



UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
DEPARTAMENTO DE FITOTECNIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA/FITOTECNIA

JÉSSICA SOARES PEREIRA

**BROMÉLIA ORNAMENTAL (*Neoregelia "Fireball"*): EFEITO DO ETHREL[®] E DE
TELAS DE SOMBREAMENTO NA INDUÇÃO FLORAL E PERFILHAMENTO**

FORTALEZA

2016

JÉSSICA SOARES PEREIRA

BROMÉLIA ORNAMENTAL (*Neoregelia* “*fireball*”): EFEITO DO ETHREL[®] E DE TELAS
DE SOMBREAMENTO NA INDUÇÃO FLORAL E PERFILHAMENTO

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Agronomia/ Fitotecnia da Universidade Federal do Ceará, como requisito parcial à obtenção do título de mestre em Agronomia. Área de concentração: Fitotecnia.

Orientador: Prof. Dr. Roberto Jun Takane
Coorientador: Prof. Dr. Marcelo de Almeida
Guimarães.

FORTALEZA

2016

Dados Internacionais de Catalogação na
Publicação Universidade Federal do Ceará
Biblioteca de Ciências e Tecnologia

P578m Pereira, Jéssica Soares.
Bromélia ornamental (*Neoregelia "Fireball"*): efeito do Ethrel® e de telas de sombreamento na indução floral e perfilhamento / Jéssica Soares Pereira. – 2016.
62 f.: il. color.; enc.; 30 cm.

Dissertação (mestrado) – Universidade Federal do Ceará, Centro de Ciências Agrárias
Departamento de Ciências do Solo, Programa de Pós Graduação em Agronomia: Solos e Nutrição
de Plantas, Fortaleza, 2016.
Orientação: Prof. Dr. Roberto Jun Takane.
Coorientação: Prof. Dr. Marcelo de Almeida Guimarães.

1. Bromeliaceae. 2. Florescimento. 3. Plantas ornamentais. I. Título.

CDD 631

ÉSSICA SOARES PEREIRA

BROMÉLIA ORNAMENTAL (*Neoregelia "fireball"*): EFEITO DO ETHREL® E DE TELAS
DE SOMBREAMENTO NA INDUÇÃO FLORAL E PERFILHAMENTO

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Agronomia/ Fitotecnia da Universidade Federal do Ceará, como requisito parcial à obtenção do título de mestre em Agronomia. Área de concentração: Fitotecnia.

Aprovada em: ___/___/_____.

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Roberto Jun Takane (Orientador)
Universidade Federal do Ceará (UFC)

Prof. Dr. Marcelo de Almeida Guimarães (Coorientador)
Universidade Federal do Ceará (UFC)

Prof. Dr. Lamartine Soares Cardoso de Oliveira
Universidade Federal do Ceará (UFC)

Profª. Drª. Rosilene Oliveira Mesquita
Universidade Federal do Ceará (UFC)

Drª. Ana Cecília Ribeiro de Castro
Embrapa Agroindústria Tropical

Primeiramente a Deus por sua presença em minha vida, sempre me guiando e iluminando na busca e concretização dos meus sonhos.

A minha avó (in memoriam), aos meus pais Neuma e Claudio e meus irmãos Kyhara e Smalley, que são a minha constante fortaleza, pelo companheirismo e incentivo em forma de um sentimento de paz e amor que sempre carrego comigo.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente gostaria de agradecer a Deus pela oportunidade de em vida poder buscar a concretização e realização de mais um sonho, me direcionando com sua infinita bondade e sabedoria, sempre me fortalecendo em todos os momentos de minha vida.

Aos meus dois grandes amores, minha mãe Neuma Soares e meu pai Claudionor Pereira pela dedicação, pelas palavras de força, pelo companheirismo, verdade e confiança depositados ao longo de minha caminhada. Aos meus queridos irmãos Cláudio Smalley e Kyhara Soares, dos quais me orgulho e sempre me apoiam me impulsionando a correr atrás de meus objetivos, trazendo-me alegria sempre nos momentos que mais preciso.

