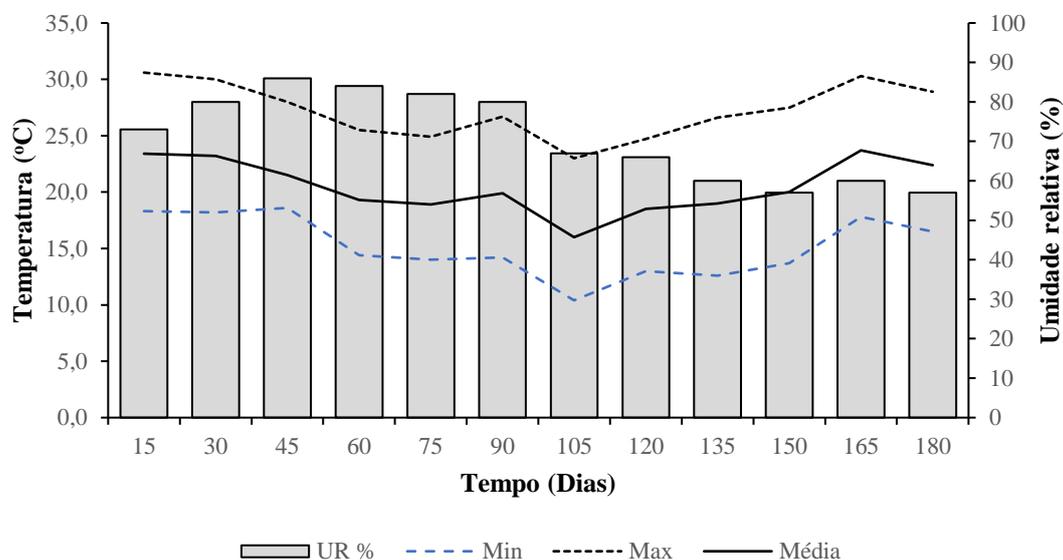
Fonte: Dados da pesquisa (2019).

**Figura 4** - Radiação luminosa (lux) das estufas experimentais no período de abril a setembro de 2019. Ambiente externo; T0 – 0%; T1 – 30%; T2 – 50%; T3 – 70%; T4 – 80%.



Fonte: Dados da pesquisa (2019).

**Figura 5** - Umidade relativa (%), temperaturas máximas, médias e mínimas (°C) de Londrina – PR, no período de abril a setembro de 2019.

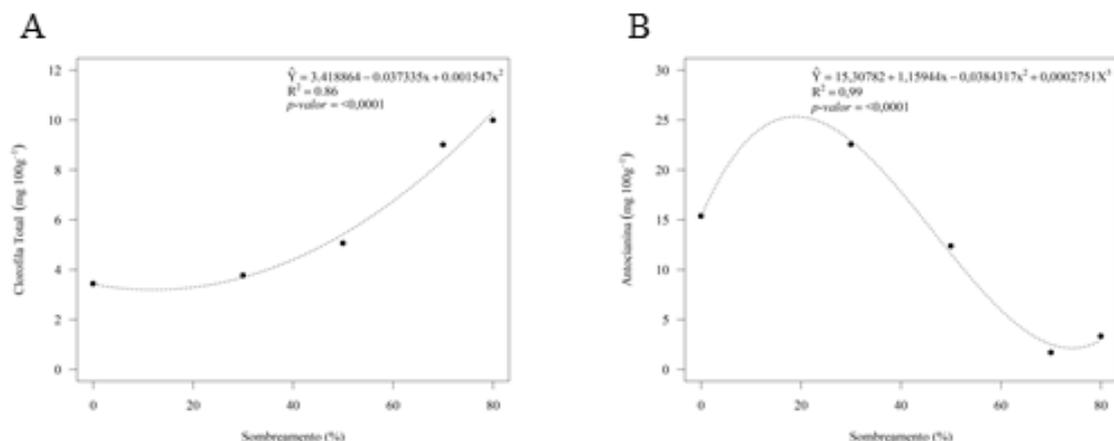


Fonte: INSTITUTO... (2019)

É possível observar pelas figuras 4 e 5, que no período dos 45 d.a.i. (dias após a instalação) do experimento houve uma queda brusca nos valores de radiação luminosa, esse fato se deve a alta precipitação que ocorreu no mês de maio em Londrina – PR, com alto índice de nuvens e dias nublados, o que fez com que esse período representasse os valores mais baixos de radiação, externa com média de 406 lux ( $7,46 \mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ ), e interna em cada estufa com médias de 5,37; 3,09; 1,62; 0,82; 0,60  $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$  para os tratamentos 0, 30, 50, 70 e 80% de sombreamento respectivamente. Além disso, é possível observar que o período coincidiu com o início uma queda na temperatura que durou até os 105 d.a.i., onde foram observadas as temperaturas mais baixas 10,4 °C (min) e 23 °C (max), de todo o período de cultivo.

