



UNIVERSIDADE
ESTADUAL DE LONDRINA

WALTER APARECIDO RIBEIRO JÚNIOR

**INFLUÊNCIA DA LUMINOSIDADE NA COLORAÇÃO,
PIGMENTOS FOTOSSINTETIZANTES E CRESCIMENTO DA
BROMÉLIA *Neoregelia* “FIREBALL”**

Londrina
2020

WALTER APARECIDO RIBEIRO JÚNIOR

**INFLUÊNCIA DA LUMINOSIDADE NA COLORAÇÃO,
PIGMENTOS FOTOSSINTETIZANTES E CRESCIMENTO DA
BROMÉLIA *Neoregelia* “FIREBALL”**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Agronomia da Universidade Estadual de Londrina para a obtenção do título de mestre em Agronomia.

Orientador: Prof. Dr. Ricardo Tadeu de Faria
Co-orientadora: Dra. Renata Koyama

Londrina
2020

Ficha de identificação da obra elaborada pelo autor, através do Programa de Geração Automática do Sistema de Bibliotecas da UEL

R484 Ribeiro Junior, Walter Aparecido.
Influência da luminosidade na coloração, pigmentos fotossintetizantes e crescimento da bromélia *Neoregelia* "Fireball" / Walter Aparecido Ribeiro Junior. - Londrina, 2020.
78 f. : il.

Orientador: Ricardo Tadeu Faria.
Coorientador: Renata Koyama.
Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Universidade Estadual de Londrina, Centro de Ciências Agrárias, Programa de Pós-Graduação em Agronomia, 2020.
Inclui bibliografia.

1. Produção vegetal - Tese. 2. Fisiologia vegetal - Tese. 3. Bioquímica vegetal - Tese. 4. Manejo de plantas ornamentais - Tese. I. Faria, Ricardo Tadeu. II. Koyama, Renata. III. Universidade Estadual de Londrina. Centro de Ciências Agrárias. Programa de Pós-Graduação em Agronomia. IV. Título.

CDU 63

WALTER APARECIDO RIBEIRO JÚNIOR

**INFLUÊNCIA DA LUMINOSIDADE NA COLORAÇÃO, PIGMENTOS
FOTOSSINTETIZANTES E CRESCIMENTO DA BROMÉLIA**

Neoregelia “FIREBALL”

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Agronomia da Universidade Estadual de Londrina para a obtenção do título de mestre em Agronomia.

BANCA EXAMINADORA

Orientador: Prof. Dr. Ricardo Tadeu de Faria
Universidade Estadual de Londrina - UEL

Prof^ª. Dr^ª. Christina da Silva Wanderley
Centro Universitário Filadélfia - Unifil

Dr^ª. Andréia Avian Espinoza
Universidade Estadual de Londrina - UEL

Londrina, 17 de fevereiro de 2020.

Dedico

A Zilda Alves Niedo Ribeiro minha mãe, a Willer Niedo Ribeiro meu irmão e, a Paulo Jorge Dias Filho.

AGRADECIMENTOS

Agradeço eternamente a Deus, pela oportunidade bendita de estar vivo, por todas as dificuldades que com sabedoria foram colocadas em minha vida, para que assim eu pudesse crescer e evoluir. Sinto-me grato a Ele, pois apesar de tantas vezes me sentir só, jamais fui desamparado, senti-me acolhido em momentos de dor e solidão e tive muitos momentos de alegria e felicidade. Aqui (em Londrina – PR) formei uma nova família de amigos e colegas de trabalho, que juntamente com os meus familiares me acompanharão sempre em pensamentos e no meu coração.

Agradeço a minha mãe Zilda Alves Niedo Ribeiro e a meu irmão Willer Niedo Ribeiro, aos quais também dedico este trabalho. Agradeço-os por sempre me ouvirem, me aconselharem, puxarem minha orelha quando necessário, me abraçarem mesmo de longe em meus momentos de tristeza, por serem minha família e por sempre tentarem me apoiar, por me ajudarem financeiramente e por sempre tentarem estar comigo, demonstrando preocupação e importância.

Agradeço a minha avó Armelina Alves Niedo, minha tia Adriana Niedo Batista e a minha prima Daniella Niedo Trindade, as quais em muitos momentos estiveram presentes em minha vida e em meus dias através de mensagens, ligações e orações, por sua torcida ininterrupta pelo meu sucesso, pelo carinho e amor familiar.

Agradeço a Paulo Jorge Dias Filho, meu amigo e companheiro. Agradeço-o de todo meu coração por me mostrar a importância da dedicação, do trabalho bem feito, do sacrifício em prol do sucesso futuro. Agradeço-o por seu carinho, por seu acolhimento, por todas as dificuldades que tivemos e passamos juntos ao longo desse período turbulento do mestrado. Agradeço-o por seu empenho em sempre tentar me ajudar, por sempre disponibilizar um pouco do seu tempo para trabalhar comigo, para resolver coisas para mim, por disponibilizar a moto aos finais de semana para o trabalho com o experimento e para cursar a especialização.

Agradeço a meu Orientador Dr. Ricardo Tadeu de Faria por ter aceitado me orientar no mestrado, abrindo as portas para mim de uma nova oportunidade de crescimento e evolução. Agradeço pelos ensinamentos, conselhos, puxadas de orelha e orientações. Agradeço-o por todas as ideias de trabalho, todas as reuniões e conversas em grupo, que foram fundamentais para o crescimento da equipe e meu enquanto futuro profissional.

Agradeço a minha Coorientadora Dra. Renata Koyama pelos conselhos, por ser uma pesquisadora exigente e exigir de mim sempre o melhor, acreditando no meu potencial

e na minha capacidade de melhorar sempre. Agradeço-a pela amizade, pelo carinho e por mesmo de longe continuar me ajudando com seus conhecimentos.

Agradeço à Universidade Estadual de Londrina, a seu corpo docente, direção e administração que juntamente de meu orientador me concederam a oportunidade de estar aqui, de aprender e trabalhar por mais conhecimento e desenvolvimento científico. Em especial, agradeço ao Programa de Pós-Graduação em Agronomia pelo acolhimento e interesse demonstrado na execução e conclusão deste trabalho.

Agradeço ao Prof. Dr. Claudemir Zucarelli pela amizade de sempre, por todos os conselhos e momentos de conversa, por sempre estar disposto a ouvir os alunos e a ajudar. Agradeço-o por abraçar a causa da luta pelos programas de pós-graduação do Centro de Ciências Agrárias e da UEL.

Agradeço aos meus colegas e amigos da turma de pós-graduação, em especial a Lara Marie Guanais Santos, Gabriel Danilo Shimizu, Gabriela Libardoni, Janaina Fumie Matsumoto, Bruno Teixeira de Souza, Maria Cruz, Silas Mian, Luana Ribeiro e, José Victor Freitas pelos diversos desafios que vencemos juntos, pelas lamentações diárias, pelas alegrias e risos que fizeram esse momento de estudo/ trabalho se tornarem mais leves e melhores.

Agradeço à minha família do laboratório de fitotecnia, aos amigos Jean Carlo Baudraz de Paula, Gianne Caroline Guidoni Stulzer, Isadora Bonfante Rosalem, Ananda Covre, Gabriel Barraca Men, Vinicius Rezende Soares e, Mariane Yuri Takaesu pelos momentos que passamos juntos, pelos risos e descontrações, pelos trabalhos e dificuldades que vencemos, pelos artigos submetidos e pelos trabalhos de congressos. Agradeço-os por nos abraçarmos e ajudarmos uns aos outros, pois dessa forma compreendemos que estamos todos no mesmo barco, passando pelas mesmas dificuldades e que devemos ser humildes para podermos aprender, auxiliar e crescer.

Agradeço à minha estagiária Paula Piazzalunga por todo o auxílio prestado durante o desenvolvimento da minha pesquisa, pelo interesse em aprender e compreender sobre o experimento, tão necessário para meu crescimento e desenvolvimento profissional.

Agradeço a Leonel Vinicius Constantino, meu colega de jornada na pesquisa e amigo, por todas as vezes que ao precisar de ajuda, sempre esteve disposto a ajudar, explicar, conversar, aconselhar. Agradeço-o pelo reagente para a extração de pigmentos e pela ajuda na metodologia e extração dos mesmos, resultados sem os quais não haveria sentido este trabalho; e também, pelo auxílio prestado em outros trabalhos que resultarão em conhecimento e melhoria do meu currículo.

Agradeço a família Mascheto, em especial a Sra Marineide Mascheto, por terem me recebido e acolhido em seu seio familiar, me fazendo parte de sua família, me transmitindo amor e tranquilidade, pela amizade e carinho dispensados que fizeram e fazem toda a diferença no dia-a-dia.

Agradeço a Juliana Correa Bernardes, minha adorada amiga de Tupã, sou grato pela oportunidade de termos nos reencontrado e juntos estarmos vencendo esse grande desafio que é sobreviver à Pós-graduação. Obrigado de todo meu coração pelos momentos que passamos juntos, pelos jantares, almoços, conversas, risos e lágrimas, pela adorável companhia de sempre. Obrigado pela sua amizade e carinho sincero.

Agradeço a minha grande amiga e conselheira, Rosilayne Urzulin, que sempre esteve disposta a me aconselhar, ouvir, puxar as orelhas quando necessário. Agradeço imensamente seu carinho de mãe, irmã e amiga que sempre me acolheu e me auxiliou em momentos difíceis.

Agradeço a Leandro Martin Paulino, Jessica Gobato, Daniele Regina Hutt, Paulo Jorge Dias Filho e Bruno Teixeira de Souza, pessoas com as quais dividi parte de minha vida, de meus dias, de minhas conversas. Agradeço-os pelos momentos em que dividimos o apartamento ou a casa onde moramos, pelo tempo que vivemos juntos, pelas conversas, amizade e momentos que fizeram diferença em minha vida.

Agradeço a Adriana dos Santos Bordim, Alanna Garla, Barbara Rufino de Moura, Cleiton Rodrigo de Almeida, Isabela Pinto Luiz, Larissa Cristina de Andrade, Lívia Maria Fontolan Paduan da Silva, Marcos Henrique Bandini e Raíssa Karen de S. Barreto Torres, pelos momentos que passamos juntos ao longo do ano de 2019, pela amizade, conversas e carinho sincero de amigos que espero levar para o resto da vida.

Agradeço a Isabela Borges Cardoso, Andreia Reina Cardoso, Leticia Martins e Martins, Mayara Moraes, Marcela Moraes, Kelvin Magalhães, Kawana Mascheto, Felipe Gentilho, Tainan Begara, Miréia Vale, Jaqueline Fabeni, Andréia Espinoza, Patrícia Caldana, Raquel Moreira, Natália Almeida de Barros, Camila Paola, Beatriz Pereira Sanches, Ana Beatriz Dilena Spadoni, Naiara Scarabeli Zancanari, Natália Santos Almeida, Nayla Fernanda Batista Barcello e, Marielen Souza, pela amizade e pelos diversos momentos que tivemos juntos, em conversas e descontrações que ajudam a tornar a vida mais leve.

Por fim, agradeço a mim mesmo, pela minha força de vontade, por todas as lutas que venci, por cada batalha travada, por todos os sofrimentos e por todas as alegrias que vivenciei. Sinto-me eternamente grato a mim mesmo por quem sou e por quem estou me tornando, espero continuar crescendo, evoluindo e me tornando uma pessoa cada vez melhor.

“E não nos cansemos de fazer o bem, porque a seu tempo ceifaremos, se não houvermos desfalecido”

Gálatas 6:9

RIBEIRO JÚNIOR, Walter Aparecido. **Influência da luminosidade na coloração, pigmentos fotossintetizantes e crescimento da bromélia *Neoregelia* “Fireball”**. 2020. 78 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Universidade Estadual de Londrina, Londrina, 2020.

RESUMO

O objetivo deste trabalho foi avaliar a influência de diferentes níveis de sombreamento no crescimento, na coloração e nos pigmentos fotossintetizantes da bromélia *Neoregelia* “Fireball”. O experimento foi conduzido de abril a setembro de 2019, na Universidade Estadual de Londrina – PR – Brasil. Foram selecionadas 20 plantas da Coleção de Bromélias do Orquidário UEL, provenientes da casa de vegetação da Floricultura da Fazenda Escola UEL. As plantas apresentaram inicialmente tamanhos médios de $13,22 \pm 3,0$ cm de diâmetro de roseta (DR), $9,50 \pm 2,0$ cm de altura (H) e 13 ± 3 folhas viáveis (NFV), e coloração variando de vermelho a laranja. As plantas foram lavadas, sendo retiradas as folhas com problemas fitossanitários e os brotos e posteriormente foi aplicado 1000 mg L^{-1} de ácido indol-butírico em talco, na base do estolão, para induzir enraizamento e promover melhor fixação ao substrato, quando foram plantadas utilizou-se substrato comercial Topstrato® em vaso plástico com volume de 1 L. As bromélias foram distribuídas em 5 tratamentos, 1 controle (pleno sol) e 4 tratamentos de sombreamento (30, 50, 70 e 80%), com 4 plantas por tratamento. Foram avaliados os parâmetros fitométricos: número de folhas viáveis, secas e de brotos, altura da planta, diâmetro da roseta, massa seca da parte aérea, raízes, brotos, total da planta mãe e total do vaso; os parâmetros de coloração: chroma, hue° e luminosidade; e os parâmetros morfofisiológicos: clorofila *a*, *b*, *total*, carotenoides, razão da clorofila total/carotenoides e antocianinas. Os parâmetros fitométricos e de coloração foram avaliados mensalmente, porém a massa foi obtida somente em setembro, junto com os parâmetros morfofisiológicos, por se tratarem de análises destrutivas. Todas as plantas foram fotografadas mensalmente para acompanhamento, e foi possível constatar que a coloração das bromélias mudou com um mês de cultivo. As variáveis foram submetidas aos testes de normalidade dos erros e homocedasticidade das variâncias, e posteriormente, 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. Dentre os parâmetros analisados, os fitométricos não demonstraram diferença significativa, para os parâmetros de coloração o chroma variou significativamente somente em junho e julho; enquanto que hue° e luminosidade diferiram significativamente de maio a setembro. Para os parâmetros morfofisiológicos, todos expressaram respostas significativas, com comportamentos de ajustes quadráticos e somente antocianina apresentou regressão polinomial de terceiro grau. Pelo comportamento dos pigmentos, foi possível observar que os valores aumentaram de acordo com o sombreamento, somente a antocianina demonstrou-se contrária. Constata-se que o sombreamento afetou a coloração e os pigmentos fotossintetizantes da bromélia *Neoregelia* “Fireball”, modificando a coloração das plantas de vermelho para amarelo-esverdeado. Para este experimento não foi possível observar diferenças significativas no crescimento das bromélias, que ao final apresentaram tamanho médio de $17,74 \pm 2,0$ cm DR, $10,64 \pm 1,50$ cm H, com 16 ± 4 NFV e 1 ± 1 brotos, evidenciando que esta bromélia apresenta alta capacidade adaptativa, podendo ser cultivadas a pleno sol ou ambientes sombreados.

Palavras-chave: Bromeliaceae. Irradiância luminosa. Plantas ornamentais.

RIBEIRO JÚNIOR, Walter Aparecido. **Influence of luminosity on color, photosynthetic pigments and growth of *Neoregelia* “Fireball” bromeliad** 2020. 78 p. Dissertation (Master in Agronomy) – State University of Londrina, Londrina, 2020.

ABSTRACT

The objective of this work was to evaluate the influence of different levels of shading on the growth, color and photosynthetic pigments of *Neoregelia* “Fireball” bromeliad. The experiment was conducted from April to September 2019, at the State University of Londrina - PR - Brazil. Twenty plants from the UEL Orchid Collection were selected from the greenhouse of Floriculture at Fazenda Escola UEL. The plants initially presented average sizes of 13.22 ± 3.0 cm in diameter of rosette (DR), 9.50 ± 2.0 cm in height (H) and 13 ± 3 viable leaves (NFV), and coloration varying from red to orange. The plants were washed, the leaves with phytosanitary problems and the buds were removed and then 1000 mg L⁻¹ of indole-butyric acid in talc was applied, at the base of the stolon, to induce rooting and promote better fixation to the substrate, when they were planted commercial substrate Topstrato® was used in a plastic pot with a volume of a liter. The bromeliads were distributed in 5 treatments, 1 control (full sun) and 4 shading treatments (30, 50, 70 and 80%), with 4 plants per treatment. The phytometric parameters were evaluated: number of viable, dry leaves and shoots, plant height, diameter of the rosette, dry mass of the aerial part, roots, shoots, total of the mother plant and total of the pot; the coloring parameters: chroma, *hue*[°] and luminosity; and the morphophysiological parameters: chlorophyll *a*, *b*, total, carotenoids, ratio of total chlorophyll / carotenoids and anthocyanins. The phytometric and color parameters were evaluated monthly, however the mass was obtained only in September, together with the morphophysiological parameters, as they are destructive analyzes. All plants were photographed monthly for monitoring, and it was possible to verify that the color of the bromeliads changed after one month of cultivation. The variables were subjected to the tests of normality of errors and homoscedasticity of variances, and subsequently, to a 5% probability of error. The variables that showed significance were adjusted to the first and second degree polynomial models using the statistical software R. Among the analyzed parameters, the phytometric did not show significant difference, for the color parameters the chroma varied significantly only in June and July; while *hue*[°] and luminosity differed significantly from May to September. For the morphophysiological parameters, all expressed significant responses, with quadratic adjustment behaviors and only anthocyanin showed third degree polynomial regression. By the behavior of the pigments, it was possible to observe that the values increased according to the shading, only anthocyanin was shown to be contrary. It appears that the shading affected the color and the photosynthetic pigments of the *Neoregelia* “Fireball” bromeliad, changing the color of the plants from red to greenish yellow. For this experiment it was not possible to observe significant differences in the growth of bromeliads, which at the end had an average size of 17.74 ± 2.0 cm DR, 10.64 ± 1.50 cm H, with 16 ± 4 NFV and 1 ± 1 shoots, showing that this bromeliad has a high adaptive capacity and can be grown in full sun or in shaded environments.

Key words: Bromeliaceae. Luminous irradiance. Ornamental plants.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 2.1.1.1 – Exemplar de bromélia do gênero <i>Aechmea</i> . <i>Aechmea fasciata</i> (Lindl.) Baker.....	22
Figura 2.1.1.2 – Exemplar de bromélia do gênero <i>Neoregelia</i> . <i>Neoregelia</i> spp.....	22
Figura 2.1.1.3 – Exemplar de bromélia do gênero <i>Vriesea</i> . <i>Vriesea</i> spp.....	23
Figura 2.2.1 – Distribuição geográfica da família Bromeliaceae.....	26
Figura 2.2.2 – Distribuição de espécies da família Bromeliaceae por domínio fitogeográfico brasileiro.....	26
Figura 2.2.3 – Exemplar de bromélia da subfamília Pitcairnoideae. <i>Dyckia brevifolia</i> Baker	28
Figura 2.2.4 – Exemplar de bromélia da subfamília Tillandsioideae. <i>Guzmania lingulata</i> (L.) Mez.....	28
Figura 2.2.5 – Exemplar de bromélia da subfamília Bromelioideae. <i>Neoregelia melanodonta</i> L.B.Sm	29
Figura 2.2.6 – <i>Puya raimondii</i> Harms.....	30
Figura 2.2.1.1 – Distribuição geográfica no Brasil do gênero <i>Neoregelia</i>	32
Figura 2.2.1.2 – Distribuição do gênero <i>Neoregelia</i> nos domínios fitogeográficos brasileiro	32
Figura 2.2.1.1.1 – Bromélia <i>Neoregelia</i> ‘FireBall’, Londrina – PR, 2019. A-1: Vista frontal; A-2: Vista superior.....	34
Figura 3.5.1 – Crescimento e coloração visual da bromélia <i>Neoregelia</i> “FireBall” cultivada em ambientes com diferentes níveis de sombreamento (A – 0%, B – 30%, C – 50%, D – 70% e E – 80%). Londrina – PR. Setembro/2019	49
Figura 3.5.2 – Luminosidade da bromélia <i>Neoregelia</i> “FireBall” cultivada em ambientes com diferentes telas de retenção luminosa (0, 30, 50, 70 e 80%), em diferentes meses. Figura A – abril, B – maio, C – junho, D – julho, E – agosto, F – setembro.....	50
Figura 3.5.3 – <i>Hue</i> ^o (tonalidade) da Bromélia <i>Neoregelia</i> “FireBall” cultivada em ambientes com diferentes telas de retenção luminosa (0, 30, 50, 70 e 80%), em diferentes meses. Figura A – abril, B – maio, C – junho, D – julho, E – agosto, F – setembro.....	51

Figura 3.5.4 –	Chroma (saturação) da Bromélia <i>Neoregelia</i> “FireBall” cultivada em ambientes com diferentes telas de retenção luminosa (0, 30, 50, 70 e 80%), em diferentes meses. Figura A – abril, B – maio, C – junho, D – julho, E – agosto, F – setembro	52
Figura 3.5.5 –	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%	53
Figura 3.5.6 –	Umidade relativa (%), temperaturas máximas, médias e mínimas (°C) de Londrina – PR, no período de abril a setembro de 2019.....	53
Figura 3.5.7 –	Temperaturas máximas, médias e mínimas (°C) das estufas experimentais em Universidade Estadual de Londrina – PR, período de abril a setembro de 2019. Figura A – 0%, B – 30 e 50% e C – 70 e 80%.....	54
Figura 4.5.1 –	Teor de clorofila total das bromélias <i>Neoregelia</i> “FireBall” cultivadas em diferentes malhas de retenção luminosa (0, 30, 50, 70 e 80%). Londrina – PR, 2019	62
Figura 4.5.2 –	Teor médio de clorofila <i>a</i> das bromélias <i>Neoregelia</i> “FireBall” cultivadas em diferentes malhas de retenção luminosa (0, 30, 50, 70 e 80%). Londrina – PR, 2019	63
Figura 4.5.3 –	Teor médio de clorofila <i>b</i> das bromélias <i>Neoregelia</i> “FireBall” cultivadas em diferentes malhas de retenção luminosa (0, 30, 50, 70 e 80%). Londrina – PR, 2019	63
Figura 4.5.4 –	Teores médios de carotenoides das bromélias <i>Neoregelia</i> “FireBall” cultivada em diferentes malhas de retenção luminosa (0, 30, 50, 70 e 80%). Londrina – PR, 2019	65
Figura 4.5.5 –	Razão de clorofila total/carotenoides das bromélias <i>Neoregelia</i> “FireBall” cultivadas em diferentes malhas de retenção luminosa (0, 30, 50, 70 e 80%). Londrina – PR, 2019.....	66
Figura 4.5.6 –	Teor médio de antocianinas das bromélias <i>Neoregelia</i> “Fireball” cultivadas em diferentes malhas de retenção luminosa (0, 30, 50, 70 e 80%). Londrina – PR, 2019	67

Figura 4.5.7 – Visualização da coloração da Bromélia *Neoregelia* “FireBall” cultivada em ambientes com diferentes telas de retenção luminosa (A – 0%, B – 30%, C – 50%, D – 70% e E – 80%) em relação aos pigmentos fotossintetizantes. Londrina – PR. Setembro/2019 67

LISTA DE TABELAS

- Tabela 3.5.1** – Médias dos parâmetros número de folhas viáveis (NFV), número de folhas secas (NFS), número de brotos (NB), massa seca da parte aérea (MAS (g)), massa seca de raízes (MSR (g)), massa seca dos brotos (MSB (g)), massa seca total da planta mãe (sem os brotos) (MSTM (g)) e massa seca total do vaso (com brotos) (MSTV (g)) não significativos a 5% de probabilidade..... 47
- Tabela 3.5.2** – Médias do parâmetro diâmetro da roseta (DR (cm)), não significativos a 5% de probabilidade entre os tratamentos nos meses de avaliação (abril a setembro)..... 47
- Tabela 3.5.3** – Médias do parâmetro altura da planta (HP (cm)), não significativos a 5% de probabilidade entre os tratamentos nos meses de avaliação (abril a setembro)..... 47
- Tabela 3.5.4** – Médias do parâmetro Chroma, não significativos a 5% de probabilidade entre os tratamentos nos meses de abril, maio, agosto e setembro. Médias dos parâmetros tonalidade (*Hue^o*) e luminosidade (*L**), não significativos a 5% de probabilidade entre os tratamentos no mês de abril..... 49

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	17
2	REVISÃO DE LITERATURA	19
2.1	ASPECTOS GERAIS DA FLORICULTURA NO BRASIL	19
2.1.1	Produção Comercial de Bromélias.....	20
2.2	A FAMÍLIA BROMELIACEAE	25
2.2.1	O Gênero Neoregelia	31
2.2.1.1.1	Neoregelia “Fireball”	33
2.3	CULTIVO PROTEGIDO	36
2.3.1	Luminosidade.....	37
3	DIFERENTES NÍVEIS DE SOMBREAMENTO NO CRESCIMENTO E NA COLORAÇÃO DA BROMÉLIA NEOREGELIA “FIREBALL”	41
	RESUMO	41
	ABSTRACT.....	41
3.1	INTRODUÇÃO	42
3.2	MATERIAL E MÉTODOS	44
3.3	RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	46
3.4	CONCLUSÃO.....	54
3.5	REFERENCIAS.....	54
4	PIGMENTOS FOTOSSINTETISANTES DA BROMÉLIA NEOREGELIA “FIREBALL” CULTIVADA SOB DIFERENTES NÍVEIS DE SOMBREAMENTO	57
	RESUMO	57
	ABSTRACT.....	57
4.1	INTRODUÇÃO.....	58
4.2	MATERIAL E MÉTODOS.....	59
4.3	RESULTADOS E DISCUSSÃO	61
4.4	CONCLUSÃO.....	68
4.5	REFERENCIAS.....	68
5	CONSIDERAÇÕES GERAIS	71
6	REFERENCIAS	72

1. INTRODUÇÃO

A produção e comercialização de flores e plantas ornamentais é um segmento da floricultura que gera renda e desenvolvimento nas regiões onde são exploradas, pois dessa forma, viabilizam pequenas unidades de produção, devido ao alto valor agregado de seus variados produtos, se tornando uma alternativa na diversificação das propriedades rurais.