À minha amada e querida avó Maria Soares (*in memoriam*), que me deixou as raízes da simplicidade e amor para descobrir a profissão que vou seguir hoje e todos os meus familiares que me ajudaram sempre torcendo por mim.

À Universidade Federal do Ceará, pela oportunidade de realização do curso de pós-graduação que sempre tive vontade de cursar e a todos os professores da pela significativa contribuição na minha formação.

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico – CNPq, pela concessão de bolsa e também aos funcionários com os quais eu convivi e tive o prazer de construir belas amizades.

Ao prof Dr. Roberto Jun Takane, pela confiança e atenção com que me instigou e proporcionou a oportunidade de conhecer e lapidar meus conhecimentos em floricultura e plantas ornamentais, permitindo minha aproximação cada vez mais da área área que pretendo seguir. Ao prof Dr. Marcelo Guimarães que contribuiu de forma imensa para o meu crescimento profissional, com sua dedicação, confiança e ensinamentos em sua orientação rica e compreensiva para realização de trabalhos de grande importância.

À professora Rosilene Mesquita e o professor Lamartine Soares pelo apoio, compreensão e confiança, em proporcionar e possibilitar o desenvolvimento de grandes ideias e inovações que enriqueceram a dissertação de forma grandiosa.

Agradeço aos meus amigos Adriely Fernandes e Felipe Feitosa que contribuíram não somente para realização dessa pesquisa, mais também pelo companheirismo, pelas palavras de conforto, pelos momentos de alegria e de angústia compartilhados, bem como aqueles que me conduziram a acreditar em meu potencial, instigando-me a me aperfeiçoando a cada dia, nos acertos e deslizes que cheguei a cometer. Obrigada pela amizade enriquecedora de vocês, pelos conselhos, pela lealdade e confiança das boas risadas que demos da vida nos momentos mais

difíceis que presenciamos.

A minha amiga Rebeca de Araújo Torres, pelo carinho e humildade do companheirismo de muitos momentos compartilhados, como também pela troca de conhecimentos na área e pelo crescimento profissional e humano que compartilhamos na nossa caminhada.

A minha grande amiga Erislândia pelas conversas, pela amizade sincera e enriquecedora. Aos meus amigos do Cariri, aos quais vivenciamos muitos momentos e desafios juntos: Renata Fernandes, Jaqueline Saraiva, Rosenya Michely, Thayslan Renato, Polyana, Jayane Mota, Wesley, Laianny e Tamiris, como também aqueles que eu tive a oportunidade de conhecer e construir amizades aqui na pós graduação: Neto, Edilson, Marcelo, Jean, Manuel Felipe e Paulo Vitor.

A minha amiga irmã Maria Jayane, que compartilhou comigo muitos momentos de alegria e de tristeza também, bem como o crescimento profissional que adquirimos ao longo da nossa jornada aqui em Fortaleza-Ce. A Wesley Costa pelo companheirismo, a amizade e confiança de um carinho de irmão, com um ombro amigo, ao qual pude sempre contar.

Agradecimentos ao meu amigo Hozano pelo apoio nas análises estatísticas, pela compreensão e pelos ensinamentos, no desenvolvimento da dissertação. Aos meus amigos Renato Leandro e Lydio Dantas, pelos conselhos, pela alegria e apoio em diversos momentos e situações, pelo crescimento profissional e também pelos momentos de descontração e amizade. A Pedro Magalhães pelos momentos de descontração, de alegria e auxílio nas análises fisiológicas da dissertação.

A todos que compõem o grupo Ceflor (Luciana, Rosana, Adriely, Lydio, Suziane, Cyro, Antonio Ulisses e Natalia) pelas conquistas, pelos grandes momentos que compartilhamos de amizade, de crescimento profissional e de alegria.

A Violeta Paisagismo e ao Jeová Andrade, pelo carinho e contribuição nos ensinamentos da longa caminhada de Agrônomo. À Empresa Cascais pela disponibilidade de fornecer os substratos e a Empresa Dflor e Dflor pelas mudas cedidas para o desenvolvimento da pesquisa.