Como citado anteriormente, os teores médios dos pigmentos estão intimamente relacionados à coloração das plantas, para comprovar essa afirmativa realizou-se a extração dos teores de clorofila e antocianina da bromélia *Neoregelia* “Fireball” e foi possível observar com o auxílio das figuras 6A e 6B, a resposta de que houve ajuste quadrático para ambos os teores, com comportamentos inversamente proporcionais, ou seja, enquanto os teores de clorofila aumentaram com o aumento dos níveis de sombreamento, os teores de antocianinas diminuíram em relação aos tratamentos, dessa forma comprovando que houve modificação na coloração da planta (Figura 7), ocasionado pela mudança de pigmentos.

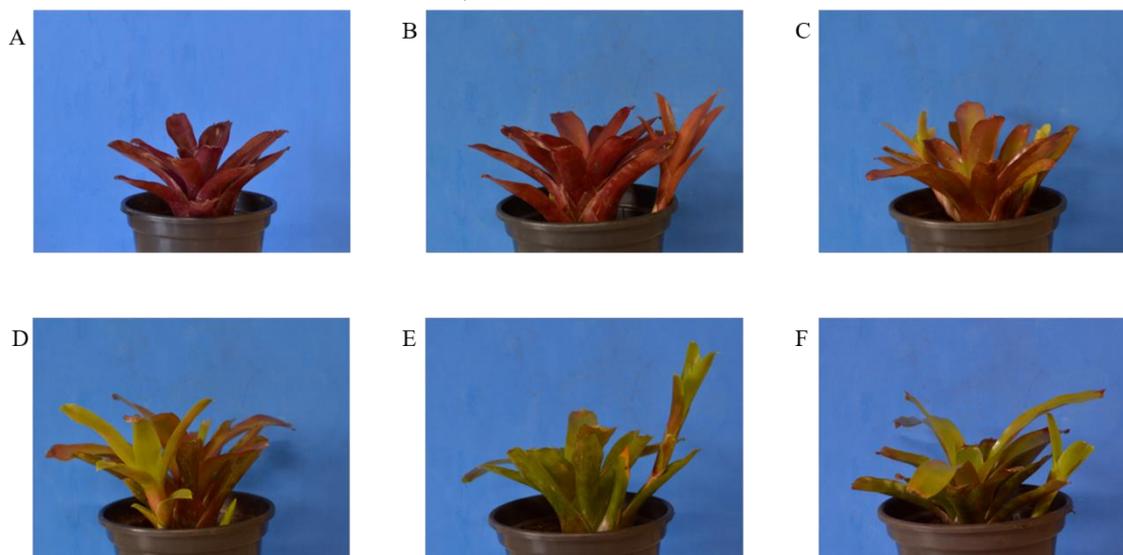
**Figura 6** - Teor de clorofila (6-A) e antocianina (6-B) total das bromélias *Neoregelia* “Fireball” cultivadas em diferentes níveis de sombreamento (0, 30, 50, 70 e 80%). Londrina – PR, 2019.



Fonte: Dados da pesquisa (2019).

**Figura 7** - Coloração visual das bromélias *Neoregelia* “Fireball” antes do cultivo (A) e após o cultivo em ambientes com diferentes níveis de sombreamento (B – 0%, C – 30%, D – 50%, E – 70%, F – 80%). Londrina – PR. Setembro/2019.

135



Fonte: Próprio autor (2019).

#### 4 CONCLUSÃO

A cor da bromélia *Neoregelia* “Fireball” foi modificada da variação vermelho-alaranjado para amarelo-esverdeado de acordo com o aumento do sombreamento, e isto não

prejudicou a planta, mostrando que esta bromélia se aclimata aos ambientes e pode ser cultivada a pleno sol e em ambientes sombreados.

Os pigmentos das plantas estão intimamente relacionados à coloração que expressam. Em cultivo comercial o uso de diferentes malhas de sombreamento pode resultar em indivíduos de cores diferentes, aumentando a diversificação de produtos para produtores de bromélias.

### AGRADECIMENTOS

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) e ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pelo apoio financeiro e à Universidade Estadual de Londrina (UEL).