Pertencente à família Bromeliaceae, as bromélias apresentam um elevado número de espécies e gêneros, estes compartimentados e subdivididos em três subfamílias (Pitcairnoideae, Tillandsioideae e Bromelioideae). Essas plantas encontram-se distribuídas por todo o continente americano (Norte, Centro e Sul) e sua ocorrência ocorre predominantemente no Brasil, onde é possível encontrar mais de 1030 espécies endêmicas distribuídas por todos os estados, contudo a maioria de seus indivíduos encontram-se situados na região sudeste, nos biomas Mata Atlântica e Cerrado.

Seu consumo ainda é baixo e restrito devido à crença popular errônea de que bromélias estão associadas a criadouros de mosquitos vetores do vírus da dengue, contudo estudos da Fundação Oswaldo Cruz tem desmistificado essa ideia, mostrando que apesar dos tanques serem criadouros naturais, não foram encontradas quantidades significativas e alarmantes de larvas de mosquitos. Além disso, é crescente o número de paisagistas que vem optando pelo uso dessa planta, preferindo dar destaque às riquezas naturais do país e devido à alta variedade de cores e formatos, à baixa manutenção e fácil adaptação dessas plantas em pequenos jardins. Dessa forma, as bromélias vêm vagarosamente conquistando seu espaço no mercado.

O cultivo de bromélias como planta ornamental é praticado por pequenos agricultores, visando à diversificação de renda na propriedade, dessa forma se torna uma opção viável dentre a vasta gama de espécies agrícolas e ornamentais que se pode cultivar. As bromélias atingem cerca de 6% do total de espécies de plantas ornamentais cultivadas, principalmente no sul e sudeste do Brasil (JUNQUEIRA; PEETZ, 2017).

Apesar de sua rusticidade e beleza exótica, fatores estes que influenciam diretamente na decisão do consumidor, a produção comercial de bromélias assim como das diversas plantas ornamentais, exige uma demanda de estudos por técnicas e manejos que sejam adequados às especificidades dos diferentes gêneros e às etapas do crescimento e desenvolvimento da cultura. As Bromeliáceas, possuem um ciclo de produção relativamente curto se comparado a outras plantas ornamentais, como as orquídeas, por exemplo, que possuem um longo ciclo de produção.

Assim, é necessário que a forma de manejo leve em consideração todas as particularidades da espécie em relação à produção, de forma a garantir a melhor qualidade e padronização dos produtos, além de reduzir o tempo necessário de propagação e produção de novas plantas e aumentar sua longevidade e beleza. Existem diferentes práticas ou manejos que podem ser aplicados nas culturas, e utilizadas de forma individual ou integradas, sempre buscando a maior produtividade e os melhores produtos.

Algumas dessas práticas dizem respeito principalmente ao cultivo protegido, tendo em vista que o uso dessa tecnologia permitiu o incremento do setor de flores, e sua consolidação como uma atividade econômica viável. Assim, objetivo deste trabalho foi avaliar a influência de diferentes níveis de sombreamento no crescimento, na coloração e nos pigmentos fotossintetizantes da bromélia *Neoregelia* “Fireball”.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1. ASPECTOS GERAIS DA FLORICULTURA NO BRASIL

O agronegócio brasileiro caracteriza-se pela junção de diversas atividades produtivas que estão diretamente ligadas à agricultura e a pecuária, dentre essas atividades, destaca-se a floricultura. Trata-se de um ramo da horticultura voltado para a produção e comercialização de plantas com finalidades ornamentais. Seus produtos compreendem sementes, bulbos, plantas (folhagens ou floríferas) em vasos, forrações, gramados, mudas diversas e espécies arborícolas. O setor tem conseguido se expandir e tem uma taxa de crescimento de 8% ao ano no Brasil, mesmo frente a crises econômicas, onde outros setores, por exemplo, sofrem quedas (IBRAFLOR, 2014).

O crescimento do setor é garantido graças a diversos fatores que colaboram para isso, como por exemplo às medidas que vem sendo adotadas pelo poder público e por iniciativas privadas, como a facilitação de compras de materiais, investimento em tecnologias, arrendamento de terras e qualificação de mão de obra (FRANÇA; MAIA, 2008). Outro fator que coopera para a expansão são as condições climáticas do Brasil que favorecem o cultivo de flores e plantas de clima temperado e tropical.

Além disso, devido a melhoria das tecnologias, estudos e qualificação da mão de obra, os produtores conseguem produzir flores, folhagens e outros derivados durante todo o ano a custos reduzidos (NEVES; PINTO, 2015). Dessa forma, o setor de flores possui alta versatilidade e a alta variedade de produtos, sua polivalência vai muito além dos simples fatores comerciais da produção como a compra e venda dos seus itens de consumo, está atrelada também à culinária, à terapia, à educação e ao urbanismo.

A floricultura é explorada comercialmente no Brasil desde meados de 1950 e passou a crescer em função da evolução dos sistemas de produção e de distribuição, e também pela intensificação da relação de consumo de flores e plantas ornamentais como elementos favoráveis ao bem-estar, melhoria da qualidade de vida e reaproximação com a natureza (SEBRAE AGRONEGOCIO, 2016). Seu perfil econômico é também social, tendo em vista o grande número de empregos e renda que consegue gerar, criando mais de 200 mil empregos diretos dos quais aproximadamente 40% são relativos à produção (IBRAFLOR, 2014; LONGUINI, 2019). O mercado de flores brasileiro gerou em 2018 cerca de 8 bilhões de reais para o mercado interno (ARAÚJO, 2019; IBRAFLOR, 2014).

Os grandes produtores mundiais são Holanda, Colômbia, Dinamarca e Equador. O Brasil vem ganhando cada vez mais espaço no mercado internacional exportando e importando produtos (IPEA, 2006). Nos estudos realizados pelo Instituto de Economia Agrícola (IEA) da Secretaria de Agricultura e Abastecimento em 2003/2004 o mercado brasileiro fechou com saldos positivo nos dois anos quando relacionada a importação e a exportação dos grupos de produtos floríferos (bulbos, mudas, flores e folhagens), já em 2007/2008 o saldo geral fechou positivamente, contudo para o grupo de bulbos os saldos foram negativos, já que foi necessário importar muito mais do que exportar (IEA, 2004; IEA, 2008)

O setor de produção de flores vem se consolidando como uma atividade econômica relevante para o mercado, sendo um negócio dominado por pequenos produtores rurais, pois não é necessário áreas extensas para obter boas produtividades, além de estar relacionada à agricultura familiar e contribuir para uma melhor distribuição de renda, contudo pequenos produtores geralmente possuem baixa tecnologia e escasso conhecimento técnico-científico e, as pesquisas nessa área ainda são poucas em relação aos outros setores produtivos do mercado brasileiro (SEBRAE IDEIAS DE NEGOCIOS, 2018).

O maior polo de produção de flores e plantas ornamentais encontra-se no estado de São Paulo, concentrado em cerca de vinte municípios, sendo o mais famoso Holambra, a qual responde por 40% de toda a produção brasileira, exporta para vários países como Holanda, Estados Unidos, Portugal, Canadá, Inglaterra, Uruguai, Emirados Árabes e Argentina. Além disso, Holambra foi a pioneira no cultivo protegido de flores e plantas no Brasil, essa técnica fez com que a produção passasse a render o dobro do que a feita a céu aberto e também aumentou a durabilidade das flores. Outras cidades com importância no cultivo de flores são Atibaia, Campinas, Dutra, Paranapanema e Vale do Ribeira. (IPEA, 2006).

A região sul, onde se encontra o estado do Paraná, destaca-se com geração de mais de 33 mil empregos, destes 37% no setor de produção, em relação a região sudeste, campeã na geração de empregos e renda, que se encarrega de mais de 126 mil, destes 43% no setor de produção (IBRAFLOR, 2014). No Paraná, a produção de flores e plantas ornamentais encontra-se distribuída nas cidades de Londrina, Maringá, Foz do Iguaçu, Guarapuava e Curitiba (VIEIRA; SAMPAIO; SAMPAIO, 2014).

2.1.1. Produção Comercial de Bromélias

A produção de bromélias em escala comercial é uma atividade viável e tem-se desenvolvido bastante no Brasil, seguindo os passos de outros países, como os Estados Unidos, Holanda e Bélgica. O cultivo ganhou impulso tornando-se uma atividade

economicamente rentável e uma boa opção na floricultura. O crescente aumento na produção comercial traz vantagens tanto para o produtor, que tem aumento de renda; quanto para o meio ambiente, pois reduz o extrativismo predatório das espécies, principalmente as que se encontram em perigo de extinção. Contudo essa situação só pode ser amenizada à medida em que cresce a consciência da necessidade de preservação da natureza e a compreensão ambiental (ANDRADE; DEMATTE, 1999; KANASHIRO, 1999).

Pesquisas foram realizadas a fim de identificar os atores das cadeias produtivas de bromélias, dessa forma é possível detectar e caracterizar os agentes iniciais que são conhecidos como coletores e extratores ou residentes e oportunistas. Os coletores são aqueles que na “beira da estrada” retiram plantas em pequenas quantidades, apenas na época de floração para incrementar a renda familiar, enquanto que os extratores fazem do extrativismo sua única fonte de renda, dessa forma possuem pontos de extração e venda dos produtos em locais definidos ao longo do ano todo (SANTOS; BITTENCOURT; NOGUEIRA, 2005).

Os residentes podem ser caracterizados como aqueles que possuem “estratégia diversificada”, ou seja, o extrativismo está integrado a outras atividades praticadas em suas áreas de cultura, onde residem ou em seu entorno, dessa forma configura-se o extrativismo como para sua subsistência ou rendimento familiar. Os oportunistas enquadram-se na “estratégia de adaptação”, nesse sentido o extrativismo é a única fonte de renda familiar, sendo que o rendimento advém de vários produtos extraídos da natureza, não sendo somente bromélias, e não extrapola um salário mínimo. Os extratores atuam dessa forma pela precária capacitação pessoal e falta ou limitada oportunidade de emprego (NEGRELLE; ANACLETO, 2012).

Os maiores produtores de bromélias estão distribuídos principalmente nas regiões sul e sudeste do país, nos estados de Rio Grande do Sul, Santa Catarina, São Paulo e Rio de Janeiro. A comercialização se intensificou a partir da década de 90 no Rio de Janeiro, quando foi observado que as bromélias eram utilizadas juntamente com orquídeas como itens de coleção e, passaram a ser vinculadas a atividades de paisagismo com o uso em jardins. Os gêneros mais cultivados são *Aechmea* (figura 2.1.1.1), *Neoregelia* (figura 2.1.1.2) e *Vriesea* (figura 2.1.1.3) (ANDRADE; DEMATTE, 1999).

FIGURA 2.1.1.1 – Exemplar de bromélia do gênero *Aechmea*. *Aechmea fasciata* (Lindl.) Baker.



Fonte: Bunnings Warehouse (2019).

FIGURA 2.1.1.2 – Exemplar de bromélia do gênero *Neoregelia*. *Neoregelia* spp.



Fonte: Foremost Co (2019)

FIGURA 2.1.1.3 – Exemplar de bromélia do gênero *Vriesea*. *Vriesea* spp.



Fonte: Bakker (2019).

Os métodos de propagação de plantas influenciam demasiadamente na obtenção em relação a quantidade de plantas e as bromélias podem ser propagadas através de cultura de tecidos, propagação vegetativa com a formação de brotações e por sementes. A propagação mais utilizada por produtores do Paraná é através de sementes, para isso cultivam a planta por cerca de 3 anos até que a planta esteja pronta para a comercialização, as espécies mais comuns estão localizadas nos gêneros *Aechmea* e *Neoregelia*. A micropropagação é pouco utilizada pois os custos são elevados e a tecnologia exige conhecimentos específico, dessa forma apenas grandes produtores fazem uso da mesma (SANTOS; BITTENCOURT, NOGUEIRA, 2005).

O consumo e a popularidade dessas plantas caíram em infortúnio quando erroneamente integrantes da família Bromeliaceae, que possuem as folhas em forma de “tanque”, foram associadas a criadouros de mosquitos vetores do vírus da dengue e passaram a ser erradicadas de jardins e até mesmo de locais de ocorrência natural (GLOBO RURAL, 2015; GARCIA, 2016). Estudos da Fundação Oswaldo Cruz desmistificaram essa ideia de que bromélias são potenciais criadouros de mosquitos, relacionando a fauna existente no fitotelmo ao controle das formas imaturas de várias espécies de dípteros (FONTOURA, 2007; FIOCRUZ,

2010; MOCELLIN, 2010; GUIMARÃES *et al.*, 2015). O estudo da FIOCRUZ consistiu em coletar e avaliar a água alojada no tanque de 156 bromélias situadas no Jardim Botânico do Rio de Janeiro, durante o período de um ano. O resultado apontou baixíssimo índice (0,07 % do total de 2816 formas imaturas de mosquitos coletadas nas bromélias durante o período de um ano) de representantes de *Aedes aegypt*, o que sugere aos pesquisadores que as bromélias não se caracterizam como a fonte de propagação ou persistência de um problema epidemiológico (FONTOURA, 2007).

Os pesquisadores Oliveira e Almeida-Neto (2017) em seu trabalho realizaram um levantamento de ocorrência de *Aedes aegypt* em bromélias situadas no Jardim Botânico Municipal de Bauru – SP – Brasil, e concluíram que a ocorrência desse inseto foi ocasional, com o aparecimento de aproximadamente 1%. Em relação ao total de larvas coletadas (152 larvas), 1% representa apenas 2 indivíduos dessa espécie, além disso a pesquisa consistiu em 38 coletas, das quais em apenas 1 destas foi constatada a presença do vetor, levando os pesquisadores a afirmarem que bromélias não representam riscos de expansão do problema epidemiológico da dengue.

Na década de 1960 Roberto Burle Marx, paisagista renomado e apaixonado pela flora nativa brasileira, tornou as bromélias populares ao inseri-las em seus projetos paisagísticos (CARVALHO; MERCIER, 2005). Burle Marx também foi responsável pela fundação da Bromeliad Society e a Sociedade Brasileira de Bromélias (ENGLERT, 2000), importantes instituições responsáveis pela difusão do conhecimento sobre bromélias. As características que influenciam na decisão do consumidor em adquirir uma bromélia estão relacionadas ao fato dessa planta possuir beleza exótica, rusticidade e fácil manejo, ideal para pessoas que não tem tempo para se dedicar aos tratos de cultivo que as plantas exigem de forma geral (CARVALHO; MERCIER, 2005).

As bromélias atingem 6% do total das espécies de plantas ornamentais cultivadas (JUNQUEIRA; PEETZ, 2017). Os gêneros mais comercializados são *Vriesea* e *Neoregelia*. Quando indagados (os produtores) sobre questões ecológicas acerca da preservação das espécies, nenhum produtor se mostrou diretamente preocupado com o cultivo de espécies em extinção (ANDRADE; DEMATTÊ, 1999; JUNQUEIRA; PEETZ, 2017).

A grande diversidade de bromélias nativas torna o país o maior produtor e exportador dessas plantas, mas infelizmente, pela falta de informações tecnológicas e o extrativismo ser a forma mais comum de obtenção de espécies, esse potencial está distante da realidade (CARVALHO; MERCIER, 2005). Os fatores negativos que influenciam a produção de bromélias estão relacionados à falta de tecnologia específica com as peculiaridades de cada

gênero, a associação errônea de bromélias com tanque para proliferação de mosquitos transmissores de doenças e a dificuldade burocrática de se estabelecer um cultivo legalizado (ANACLETO; NEGRELLE, 2013).

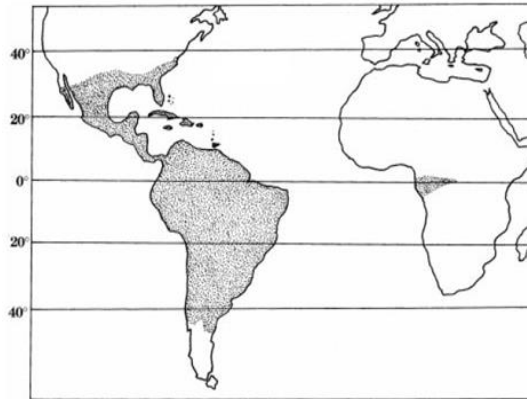
O principal fator negativo do comércio de bromélias está relacionado ao extrativismo predatório, antiga atividade humana primitiva de subsistência, que desde sempre se transformou em risco para o futuro da diversidade, pela degradação descontrolada da fauna e flora. O extrativismo era preterido a propagação, pois para se obter mudas através de sementes existem algumas limitações, como a demora na maturação das sementes e a necessidade de 3 a 8 anos para o florescimento, dependendo da espécie, e ainda a possibilidade de variação genética (FERREIRA *et al.*, 2007).

No cultivo e comércio de bromélias as dificuldades são a falta de eficiência dos modelos de gestão adotados na produção rural e as incongruências tecnológicas observadas na maioria dos viveiros de cultivo (ANACLETO; NEGRELLE, 2013). Em um estudo sobre o perfil e comportamento do consumidor de bromélias foi identificado um consumo em média de 3,62 compras por ano, e essa aprovação e preferência possuem ligação no que se refere a beleza das flores, padronização e colorido das plantas. A dificuldade relatada pelos consumidores foi o preço classificado como elevado e a ausência de promoções que facilitem a aquisição do produto (ANACLETO; BORNANCIN, 2018).

2.2. A FAMÍLIA BROMELIACEAE

Bromeliaceae A. Juss. constitui uma importante e grande família das Angiospermas, de ocorrência quase exclusivamente neotropical, e possui cerca de 3408 espécies distribuídas em 58 gêneros (THE PLANT LIST, 2013; LUTHER, 2014). Está geograficamente distribuída por todo o continente americano (norte, centro e sul), sendo sua ocorrência predominante no território brasileiro onde é encontrada em todos os estados. Há relatos da observação de apenas uma espécie no continente africano (figura 2.2.1) (WANDERLEY; MARTINS, 2007; REFLORA, 2014). Geralmente divide-se em três subfamílias Bromelioideae, Pitcairnioideae e Tillandsioideae, pois são as que possuem maior número de gêneros identificados (29, 16, 9 gêneros respectivamente) (SMITH; DOWNS, 1979; REITZ, 1983; PAULA; SILVA, 2001; WANDERLEY; MARTINS, 2007). Estudos mais recentes da molécula de DNA da família Bromeliaceae dividem as subfamílias em oito representantes, contudo essa divisão ainda é pouco usual (BSI, 2019).

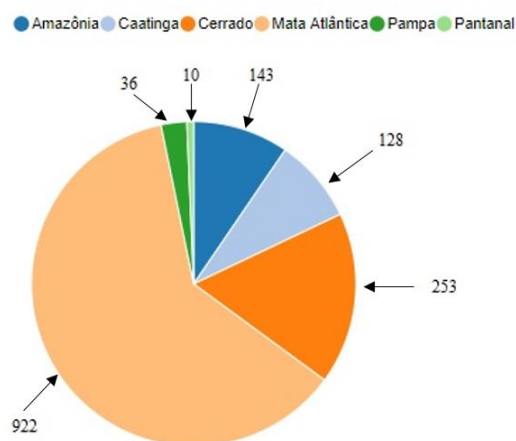
FIGURA 2.2.1 – Distribuição geográfica da família Bromeliaceae.



Fonte: Benzing (2000).

Do total de espécies encontradas no mundo, estimasse que cerca de 40% (1340) ocorrem no Brasil e destas 1030 são endêmicas (FORZZA *et al.*, 2010), concentrando-se principalmente na região sudeste onde foram observadas cerca de 740 espécies, seguida pela região norte com 426. Nos domínios fitogeográficos, concentram-se principalmente na Mata Atlântica, onde foram constatadas cerca de 922 espécies, ou seja, 69%, no Cerrado com 253 (18%) e na Amazônia com 143 (aproximadamente 11%) (figura 2.2.2). Na região sul foram encontradas 187 espécies (REFLORA, 2014).

FIGURA 2.2.2 – Distribuição de espécies da família Bromeliaceae por domínio fitogeográfico brasileiro.



Fonte: Adaptado de REFLORA (2019).