Em uma pesquisa como esta, por trás dos meus objetivos está também o trabalho de muitas pessoas que deixaram sua marca diretamente ou indiretamente em cada trecho aqui escrito, onde a todos deixo registrado meu sincero e humilde agradecimento.

“Combati o bom combate, completei a corrida, guardei a fé. Agora está reservada para mim a coroa da justiça, que o Senhor justo juiz, me dará naquele dia; e não somente a mim, mas também a todos que esperam com amor a sua manifestação gloriosa”.

2Tm 4,7-8

RESUMO

Aspectos edafoclimáticos como a quantidade de radiação solar e a utilização de indutores de florescimento são fatores determinantes nas características externas de bromélias e no florescimento de diversas espécies. Diante disso o objetivo desse trabalho foi avaliar os efeitos combinados de restrição de luz, a partir do uso de telas de sombreamento, associadas à aplicação de cinco doses do produto comercial Ethrel[®], na indução ao florescimento da bromélia *Neoregelia "fireball"*. O ensaio foi conduzido no período de março a julho de 2015, em ambiente protegido com telas pretas de três diferentes densidades de sombreamento (30, 50 e 70%). As plantas foram direcionadas e distribuídas nos três telados sob o delineamento de blocos casualizados, organizados em esquema de parcelas subdivididas, onde nas parcelas foi empregado o fator telado e nas subparcelas foi empregado o fator dose. Dentro de cada telado foram conduzidas quatro repetições de cada tratamento, composta por 5 plantas, totalizando 20 plantas por tratamento. Foram aplicadas as seguintes doses do regulador vegetal comercial Ethrel[®]: D0(ausência de Ethrel[®]), D1(2 ml/L⁻¹), D2(3 ml/L⁻¹), D3(4 ml/L⁻¹), D4(8 ml/L⁻¹) e D5(16 ml/L⁻¹), diluídas em 1 L de água destilada, onde aplicou-se 10 mL da solução no centro da roseta da planta. As avaliações de florescimento foram realizadas de forma semanal, a partir do primeiro indício de florescimento. O número de brotações de gemas laterais foi verificado aos 30 e 60 dias após a floração (abertura completa da primeira flor). As demais variáveis morfológicas e fisiológicas foram mensuradas após as plantas atingirem o terceiro estágio de desenvolvimento floral (110 dias após a implantação do experimento). O uso de diferentes níveis de sombreamento influenciaram na altura, na RAF e na presença de maiores taxas de Chla, Chlb e teores de antocianina das bromélias. Os estágios de desenvolvimento da inflorescência foram influenciados pelas doses de Ethrel[®] utilizadas, onde a dose 4 ml.L⁻¹ proporcionou a presença de 100% das plantas floridas nos telados de 30% e 70%. A dose 8 ml.L⁻¹ de Ethrel[®] se mostrou menos eficiente na indução de flores no centro da roseta da planta. O número de perfilhos ou brotações laterais foi influenciado pelas doses de Ethrel[®] utilizadas. As mudas do telado de 70% apresentaram relações de trocas gasosas e fotossíntese significativamente mais altas. O Ethrel[®] possibilita a produção de bromélias, induzindo o florescimento e o perfilhamento de forma mais rápida e eficiente.

Palavras-chave: Bromeliaceae. Luminosidade. Fitorregulador. Florescimento.