### REFERÊNCIAS

- ARAUJO, S. A. C.; DEMINICIS, B. B. Fotoinibição da fotossíntese. **R. bras. Bioci.**, Porto Alegre, v. 7, n. 4, p. 463-472, out./dez. 2009. Disponível em: <http://www.ufrgs.br/seerbio/ojs/index.php/rbb/article/view/1009>. Acesso em: 27 set. 2022.
- BUTCHER, D. Neoregelia 'Red of Rio'. **Bromeliaceae – The Bromeliad Society of Queensland Inc.**, Brisbane, v. 45, n. 2, p. 3-6, mar./abr. 2011. Disponível em: [https://bromsqueensland.com.au/wp-content/uploads/2017/09/Mar-Apr\\_2011.pdf](https://bromsqueensland.com.au/wp-content/uploads/2017/09/Mar-Apr_2011.pdf). Acesso em: 27 set. 2022.
- CALVETE, E. O.; TESSARO, F. Ambiente protegido aspectos gerais. *In*: PETRY, C. **Plantas ornamentais: aspectos para produção**. 2. ed. Passo Fundo: UPF Editora, p. 24-45, 2008.
- CLOSE, D. C.; BEADLE, C. L. The ecophysiology of foliar anthocyanin. **The Botanical Review**, [S. l.], v. 69, p. 149-161, 2003. DOI: [http://doi.org/10.1663/0006-8101\(2003\)069\[0149:TEOFA\]2.0.CO;2](http://doi.org/10.1663/0006-8101(2003)069[0149:TEOFA]2.0.CO;2). Disponível em: [https://link.springer.com/article/10.1663/0006-8101\(2003\)069\[0149:TEOFA\]2.0.CO;2](https://link.springer.com/article/10.1663/0006-8101(2003)069[0149:TEOFA]2.0.CO;2). Acesso em: 27 set. 2022.
- COGLIATTI-CARVALHO, L.; ALMEIDA, D. R. de.; ROCHA, C. F. D. Phenotypic response of *Neoregelia johannis* (Bromeliaceae) dependent on light intensity reaching the plant micro-habitat. **Selbyana**, [S. l.], v. 19, n. 2, p. 240-244, 1998. Disponível em: <https://www.jstor.org/stable/41759994>. Acesso em: 27 set. 2022.
- COSTA, L. C. B. *et al.* Aspectos da anatomia foliar de *Ocimum selloi* Benth. (Lamiaceae) em diferentes condições de qualidade de luz. **Revista Brasileira de Biociências**, Porto Alegre, v. 5, p. 6-8, jul. 2007. Supl. 1. Disponível em: <http://www.ufrgs.br/seerbio/ojs/index.php/rbb/article/view/44/1413>. Acesso em: 27 set. 2022.

DENG, Y. *et al.* Differential responses of double petal and multi petal jasmine to shading: I. Photosynthetic characteristics and chloroplast ultrastructure. **Plant Physiology and Biochemistry**, [S. l.], v. 55, p. 93-102, jun. 2012a. DOI: <http://doi.org/10.1016/j.plaphy.2012.03.006>. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0981942812000630?via%3Dihub>. Acesso em: 27 set. 2022.

DENG, Y. *et al.* Differential responses of double petal and multi petal jasmine to shading: II. morphology, anatomy and physiology. **Scientia Horticulturae**, [S. l.], v. 144, p. 19-28, 06 set. 2012b. DOI: <http://doi.org/10.1016/j.scienta.2012.06.031>. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0304423812002920?via%3Dihub>. Acesso em: 27 set. 2022.

DIAS, M. L. *et al.* Bromélias e suas principais interações com a fauna. **CES REVISTA**, Juiz de Fora, v. 28, n. 1, p. 3-16, jan./dez. 2014. Disponível em: [https://seer.uniacademia.edu.br/index.php/cesRevista/article/viewFile/51/pdf\\_15#:~:text=As%20brom%C3%A9lias%20possuem%20uma%20capacidade,abrigo%20e%20alimenta%C3%A7%C3%A3o%20dos%20mesmos](https://seer.uniacademia.edu.br/index.php/cesRevista/article/viewFile/51/pdf_15#:~:text=As%20brom%C3%A9lias%20possuem%20uma%20capacidade,abrigo%20e%20alimenta%C3%A7%C3%A3o%20dos%20mesmos). Acesso em: 27 set. 2022.

GOULD, K. S. *et al.* Functional role of anthocyanins in the leaves of *Quintilia serrata* A. Cunn. **Journal of Experimental Botany**, [S. l.], v. 51, n. 347, p. 1107-1115, jun. 2000. DOI: <https://doi.org/10.1093/jexbot/51.347.1107>. Disponível em: <https://academic.oup.com/jxb/article/51/347/1107/719627>. Acesso em: 27 set. 2022.