O estado do Paraná é representado por 105 espécies, sendo que dessas 36 ocorrem na região nordeste do estado, e os gêneros com maior número de espécies são *Tillandsia* (11) e *Dyckia* (09). Do número total de espécies encontradas no estado, 17 não estão

protegidas em Unidades de Conservação, e pertencem em sua maioria ao gênero *Dyckia* e geralmente ocorrem em poucas localidades. As espécies *Billbergia portiana* Brongn. ex. Beer. e *Dyckia lutziana* L.B. Sm. foram observadas em ocorrência somente uma vez no estado, nos anos de 1965 e 1993 respectivamente, isso indica que essas espécies podem ter sido extintas (ESTEVAN, VIEIRA; FARIA, 2017).

Listas oficiais de espécies ameaçadas de extinção da flora brasileira relatam que aproximadamente 338 táxons dessa família estão ameaçados ou em risco eminente de extinção, em conjunto com Asteraceae e Orquidaceae, que representam as famílias com mais espécies consideradas em risco, ameaçada ou já extintas (MARTINELLI; MORAES, 2013). No Brasil as bromélias são também conhecidas por nomes de origem indígena como caraguatá, gravatá, macambira, caroá e crauá (CARVALHO; MERCIER, 2005).

As espécies ornamentais de bromélias, após serem levadas do Brasil para outros continentes, eram cultivadas apenas em jardins botânicos ou em estufas de colecionadores. A comercialização e uso dessas plantas em projetos de jardinagem e paisagismo ganhou apreço, devido suas belas cores, formas exóticas, baixa manutenção e fácil adaptação a pequenos jardins (NEGRELLE; MITCHELL; ANACLETO, 2012).

Como supracitado, as bromélias são tradicionalmente divididas em três subfamílias, essa classificação ocorre com base no padrão de abertura dos grãos de pólen (SMITH; DOWNS, 1979; REITZ, 1983; PAULA; SILVA, 2001; WANDERLEY; MARTINS, 2007) abaixo seguem algumas características particulares de cada grupo:

I. Subfamília **PITCAIRNOIDEAE** Harms. (figura 2.2.3): Agrupa 16 gêneros, sendo 11 endêmicos; possuem ovário semissúpero ou supero no qual desenvolve um fruto tipo capsular, septícida e loculicamente deiscente, suas sementes são aladas, porém podem apresentar integrantes com sementes nuas e cauda peluginosa. São plantas com folhas armadas ou inertes, comumente terrícolas ou rupícolas apresentando raízes funcionais. A inflorescência é simples ou composta com brácteas florais conspícuas a pequenas, flores perfeitas e vistosas, longo pecioladas a sésseis.

FIGURA 2.2.3 – Exemplar de bromélia da subfamília Pitcairnoideae. *Dyckia brevifolia* Baker.



Fonte: Ghislaine Mario Lobo (2007)

II. Subfamília **TILLANDSIOIDEAE** Harms. (figura 2.2.4): Agrupa 09 gêneros, sendo 07 endêmicos; o ovário é superior glabro, exceto em uma única espécie (*Glomeropitcairnia*), quando fecundado gera fruto capsular, septícida, as numerosas sementes apresentam apêndices plumosos na base, ápice ou em ambos locais. Os integrantes são epífitos, caulescentes ou acaules. Essa subfamília raramente apresenta raízes funcionais, sendo atribuído apenas a função de suporte quando presentes. As folhas são rosuladas ou fasciculadas, ou distribuídas ao longo do caule, indumento em escamas radialmente simétricas. As inflorescências são variadas, comumente com espigas dístico-florais ou as vezes reduzidas a uma espiga polístico-floral. Brácteas florais conspicuas mínimas.

FIGURA 2.2.4 – Exemplar de bromélia da subfamília Tillandsioideae. *Guzmania lingulata* (L.) Mez.



Fonte: Vivid Design (2019).

III. Subfamílias **BROMELIOIDEAE** Reichenbach. (figura 2.2.5): Agrupa 29 gêneros, sendo 20 endêmicos; é a mais numerosa em integrantes já descritos. O ovário é inferior ou quase (Acanthostachys), com óvulos obtusos a longo caudatos. Após a fecundação gera fruto tipo baga, indeiscente, com aspecto suculento ou em alguns indivíduos fruto tipo seco, o número de sementes é variado, planas e nuas. A inflorescência sésstil ou escaposa é em geral composta com flores que possuem em sua composição sépalos livres até alto conatos, obtusos até atenuados, raramente mucronado, com pétalas raramente com unha definida, unidos em tubo pelos filamentos formando um tubo de comprimento variado de acordo com a espécie, ou tubo epígino conspícuo até quase faltando. Seus integrantes possuem hábito em geral terrestre e epífita, sua propagação assexuada ocorre por rizomas ou brotações (estolões), folhas geralmente rosuladas, com espinhos curvos ao longo das margens.

FIGURA 2.2.5 – Exemplar de bromélia da subfamília Bromelioideae. *Neoregelia melanodonta* L.B.Sm.



Fonte: Bromeliad Paradise (2019)

As plantas desta família podem ser herbáceas a lenhosas, perenes, possuem hábitos epífitas, rupícolas, saprófitos ou terrestres. Compõem uma das mais adaptáveis famílias de plantas do mundo, e apresentam uma importante e impressionante resistência para sobreviver, além de uma infinita variedade de forma e combinação de cores, e podem variar de pequeno a grande porte, indo de centímetros a metros, como por exemplo a *Puya raimondii* Harms. (figura 2.2.6) que é encontrada no Peru e chega a até 10 metros de altura (ENGLERT, 2007).

FIGURA 2.2.6 – *Puya raimondii* Harms.



Fonte: Wikiwand (2019).

As folhas das plantas da família Bromeliaceae são alternas, espiraladas, de polísticas a dísticas, com margem inteira lisa ou serrilhada a fortemente espinescente, cobrem o curto caule em roseta formando ou não reservatório de água e detritos orgânicos que é conhecido por “cisterna” ou “tanque” que é revestido por escamas absorventes (tricomas especializados), ápice muito variável, arredondado, agudo, atenuado, mucronado ou pungente. Sua inflorescência em geral é vistosa pela presença de brácteas coloridas, racemosa, com pouca a muitas flores densa a laxamente dispostas, simples (racemo, espiga) a composta (paniculada, corimbiforme), desde pouco a amplamente ramificada, ramificações de primeira até quinta ordem. Suas flores são sésseis ou pediceladas, actinomorfas ou levemente zigomorfas, bissexuadas ou raramente unissexuadas, trímeras, diclamídeas e heteroclamídeas (WANDERLEY; MARTINS, 2007).

O fruto é do tipo baga, algumas vezes bem desenvolvidos (Bromélia), ou cápsula, em geral septícida, raramente sépalas persistentes. No gênero *Ananas* há presença de fruto composto desenvolvido. As sementes são em geral numerosas, o embrião é pequeno, cilíndrico, situado lateralmente, na base de abundante endosperma amiláceo, achatadas até globosas, providas ou não de apêndices, sendo esses aliformes ou plumosos, apicais ou laterais (WANDERLEY; MARTINS, 2007). Na subfamília Bromelioideae os frutos estão mais adaptados à dispersão endozoocórica, realizada preferencialmente por pássaros frugívoros, e espécies com frutos do tipo cápsula possuem sementes dispersas pelo vento (BENZING, 2000; REITZ, 1983). As bromélias apresentam dispersão de tipo zoocórica ou anemocórica.

O processo de autofecundação é relativamente raro nas bromélias, pois geralmente as flores são protândricas, e os principais polinizadores são abelhas e beija-flores (REITZ, 1983). Em um estudo realizado com espécies de bromélias em uma Floresta Ombrófila densa no Paraná (KAEHLER; VARASSIN; GOLDENBERG, 2005) foram identificadas 12 espécies de polinizadores, dos quais 8 são beija-flores, 3 morcegos e 1 abelha. A reprodução vegetativa é considerada uma estratégia muito vantajosa em diferentes situações, em especial na ocupação de novos ambientes, e favorece muitas vezes a formação de grandes colônias. Essa propagação pode ocorrer por brotos axiais procedentes das folhas da roseta ou por rizomas ou estolhos em espécies terrestres (REITZ, 1983).

Estudos com a evolução da família Bromeliaceae relatam que o último ancestral comum partia de um mesófito C₃ terrestre, provavelmente adaptado a habitats úmidos, expostos e pobres em nutrientes. Tanto a fotossíntese CAM (crassulacean acid metabolism) quanto o hábito epifítico evoluíram no mínimo três vezes dentro da família, provavelmente em resposta a mudanças geológicas e climáticas. A grande maioria das formas epifíticas é encontrada em duas linhagens: na subfamília Tillandsioideae, onde fotossíntese C₃ foi o estado ancestral e a CAM se desenvolveu posteriormente ao hábito epifítico; e na subfamília Bromelioideae, na qual a fotossíntese CAM surge antes do epifitismo (CRAYN; WINTER; SMITH, 2004).

A radiação subsequente da linhagem bromelióide em habitats menos xéricos levou à reversão da fotossíntese C₃ em alguns táxons, mostrando que tanto o ganho quanto a perda de CAM ocorreram na complexa história evolutiva desta família. Durante o processo de evolução, além da presença de diferentes rotas fotossintéticas (C₃ e CAM), a morfologia das folhas e as curvas de resposta a essas adaptações diferem entre espécies intimamente relacionadas (BENZING, 2000).

2.2.1. O Gênero *Neoregelia*

O nome *Neoregelia* do grego “neos” significa novo e “regelia” é o antigo nome do mesmo gênero em homenagem a C. Von Regel, conselheiro privado do Imperador da Rússia (REITZ, 1983). *Neoregelia* L. B. Sm. é o maior gênero dentro do complexo Nidularide, subfamília Bromelioideae, compreendendo cerca de 120 espécies (BSI, 2019; REFLORA, 2019) e 94% de endemismo (FORZZA *et al.*, 2010) com inúmeros híbridos espalhados pelo mundo (SKOTAK JR. 1996; SKOTAK, 2001; BULLIS; BULLIS, 2000). No Brasil encontra-se nos estados do Acre, Amazonas, Pará, Rondônia, Alagoas, Bahia, Pernambuco, Espírito

Santo, Minas Gerais, Rio de Janeiro, São Paulo, Paraná e Santa Catarina (REFLORA, 2019) (figura 2.2.1.1).

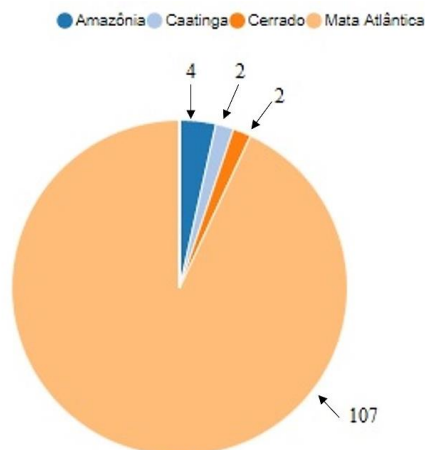
FIGURA 2.2.1.1 – Distribuição geográfica no Brasil do gênero *Neoregelia*.



Fonte: REFLORA (2019).

Em sua maioria, os representantes desse gênero da família Bromeliaceae encontram-se situados na região sudeste do Brasil, com 96 espécies (80%), seguida pela região nordeste com apenas 16 exemplares identificados (aproximadamente 13%). Em relação aos domínios fitogeográficos brasileiros encontra-se concentrada e distribuída ao longo da Mata Atlântica, com 107 espécies, o que representa aproximadamente 89% dos indivíduos, seguida pela Amazônia com apenas 4 espécies, aproximadamente 3% (REFLORA, 2019) (figura 2.2.1.2).

FIGURA 2.2.1.2 – Distribuição do gênero *Neoregelia* nos domínios fitogeográficos brasileiro.



Fonte: REFLORA (2019).

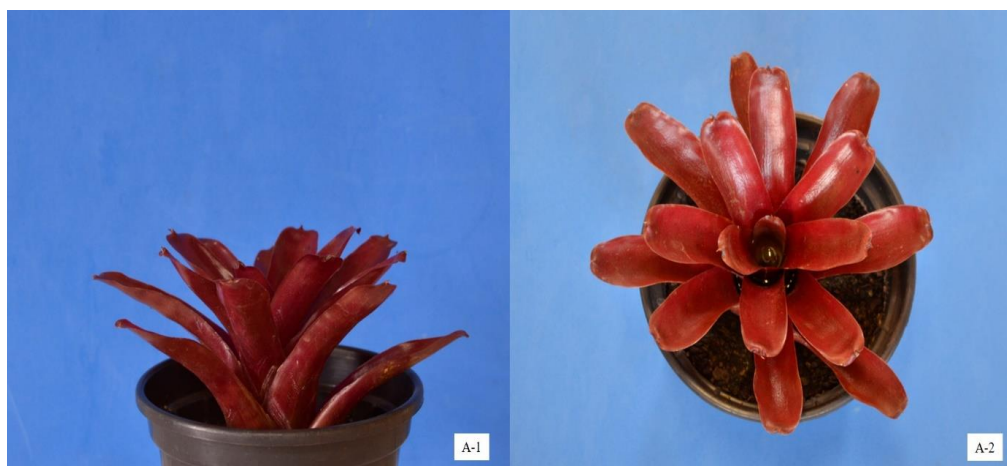
A maioria dos integrantes tem hábito epífito, com alguma ocorrência de espécies terrícolas e saxícolas. Quanto à morfologia, a disposição da inserção das folhas em roseta forma um “tanque” na região basal da superfície adaxial, local onde surge a inflorescência. Este “tanque” ou reservatório acumulador de água é rico em detritos orgânicos provenientes da água da chuva, partículas de poeira, resíduos e excrementos de pequenos organismos que se relacionam ecologicamente com as bromélias. Esse tanque classifica as bromélias como um organismo fitotelmico. O valor ecológico de sua interação com a fauna, contribui significativamente para a diversidade, torna-as elemento essencial para a manutenção da diversidade do habitat da floresta (BENZING, 2000)

A inflorescência é central nodular, não ramificada, densamente capitiforme, umbelada ou corimbosa aninhada dentro da roseta foliar. Suas brácteas involucras no pedúnculo superior são subdesenvolvidas ou ausentes, as flores são pediceladas, sépalas assimétricas e pétalas com ápice agudo ou acuminado, ereto ou reflexo sem apêndices, de coloração violeta, azuis, brancas e raramente vermelhas. As folhas densamente rosuladas, espinhosas, serreadas com bainha grande e distinta (SANTOS-SILVA *et al.*, 2017; REITZ, 1983; WANDERLEY; MARTINS, 2007). São exigentes em luz para o pleno desenvolvimento e intensidade de cor de suas folhas, que variam do verde ao vermelho, principalmente na base das folhas antes da floração (CARVALHO; MERCIER, 2005).

2.2.1.1.1. *Neoregelia* “Fireball”

Neoregelia “Fireball” (figura 2.2.1.1.1) é uma integrante da família *Bromeliaceae* que gera profundas discussões entre taxonomistas, pesquisadores e entusiastas por bromélias, pois é amplamente comercializada como planta ornamental, mas sua descrição taxonômica nunca foi formalmente realizada. O gênero é reconhecido, mas o epíteto específico não, por isso “Fireball” sempre é escrito com a letra “F” maiúscula, para não ser confundido com uma espécie e apesar de ser tratado como uma, é um *Nomen nudum* (BUTCHER, 2011).

FIGURA 2.2.1.1.1 – Bromélia *Neoregelia* ‘FireBall’, Londrina – PR, 2019. A-1: Vista frontal; A-2: Vista superior.



Fonte: Próprio autor (2019).

DeLeon (1987) aborda o assunto sobre o misterioso caso “Fireball”, que para ele começou em meados de 1959, quando recebeu um exemplar do Sr. Walter Doering de São Vicente – São Paulo – Brasil. A planta que originou essa discussão foi nomeada num primeiro momento como Neo. “Fireball”, onde o Sr Walter menciona em uma nota, que ainda não havia observado flores nas demais plantas “Fireball” de sua coleção, detalhe importante para a descrição taxonômica.

Após alguns anos de cultivo o Sr DeLeon induziu a floração com a aplicação de carboneto de cálcio, e assim em 28 de fevereiro de 1967, enviou a primeira planta “Fireball” com flor para um botânico identificar, e recebeu o P.130, porém, a carta de confirmação dessa espécime alegava a necessidade um estudo mais aprofundado. Anos se passaram e não houve retorno do herbário, e o autor DeLeon acredita que de alguma forma o registro foi perdido ou talvez incluído no arquivo de alguma outra *Neoregelia*. Não é incomum que algumas espécies circulem no cultivo por alguns anos antes de serem oficialmente descritas na natureza. Algumas espécies escapam à atenção dos botânicos porque o táxon em questão não pode ser realocado no habitat. Nessa situação, registrar um nome de cultivar é desejável neste período intermediário como um link temporário para fins de identificação. Apenas para casos excepcionais como o *N.* “Fireball” isso se tornou uma solução permanente (LAWN, 2009).

Outra menção sobre a origem da *N.* “Fireball” é relatada por Hook (2013), sobre dois colecionadores dos Estados Unidos que levaram de São Paulo para seu país uma bromélia vermelha do gênero *Neoregelia*, e a planta recebeu o nome de “Fireball” pelo vermelho vivo de suas folhas. Ao cultivar em casa de vegetação essa espécie, notaram que era

muito prolífica, tanto que logo tiveram uma grande colônia, e decidiram comercializá-la, embora não soubessem seu nome científico a venderam sob o nome Fireball.

O problema relatado para a descrição taxonômica da espécie é devido à ausência de relatos científicos sobre plantas encontradas na natureza, embora sejam aceitos diversos registros de patente de “Nova Cultivar”, onde o parental masculino doador de pólen do cruzamento, é descrito como sendo *N. “Fireball”* (SKOTAK JR, 1996).

Skotak Jr. (1996; 1998) e Skotak (2001) patentearam três híbridos, nomeados Nonis, Annick e Zoe, resultados de suas pesquisas com bromeliáceas na Costa Rica. As três plantas são resultantes do cruzamento entre a receptora feminina *Neoregelia carolinae* x *Neoregelia compacta*, e o macho doador de pólen *N. “Fireball”* o qual é relatado como originário do Brasil, e conhecido como *Neoregelia shultesiana* na Europa.

Outra patente de registro é referida a uma cultivar com folhas marginalmente variegadas, descoberta em Princeton, dentro de uma casa de vegetação junto de outras plantas de um lote de *N. “Fireball”*, descrito como uma mutação que manteve as características quando gerou descendentes (BULLIS; BULLIS, 2000).

Dentre as plantas mencionadas como *N. “Fireball”* é possível observar algumas com estolões com hastes curtas e algumas com hastes do estolão longas, porém Butcher (2011) cita as dificuldades na identificação e distinção por essa característica, como também pela variação da tonalidade de vermelho das folhas, ressaltando a importância dos hibridadores manterem registros escritos. O único aspecto de identificação é partir da observação das flores, que ocorrem raramente, onde as pétalas exibem a ponta de coloração azul brilhante.

Outro relato importante é o fato de a planta ser autoestéril, desse modo a possível reprodução sexual é a forma cruzada interespecífica, que gera descendentes híbridos, e desse modo, tais descendentes híbridos estariam sendo chamados de Fireball erroneamente (BUTCHER, 2011). Essa espécie é muito admirada como planta ornamental pelo vermelho intenso de suas folhas, lembrando assim uma bola de fogo. Intensidade essa alterada pela quantidade de luz recebida pela planta e nutrientes absorvidos que influenciam a quantidade de pigmentos fotossintetizantes presente na folha (TAIZ *et al.*, 2017).

A comercialização de *N. “Fireball”* é ampla na internet, visto que em uma simples pesquisa em mecanismos de busca online, é possível encontrar plantas a venda com valores médios próximos a R\$ 56,66 (NEOREGELIA a, 2019; NEOREGELIA b, 2019; NEOREGELIA c, 2019), juntamente com recomendações sobre cultivo e adubações discrepantes que divergem das fontes técnicas e científicas.

2.3. CULTIVO PROTEGIDO

As técnicas e tecnologias agrícolas tem evoluído de forma a aumentar cada vez mais as produções do setor, fazendo com que a agronomia com suas muitas atividades se tornasse uma grande potência mundial. A floricultura inserida dentro do setor hortícola tem gerado renda, empregos e transformado a vida dos grandes e pequenos produtores que optam por exercerem essa atividade. Dentre as muitas inovações que surgem para o incremento da produção, o cultivo protegido surgiu no Brasil na década de 80 para o cultivo de flores, em Holambra, cidade que se localiza a cerca de 145 km de distância da capital São Paulo. Essa técnica fez com que a produção de flores passasse a render o dobro do que as que eram cultivadas a céu aberto, ou seja sem o uso da tecnologia. Além disso a durabilidade das plantas cultivadas e das flores, que se tornam um dos produtos finais desse setor, é maior o que atrai os compradores (IPEA, 2006).

A implantação das culturas agrícolas em ambiente protegido fez com que os sistemas de produção passassem a ser otimizados, obtendo produtos finais de alta qualidade, podendo tornar-se diferenciados, possibilitando a obtenção destes durante todo o ano, isso acontece pois é possível controlar os fatores agroclimáticos, reduz-se o uso de defensivos agrícolas e fortalece os conceitos de qualidade total dos produtos (EKLUND *et al.*, 2005), além disso, ocorre melhor aproveitamento da temperatura, água e nutrientes disponíveis por parte das plantas (SLATER, 1983). No Brasil diversas pesquisas confirmam essa hipótese, indicando que mesmo em ambientes protegidos não climatizados, os rendimentos superam os obtidos em campo. Adicionalmente, os produtos finais apresentam melhor qualidade, as plantas consomem menos água, diminui-se a lixiviação dos nutrientes e há melhor aproveitamento da radiação solar (MARTINS *et al.*, 1999).

O cultivo protegido é amplamente utilizado para produção de frutas, hortaliças, plantas medicinais, flores e plantas ornamentais (CRUZ; CAMPOS, 2009; NOMURA *et al.*, 2009; TRANI *et al.*, 2010). Existem no mercado muitas empresas que trabalham montando e dando assistência a estruturas que são conhecidas como “Estufas agrícolas” ou casas de vegetação. Os modelos variam, assim como também os materiais utilizados, como madeira, metal, ferro galvanizado, portas, calhas de alumínio e sistema de controle ambiental totalmente automatizado e é necessário mão de obra especializada afim de mitigar possíveis problemas (TAKANE; YANAGIZAWA; VENDRAME, 2015).

A expansão ocorreu de forma rápida no Brasil, contudo não existem dados precisos e atualizados sobre a área cultivada e as informações técnicas sobre o desempenho das

plantas em ambiente protegido são ainda insuficientes, dessa forma é necessário que se façam mais pesquisas, principalmente no setor de flores, para que possam existir melhores recomendações e contribuições para a expansão e tecnificação dessa atividade (VIDA *et al.*, 2004).

2.3.1. Luminosidade

A radiação solar é um dos principais elementos alterados pelo uso de coberturas plásticas, no entanto nem todas as modificações microclimáticas são benéficas aos cultivos (FARIAS *et al.*, 1993; SENTELHAS; SANTOS, 1995). O controle microclimático eficiente, durante o verão é um dos maiores desafios para os produtores que fazem uso do cultivo em ambiente protegido, no sentido de obterem produtos de melhor qualidade fora da época convencional. O cultivo no verão, apesar de ser favorecido pelo efeito “guarda-chuva”, proporcionado pelo ambiente protegido, enfrenta problemas sérios de temperatura elevada do ar, que pode causar até a morte da planta (FURLAN, 2001).