ABSTRACT

Edaphoclimatic aspects as the amount of solar radiation and the use of flowering inducers are determining factors in the external characteristics of bromeliads and flowering of several botanic species. Therefore, the aim of this study was to evaluate the combined effects of light restriction, from the use of shade screens, associated with the application of five doses of the commercial product Ethrel® in inducing flowering of bromeliad *Neoregelia* "fireball". This work was conducted from March to July 2015 in a protected environment with black screens in three different densities of shading (30, 50 and 70%). The plants were distributed in the three greenhouse in the randomized block design, arranged in a split-plot, where the plots was shadow factor and the subplots was used the dose factor. The doses of Ethrel® applied were: D0 (no Ethrel®), D1 (2 ml / L -1), D2 (3 ml / L-1), D3 (4 mL / L-1), D4 (8 mL / L -1), and D5 (16 ml / L-1), diluted in 1 L of distilled water, which was applied to 10 ml of the solution in the center of the rosette plant. The count of flowering were performed weekly form from the first flowering of evidence. The number of shoots was observed at 30 and 60 days after flowering (complete opening of the first flower). The other morphological and physiological variables were measured after the plants reach the third floral development stage (110 days after implantation of the experiment). The use of different levels of shading influence at the height of this species, the RAF and the presence of higher rates of Chla, Chlb and anthocyanin content of bromeliads. The inflorescence development stages were influenced by doses of Ethrel® used where the dose 4 ml.l-1 gave the presence of 100% of flowering plants in shade screen of 30% and 70%. The dose of 8 ml L-1 of Ethrel® was less efficient in inducing flowers for this species. The number shoots produced was influenced by doses of Ethrel®. The plants in the shade screen of 70% had relations gas exchange and significantly higher photosynthesis. The Ethrel® enables the production of bromeliads, inducing flowering and induce shooting faster and more efficiently.

Keywords: Bromeliads. Luminosity. Plant regulator. Flowering.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Distribuição da família Bromeliaceae	19
Figura 2 - Mudanças e perfilhamento de <i>Neoregelia</i> “fireball”. Fortaleza, Ce.....	21
Figura 3 - Dados médios de radiação solar global, no período de março a julho de 2015, para o município de Fortaleza, CE.....	32
Figura 4 - Dados médios de temperatura máxima e mínima do ar, insolação e umidade relativa média, para o município de Fortaleza - CE, no período de fevereiro a julho a 2015.....	33
Figura 5 - Estádios de desenvolvimento da inflorescência da bromélia <i>Neoregelia</i> “fireball” identificados durante o experimento.....	35
Figura 6 - Gráfico da determinação do horário de máxima absorção de CO ₂ das mudas de <i>Neoregelia</i> “fireball” no município de Fortaleza, Ce.....	38
Figura 7- Número de perfilhos de <i>Neoregelia</i> “fireball” submetidas a diferentes concentrações de Ethrel [®] . Fortaleza, CE, 2015.....	44
Figura 8- Número de perfilhos de mudas de <i>Neoregelia</i> “fireball” cultivadas sob diferentes telas de sombreamento e dosagens do produto comercial vegetativo Ethrel [®] . Fortaleza, CE, 2015.....	44
Figura 9 - Número de folhas (NF), diâmetro da roseta (D.ROS) e massa seca da parte aérea de mudas de <i>Neoregelia</i> “fireball” submetidas em função de diferentes telas de sombreamento e doses de Ethrel [®] . Fortaleza-CE, 2015.....	45
Figura 10- Área foliar (AF) e razão da área foliar (RAF) de mudas de <i>Neoregelia</i> “fireball” submetidas a diferentes concentrações de Ethrel [®]	46
Figura 11- Clorofila a – Chla (A) e clorofila b – Chlb (B) de mudas de <i>Neoregelia</i> “fireball” submetidas a diferentes concentrações de Ethrel [®]	50
Figura 12- Teor de antocianina de mudas de <i>Neoregelia</i> “fireball” submetidas a diferentes concentrações de Ethrel [®]	51
Figura 13- Coloração das folhas da bromélia <i>Neoregelia</i> ‘fireball’ cultivadas na tela de sombreamento de 70% sob diferentes dosagens do produto comercial Ethrel [®] . Fortaleza-CE, 2015.....	53