137

HOLCMAN, E.; SENTELHAS, P. C. Bromeliads production in greenhouses associated to different shading screens. **Hortic. bras.**, [S. l.], v. 31, n. 3, p. 386-391, jul./set. 2013. DOI: <http://doi.org/10.1590/S0102-05362013000300008>. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/hb/a/5JQLZfKzvLfzjbTjHCxVpPN/?lang=en>. Acesso em: 27 set. 2022.

INSTITUTO DE DESENVOLVIMENTO RURAL DO PARANÁ. [Médias históricas da estação meteorológica de Londrina]. Londrina: IDR Paraná, 2019. Disponível em: <http://www.idrparana.pr.gov.br/system/files/publico/agrometeorologia/medias-historicas/Londrina.pdf>. Acesso em: 27 set. 2022.

LEE, J.; DURST, R. W.; WROLSTAD, R. E. Determination of total monomeric anthocyanin pigments content of fruit juices, beverages, natural colorants, and wines by the pH differential method: Collaborative study. **Journal of AOAC International**, [S. l.], v. 88, n. 5, p. 1269-1278, 01 set. 2005. DOI: <http://doi.org/10.1093/jaoac/88.5.1269>. Disponível em: <https://academic.oup.com/jaoac/article/88/5/1269/5657437>. Acesso em: 27 set. 2022.

LENHARD, N. R. *et al.* Crescimento de mudas de pau-ferro sob diferentes níveis de sombreamento. **Pesq. Agropec. Trop.**, Goiânia, v. 43, n. 2, p. 178-186, abr./jun. 2013. DOI: <http://doi.org/10.1590/S1983-40632013000200012>. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/pat/a/fJGkjYd43XHmMgdgL45wkft/?lang=pt>. Acesso em: 27 set. 2022.

MIELKE, M. S.; SCHAFFER, B. Photosynthetic and growth responses of *Eugenia uniflora* L. seedlings to soil flooding and light intensity. **Environmental and Experimental Botany**, [S. l.], v. 68, n. 2, p. 113-121, abr. 2010. DOI: <http://doi.org/10.1016/j.envexpbot.2009.11.007>.

Disponível em:

<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0098847209002482?via%3Dihub>.

Acesso em: 27 set. 2022.

SANTANA, C. S.; MACHADO, C. G. Fenologia de floração e polinização de espécies ornitófilas de bromeliáceas em uma área de campo rupestre da Chapada Diamantina, BA, Brasil. **Revista Brasil. Bot.**, [São Paulo], v. 33, n. 3, p. 469-477, jul./set. 2010. DOI:

<http://doi.org/10.1590/S0100-84042010000300009>. Disponível em:

<https://www.scielo.br/j/rbb/a/T6vFbMhtphhTx7vpR6r4CWM/abstract/?lang=pt>. Acesso em: 27 set. 2022.

TAIZ, L. *et al.* **Fisiologia e desenvolvimento vegetal**. 6. ed. Porto Alegre: Artmed, 2017.

THE R FOUNDATION. **R**. Versão 4.2.1, 4.2.0, 4.1.3. [Vienna]: The R Foundation, 2019.

Disponível em: <http://www.r-project.org>. Acesso em: 27 set. 2022.

VELOSO, A. C. R. *et al.* Intraspecific variation in seed size and light intensity effect seed germination and initial seedling growth of a tropical shrub. **Acta Botanica Brasílica**, [Brasília], v. 31, n. 4, p. 736-741, out./dez. 2017. DOI: <http://doi.org/10.1590/0102-33062017abb0032>. Disponível em:

<https://www.scielo.br/j/abb/a/JYzqgF9r4K7xs7Q9sNzqMWK/?lang=en>. Acesso em: 27 set. 2022.

WHITHAM, F. H.; BLAYDES, D. F.; DEVLIN, R. M. **Experiment in plant physiology**. Nova Iorque: Van Nostrand Company, p. 55-58, 1971.

YAN, N. *et al.* Interactive effects of temperature and light intensity on photosynthesis and antioxidant enzyme activity in *Zizania latifolia* Turcz. plants. **Photosynthetica**, [S. l.], v. 51, n. 1, 127-138, 2013. DOI: <http://doi.org/10.1007/s11099-013-0009-2>. Disponível em:

[http://ps.ueb.cas.cz/artkey/phas-201301-0015\\_interactive-effects-of-temperature-and-light-intensity-on-photosynthesis-and-antioxidant-enzyme-activity-in-ziz.php](http://ps.ueb.cas.cz/artkey/phas-201301-0015_interactive-effects-of-temperature-and-light-intensity-on-photosynthesis-and-antioxidant-enzyme-activity-in-ziz.php). Acesso em: 27 set. 2022.