Em alguns casos, o manejo do ambiente pode assegurar a obtenção de uma planta de qualidade superior, em outros, a modificação do ambiente é indispensável para possibilitar a viabilidade econômica do empreendimento. A radiação solar é a principal responsável pelas modificações microclimáticas ocorridas no interior dos ambientes protegidos, influenciando, diretamente, a temperatura e a umidade relativa do ar. A temperatura no interior de ambientes protegidos está diretamente ligada às condições ambientais internas e externas, sendo verificados os maiores valores de temperatura do ar geralmente próximo ao meio-dia (FARIAS, 1991).

A escolha do material de cobertura pode alterar a quantidade transmitida ao interior de estufas, beneficiando as plantas de acordo com suas exigências. Conforme o tipo de material, a luminosidade é atenuada de forma diferenciada e em estudos com filmes de polietileno de baixa densidade (PEBD) e PVC, foi verificado que ocorreu atenuação de 20 e 33% respectivamente (BLISKA; HONORIO, 1996; SENTELHAS *et al.*, 1998). O material plástico mais empregado atualmente em cultivos protegidos é o polietileno de baixa densidade (PEBD), o qual apresenta uma boa transparência à radiação solar (onda curta), com transmissividade de 70 a 90% da radiação incidente, podendo atingir, entre as 14 e as 16h, o máximo de 93 a 95% (FARIAS *et al.*, 1993).

As telas de sombreamento podem ser utilizadas como um método de redução da temperatura interna dos abrigos para cultivo protegido, são utilizadas com plástico de

polietileno de baixa densidade (PEBD), essa interação representa uma solução de baixo custo, contudo é importante que os níveis de sombreamento sejam adequados a fim de não acarretar em prejuízos na produção (FARIA-JUNIOR *et al.*, 2000). Alguns tipos de sombreamento podem reduzir a taxa de renovação do ar do ambiente protegido, diminuindo dessa forma, o efeito da redução da temperatura interna (MATALLANA GONZALEZ; MONTERO CAMACHO, 1993).

A luminosidade ótima é o máximo de luz solar que a planta consegue receber, sem que provoque queimaduras ou perda de coloração das folhas. Nesse sentido a luminosidade é um fator diretamente ligado à temperatura e à ventilação, quanto mais amena for a temperatura, mais luz a planta consegue receber sem danos (HEAD, 1997).

Durante sua evolução as bromélias adaptaram-se às mais diferentes condições de luminosidade e clima. O sucesso na escolha do melhor ambiente varia de acordo com o gênero, pois cada um possui sua especificidade. Nas florestas elas fixam-se conforme sua exigência e a disponibilidade de luz e umidade atmosférica:

- I. Heliófitas: espécies exigentes em luz, geralmente afixadas nos galhos superiores e médios das árvores mais altas;
- II. Esciófitas: tolerantes à sombra, espécies sempre afixadas a pouca altura ou estabelecidas no solo ou em pedras;
- III. Mesófitas ou indiferentes: afixadas em troncos, em galhos médios ou inferiores das árvores.

A falta ou o excesso de luz pode prejudicar as bromélias e seu desenvolvimento. Os sintomas relativos à falta de luz são folhas macias, caídas, mais longas que o normal; já o excesso de luz são folhas amareladas ou amarronzadas, ressecadas, mais curtas que o normal da espécie e queimaduras pela folha (REITZ, 1983; PAULA, 2000).

Estudo realizado em uma população de bromélias *Neoregelia johannis* na mata atlântica da Ilha Grande mostrou diferenças acentuadas entre os indivíduos no tamanho e na coloração das folhas. Estudos comprovaram a existência de uma relação direta entre a intensidade de luz do ambiente e as características das folhas (CARVALHO *et al.*, 1998; CARVALHO; ROCHA, 1999), dessa forma, dependendo da quantidade de luz que incide sobre a planta, ela poderá apresentar variação na coloração devido à concentração de pigmentos e, tamanho e formato próprios.

As bromélias que habitam locais mais sombreados têm folhas mais compridas e mais estreitas (mas com maior superfície) do que as que vivem em áreas expostas ao sol. As

plantas fixadas em áreas de sombra aumentam sua superfície foliar para receber maior quantidade de luz solar, já que esta é essencial para certas atividades metabólicas vegetais (como fotossíntese e crescimento). As bromélias que vivem sob sol direto não precisam se ‘esticar’ em busca de luz, dessa forma ocorre uma redução na área foliar para evitar que a insolação e a temperatura do seu micro-habitat causem excesso de evaporação da água presente nas folhas (CARVALHO *et al.*, 1998; CARVALHO; ROCHA, 1999). Essas plantas se desenvolvem satisfatoriamente entre 15° e 30°C, em locais ventilados e com alta umidade relativa do ar (PAULA, 2000).

Os diferentes gêneros de bromélias requerem diferentes intensidades de luz para seu pleno desenvolvimento. As *Aechmeas* necessitam de nível médio de iluminação (500 a 1000 lux), enquanto que as *Guzmanias*, de um nível de iluminação mais baixo (300 a 500 lux) (TROTMAN, 1990; KAMPF, 2000).

Pesquisadores tem realizado diversos estudos sobre a influência da incidência luminosa na produção de mudas de espécies florestais e de plantas ornamentais. Reis *et al.* (2016) avaliaram diferentes intensidades de luminosidade para a melhoria da qualidade e produção de mudas de *Copaifera langsdorffii* Desf. (copaíba), e observaram que as mudas expressaram os melhores resultados quando foram cultivadas em 50% de sombreamento, os autores relatam que a luminosidade e o sombreamento excessivo provocam a queda da qualidade das mudas.

Souza *et al.* (2016) ao avaliarem alterações morfofisiológicas e crescimento de duas espécies de helicônias em função de ambientes sombreados puderam observar que as plantas expressaram respostas diferentes uma da outra, pois *H. bihai* cv. Humilis apresentou maior área foliar quando comparada a *H. psittacorum* cv. Golden Torch em um dos tratamentos, levando a perceber que cada espécie possui seu próprio mecanismo de adaptação ao ambiente. Além disso, os pesquisadores observaram ainda que as plantas cultivadas a pleno sol apresentaram o menor crescimento em comparação aos outros tratamentos e as plantas cultivadas em telado de 50% de retenção luminosa apresentaram os melhores resultados para ambas as espécies.

Em experimento com *Piper hispidinervium* C.DC. – Piperaceae cultivados em ambientes com diferentes condições de luminosidade (pleno sol, casa de vegetação e sub-bosque) foram observadas diferenças na anatomia foliar. Nessa pesquisa, o número de células, de estômatos e o índice estomático foram influenciados pelas condições luminosas, em condição de sub-bosque o número de células demonstrou-se maior e o número de estômatos foi superior em condições de pleno sol e de casa de vegetação. Dessa forma, foi possível concluir

que as condições ambientais de luminosidade influenciam no crescimento e desenvolvimento de tecidos vegetais (SANTIAGO et al., 2001).

Souza et al. (2011) buscaram verificar diferenças na clorofila de folhas expostas ao sol e a sombra em plantas de jamelão (*Syzugium cumini* (L.) Skeels) e observaram que as folhas de sombra apresentaram teores de clorofila a, b e totais mais elevados do que as folhas expostas à radiação solar, além disso os pesquisadores concluíram que o jamelão é sensível às mudanças dos níveis de radiação solar sobre as folhas.

É possível observar que as plantas respondem ao manejo utilizado no cultivo e que a luminosidade é um fator que influencia em diversos aspectos pré-colheita que por sua vez influenciam a qualidade dos produtos finais (MATTIUZ, 2007). Sendo assim é necessário que estudos específicos com relação a interferência solar sejam realizados para cada espécie de planta, seja ela considerada ornamental ou não.

3. DIFERENTES NÍVEIS DE SOMBREAMENTO NO CRESCIMENTO E NA COLORAÇÃO DA BROMÉLIA *NEOREGELIA* “FIREBALL”.

RESUMO

O objetivo do trabalho foi avaliar a influência de diferentes níveis de sombreamento no crescimento e na coloração da bromélia *Neoregelia* “Fireball”. O experimento foi conduzido durante os meses de abril a setembro de 2019, na Universidade Estadual de Londrina – PR – Brasil. Foram utilizadas 20 plantas que foram distribuídas em 4 diferentes níveis de sombreamento (30, 50, 70 e 80%) e 1 controle (0%), cultivadas, analisadas e fotografadas mensalmente. As plantas apresentaram inicialmente tamanhos médios de $13,22 \pm 3,0$ cm de diâmetro de roseta (DR), $9,50 \pm 2,0$ cm de altura (H) e 13 ± 3 folhas viáveis (NFV), e coloração variando de vermelho a laranja. Foram avaliados os parâmetros fitométricos: número de folhas viáveis, altura da planta e diâmetro da roseta; e parâmetros de coloração: luminosidade, *hue*^o e chroma. Ao final foram avaliados o número de folhas secas e de brotos, massa seca da parte aérea, de raízes, brotos, massa seca total da planta mãe e massa seca total do vaso. 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. Para este experimento não foi possível observar diferenças significativas no crescimento das bromélias, pois essas se adaptaram e mostraram que podem ser cultivadas e produzidas em todos os sombreamentos testados, e apresentaram tamanho médio de $17,74 \pm 2,0$ cm DR, $10,64 \pm 1,50$ cm H, com 16 ± 4 NFV e 1 ± 1 brotos. Apenas os parâmetros de coloração chroma, luminosidade e *hue*^o apresentaram diferenças estatísticas em alguns meses, pois foi possível observar que a coloração foi modificada conforme houve diminuição da irradiância luminosa, variando de vermelho para amarelo-esverdeado. O sombreamento afetou a coloração da bromélia *Neoregelia* “FireBall” modificando a tonalidade da planta de vermelho/laranja para amarelo-esverdeado com o aumento do sombreamento incidido sobre a planta.

ABSTRACT

The objective of the work was to evaluate the influence of different levels of shading on the growth and color of the bromeliad *Neoregelia* “Fireball”. The experiment was conducted during the months of April to September 2019, at the State University of Londrina - PR - Brazil. Twenty plants were used and distributed in 4 different levels of shading (30, 50, 70 and 80%) and 1 control (0%), cultivated, analyzed and photographed monthly. The plants initially presented average sizes of 13.22 ± 3.0 cm in diameter of rosette (DR), 9.50 ± 2.0 cm in height (H) and 13 ± 3 viable leaves (NFV), and coloration varying from red to orange. The phytometric parameters were evaluated: number of viable leaves, plant height and diameter of the rosette; and coloring parameters: luminosity, hue° and chroma. At the end, the number of dry leaves and shoots, dry mass of shoots, roots, shoots, total dry mass of the mother plant and total dry mass of the pot were evaluated. The variables were subjected to the tests of normality of errors and homoscedasticity of variances and, subsequently to analysis of variance, the 5% probability of error. The variables that showed significance were adjusted to the first and second degree polynomial models using the statistical software R. For this experiment, it was not possible to observe significant differences in the growth of bromeliads, as they adapted and showed that they can be cultivated and produced in all the tested shading, and presented an average size of 17.74 ± 2.0 cm DR, 10.64 ± 1.50 cm H, with 16 ± 4 NFV and 1 ± 1 shoots. Only the chroma, luminosity and hue° coloration parameters showed statistical differences in some months, as it was possible to observe that the coloration was modified as there was a decrease in light irradiance, varying from red to greenish yellow. The shading affected the coloration of the *Neoregelia* “FireBall” bromeliad, changing the shade of the plant from red / orange to yellow-green with the increase of shading on the plant.

3.1. INTRODUÇÃO

O setor de produção de flores vem se consolidando como uma atividade econômica relevante para o mercado, sendo um negócio dominado por pequenos produtores rurais, não exigindo áreas extensas para obter boas produtividades, além de estar relacionada à agricultura familiar e contribuir para uma melhor distribuição de renda. Contudo, pequenos produtores geralmente possuem baixa tecnologia e escasso conhecimento técnico-científico e, as pesquisas nessa área ainda são escassas em relação a outros setores produtivos do mercado brasileiro (SEBRAE IDEIAS DE NEGOCIOS, 2018).

A produção de bromélias em escala comercial é uma atividade viável e tem-se desenvolvido bastante no Brasil, seguindo os passos de outros países, como os Estados Unidos,

Holanda e Bélgica. O crescente aumento na produção comercial traz vantagens tanto para o produtor, que tem aumento de renda; quanto para o meio ambiente, pois reduz o extrativismo predatório das espécies, principalmente as que se encontram em perigo de extinção (ANACLETO; BORNANCIN, 2018).

Os maiores produtores de bromélias estão distribuídos principalmente nas regiões sul e sudeste do país, nos estados de Rio Grande do Sul, Santa Catarina, São Paulo e Rio de Janeiro. A comercialização se intensificou a partir da década de 90 no Rio de Janeiro, quando foi observado que as bromélias eram utilizadas juntamente com orquídeas como itens de coleção e, passaram a ser vinculadas a atividades de paisagismo com o uso em jardins (ANDRADE; DEMATTÊ, 1999).

No Paraná, a produção de flores e plantas ornamentais encontra-se distribuída nas cidades de Curitiba, Foz do Iguaçu, Guarapuava, Londrina e Maringá (VIEIRA; SAMPAIO; SAMPAIO, 2014). A região sul destaca-se com a geração de mais de 33 mil empregos, dos quais 37% agrupam-se no setor de produção. Comparado a região sudeste, campeã na geração de empregos e renda com mais de 126 mil pessoas empregadas nas áreas de produção, atacado, varejo e apoio, a região sul encontra-se em segundo lugar com aproximadamente 34 mil empregos totais (IBRAFLOR, 2014).

Os gêneros mais facilmente encontrados no Paraná são *Aechmea*, *Billbergia*, *Cryptanthus*, *Dyckia*, *Guzmania*, *Neoregelia*, *Nidularium*, *Tillandsia* e *Vriesea* (NEGRELLE; MITCHELL; ANACLETO, 2011; ANACLETO, 2011). Os gêneros mais cultivados são *Aechmea*, *Neoregelia* e *Vriesea*, e os mais comercializados são *Neoregelia* e *Vriesea* (ANDRADE; DEMATTÊ, 1999; JUNQUEIRA; PEETZ, 2017).

Do gênero *Neoregelia*, destaca-se a espécie *Neoregelia* “FireBall”, uma integrante da família *Bromeliaceae* que gera profundas discussões entre taxonomistas, pesquisadores e entusiastas por bromélias, pois é amplamente comercializada como planta ornamental, mas sua descrição taxonômica nunca foi formalmente realizada. A comercialização de *N.* “Fireball” é ampla na internet, visto que em uma simples pesquisa em mecanismos de busca online, é possível encontrar plantas a venda com valores médios próximos a R\$ 56,66 (NEOREGELIA a, 2019; NEOREGELIA b, 2019; NEOREGELIA c, 2019). O gênero é reconhecido, mas o epíteto específico não, por isso “Fireball” sempre é escrito com a letra “F” maiúscula, para não ser confundido com uma espécie e apesar de ser tratado como uma é um *Nomen nudum* (BUTCHER, 2011).

Essa espécie é muito admirada como planta ornamental pelo vermelho intenso de suas folhas, lembrando assim uma bola de fogo. A intensidade de sua coloração pode ser

alterada pela quantidade de luz recebida pela planta e também pelos nutrientes absorvidos. Esses dois fatores influenciam a quantidade de pigmentos fotossintetizantes presente na folha (TAIZ *et al.*, 2017). Stulzer (2019) em trabalho com aplicação de soluções nutritivas em bromélia *Neoregelia* “FireBall”, constatou que plantas tratadas com solução de Hoagland e Arnon modificada a 200%, apresentaram plantas menos vermelhas do que nos demais tratamentos. Esse fato reforça a afirmativa de que a nutrição e o manejo influenciam nas características expressas pelas plantas.

Estudo realizado em uma população de bromélias *Neoregelia johannis* na mata atlântica da Ilha Grande mostrou diferenças acentuadas entre os indivíduos no tamanho e na coloração das folhas. Estudos comprovaram a existência de uma relação direta entre a intensidade de luz do ambiente e as características pertinentes as folhas (CARVALHO *et al.*, 1998; CARVALHO; ROCHA, 1999). Dessa forma, dependendo da quantidade de luz que incide sobre a planta, ela poderá apresentar variação no tamanho, formato e principalmente na coloração, devido à concentração de pigmentos.

A radiação solar é um fator que influencia no crescimento e desenvolvimento das plantas, e pode ser alterado pelo uso de coberturas plásticas. No entanto, nem todas as modificações microclimáticas são benéficas aos cultivos. Em alguns casos, o manejo do ambiente pode assegurar a obtenção de uma planta de qualidade superior, em outros, a modificação do ambiente é indispensável para possibilitar a viabilidade econômica do empreendimento (PORTELA *et al.*, 2015; SOUZA *et al.*, 2016).

As diferentes práticas ou manejos aplicados nas plantas, podem alterar sua forma, coloração e seu crescimento, devido à falta de informações no meio científico sobre o crescimento de bromélias cultivadas em diferentes malhas de sombreamento. O objetivo do trabalho foi avaliar a influência de diferentes intensidades luminosas no crescimento e coloração da bromélia *Neoregelia* “Fireball”.

3.2. MATERIAL E MÉTODOS

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 Koppën, 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 (IAPAR, 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 tamanhos médios de $13,22 \pm 3,0$ cm de diâmetro de roseta (DR), $9,50 \pm 2,0$ cm de altura (H) e 13 ± 3 folhas viáveis (NFV), e 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^{-1} 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 fitométricos e coloração, sendo avaliados: coloração (luminosidade (L), *hue*^o (*Hue*^o), chroma (C)), número de folhas viáveis (NFV), folhas secas (inviáveis, mortas) (NFS), e brotos (NB), altura da planta (H) e diâmetro da roseta (DR). Esses parâmetros foram avaliados mensalmente por todo o período do experimento.

Subsequentemente, as 20 plantas foram distribuídas em seus respectivos tratamentos. Para esse experimento os níveis de luminosidade 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. Foi montada uma estufa controle coberta apenas com o agrofílmico plástico. Estufa 1: controle: 114,5 cm de comprimento, 113,5 cm de largura e 102,5 cm de pé direito considerado a bancada como o ponto de referência; Estufa 2 – 30% e 50%: 317 cm de comprimento, 85,5 cm de largura e 102,5 cm de pé direito; e Estufa 3 – 70% e 80%: 310 cm de comprimento, 121 cm de largura e 104 cm de pé direito).

Afim de acompanhar as modificações que ocorreram nas plantas, todas as bromélias foram fotografadas mensalmente. Ao final do experimento, foram realizadas análises destrutivas para os parâmetros massa seca da parte aérea (MSA) (foram consideradas somente as folhas viáveis), de raízes (MSR), de brotos (MSB), total da planta mãe (sem os brotos) (MSTM) e total do vaso (planta mãe e brotos) (MSTV).

Todos os dias, às 12 horas, foram coletados os dados da temperatura, 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 foi 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.

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. O número de folhas viáveis, inviáveis e de brotos, foram obtidos por contagem. Para altura da planta e diâmetro da roseta, foi utilizada régua graduada. O diâmetro foi medido considerando-se as duas maiores distâncias entre as pontas das folhas opostas mais externas, totalizando duas medidas L1 e L2. A altura foi obtida medindo-se perpendicularmente do colo da planta até o ápice da maior folha. Para a massa seca a planta foi subdividida em parte aérea, raízes e brotos, dispostas em sacos de papel Semi-Kraft 40 g/m² de 2 kg e armazenadas em estufas de secagem a 50 °C por 15 dias. Posteriormente as massas secas foram obtidas em balança semi-analítica com precisão de $\pm 0,01\text{g}$.

Foram realizados 5 tratamentos, sendo 3 estufas, duas com diferentes níveis de retenção luminosa (30, 50, 70 e 80%) e uma com ausência de tela de sombreamento (0%), com 4 plantas por tratamento, sendo que cada uma destas representava uma repetição. O modelo experimental foi o delineamento inteiramente casualizado. A irrigação foi realizada manualmente com auxílio de um becker, com adição de 200 mL de água por vaso, despejado diretamente no “tanque” de cada planta, a cada dois dias.

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 (R CORE TEAM, 2019).

3.3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Para a bromélia *Neoregelia* “FireBall” foi possível observar, para as médias número de folhas secas (NFS), brotos (NB), massa seca da parte aérea (MSA), raízes (MSR), dos brotos (MSB), total da planta mãe (sem os brotos) (MSTM) e total do vaso (planta mãe e brotos) (MSTV), que não houve diferença significativa entre os tratamentos na avaliação final (Tabela 3.5.1).

Tabela 3.5.1. Médias dos parâmetros número de folhas viáveis (NFV), número de folhas secas (NFS), número de brotos (NB), massa seca da parte aérea (MAS (g)), massa seca de raízes (MSR (g)), massa seca dos brotos (MSB (g)), massa seca total da planta mãe (sem os brotos) (MSTM (g)) e massa seca total do vaso (com brotos) (MSTV (g)) não significativos a 5% de probabilidade.

	NFV	NFS	NB	MAS (g)	MSR (g)	MSB (g)	MSTM (g)	MSTV (g)
Média	15,6	1,45	1,45	3,0	0,75	0,61	3,75	4,36
<i>p-valor</i>	0,438	0,77	0,554	0,198	0,453	0,911	0,234	0,374
CV (%)	11,47	77,1	42,7	20,7	42,5	48,1	22,6	23,4

Fonte: Próprio autor (2019).

Para os parâmetros diâmetro da roseta (DR) (Tabela 3.5.2) e altura da planta (HP) (Tabela 3.5.3), foi observado que não houve diferença significativa entre os tratamentos nos meses de avaliação (abril a setembro).

Tabela 3.5.2. Médias do parâmetro diâmetro da roseta (DR (cm)), não significativos a 5% de probabilidade entre os tratamentos nos meses de avaliação (abril a setembro).

	Abril	Mai	Junho	Julho	Agosto	Setembro
Média	13,01	14,07	15,30	15,96	15,43	17,74
<i>p-valor</i>	0,05	0,342	0,584	0,283	0,673	0,923
CV (%)	10,84	11,80	11,68	10,08	8,37	9,22

Fonte: Próprio autor (2019).

Tabela 3.5.3. Médias do parâmetro altura da planta (HP (cm)), não significativos a 5% de probabilidade entre os tratamentos nos meses de avaliação (abril a setembro).

	Abril	Mai	Junho	Julho	Agosto	Setembro
Média	9,60	9,31	9,14	9,12	10,91	10,61
<i>p-valor</i>	0,302	0,341	0,218	0,130	0,658	0,758
CV (%)	12,18	10,39	7,94	6,55	11,81	9,01

Fonte: Próprio autor (2019).

Souza *et al.* (2016) cultivaram e compararam duas espécies de Helicônias em sombreamento 35, 50% e sobreposição de telas (35 e 50%) e puderam constatar que cada uma expressou as características de formas diferentes, dependendo do ambiente em que fora cultivada. Segundo os autores, os tratamentos com sombreamento e sobreposição de telas, proporcionaram o crescimento de ambas as espécies (*H. psittacorum* cv. Golden Torch e *H. bihai* cv. Humilis). Em relação à altura, a cv. Golden Torch obteve os maiores valores quando

comparada a *Humilis* em todos os tratamentos. Na sobreposição de telas, ambas as plantas se apresentaram mais altas do que no controle (pleno sol) e nos demais tratamentos, podendo ser um indicio do estiolamento da planta.

Em experimentos com Mandacaru cultivado 30, 50 e 70% de sombreamento, Portela *et al.* (2015) constataram que para alguns dos caracteres morfoagronômicos analisados (altura da planta, diâmetro do caule, massa fresca total, massa seca da parte aérea, massa seca de raízes e sobrevivência) foram significativos para os tratamentos com sombreamento 50 e 70%. Foi constatado que houve melhores resultados para altura, diâmetro e sobrevivência. Além disso, o sombreamento de 50% destaca-se com melhores resultados também em massa fresca total e massa seca da parte aérea. Os piores resultados foram expressos em 30% de sombreamento, isso ocorreu, segundo os autores, pois nesse ambiente houve a ocorrência de alta temperatura, luminosidade e baixa umidade relativa do ar, fatores esses que contribuíram para o desempenho negativo deste tratamento.

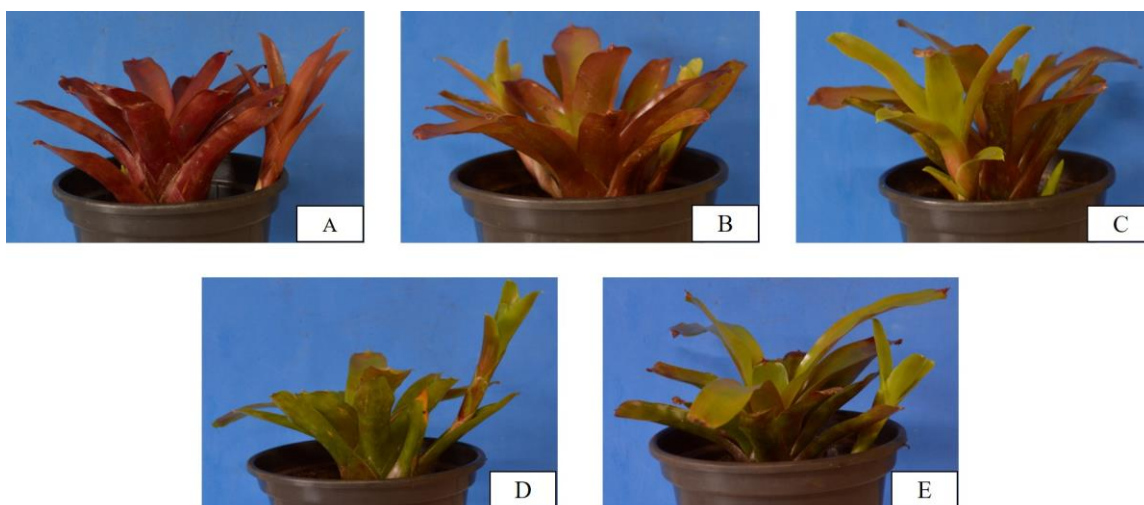
Esses dados corroboram a hipótese de fisiologistas de que ocorrem modificações nas plantas de acordo com a luminosidade, temperatura e umidade do ambiente, esse fator está atrelado a capacidade das plantas de se adaptarem ao ambiente (MIRALLES *et al.*, 2011). Sendo assim, estudos sobre a influência da luminosidade no crescimento e no desenvolvimento das plantas ornamentais são extremamente necessários, com o objetivo de melhorar a produtividade e o manejo realizado pelos pequenos produtores, para o incremento de sua renda e para o desenvolvimento do conhecimento científico em relação a plasticidade fenotípica das plantas (LIMA *et al.*, 2017).

Diferentemente do que é encontrado na literatura com relação ao cultivo das plantas em sombreamento, as bromélias “Fireball” não apresentaram diferenças significativas para os parâmetros relacionados ao crescimento, abrindo possibilidade aos produtores e colecionadores de bromélias cultivarem a mesma a pleno sol ou em ambientes sombreados, por não haver mortalidade das plantas e as mesmas continuarem produzindo gerando novos indivíduos, torna sua produção mais versátil e seu cultivo mais satisfatório.

Para os parâmetros que se relacionam a coloração das plantas (chroma, *hue*^o e L*), os mesmos sofreram variações de acordo com retenção luminosa a que foram submetidos (Figura 3.5.1). Tendo o experimento sido instalado no mês de abril, era necessário que não houvesse diferença na coloração das plantas inicialmente, que correspondia a uma coloração na faixa de vermelho a laranja. Foi possível verificar que já no primeiro mês de cultivo nas estufas, as bromélias (*Neoregelia* “FireBall”) expressaram resposta em relação ao *hue*^o (tonalidade) e a luminosidade (brilho).

De acordo com Mielke & 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.

Figura 3.5.1. Crescimento e coloração visual da bromélia *Neoregelia* “FireBall” cultivada em ambientes com diferentes níveis de sombreamento (A – 0%, B – 30%, C – 50%, D – 70% e E – 80%). Londrina – PR. Setembro/2019.



Fonte: Próprio autor (2019).

Para a saturação (Chroma) não houve diferença significativa nos meses de abril, maio, agosto e setembro entre os tratamentos (Tabela 3.5.4), apresentando diferença nos meses de junho e julho. Para tonalidade (Hue°) e luminosidade (L^*), não houve diferença entre os tratamentos somente no mês de abril (Tabela 3.5.4), expressando diferença significativa nos demais meses (maio a setembro).

Tabela 3.5.4. Médias do parâmetro Chroma, não significativos a 5% de probabilidade entre os tratamentos nos meses de abril, maio, agosto e setembro. Médias dos parâmetros tonalidade (Hue°) e luminosidade (L^*), não significativos a 5% de probabilidade entre os tratamentos no mês de abril.

	Chroma				Hue°	Luminosidade
	Abril	Maior	Agosto	Setembro	Abril	Abril
Média	12,29	13,39	15,33	15,90	18,40	28,04
<i>p</i> -valor	0,871	0,558	0,003	0,776	0,567	0,681
CV (%)	13,28	19,67	10,92	26,31	55,64	7,05

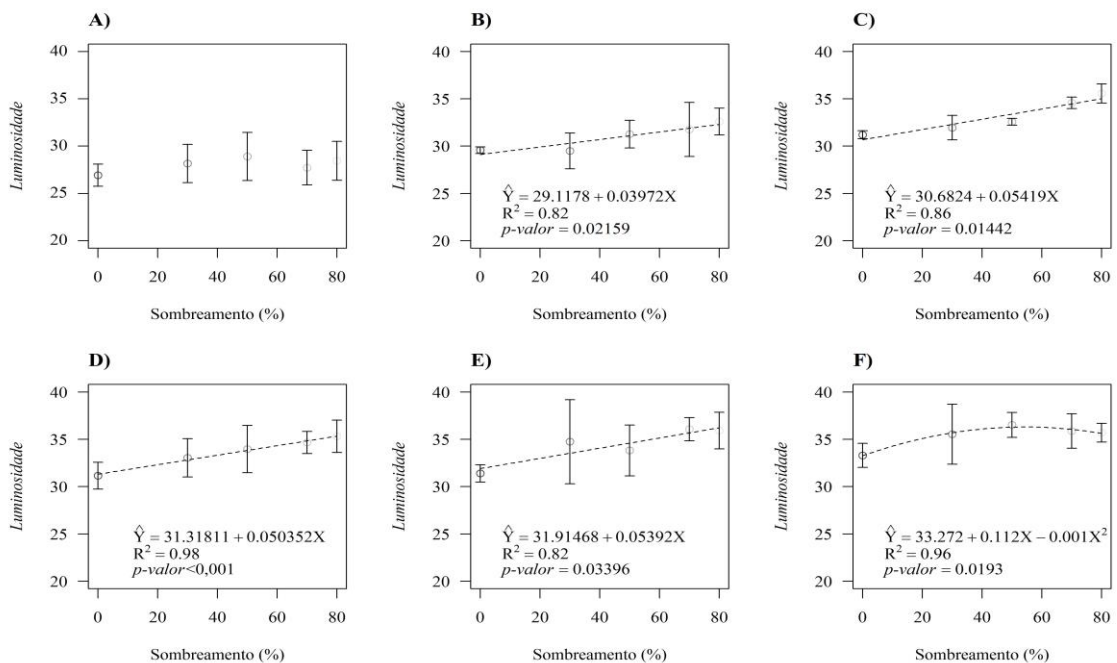
Fonte: Próprio autor (2019).

Devido à escassez de dados sobre a influência da luminosidade 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.

Como supracitado, a “FireBall” expressou respostas de coloração logo no primeiro mês após a instalação, indicando que houve mudança na cor da bromélia através dos parâmetros L^* e Hue^o (Figura 3.5.2; Figura 3.5.3 respectivamente), tendo a tonalidade modificada da coloração vermelho brilhante (vivo) para verde mais opaco de acordo com o aumento da retenção luminosa, sendo que para o parâmetro luminosidade, houve ajuste quadrático no mês de setembro, com a parábola voltada para baixo, sendo o ponto máximo encontrado no valor de 36, com sombreamento de 56%.

Nos meses de maio a agosto onde a regressão foi de primeiro grau, para as malhas de sombreamento utilizadas, não é possível encontrar um ponto de máxima, tendo os valores de luminosidade variado nesses meses de 29 a 31 em maio, 31 a 34 em junho, 32 a 35 em julho e 33 a 36 em agosto.

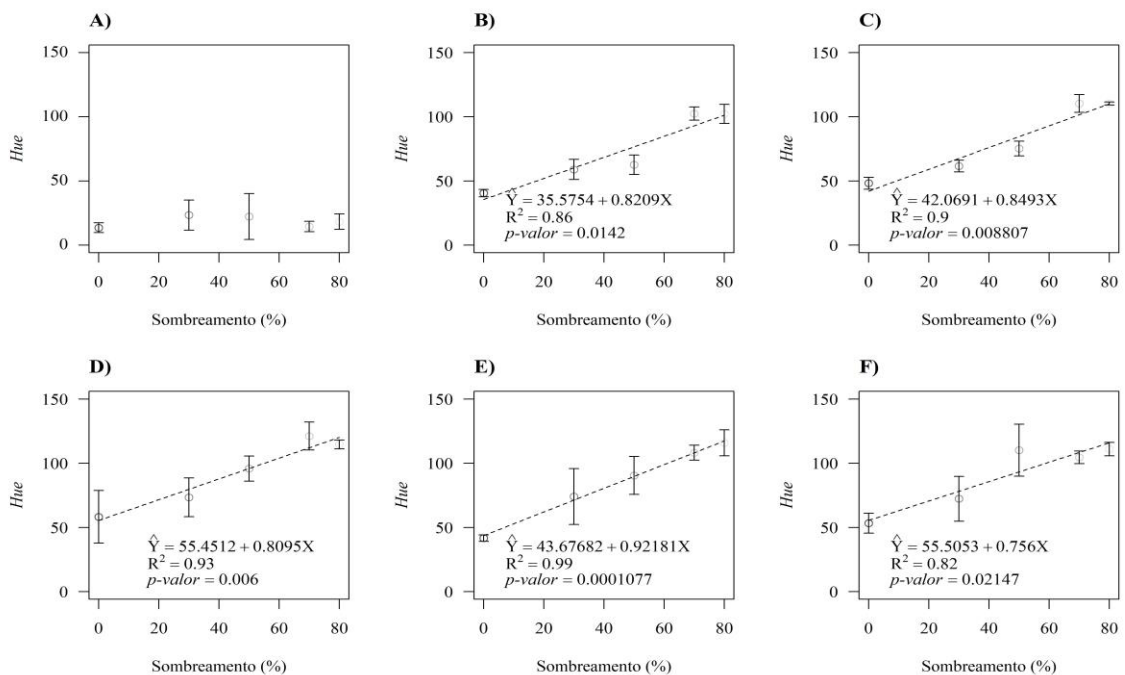
Figura 3.5.2. Luminosidade da bromélia *Neoregelia* “FireBall” cultivada em ambientes com diferentes telas de retenção luminosa (0, 30, 50, 70 e 80%), em diferentes meses. Figura A – abril, B – maio, C – junho, D – julho, E – agosto, F - setembro.



Fonte: Próprio autor (2019).

Para a tonalidade, todos os meses expressaram resposta de regressão linear. Ao expressarem esse tipo de resposta, demonstram que há crescimento nos valores dos parâmetros analisados de acordo com o aumento do sombreamento, mas não há um ponto de máxima ou melhor tela de sombreamento.

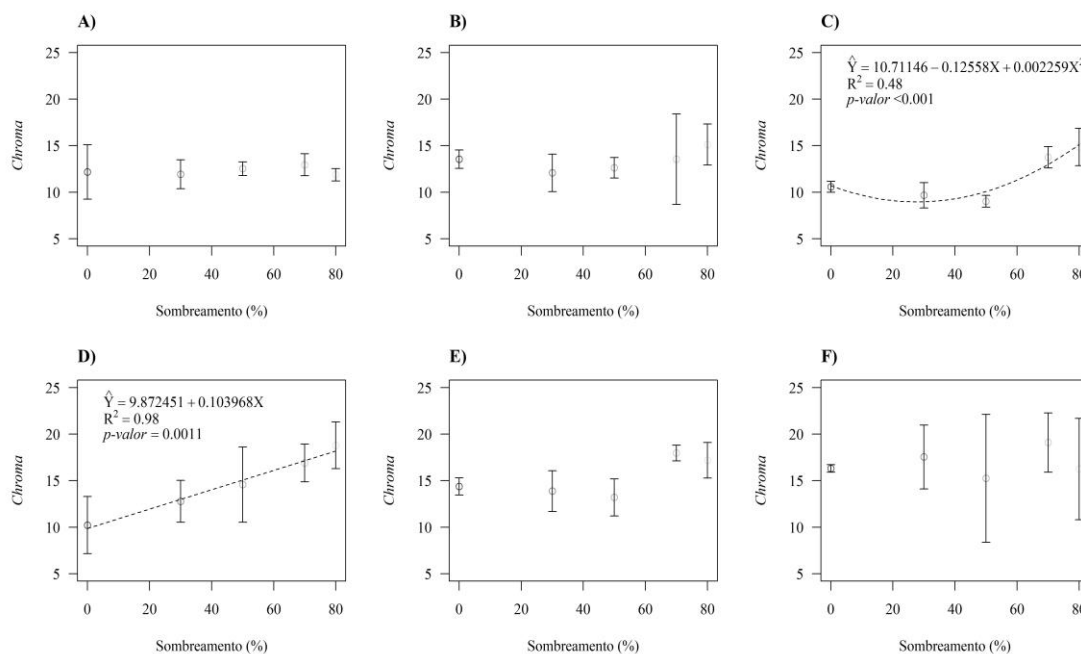
Figura 3.5.3. Hue° (tonalidade) da Bromélia *Neoregelia* “FireBall” cultivada em ambientes com diferentes telas de retenção luminosa (0, 30, 50, 70 e 80%), em diferentes meses. Figura A – abril, B – maio, C – junho, D – julho, E – agosto, F – setembro.



Fonte: Próprio autor (2019).

O chroma (saturação) expressou resposta significativa de regressão quadrática com a parábola voltada para cima no mês de junho, em que o ponto mínimo foi no valor de 8 com sombreamento em 28%. E no mês de julho expressou uma resposta de regressão linear, variando de 10 a 17 no valor da saturação com o aumento do sombreamento de 0% a 80% (Figura 3.5.4).

Figura 3.5.4. Chroma (saturação) da Bromélia *Neoregelia* “FireBall” cultivada em ambientes com diferentes telas de retenção luminosa (0, 30, 50, 70 e 80%), em diferentes meses. Figura A – abril, B – maio, C – junho, D – julho, E – agosto, F – setembro.



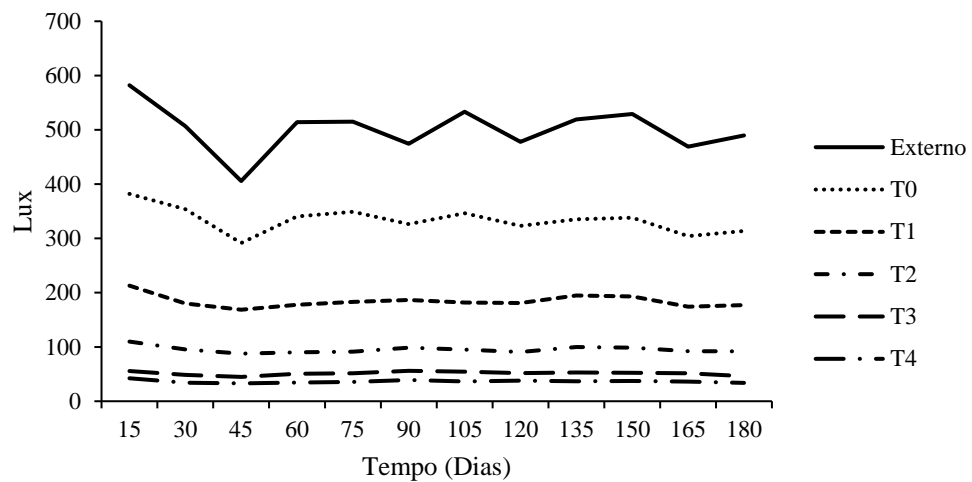
Fonte: Próprio autor (2019).

Esses períodos que expressaram respostas para esses parâmetros, foram meses em que as temperaturas e a umidade relativa variaram e estiveram mais baixas e foram constatado baixos valores de luminosidade (Figura 3.5.5) e alta umidade relativa devido as chuvas e ao período estacional de outono e inverno (Figura 3.5.6). É possível observar pelas figuras (Figura 3.5.5, Figura 3.5.6 e Figura 3.5.7) que no período dos 45 dias 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 piores valores de radiação externa, média de 406 lux ($7,46 \mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$), e valores internos nas estufas 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.

Segundo Souza *et al.* (2016), há estresses que podem ocorrer na planta e no seu metabolismo fisiológico que são derivados do calor que incide sobre as folhas das plantas atrelados à alta radiação luminosa. Os autores relatam que dependendo de estágio fenológico da planta a taxa de desenvolvimento pode ser alterada, isso ocorre pois passa a existir um desequilíbrio na atividade fotossintética, que em elevadas temperaturas é reduzida. É possível observar que em *N. “Fireball”* não houve esse tipo de problema, pois as plantas não expressaram

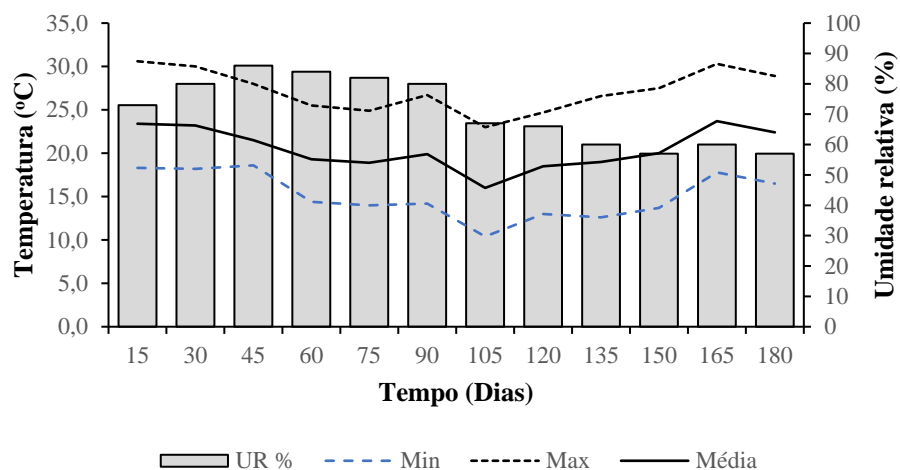
diferença na taxa de crescimento independente da radiação e da temperatura que incidu sobre as mesmas.

Figura 3.5.5. 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%.



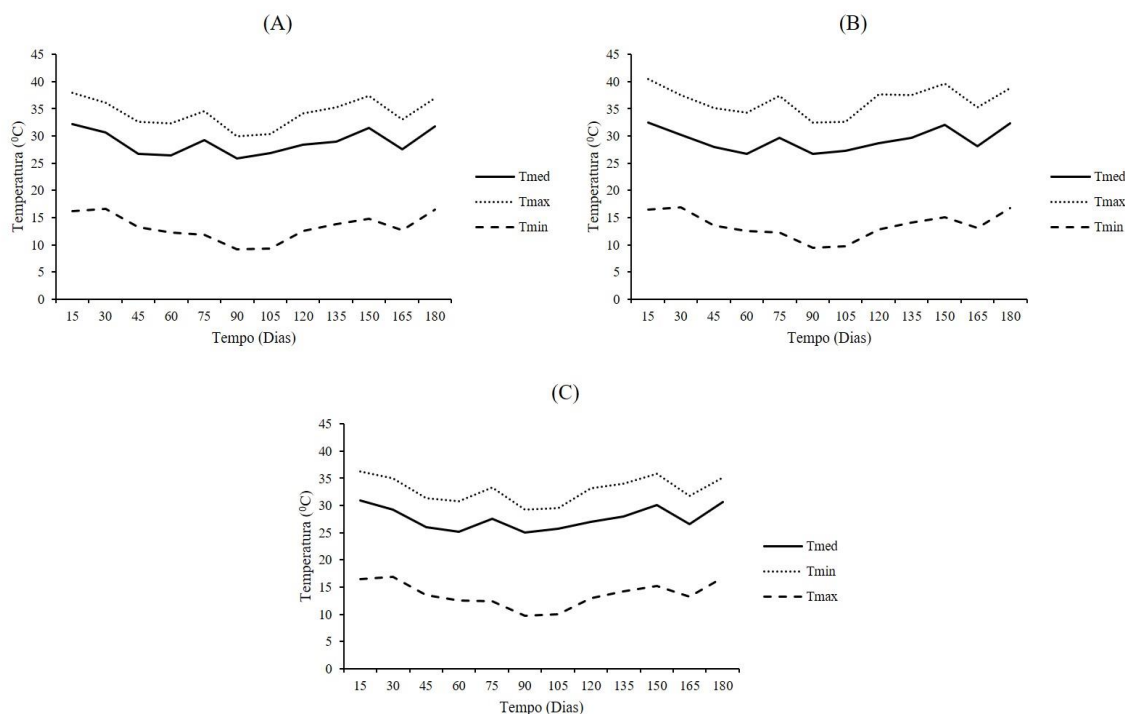
Fonte: Próprio autor (2019).

Figura 3.5.6. Umidade relativa (%), temperaturas máximas, médias e mínimas (°C) de Londrina – PR, no período de abril a setembro de 2019.



Fonte: IAPAR (2019).

Figura 3.5.7. Temperaturas máximas, médias e mínimas (°C) das estufas experimentais em Universidade Estadual de Londrina – PR, período de abril a setembro de 2019. Figura A – 0%, B – 30 e 50% e C – 70 e 80%.



Fonte: Próprio autor (2019).

3.4. CONCLUSÃO

O sombreamento afetou a coloração da bromélia *Neoregelia* “FireBall” modificando a tonalidade da planta de vermelho a laranja para amarelo-esverdeado com o aumento do sombreamento incidido sobre a planta.

Para o período total da condução do experimento não foi possível observar diferenças significativas no crescimento das bromélias.

O sombreamento não prejudicou o crescimento das plantas, que se adaptaram, podendo ser cultivadas e produzidas em todos os sombreamentos avaliados, mas com diferentes colorações.

3.5. REFERENCIAS

ANACLETO, A. **Bromélias no Paraná: Cultivo, extrativismo e comercialização** (Tese, Departamento de Fitotecnia) UFPR: Curitiba, 2011, 173 p.

ANACLETO, A.; BORNANCIN, A. P. A. Perfil e comportamento do consumidor de bromélias, orientação a produção rural. **Revista Brasileira de Planejamento e Desenvolvimento**, Curitiba – PR, v. 7, n. 1, p. 51-66, 2018.

ANDRADE, F.S.A. de; DEMATTÊ, M.E.S.P. Estudo sobre produção e comercialização de bromélias nas regiões Sul e Sudeste do Brasil. **Revista Brasileira de Horticultura Ornamental**, v. 5, n. 2, p.97-110, 1999. Lepidus Tecnologia. <https://doi.org/10.14295/rbho.v5i2.145>.

BUTCHER, D. *Neoregelia* 'Red of Rio'. **Bromeliaceae**, Queensland - Australia, v. 25, n. 2, p.3-6, 2011.

CARVALHO, L. C.; ALMEIDA, D. R. de; ROCHA, C. F. D. Phenotypic response of *Neoregelia johannis* (Bromeliaceae) dependente on light intensity reaching the plant micro-habitat. **Selbyana**, v. 19, n. 2, p. 240-244, 1998.

CARVALHO, L. C.; ROCHA, C. F. D. da. Forma da bromélia depende da luz. **Ciência Hoje**, v. 26, n. 155, p. 72-74, 1999.

INSTITUTO AGRONÔMICO DO PARANÁ (IAPAR) (Org.). Dados climáticos de Londrina – PR em 2019. Disponível em: <http://www.iapar.br/arquivos/Image/monitoramento/Medias_Historicas/Londrina.htm>. Acesso em 28 jan. 2020.

INSTITUTO BRASILEIRO DE FLORICULTURA (IBRAFLOR) (Org.). **Números do setor**. 2014. Disponível em: <<https://www.ibraflor.com.br/numeros-setor>>. Acesso em 04 mar 2019.

JUNQUEIRA, A.H.; PEETZ, M. Intellectual property rights in Brazilian floriculture: innovations for the growth and development of the market. **Ornamental Horticulture**, Campinas – SP, v. 23, n. 3, p.296-306, 2017. Lepidus Tecnologia. <http://dx.doi.org/10.14295/oh.v23i3.1071>.

LIMA, N. R. W. L.; SODRÉ, G. A.; LIMA, H. R. R.; PAIVA, S. R.; LOBÃO, A. Q.; COUTINHO, A. J. Plasticidade fenotípica. **Revista de Ciência Elementar**. v. 5, n. 2, p. 1-7, 2017.

MIELKE, M. S.; SCHAFFER, B. Photosynthetic and growth responses of *Eugenia uniflora* L. seedlings to soil flooding and light intensity. **Environmental and Experimental Botany**. n. 68, p. 113-121. 2010.

MIRALLES, J.; MARTÍNEZ-SÁNCHEZ, J. J.; FRANCO, J. A.; BAÑÓN, S. *Rhamnus alaternus* growth under four simulated shade environments: Morphological, anatomical and physiological responses. **Scientia Horticulturae**. n. 127, p. 562-570, 2011.

NEGRELLE, R. R. B.; MITCHELL, D.; ANACLETO, A. Bromeliad ornamental species: conservation issues and challenges related to commercialization. **Acta scientiarum. Biological Sciences**. v. 34, n. 1, p. 91-100, 2011.

NEOREGELIA “Fireball” a. 2019. Disponível em: <https://produto.mercadolivre.com.br/MLB-1187930200-neoregelia-fireball-bromelia-adulta-_JM?matt_tool=35632809&matt_word&gclid=CjwKCAjwstfkBRBoEiwADTmnEPGEJ1dU>

eESieSiRR622GGTYVxIAz8CJdzBQtMmka_w0ef3GoweHMhoC5hgQAvD_BwE&quantity=1>. Acesso em: 23 mar 2019.

NEOREGELIA “Fireball” b. 2019. Disponível em: <
https://produto.mercadolivre.com.br/MLB-1159680944-bromelia-neoregelia-fireball-_JM?matt_tool=35632809&matt_word&gclid=CjwKCAjwstfkBRBoEiwADTmnEBoIzU77twGIp4AReuyGpdoEgmBfP2gnNq9TZ-nhjsJeKs4x_gX90BoChP8QAvD_BwE&quantity=1>. Acesso em: 23 mar 2019.

NEOREGELIA “Fireball” c. 2019. Disponível em: <
https://produto.mercadolivre.com.br/MLB-1105940539-neoregelia-fireball-_JM?matt_tool=85587378&matt_word&gclid=CjwKCAjwstfkBRBoEiwADTmnEMlYlGTdRt9IUia5SDw945iYc4tolW77oDF2ATAKSjjmINBczC-4lhoCs3kQAvD_BwE&quantity=1>. Acesso em 23 mar 2019.

PORTELA, R. M.; LIMA, L. F.; PEREIRA, J. S.; LIMA, N. A.; TAKANE, R. J. Desenvolvimento de mudas de mandacaru sob diferentes níveis de salinidade e sombreamento. **Enciclopédia Biosfera**. v. 11, n. 22, p. 934-941, 2015.

R CORE TEAM. R. A language and environment for statistical computing. **R Foundation for Statistical Computing**, Vienna, 2011. Disponível em: <http://www.r-project.org>. Acesso em: 28 out.2019.

SEBRAE IDEIAS DE NEGOCIOS (Brasília, DF) (Org.). **Produção de plantas e flores ornamentais**. 2018. Disponível em: <
<http://www.sebrae.com.br/sites/PortalSebrae/ideias/como-montar-uma-producao-de-plantas-e-flores-ornamentais,7cb87a51b9105410VgnVCM1000003b74010aRCRD#/0>>. Acesso em: 10 nov 2019.

SOUZA, R. R.; CAVALCANTE, M. Z. B.; SILVA, E. M.; AMARAL, G. C.; BRITO, L. P. S.; AVELINO, R. C. Alterações morfofisiológicas e crescimento de helicônias em função de diferentes ambientes de sombreamento. **Comunicata Scientiae**, v. 7, n. 2, p. 214-222, 2016.

STULZER, G. C. G. Soluções nutritivas com diferentes proporções nítrico amoniaco no crescimento e coloração da bromélia *Neoregelia* “Fireball”. (Dissertação, Centro de Ciências Agrárias) UEL: Londrina, 2019, 56 f.

TAIZ, L.; ZEIGER, E.; MOLLER, I. M.; MURPHY, A. **Fisiologia e desenvolvimento vegetal**. 6 ed. Porto Alegre: Artmed, 2017. 888 p.

VIEIRA, A. A.; SAMPAIO, G. R.; SAMPAIO, Y. S. B. 2014. **Floricultura em Pernambuco: perspectivas de crescimento para 2020**. Disponível em: <
<http://www.sober.org.br/palestra/5/1173.pdf>>. Acesso em 24 out. 2019.

4. PIGMENTOS FOTOSSINTETIZANTES DA BROMÉLIA *NEOREGELIA* “FIREBALL” CULTIVADA SOB DIFERENTES NÍVEIS DE SOMBREAMENTO.

RESUMO

O objetivo do trabalho foi avaliar os teores médios dos pigmentos fotossintetizantes da bromélia *Neoregelia* “FireBall” cultivada sob diferentes níveis de sombreamento. O experimento foi conduzido durante os meses de abril a setembro de 2019, na Universidade Estadual de Londrina – PR – Brasil. Foram utilizadas 20 bromélias adultas com coloração padrão visualmente vermelha, que foram lavadas, transplantadas e distribuídas em 4 diferentes níveis de sombreamento (30, 50, 70 e 80% de sombreamento) e 1 controle (0%). Estas foram cultivadas, fotografadas mensalmente e ao final foram realizadas as análises destrutivas para extração dos pigmentos fotossintetizantes. Para este experimento foram avaliados os parâmetros morfofisiológicos: clorofila *a*, *b*, e total, carotenoides, razão clorofila total/carotenoides e antocianinas. 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. Todos os parâmetros analisados expressaram respostas significativas, com comportamentos de ajustes quadráticos e somente antocianina apresentou regressão polinomial de terceiro grau. Pelo comportamento dos pigmentos, foi possível observar que os valores aumentaram de acordo com o sombreamento, somente a antocianina teve comportamento contrário. Os pigmentos fotossintetizantes da bromélia *Neoregelia* “FireBall” são alterados pelo cultivo da mesma em ambiente sombreado. O cultivo em sombreamento incrementou os teores de clorofila e carotenoides gradualmente e diminuiu os teores de antocianinas, fazendo com que visualmente a coloração da planta fosse modificada de vermelho para verde. O sombreamento não prejudicou a planta, mostrando que esta se adapta e pode ser cultivada a pleno sol e em ambientes sombreados.

ABSTRACT

The objective of the work was to evaluate the average levels of the photosynthetic pigments of the *Neoregelia* “FireBall” bromeliad grown under different levels of shading. The experiment was conducted during the months of April to September 2019, at the State University of

Londrina - PR - Brazil. Twenty adult bromeliads with a visually red pattern were used, which were washed, transplanted and distributed in 4 different levels of shading (30, 50, 70 and 80% of shading) and 1 control (0%). These were cultivated, photographed monthly and at the end destructive analyzes were carried out to extract the photosynthetic pigments. For this experiment, the morphophysiological parameters were evaluated: chlorophyll *a*, *b*, and total, carotenoids, total chlorophyll / carotenoid ratio and anthocyanins. The variables were subjected to the tests of normality of errors and homoscedasticity of variances and, subsequently to analysis of variance, the 5% probability of error. The variables that showed significance were adjusted to the first and second degree polynomial models using the statistical software R. All parameters analyzed expressed significant responses, with quadratic adjustment behaviors and only anthocyanin showed third degree polynomial regression. By the behavior of the pigments, it was possible to observe that the values increased according to the shading, only the anthocyanin had the opposite behavior. The photosynthetic pigments of the *Neoregelia* "FireBall" bromeliad are altered by cultivating it in a shaded environment. Shaded cultivation increased the levels of chlorophyll and carotenoids gradually and decreased the levels of anthocyanins, causing the color of the plant to be visually changed from red to green. Shading did not harm the plant, showing that it adapts and can be grown in full sun and in shaded environments.

4.1 INTRODUÇÃO

Bromeliaceae A. Juss. constitui uma importante e grande família das Angiospermas, de ocorrência quase exclusivamente neotropical, e possui cerca de 3408 espécies distribuídas em 58 gêneros (THE PLANT LIST, 2013; LUTHER, 2014). Está geograficamente distribuída por todo o continente americano (norte, centro e sul), sendo sua ocorrência predominante no território brasileiro onde é encontrada em todos os estados. Há relatos da observação de apenas uma espécie no continente africano (REFLORA, 2014).

Do total de espécies encontradas no mundo, estima-se que cerca de 40% (1340) ocorrem no Brasil e destas 1030 são endêmicas (FORZZA *et al.*, 2010), concentrando-se principalmente na região sudeste onde foram observadas cerca de 740 espécies, seguida pela região norte com 426. Nos domínios fitogeográficos, as espécies concentram-se principalmente na Mata Atlântica, onde foram constatadas cerca de 922 espécies, ou seja, 69%, no Cerrado com 253 (18%) e na Amazônia 143 (aproximadamente 11%). Na região sul foram encontradas 187 espécies (REFLORA, 2014).

Os gêneros mais facilmente encontrados no Paraná são *Aechmea*, *Billbergia*, *Cryptanthus*, *Dyckia*, *Guzmania*, *Neoregelia*, *Nidularium*, *Tillandsia* e *Vriesea* (NEGRELLE; MITCHELL; ANACLETO, 2012; ANACLETO; NEGRELLE, 2013). Os gêneros mais cultivados são *Aechmea*, *Neoregelia* e *Vriesea*, e os mais comercializados são *Neoregelia* e *Vriesea* (JUNQUEIRA; PEETZ, 2017). Do gênero *Neoregelia*, destaca-se a *Neoregelia* “FireBall”, espécie muito admirada como planta ornamental pelo vermelho intenso de suas folhas, lembrando uma bola de fogo. A intensidade de sua coloração pode ser alterada pela quantidade de luz recebida pela planta e também pelos nutrientes absorvidos. Esses fatores influenciam a quantidade de pigmentos fotossintetizantes presente na folha (TAIZ *et al.*, 2017), além do formato e tamanho da planta (CARVALHO; ROCHA, 1999).

Apesar dos fatores ambientais abióticos não serem forças isoladas que atuam sobre as plantas, a radiação é fundamental como fonte essencial e direta de energia para o desenvolvimento das plantas (LENHARD *et al.*, 2013). A luz solar desempenha papel relevante no controle dos processos associados ao acúmulo de biomassa e contribuí para o incremento no crescimento das plantas (SILVA *et al.*, 2014) Entretanto algumas respostas morfofisiológicas não dependem apenas da presença, atenuação ou ausência da luz, mas também da variação da qualidade espectral. Tais conhecimentos constituem ferramenta indispensável para a determinação das condições ideais de cultivo, a fim de alcançar os maiores e melhores índices de produção de plantas ornamentais (SILVA *et al.*, 2011).

O padrão e qualidade das plantas está interligado à capacidade fotossintética da espécie em relação às condições de cultivo devido ao incremento de fotoassimilados e o conhecimento da exigência luminosa das plantas é necessário (LENHARD *et al.*, 2013), pois a intensidade pode promover alterações no metabolismo fotossintético e, conseqüentemente, no desenvolvimento da planta (YAN *et al.*, 2013), que podem apresentar mecanismos de adaptação aos ambientes contrastantes (VELOSO *et al.*, 2017).

Dessa forma o objetivo do presente trabalho foi avaliar o sombreamento nos pigmentos fotossintetizantes da bromélia *Neoregelia* “Fireball”.

4.2 MATERIAL E MÉTODOS

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 Koppën, o clima na região é tipo Cfa (subtropical úmido) com

temperaturas médias no mês mais frio entre 0 °C e 16 °C e temperaturas médias 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 1620 mm (IAPAR, 2019).

Mudas de *Neoregelia* 'FireBall' provenientes da coleção de bromélias do Orquidário-UEL cultivadas em casa de vegetação com tela de sombreamento de 30% de retenção luminosa e agrofílmico plástico, foram selecionadas de forma que se obtivessem 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, selecionando-se 20 plantas no total. Antes do plantio, foi aplicado ácido indol-butírico em talco na dose 1.000 mg L⁻¹ 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 seguintes dimensões: 12 cm de altura, 12 cm diâmetro e volume de 1L. Os vasos foram preenchidos com substrato comercial Topstrato® até a borda.

Subsequentemente, as 20 plantas foram distribuídas em seus respectivos tratamentos. Cujos níveis de luminosidade foram obtidos por telas de sombreamento de coloração preta (Sombrite®), e 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 difusor de 150 micras de espessura. Foi montada uma estufa controle coberta apenas com o agrofílmico plástico. Estufa 1: controle: 114,5 cm de comprimento, 113,5 cm de largura e 102,5 cm de pé direito considerado a bancada como o ponto de referência; Estufa 2 – 30% e 50%: 317 cm de comprimento, 85,5 cm de largura e 102,5 cm de pé direito; e Estufa 3 – 70% e 80%: 310 cm de comprimento, 121 cm de largura e 104 cm de pé direito).

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. Foram realizados 5 tratamentos, sendo 4 com diferentes níveis de retenção luminosa (30, 50, 70 e 80%) e a ausência de tela de sombreamento (0%), com 4 plantas por tratamento, sendo que cada uma destas representou uma repetição, dessa forma cada vaso com uma planta foi considerado como uma unidade experimental. 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.

Ao final do período experimental, foram realizadas análises destrutivas para obtenção dos pigmentos das plantas. Para determinação dos teores de clorofila (*a* e *b*) e carotenoides foi utilizada metodologia descrita por Whitham, Baydes and Devlin (1971). Os tecidos foliares foram pesados (0,2 g), macerados em nitrogênio líquido, e posteriormente transferidos para um tubo contendo 10 mL de acetona 100%. Estes tubos ficaram envoltos por papel alumínio e armazenados em refrigeração (geladeira) durante uma semana. Na sequência os extratos foram centrifugados e com os sobrenadantes, foram realizadas leituras da absorbância (A) em espectrofotômetro nos comprimentos de 663, 645 e 434 nm para os teores de clorofila *a*, *b* e carotenoides respectivamente. Os teores foram calculados através das seguintes equações: clorofila *a* = (11.24 x A663 – 2.04 x A645), clorofila *b* = (20.13 x A645 – 4.19 x A663) e carotenoides = (1000 x A434 – 1.90 clorofila *a* – 63.14 clorofila *b*) /214.

Para determinação de antocianinas totais foi utilizada metodologia da análise espectrofotométrica por pH diferencial descrito por LEE *et al.* (2005). Foram pesadas 0,5 g de tecido vegetal e maceradas em 10 mL de solução extratora de HCl 1,0% em metanol. Em seguida a extração foi filtrada com auxílio de algodão e funil. Foram coletados 0,3 mL em dois tubos de ensaio, em um tubo foi adicionado 2,7 mL de solução de KCl e em outro foi adicionado 2,7 mL de solução de acetato de sódio. Foi aguardado 15 minutos e a leitura foi realizada em espectrofotômetro nos comprimentos 530 e 700 nm para os tubos respectivamente. O teor de clorofila foi obtido através das seguintes equações: $A=(A_{530} - A_{700})_{pH1,0} - (A_{530} - A_{700})_{pH4,5}$, $C \text{ (mg/L)}=(A \times MM \times FD \times 1000)/(\epsilon \times b)$ e $AT \text{ (mg/100g)}=100 \times C \times (V/m)$; onde: MM é a massa molar da cianidina-3-glicosídeo (449,2 g/mol); FD é o fator de diluição (nesse caso, foi usado 0,3 mL em 3 mL = 10); ϵ é o coeficiente de absorvitividade molar da cianidina-3-glucosídeo (26900 L/mol cm); b é o caminho óptico (largura da cubeta = 1,0 cm); V é o volume de extração (0,010 L) e; m é a massa (0,5 g).

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 (R CORE TEAM, 2019).

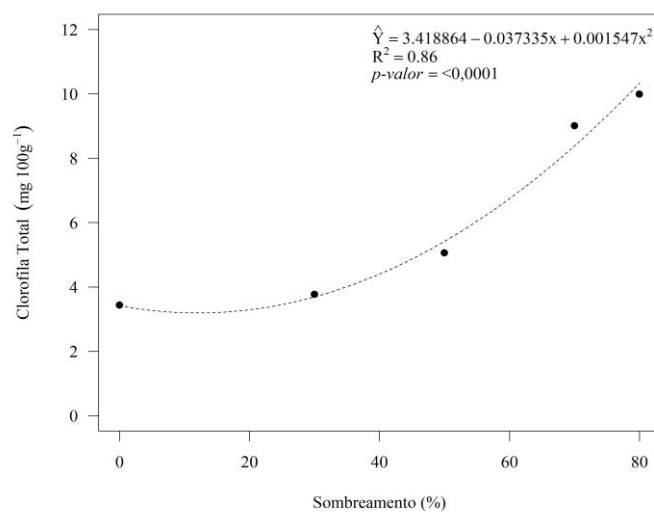
4.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Para as bromélias *N. “FireBall”* cultivadas em diferentes malhas de sombreamento, foi possível observar que todos os parâmetros analisados expressaram respostas significativas, demonstrando que os níveis de sombreamento afetam os pigmentos fotossintetizantes das plantas.

Segundo Deng *et al.*, (2012a) as plantas de jasmim que são cultivadas em sombreamento apresentam maiores concentrações de clorofila nas folhas em comparação com as cultivadas a pleno sol. Esse fato ocorre, pois, as plantas cultivadas na sombra investem mais energia na produção de pigmentos fotossintéticos, permitindo uma otimização na utilização da intensidade de luz incidente. É possível comprovar essa informação pelos resultados obtidos nesse experimento, onde os teores de clorofilas totais expressaram um ajuste quadrático com aumento do teor conforme aumentou-se o sombreamento (Figura 4.5.1). O ponto mínimo encontrado para o sombreamento foi de 12,07% correspondendo a um teor de 3,20 mg 100g⁻¹.

A produção de pigmentos foi afetada significativamente pelos diferentes níveis de sombreamento, fato esse corroborado por Souza *et al.*, (2016) que observaram índices de clorofila total superiores nos tratamentos com 50% de sombreamento e sobreposição de telas (35 e 50%), em relação aos demais tratamentos (0 e 35%) para duas espécies de helicônias, e também por Deng *et al.*, (2012b) em seu experimento com jasmim, de pétalas duplas e multi pétalas cultivadas em 100, 50, 20 e 5% de irradiância, que observaram melhores resultados nos tratamentos de 50 e 20%, para multi pétalas e pétalas duplas respectivamente.

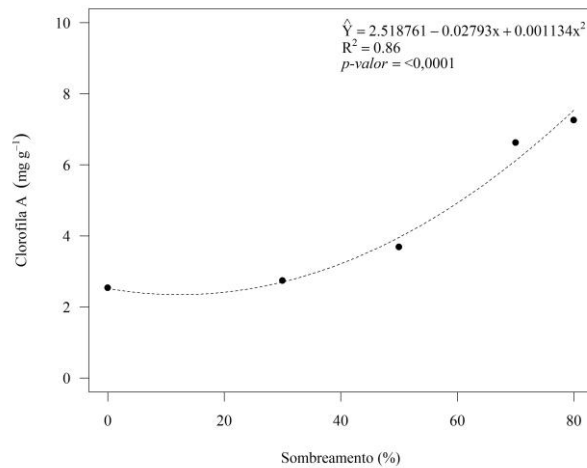
Figura 4.5.1. Teor de clorofila total das bromélias *Neoregelia “FireBall”* cultivadas em diferentes malhas de retenção luminosa (0, 30, 50, 70 e 80%). Londrina – PR, 2019.



Fonte: R CORE TEAM, 2019.

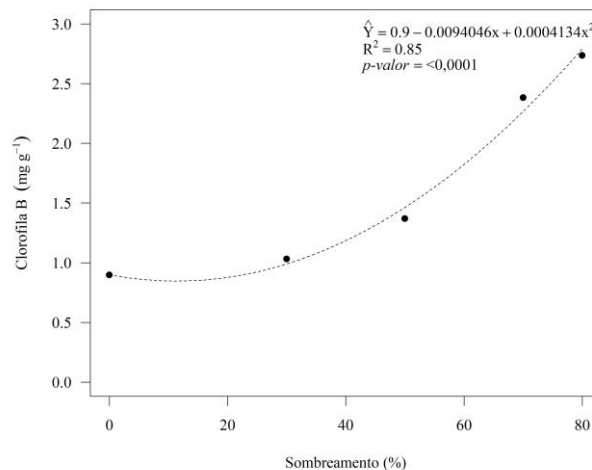
Os teores de clorofila *a* e *b* (Figura 4.5.2 e 4.5.3 respectivamente), apresentaram comportamento semelhante com ajuste quadrático positivo, com aumento dos teores em relação a diminuição da intensidade luminosa que incide sobre a planta. Martins *et al.*, (2009) em seu experimento com alfavaca-cravo cultivada em telas de sombreamento coloridas, preta e a pleno sol, observaram comportamento semelhante com maiores concentrações de clorofila nos tratamentos cultivados em sombreamento e uma menor razão da clorofila *a* e *b* em relação às plantas cultivadas a pleno sol.

Figura 4.5.2. Teor médio de clorofila *a* das bromélias *Neoregelia* “FireBall” cultivadas em diferentes malhas de retenção luminosa (0, 30, 50, 70 e 80%). Londrina – PR, 2019.



Fonte: R CORE TEAM, 2019.

Figura 4.5.3. Teores médios de clorofila *b* das bromélias *Neoregelia* “FireBall” cultivadas em diferentes malhas de retenção luminosa (0, 30, 50, 70 e 80%). Londrina – PR, 2019.



Fonte: R CORE TEAM, 2019.

Esse mesmo padrão de resposta foi observado por Deng *et al.*, (2012b), Souza *et al.*, (2016), por Lima *et al.*, (2011) que cultivaram *Achillea millefolium* L. (mil-folhas) em duas condições de luminosidade, a pleno sol e 75% de retenção luminosa e observaram que o sombreamento afetou os teores de clorofila *a*, *b* e total, nas diferentes fases de desenvolvimento da planta. Além disso, Santos *et al.*, (2019) em seu experimento com *Pereskia aculeata* Plum. propagada e cultivada em diferentes disponibilidades luminosas observaram que os teores de pigmentos fotossintéticos foram influenciados pelos contrastes de irradiância, onde independentemente do tipo de estaca constatou-se maiores teores de clorofila *a*, *b* e total nas mudas sombreadas.

Segundo Taiz *et al.*, (2017), o aumento da clorofila *b* nas plantas sombreadas pode ser considerado como característica importante de adaptabilidade vegetal em ambientes sombreados. Ainda segundo os autores, a clorofila *b* absorve energia em comprimentos de onda diferentes da clorofila *a* e a transfere para o centro de reação, maximizando assim, a captura energética que efetivamente atua nas reações fotoquímicas, ecologicamente as alterações de biossíntese de clorofila pelas variações espectrais podem proporcionar vantagens quanto ao crescimento e sucesso reprodutivo das espécies vegetais.

Para o parâmetro carotenoides, as médias expressaram comportamento semelhante ao dos teores de clorofila com ajuste quadrático positivo (Figura 4.5.4), com as medias crescentes conforme aumentou o sombreamento. Esse comportamento é oposto aos encontrados na literatura e em estudos fisiológicos. Segundo Taiz *et al.*, (2017) plantas cultivadas a pleno sol produzem maiores quantidades de carotenoides e isso ocorre, pois, esse pigmento funciona como molécula acessória fotoprotetora, que auxilia na proteção dos vegetais aos danos causados pela luz. O carotenoide atua na recepção da energia juntamente com a clorofila *b* na distribuição e na transferência da energia absorvida para a clorofila *a*, para o processo de fotossíntese (KERBAUY, 2012).

Em contrapartida, foi possível verificar que Souza *et al.*, (2011) em seu experimento com plantas jovens de *Mikania laevigata* Schultz Bip. ex Baker cultivadas sob malhas de sombreamento coloridas, observaram que apesar dos valores obtidos não terem diferido estatisticamente, o sombreamento com a coloração vermelha e azul expressaram maiores valores em relação a cultivada a pleno sol, diferindo apenas das plantas cultivadas em malha cinza.

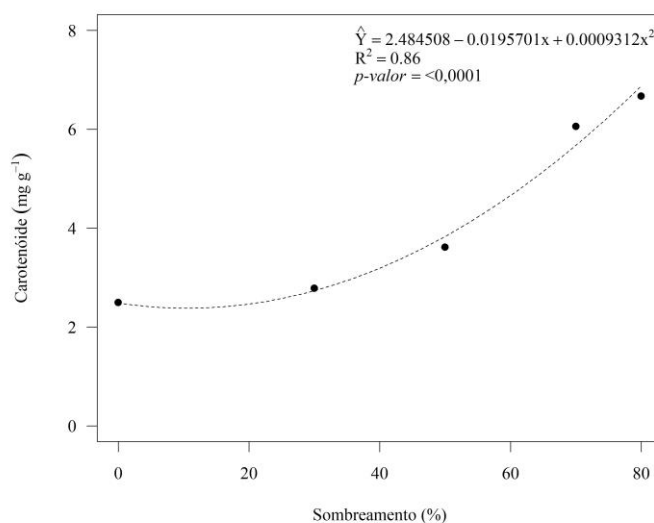
Lima, Zanella e Castro (2010) em seu experimento com cultivo de *Hymenaea courbaril* L. va. *stilbocarpa* (Hayne) Lee et Lang. e *Enterolobium contortisiliquum* (Vell.) Morong a pleno sol, 30, 50 e 80% de sombreamento, observaram diferenças significativas nos

valores de carotenoides, sendo os maiores valores encontrados nas plantas cultivadas em 80% de sombreamento, corroborando com os resultados desse estudo.

Segundo Nery *et al.*, (2016), em seu estudo com o desenvolvimento de mudas de *Calophyllum brasiliense* Cambess, em condições de sombreamento 0, 30, 50 e 70%, foi observado que quando submetidas ao sombreamento, as plantas demonstravam tendência em acumular carotenoides, sendo que o tratamento de 30% expressou o valor mais significativo ($1484,55 \mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$ MF) entre os tratamentos não diferindo estatisticamente do tratamento de 70%, que correspondeu ao segundo maior valor ($950,18 \mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$ MF).

Ainda segundo Nery *et al.*, (2016), as plantas desenvolvem diferentes estratégias e mecanismos de aproveitar e melhorar a eficiência dos pigmentos fotossintetizantes, de forma a absorver melhor a radiação e se proteger contra a foto-oxidação em ambientes onde os índices de irradiância são altos.

Figura 4.5.4. Teores médios de carotenoides das bromélias *Neoregelia* “FireBall” cultivadas em diferentes malhas de retenção luminosa (0, 30, 50, 70 e 80%). Londrina – PR, 2019.

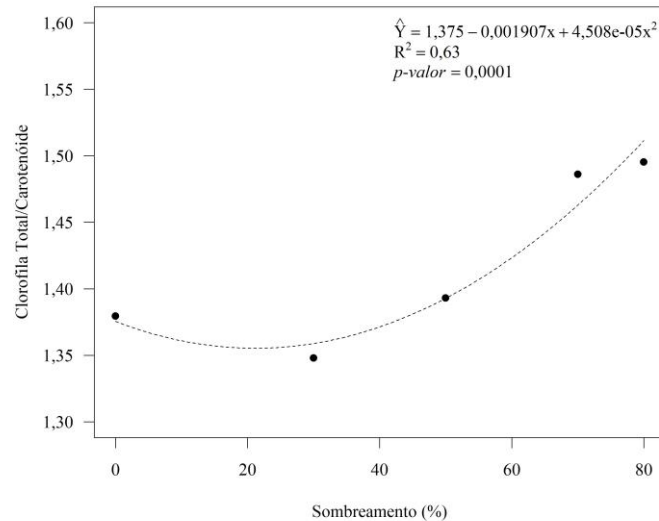


Fonte: R CORE TEAM, 2019.

Para a razão clorofila total/carotenoides é possível observar que o comportamento é semelhante em relação ao ajuste quadrático positivo (Figura 5.5.5), onde os melhores valores apresentam-se nos tratamentos com maior sombreamento. Esse comportamento é corroborado por Lima *et al.* (2011) que compararam os estádios das plantas de mil folhas e relacionaram ao nível de sombreamento, e observaram que a razão foi maior em plantas cultivadas em

sombreamento (75%) em estágio vegetativo, enquanto para o estágio reprodutivo não houve diferença estatística entre os níveis de sombreamento (75 e 0%).

Figura 4.5.5. Razão de clorofila total/carotenoides das bromélias *Neoregelia* “FireBall” cultivadas em diferentes malhas de retenção luminosa (0, 30, 50, 70 e 80%). Londrina – PR, 2019.



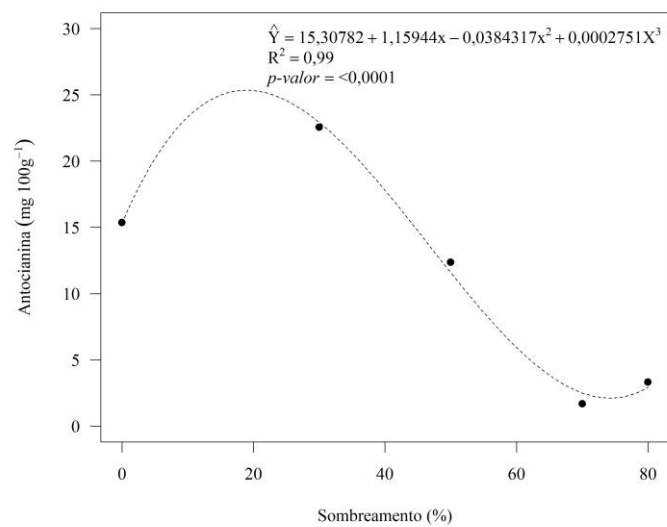
Fonte: R CORE TEAM, 2019.

Para antocianinas é possível observar uma regressão polinomial de terceiro grau (Figura 4.5.6), com queda dos valores de antocianinas, a partir de 19% de sombreamento, conforme a quantidade de radiação luminosa diminuiu. O comportamento desse parâmetro se mostra inversamente proporcional ao do teor de clorofila, através das análises visuais da coloração (Figura 4.5.7) foi possível observar que com o aumento do sombreamento na bromélia *N.* “Fireball” houve modificação da coloração da planta de vermelho (0% sombreamento) para verde (80% de sombreamento).

As antocianinas são pigmentos responsáveis pela coloração vermelha, rosa, roxa e azul observada em vegetais e plantas. Esse pigmento faz parte do grupo de compostos denominados flavonóides, que desempenham além da função de pigmentação a função de defesa (ARAÚJO; DEMINICIS, 2009). De acordo com Taiz e Zeiger (2004) os flavonóides atuam na proteção contra a luz ultravioleta (UV-B 280 a 320 nm), segundo Close e Beadle (2003) as antocianinas tem funções ecofisiológicas atribuídas a proteção contra a luz UV e contra a luz visível, agindo como filtro da luz visível.

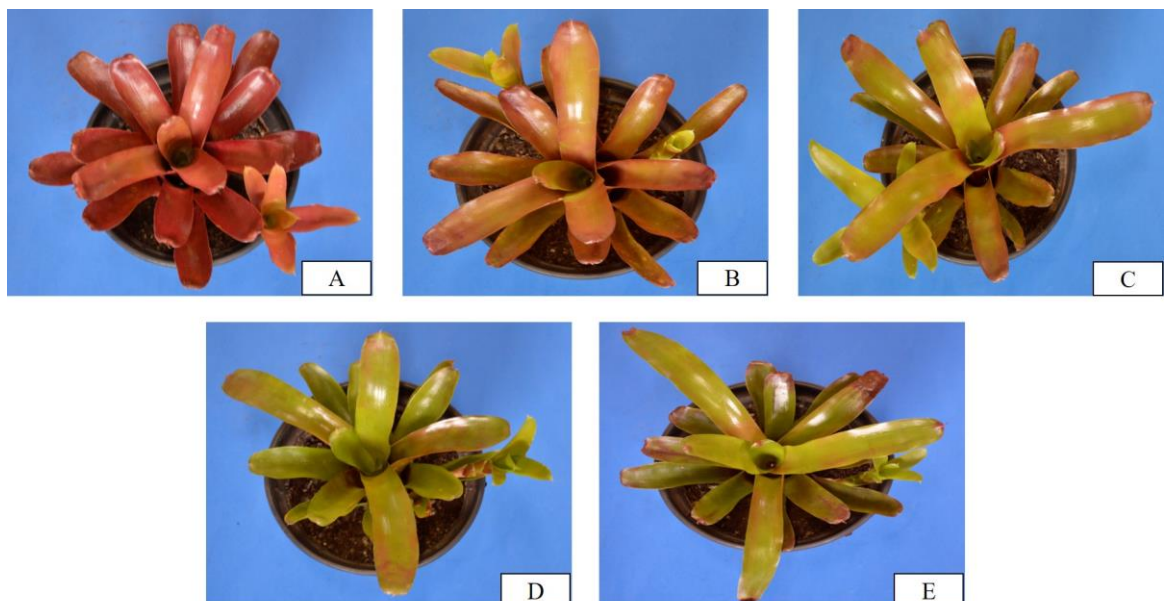
Ainda segundo Close e Beadle (2003), quando as plantas são expostas a condições de alta intensidade luminosa as antocianinas atuam como fotoprotetoras, esse fato explica o presente estudo, onde os maiores valores médios do pigmento foram encontrados nas plantas cultivadas a pleno sol, diminuindo de acordo com o aumento da intensidade luminosa.

Figura 4.5.6. Teor médio de antocianinas das bromélias *Neoregelia* “Fireball” cultivadas em diferentes malhas de retenção luminosa (0, 30, 50, 70 e 80%). Londrina – PR, 2019.



Fonte: R CORE TEAM, 2019.

Figura 4.5.7. Visualização da coloração da Bromélia *Neoregelia* “FireBall” cultivada em ambientes com diferentes telas de retenção luminosa (A – 0%, B – 30%, C – 50%, D – 70% e E – 80%) em relação aos pigmentos fotossintetizantes. Londrina – PR. Setembro/2019.



4.4. CONCLUSÃO

Os pigmentos fotossintetizantes da bromélia *Neoregelia* “Fireball” são afetados pelo cultivo da mesma em ambiente sombreado, aumentando os teores de clorofila e carotenoides e diminuindo os teores de antocianina gradativamente conforme aumenta o nível de sombreamento.

Visualmente a coloração da “Fireball” foi modificada de vermelho para verde de acordo com o aumento do sombreamento não prejudicando a planta, mostrando que esta bromélia se adapta aos ambientes e pode ser cultivada a pleno sol e em ambientes sombreados.

4.5. REFERENCIAS

ANACLETO, A.; NEGRELLE, R.R.B. Produção de bromélias no Estado do Paraná, Brasil. **Revista Brasileira de Horticultura Ornamental**, v. 19, n. 2, p.121-136, 2013. Lepidus Tecnologia. <http://dx.doi.org/10.14295/rbho.v19i2.421>.

ARAÚJO, S. A. C.; DEMINICIS, B. B. Fotoinibição da fotossíntese. **Revista Brasileira de Biociências**, v. 7, n. 4, p. 763-472, 2009.

CARVALHO, L. C.; ROCHA, C. F. D. Forma da bromélia depende da luz. **Revista Ciência Hoje**, v. 26, n. 155, p. 72-74, 1999.

CLOSE, D. C.; BEADLE, C. L. The ecophysiology of foliar anthocyanin. **The Botanical Review**, n. 69, p. 149-161, 2003.

DENG, Y.; SHAO, Q.; LI, C.; YE, X.; TANG, R. Differential responses of double petal and multi petal jasmine to shading: II. Morphology, anatomy and physiology. **Scientia Horticulturae**, n. 144, p. 19-28, 2012a.

DENG, Y.; LI, C.; SHAO, Q.; YE, X.; SHE, J. Differential responses of double petal and multi petal jasmine to shading: I. Photosynthetic characteristics and chloroplast ultrastructure. **Plant Physiology and Biochemistry**, v. 55, p. 93-102, 2012b.

ESTEVAN, D. A.; VIEIRA, A. O. S.; FARIA, R. T. **Bromeliaceae da região nordeste do estado do Paraná, Brasil**. Novas edições acadêmicas. 2017. 56 p.

FORZZA, R. C.; COSTA, A.; SIQUEIRA FILHO, J. A.; MARTINELLI, G. Bromeliaceae. In: ESTÚDIO, A. J. (Org.). Catálogo de plantas e fungos do Brasil. v. 1, Rio de Janeiro: Santa Marta, 2010. 871 p.

INSTITUTO AGRONÔMICO DO PARANÁ (IAPAR) (Org.). Dados climáticos de Londrina – PR em 2019. Disponível em: <http://www.iapar.br/arquivos/Image/monitoramento/Medias_Historicas/Londrina.htm>. Acesso em 28 jan. 2020.

JUNQUEIRA, A.H.; PEETZ, M. Intellectual property rights in Brazilian floriculture: innovations for the growth and development of the market. **Ornamental Horticulture**, v. 23, n. 3, p.296-306, 2017. Lepidus Tecnologia. <http://dx.doi.org/10.14295/oh.v23i3.1071>.

KERBAUY, G. B. **Fisiologia Vegetal**. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2 ed. 2012.

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 AOAC International**, v. 88, n. 5, p. 1269-1278, 2005.

LENHARD, N. R.; PAIVA NETO, V. B.; SCALON, S. D. P. Q.; ALVARENGA, A. A. Crescimento de mudas de pau-ferro sob diferentes níveis de sombreamento. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, n. 43, p. 178-186, 2013.

LIMA, A. L. S.; ZANELLA, F.; CASTRO, L. D. M. Crescimento de *Hymenaea courbaril* L. var. *stilbocarpa* (Hayne) Lee et Lang. e *Enterolobium contortisiliquum* (Vell.) Morong (Leguminosae) sob diferentes níveis de sombreamento. **Acta Amazônica**, v. 40, n. 1, p. 43-48, 2010.

LIMA, M. C.; AMARANTE, L.; MARIOT, M. P.; SERPA, R. Crescimento e produção de pigmentos fotossintéticos em *Achillea millefolium* L. cultivada sob diferentes níveis de sombreamento e doses de nitrogênio. **Ciência Rural**, v. 41, n. 1, p. 45-50, 2011.

LUTHER, H. E. **An alphabetical list of Bromeliad Binomials**. Marie Selby Botanical Gardens & Bromeliad Society International. 14 ed. 2014.

MARTINS, J. R.; ALVARENGA, A. A.; CASTRO, E. M.; SILVA, A. P. O.; ALVES, E. Teores de pigmentos fotossintéticos e estrutura de cloroplastos de Alfavaca-cravo cultivadas sob malhas coloridas. **Ciência Rural**, online, 2009.

NEGRELLE, R. R. B.; MITCHELL, D.; ANACLETO, A. Bromeliad ornamental species: conservation issues and challenges related to commercialization. **Acta Scientiarum**, v. 34, n. 1, p. 91-100, 2012.

NERY, F. C.; PRUDENTE, D. O.; ALVARENGA, A. A.; PAIVA, R.; NERY, M. C. Desenvolvimento de mudas de guanandi (*Calophyllum brasiliense* Cambess.) sob diferentes condições de sombreamento. **Revista Brasileira de Biociências**, v. 14, n. 3, p. 187-192, 2016.

R CORE TEAM. R. A language and environment for statistical computing. **R Foundation for Statistical Computing**, Vienna, 2011. Disponível em: <http://www.r-project.org>. Acesso em: 28 out.2019.

REFLORA (Org.). **Flora do Brasil 2020 – Algas, Fungos e Plantas**. 2014. Publicado na internet. Disponível em: <http://reflora.jbrj.gov.br/reflora/listaBrasil/ConsultaPublicaUC/ResultadoDaConsultaNovaConsulta.do#CondicaoTaxonCP>. Acesso em: 06 mar 2019.

SANTOS, C. C.; LIMA, N. M.; VIEIRA, M. C.; ZARATE, N. A. H.; SCALON, S. P. Q. Metabolismo fotossintético em mudas de *Pereskia aculeata* Plum. propagadas por estaquia sob diferentes disponibilidades luminosas. **Revista de Ciências Agrárias**, v. 42, n. 3, p. 712-719, 2019.

SILVA, P. E. M.; SANTIAGO, E. F.; SILVA, E. M.; SÚAREZ, Y. R.; DALOSO, D. M. Fluorescência da clorofila-*a* e variação da simetria como ferramentas de investigação de plantas sob estresse. **IDESIA**, v. 29, n. 3, p. 45-52, 2011.

SILVA, R. C.; VIEIRA, E. S. N.; PANOBIANCO, M. Técnicas para a superação da dormência em sementes de guarandi. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, n. 49, p. 719-727, 2014.

SOUZA, G. S.; CASTRO, E. M.; SOARES, A. M.; PINTO, J. E. B. P. Característica biométricas e fisiológicas de plantas jovens de *Mikania glomerata* Sprengel e *Mikania laevigata* Schultz Bip. ex Baker cultivadas sob malhas coloridas. **Revista Brasileira de Biociências**, v. 8, n. 4, p. 330-335, 2010.

SOUZA, G. S.; CASTRO, E. M.; SOARES, A. M.; SANTOS, A. R.; ALVES, E. Teores de pigmentos fotossintéticos, taxa de fotossíntese e estrutura de cloroplastos de plantas jovens de *Mikania laevigata* Schultz Bip. ex Baker cultivadas sob malhas coloridas. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 32, n. 1, p. 1843-1854, 2011.

SOUZA, R. R.; CAVALCANTE, M. Z. B.; SILVA, E. M.; AMARAL, G. C.; BRITO, L. P. S.; AVELINO, R. C. Alterações morfofisiológicas e crescimento de helicônias em função de diferentes ambientes de sombreamento. **Comunicata Scientiae**, v. 7, n. 2, p. 214-222, 2016.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. 3 ed. Porto Alegre: Artmed, 2004, 719 p.

TAIZ, L.; ZEIGER, E.; MOLLER, I. M.; MURPHY, A. **Fisiologia e desenvolvimento vegetal**. 6 ed. Porto Alegre: Artmed, 2017. 888 p.

THE PLANT LIST. 2013. Versão 1.1. Publicado na Internet. Disponível em: <<http://www.theplantlist.org/>>. Acesso em 17 mar 2019.

VELOSO, A. C. R.; SILVA, P. S.; SIQUEIRA, W. K.; DUARTE, K. L. R.; GOMES, I. L. V.; SANTOS, T.; FAGUNDES, M. Intraspecific variation in seed size and light intensity effect seed germination and initial seedling growth of a tropical shrub. **Acta Botanica Brasilica**, v. 31, n. 4, p. 736-741, 2017.

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

YAN, N.; XU, X. F.; WANG, Z. D.; HUANG, J. Z.; GUO, D. P. Interactive effects of temperature and light intensity on photosynthesis and antioxidante enzyme activity in *Zizania latifolia* Turcz. plants. **Photosynthetica**, v. 51, n. 1, p. 127-138, 2013.

5. CONSIDERAÇÕES GERAIS

A partir desta pesquisa foi possível conhecer e entender a importância das bromélias no meio ambiente e dos riscos que muitas espécies estão de desaparecer da natureza. Além disso, esse estudo possibilitou constatar também, que o sombreamento afeta a qualidade das plantas em relação ao crescimento, desenvolvimento, coloração e produção de pigmentos fotossintetizantes.

As respostas fisiológicas das plantas são de extrema importância para os produtores, pois ao compreender que a dinâmica de crescimento é afetada pelo manejo, é possível produzir com qualidade e quantidade, e ao final melhorar a venda de produtos e obter incrementando na renda.

A bromélia *Neoregelia* “Fireball” mostrou-se uma planta de alta plasticidade e fácil adaptação, podendo ser cultivadas a pleno sol e em ambientes sombreados em cultivo protegido, contudo faz-se necessário que novos estudos sejam realizados com diferentes malhas de sombreamento, de coloração pretas ou coloridas e que além dos caracteres agrônômicos, sejam estudados também os caracteres fisiológicos e anatômicos.

É imprescindível ressaltar que os estudos não se limitem somente a bromélias, mas a todas as plantas, sejam ornamentais ou não, pois cada uma expressará uma resposta morfofisiológica de acordo com o manejo que for aplicado.

6. REFERENCIAS

ANACLETO, A.; BORNANCIN, A. P. de A. Perfil e comportamento do consumidor de bromélias: orientação a produção rural. **Revista Brasileira de Planejamento e Desenvolvimento**, v. 7, n. 1, p.51-66, 2018.

ANACLETO, A.; NEGRELLE, R. R. B. Produção de bromélias no Estado do Paraná, Brasil. **Revista Brasileira de Horticultura Ornamental**, v. 19, n. 2, p.121-136, 2013. Lepidus Tecnologia. <http://dx.doi.org/10.14295/rbho.v19i2.421>.

ANDRADE, F. S. A. de; DEMATTÊ, M. E. S. P. Estudo sobre produção e comercialização de bromélias nas regiões Sul e Sudeste do Brasil. **Revista Brasileira de Horticultura Ornamental**, v. 5, n. 2, p.97-110, 1999. Lepidus Tecnologia. <https://doi.org/10.14295/rbho.v5i2.145>.

ARAUJO, L. Mercado de flores projeta faturamento de R\$ 8,5 bi. Edição do Brasil. 2019. Disponível em: < <http://edicaodobrasil.com.br/2019/09/27/mercado-de-flores-projeta-faturamento-de-r-85-bi/>>. Acesso em 25 out. 2019.

BENZING, D. H. **Bromeliaceae**: Profile of na Adaptative radiation. Cambridge: Cambridge University Press, 2000. 690 p.

BLISKA, J. R. A.; HONÓRIO, S. L. **Cartilha tecnológica de plasticultura e estufa**. Campinas: UNICAMP, 1996. 85p.

BROMELIAD SOCIETY INTERNATIONAL (BSI). **Taxonomy**. 2019. Disponível em: <<https://www.bsi.org/new/taxonomy/>>. Acesso em 29 out 2019.

BULLIS, H.R.; BULLIS, P.G. **NEOREGELIA PLANT NAMED “DONGER”**. USA nº Plant 11, 448, 18 ago. 1998, 18 jul. 2000.

BUTCHER, D. *Neoregelia* 'Red of Rio'. **Bromeliaceae**, Queensland - Australia, v. 25, n. 2, p.3-6, 2011.

CARVALHO, A. C. P. P. de; MERCIER, H. Bromeliaceae. **In**: TERAPO, D.; CARVALHO, A. C. P. P. de; BARROSO, T. C. da S. F. (Ed.). Flores Tropicais. Brasília: Embrapa, 2005. p. 59-83.

CARVALHO, L. C.; ALMEIDA, D. R. de; ROCHA, C. F. D. Phenotypic response of *Neoregelia johannis* (bromeliaceae) dependente on light intensity reaching the plant micro-habitat. **Selbyana**, v. 19, n. 2, p. 240-244, 1998.

CARVALHO, L. C.; ROCHA, C. F. D. da. Forma da bromélia depende da luz. **Ciência Hoje**, v. 26, n. 155, p. 72-74, 1999.

CRAYN, D. M.; WINTER, K.; SMITH, J. A. C. Multiple origins of crassulacean acid metabolismo and the epiphytic habitat in the Neotropical family Bromeliaceae. **Proceedings of the National Academy of Sciences**, Washington – DC, v. 101, n. 10, p. 3703-3708, 2004. Proceedings of the National Academy of Sciences. <http://dx.doi.org/10.1073/pnas.0400366101>.

CRUZ, D. O.; CAMPOS, L. A. O. Polinização por abelhas em cultivo protegido. **Revista Brasileira de Agrociência**, v. 15, n. 1-4, p. 5-10, 2009.

DeLEON, N. Solving The Fireball Mystery. **Fcbs Newsletter**, Florida, p.1-1, 1987. Disponível em: <<http://fcbs.org/articles/fireball.htm>>. Acesso em: 11 jul. 2018.

EKLUND, C. R. B.; CAETANO, L. C.; SHIMOYA, A.; FERREIRA, J. M.; GOMES, J. M. R. Desempenho de genótipos de tomateiro sob cultivo protegido. *Horticultura Brasileira*, v. 23, n.4, p. 1015-1017, 2005.

ENGLERT, S. I. **Orquídeas e Bromélias: Manual Prático de Cultivo**. Guaíba: Agropecuária, 96 p. 2000.

ENGLERT, S. I. **Orquídeas e Bromélias: Manual Prático de Cultivo**. Metrópole editora, Porto Alegre, 1 ed., 93 p. 2007.

ESTEVAN, D. A.; VIEIRA, A. O. S.; FARIA, R. T. **Bromeliaceae da região nordeste do estado do Paraná, Brasil**. Novas edições acadêmicas. 2017. 56 p.

FARIA-JUNIOR, M. J. A.; LIMA, A. M. Uso de sombreamento em estufa coberta com polietileno e com ventilação natural: efeitos sobre variáveis climáticas. **In: Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola**, Fortaleza, 2000.

FARIAS, J. R. B. **Respostas do feijão-de-vagem à disponibilidade hídrica associada a alterações micrometeorológicas em estufa plástica**. Porto Alegre: UFRGS, 1991. 177 p.

FARIAS, J. R. B.; BERGAMASCHI, H.; MARTINS, S. R.; BERLATO, M. A. Efeito da cobertura plástica de estufa sobre a radiação solar. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, v.1, p.31-36, 1993.

FERREIRA, C.A.; PAIVAI, P.D. de O.; RODRIGUES, T.M.; RAMOS, D.P.; CARVALHO, J.G. DE; PAIVA, R. Desenvolvimento de mudas de bromélia (*Neoregelia cruenta* (R. Graham) L. B. Smith) cultivadas em diferentes substratos e adubação foliar. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 31, n. 3, p.666-671, 2007. FapUNIFESP (SciELO). <http://dx.doi.org/10.1590/s1413-70542007000300010>.

FONTOURA, R. Estudo indica que bromélias não constituem focos preferenciais do mosquito da dengue. FIOCRUZ – FUNDAÇÃO OSWALDO CRUZ. 2007. Disponível em: <<http://www.fiocruz.br/ioc/cgi/cgilua.exe/sys/start.htm?infolid=%20182&sid=32>>. Acesso em: 30 out. 2019.

FORZZA, R. C.; COSTA, A.; SIQUEIRA FILHO, J. A.; MARTINELLI, G. Bromeliaceae. **In: ESTÚDIO, A. J. (Org.). Catálogo de plantas e fungos do Brasil**. v. 1, Rio de Janeiro: Santa Marta, 2010. 871 p.

FRANÇA, C. A. M.; MAIA, M. B. R. Panorama do agronegócio de flores e plantas ornamentais no Brasil. **In: XLVI Congresso da Sociedade Brasileira de Economia, Administração e Sociologia Rural**. Universidade Federal de Rondônia-UNIR, 2008.

FURLAN, R. A. Avaliação de nebulização e abertura de cortinas na redução da temperatura do ar em ambientes protegidos. Piracicaba, 2001. 146p. Tese (Doutorado) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”. Universidade de São Paulo.

GARCIA, J. UOL Notícias. Na briga contra o Aedes, botânicos pedem: “deixem as bromélias em paz”. 2016. Disponível em: < <https://noticias.uol.com.br/saude/ultimas-noticias/redacao/2016/03/03/na-briga-contra-o-aedes-botanicos-alertam-deixem-as-bromelias-em-paz.htm>>. Acesso em 30 out. 2019.

GLOBO RURAL (Org.). Cidades verdes. Bromélias são imunes ao mosquito da dengue. Por reter água, a planta já foi acusada de ser foco do *Aedes aegypti* e foi preterida dos jardins brasileiros. 2015. Disponível em: < <https://revistagloborural.globo.com/Cidades-Verdes/noticia/2015/09/bromelias-sao-imunes-ao-mosquito-da-dengue.html>>. Acesso em: 30 out. 2019.

GUIMARÃES, M. das G.A.; SERDEIRO, M.T.; OLIVEIRA, A. de A.; MALECK, M. Desenvolvimento, Viabilidade e Mortalidade de Imaturos de *Aedes* (*Stegomyia*) *aegypti* Linnaeus, em Água de Duas Espécies de Bromélias: Estudo Bibliográfico e Experimental. **Entomobrasilis**, [s.l.], v. 8, n. 3, p.214-221, 2015. Entomo Brasilis. <http://dx.doi.org/10.12741/ebrasilis.v8i3.515>.

HEAD, O. Our growing is getting better. **Journal of the Bromeliad Society**, v. 47, n. 1, p. 6-7, 1997.

HOOK, I. Show & Tell. **Bromeletter**. Australia, p. 8-10. mar/abril. 2013.

INSTITUTO BRASILEIRO DE FLORICULTURA (IBRAFLOR) (Org.). **Números do setor**. 2014. Disponível em: <<https://www.ibraflor.com.br/numeros-setor>>. Acesso em 04 mar 2019.

INSTITUTO DE ECONOMIA AGRÍCOLA (IEA) SECRETARIA DE AGRICULTURA E ABASTECIMENTO DO ESTADO DE SÃO PAULO (São Paulo, SP). **Floricultura: Comportamento do comércio exterior brasileiro no primeiro semestre de 2004**. 2004. Disponível em: <<http://www.iea.sp.gov.br/out/verTexto.php?codTexto=1420>>. Acesso em: 14 mar 2019.

INSTITUTO DE ECONOMIA AGRÍCOLA (IEA) SECRETARIA DE AGRICULTURA E ABASTECIMENTO DO ESTADO DE SÃO PAULO (São Paulo, SP). **Floricultura Brasileira: novos arranjos no comércio exterior**. 2008. Disponível em: <<http://www.iea.sp.gov.br/out/TerTexto.php?codTexto=9280>>. Acesso em: 14 mar 2019.

INSTITUTO DE PESQUISA ECONÔMICA APLICADA (IPEA) (Brasília, DF). **Agricultura – O caminho das flores**. 2006. Disponível em: <http://desafios.ipea.gov.br/index.php?option=com_content&view=article&id=1131:reportagens-materias&Itemid=39>. Acesso em 14 mar 2019.

JUNQUEIRA, A.H.; PEETZ, M. Intellectual property rights in Brazilian floriculture: innovations for the growth and development of the market. **Ornamental Horticulture**, v. 23, n. 3, p.296-306, 2017. Lepidus Tecnologia. <http://dx.doi.org/10.14295/oh.v23i3.1071>.

KAEHLER, M.; VARASSIN, I. G.; GOLDENBERG, R. Polinização em uma comunidade de bromélias em Floresta Atântica Alto-montana no Estado do Paraná, Brasil. **Revista Brasileira de Botânica**, v. 28, n. 2, p. 219-228, 2005.

KAMPF, A. N. (Org.). **Produção comercial de plantas ornamentais**. Guaíba: Agropecuária, 2000. 254 p.

KANASHIRO, S. Efeitos de diferentes substratos na produção da espécie *Aechmea fasciata* (Lindley) Baker em vasos. Piracicaba, 1999. 79 p. Dissertação (Mestrado) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo.

LAWN, G. "Encholirium 'Angelita'. **Journal of the Bromeliad Society**, vol. 59, no. 4, p. 174. 2009.

LONGUINI, V. Mercado de flores do Brasil tem previsão de 7% de crescimento. Releases. **Ateliê da Notícia**. Online. Disponível em: < <http://www.ateliedanoticia.com.br/clientes-atuais/4/expoflora-2019/releases/3/releases/843/mercado-de-flores-do-brasil-tem-previsao-de-7-de-crescimento.html>>. Acesso em 15 out 2019.

LUTHER, H. E. **An alphabetical list of Bromeliad Binomials**. Marie Selby Botanical Gardens & Bromeliad Society International. 14 ed. 2014.

MATALLANA GONZÁLEZ, A.; MONTERO CAMACHO, J. I. **Invernaderos: Diseño, construcción y ambientación**. Madri: Mundo-Prensa, 159 p. 1993.

MATTIUZ, B. H. Fatores da pré-colheita influenciam a qualidade final dos produtos. **In: Visão agrícola**, n. 7, p. 18-21, 2007.

MARTINELLI, G.; MORAES, M. A. **Livro vermelho da flora do Brasil**. Rio de Janeiro: Andrea Jakobsson: Instituto de Pesquisas Jardim Botânico do Rio de Janeiro, 2013. 1100 p.

MARTINS, S. R.; FERNANDES, H. S.; ASSIS, F. N. de; MENDEZ, M. E. G. Caracterização climática e manejo de ambientes protegidos a experiência brasileira. **Informe agropecuário**, v. 20, n. 200/201, p. 15-23, 1999.

MOCELLIN, M.G.T., 2010. Avaliação da importância das bromeliáceas com criadouros de *Aedes (Stegomyia) aegypti* (Linnaeus, 1772) (Diptera: Culicidae) no ambiente urbano do Rio de Janeiro. **Tese (Mestrado em Biologia Parasitária)**, Instituto Oswaldo Cruz.

NEGRELLE, R. R. B.; ANACLETO, A. Extrativismo de bromélias no Estado do Paraná. **Revista Ciência Rural**, v. 42, n. 6, p. 981-986, 2012.

NEGRELLE, R. R. B.; MITCHELL, D.; ANACLETO, A. Bromeliad ornamental species: conservation issues and challenges related to commercialization. **Acta Scientiarum**, v. 34, n. 1, p. 91-100, 2012.

NEVES, M. F.; PINTO, M. J. A. (Org.). **Mapeamento e Quantificação da Cadeia de Flores e Plantas Ornamentais do Brasil**. São Paulo: Ocesp, 2015. 132 p.

NEOREGELIA “Fireball” a. 2019. Disponível em: < https://produto.mercadolivre.com.br/MLB-1187930200-neoregelia-fireball-bromelia-adulta-_JM?matt_tool=35632809&matt_word&gclid=CjwKCAjwstfkBRBoEiwADTmnEPGEJ1dUeESieSiRR622GGTYVxIAz8CJdzBQtMmka_w0ef3GoweHMhoC5hgQAvD_BwE&quantity=1>. Acesso em: 23 mar 2019.

NEOREGELIA “Fireball” b. 2019. Disponível em: < https://produto.mercadolivre.com.br/MLB-1159680944-bromelia-neoregelia-fireball-_JM?matt_tool=35632809&matt_word&gclid=CjwKCAjwstfkBRBoEiwADTmnEBoIzU77t>

wGIp4AReuyGpdoEgmBfP2gnNq9TZ-nhjsJeKs4x_gX90BoChP8QAvD_BwE&quantity=1>. Acesso em: 23 mar 2019.

NEOREGELIA “Fireball” c. 2019. Disponível em: <https://produto.mercadolivre.com.br/MLB-1105940539-neoregelia-fireball-_JM?matt_tool=85587378&matt_word&gclid=CjwKCAjwstfkBRBoEiwADTmnEMlYIGTdRt9IUia5SDw945iYc4tolW77oDF2ATAKSjjmINBczC-4lhoCs3kQAvD_BwE&quantity=1>. Acesso em 23 mar 2019.

NOMURA, E. S.; LIMA, J. D.; RODRIGUES, D. S.; GARCIA, V. A.; FUZITANI, E. J.; SILVA, S. H. M. G. da, Crescimento e produção de antúrio cultivado sob diferentes malhas de sombreamento. **Revista Ciência Rural**, v. 39, n. 5, p. 1394-1400, 2009.

OLIVEIRA, V. C.; ALMEIDA NETO, L. C. Ocorrência de *Aedes aegypti* e *Aedes albopictus* em bromélias cultivadas no Jardim Botânico Municipal de Bauru, São Paulo, Brasil. **Cadernos de Saúde Pública**, Comunicação Breve, v. 33, n. 1, 7 p. 2017.

PAULA, C. C. **Cultivo de bromélias**. Viçosa: Aprenda Fácil. 2000. 139 p.

PAULA, C. C. de; SILVA, H. M. P. da. **Cultivo prático de Bromélias**. Viçosa: UFV, 2001. 73 p.

REFLORA (Org.). **Flora do Brasil 2020 – Algas, Fungos e Plantas**. 2014. Publicado na internet. Disponível em: <<http://reflora.jbrj.gov.br/reflora/listaBrasil/ConsultaPublicaUC/ResultadoDaConsultaNovaConsulta.do#CondicaoTaxonCP>>. Acesso em: 06 mar 2019.

REIS, S. M.; MARIMON-JÚNIOR, B. H.; MORANDI, P. S.; OLIVEIRA-SANTOS, C.; OLIVEIRA, B.; MARIMON, B. S. Desenvolvimento inicial e qualidade de mudas de *Copaifera langsdorffii* Desf. sob diferentes níveis de sombreamento. **Ciência Florestal**. v. 26, n. 1, p. 11-20, 2016.

REITZ, R. **Bromélias e malária-bromélia endêmica**. Itajaí: Herbário Barbosa Rodrigues. 1983, 808 p.

SANTIAGO, E. J. A.; PINTO, J. E. B. P.; CASTRO, E.M.; LAMEIRA, O. A.; CONCEIÇÃO, H. E. O.; GAVILANES, M. L. Aspectos da anatomia foliar da pimenta-longa (*Piper hispidinervium* C.DC.) sob diferentes condições de luminosidade. **Ciência e Agrotecnologia**. v. 25, n. 5, p. 1035-1042, 2001.

SANTOS, A. J. dos; BITTENCOURT, A. M.; NOGUEIRA, A. S. Aspectos econômicos da cadeia produtiva das bromélias na região metropolitana de Curitiba e Litoral Paranaense. **Revista Floresta**, v. 35, n. 3, p. 409 – 417, 2005.

SANTOS-SILVA, F.; VENDA, A.K.L.; HALLBRITTER, H.M.; LEME, E.M.C.; MANTOVANI, A.; FORZZA, R.C. Nested in chaos: Insights on the relations of the ‘Nidularioid Complex’ and the evolutionary history of *Neoregelia* (Bromelioideae-Bromeliaceae). **Brittonia**, v. 69, n. 2, p.133-147, 2017.

SEBRAE AGRONEGOCIO (Brasília, DF) (Org.). **O mercado brasileiro de flores e plantas ornamentais**. 2016. Disponível em: <<http://www.sebrae.com.br/sites/PortalSebrae/artigos/o-mercado-brasileiro-de-flores-e-plantas>>

ornamentais,456649f6ced44510VgnVCM1000004c00210aRCRD?origem=segmento&codSegmento=1>. Acesso em: 10 mar 2019.

SEBRAE IDEIAS DE NEGOCIOS (Brasília, DF) (Org.). **Produção de plantas e flores ornamentais**. 2018. Disponível em: <<http://www.sebrae.com.br/sites/PortalSebrae/ideias/como-montar-uma-producao-de-plantas-e-flores-ornamentais,7cb87a51b9105410VgnVCM1000003b74010aRCRD#/0>>. Acesso em: 14 mar 2019.

SENTELHAS, P. C.; SANTOS, A. O. Cultivo protegido: aspectos microclimáticos. **Revista Brasileira de Horticultura Ornamental**, v.1, n.2, p.108-115, 1995.

SENTELHAS, P. C.; VILLA NOVA, N. A.; ANGELOCCI, L. R. Efeito de diferentes tipos de cobertura, em mini-estufas, na atenuação da radiação solar e da luminosidade. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, v. 6, p. 479-481, 1998.

SKOTAK JR., C. **NEOREGELIA PLANT NAMED 'NONIS'**. U. S. n° Plant 9,604, 14 abr. 1995, 9 jul. 1996.

SKOTAK JR., C. **NEOREGELIA PLANT NAMED 'ANNICK'**. U.S. n° Plant 10,718, 11 jul. 1997, 8 dez. 1998.

SKOTAK, C. **NEOREGELIA PLANT NAMED 'ZOE'**. U.S. n° US PP12, 107 P2, 2 abr. 1999, 2 out. 2001.

SLATER, L. E. Conocimiento del clime y el problema alimentário mundial. In: SIMPÓSIO INTERAMERICANO SOBRE MODELOS Y SISTEMAS DE INFORMACIÓN AGROCLIMÁTICOS, 1. Caracas, 1983. Anais. Caracas: IAP; BID, 1983. p.59-86.

SMITH, L. B.; DOWNS, R. J. **Bromelioideae (Bromeliaceae)**. Flora Neotropica Monograph 14. The New York Botanical Garden, New York, 1979. 656 p.

SOUZA, G. S.; SILVA, S. A.; COSMI, F. C.; MORAES, W. B.; CARDOSO, L. C. Determinação de clorofila em folhas de sombra e sol em planas de jamelão. 2011. Anais. XII Encontro Latino Americano de Iniciação Científica e VIII Encontro Latino Americano de Pós-Graduação – Universidade do Vale do Paraíba. 4 p. 2011.

SOUZA, R. R.; CAVALCANTE, M. Z. B.; SILVA, E. M.; AMARAL, G. C.; BRITO, L. P. S.; AVELINO, R. C. Alterações morfofisiológicas e crescimento de helicônias em função de diferentes ambientes de sombreamento. **Comunicata Scientiae**, v. 7, n. 2, p. 214-222, 2016.

TAIZ, L.; ZEIGER, E.; MOLLER, I. M.; MURPHY, A. **Fisiologia e desenvolvimento vegetal**. 6 ed. Porto Alegre: Artmed, 2017. 888 p.

TAKANE, R. J.; YANAGIZAWA, S. S.; VENDRAME, W. A. Cultivo moderno de Orquídeas: Phalaenopsis e seus híbridos. 2 ed. Fortaleza: Expressão Gráfica. 2015. 200 p.

THE PLANT LIST. 2013. Versão 1.1. Publicado na Internet. Disponível em: <<http://www.theplantlist.org/>>. Acesso em 17 mar 2019.

TRANI, P. E.; PASSOS, F. A.; MELO, A. M. T. de; TIVELLI, S. W.; BOVI, O. A.; PIMENTEL, E. C. Hortaliças e Plantas Medicinais: Manual Prático. In: Boletim Técnico IAC,

199. Instituto Agronômico de Campinas (Org.). Campinas, Instituto Agronômico, 2º ed. 72 p. 2010.

TROTMAN, L. On bromeliad growing. **Journal of the Bromeliad Society**, v. 40, n. 3, p. 124-126, 1990.

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

VIEIRA, A. A.; SAMPAIO, G. R.; SAMPAIO, Y. S. B. 2014. Floricultura em Pernambuco: perspectivas de crescimento para 2020. Disponível em: <<http://www.sober.org.br/palestra/5/1173.pdf>>. Acesso em 24 out. 2019.

WANDERLEY, M. G. L.; MARTINS, S. E. (Org.). Bromeliaceae. **In**: MELHEM, T. S.; WANDERLEY, M. G. L.; MARTINS, S. E.; JUNG-MENDAÇOLLI, S. L.; SHEPHERD, G. J.; KIRIZAWA, M. Flora Fanerogâmica do Estado de São Paulo. Instituto de Botânica, São Paulo, v. 5, p. 39-162. 2007.