LISTA DE TABELAS

- Tabela 1- Resultado da análise química da fibra de coco utilizada no cultivo das mudas de *Neoregelia 'fireball'* no Campus do Pici/UFC, realizada no Laboratório de Fertilidade e nutrição de Plantas da UFERSA. UFC, Fortaleza-CE, 2015. 34
- Tabela 2 - Resumo das análises de variância do número de perfilhos (NP), número de folhas (NF), diâmetro da roseta (D.ROS), massa seca da parte aérea (MSPA), massa seca dos perfilhos (MSPE), área foliar (AF) e razão da área foliar (RAF) de plantas de bromélia *Neoregelia 'fireball'* em função de diferentes telas de sombreamento e doses de Ethrel[®]. Fortaleza-CE, 2015..... 41
- Tabela 3 - Médias do número de perfilho (NP), número de folhas (NF), diâmetro da roseta (DROS), massa seca da parte aérea (MSPA), massa seca dos perfilhos (MSPE), área foliar (AF) e razão de área foliar (RAF) da bromélia *Neoregelia "fireball"* em função de diferentes telas de sombreamento e doses de Ethrel[®] no terceiro estágio de desenvolvimento da inflorescência (E3). Fortaleza-CE, 2015..... 42
- Tabela 4 - Resumo das análises de variância de clorofila a (Chla), clorofila b (Chlb), clorofila total (CT); carotenóides e antocianina da bromélia *Neoregelia "fireball"* em função de diferentes telados e doses de Ethrel[®]. Fortaleza-CE, 2015. 47
- Tabela 5 - Médias de clorofila a (Chla), clorofila b (Chlb), clorofila total (CT), carotenóides e antocianina da bromélia *Neoregelia "fireball"* em função de diferentes telados e doses de Ethrel[®]. Fortaleza-CE, 2015..... 48
- Tabela 6 - Resumo das análises de variância da concentração interna de CO₂ (Ci), taxa de transpiração (E, mmol H₂O m⁻² s⁻¹), condutância estomática (gs, mol H₂O m⁻² s⁻¹), fotossíntese líquida (A, μmol CO₂ m⁻² s⁻¹) e as relações: Ci/Ca - concentração interna de CO₂ sobre a concentração de CO₂ externa atual (μmol CO₂) e A/Ci - concentração interna de CO₂ sobre a fotossíntese líquida da bromélia *Neoregelia 'fireball'* em função de

	diferentes telas de sombreamento e doses de Ethrel [®] . Fortaleza-CE, 2015.....	52
Tabela 7 -	Médias da concentração interna de CO ₂ (C _i), fotossíntese líquida (A, μmol CO ₂ m ⁻² s ⁻¹) e as relações: C _i /C _a - concentração interna de CO ₂ sobre a concentração de CO ₂ externa atual (μmol CO ₂) e A/C _i - concentração interna de CO ₂ sobre a fotossíntese líquida da bromélia <i>Neoregelia fireball</i> em função de diferentes telados e doses de Etrhel. Fortaleza-CE, 2015.....	53

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

IBRAFLO	Instituto Brasileiro de Floricultura
NP	Número de perfilhos
SCP	Soma de comprimento de perfilhos
NF	Número de folhas
DV	Diâmetro vertical da planta
DH	Diâmetro horizontal da planta
D.ROSET.	Diâmetro da roseta
CSR	Comprimento do sistema radicular
MSPA	Massa seca da parte aérea
MSRA	Massa seca da raiz
AF	Área foliar
RAF	Razão da área foliar
ABA	Ácido abscísico
IAA	Ácido idolacético
ACC	Aminociclopropano
DNA	Àcido desoxiribonucléico
RNA _m	Àcido ribonucleic mensageiro
RNA _r	Àcido ribonucleico ribossômico
pH	Potencial hidrogeniônico
UFC	Universidade Federal do Ceará
IRGA	Infra Red Gas Analyser
DMSO	Dimetilsulfóxido
Ch _l a	Clorofila a
Ch _l b	Clorofila b

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	16
2	REVISÃO DE LITERATURA	18
2.1	Bromélias.....	18
2.1.1	<i>Origem e histórico</i>	18
2.1.2	<i>Botânica</i>	19
2.1.3	<i>Produção comercial e importância econômica</i>	22
2.2	Luminosidade.....	23
2.3	Cultivo em ambiente protegido .	26
2.4	Hormônios e reguladores vegetais	28
2.5	Hormônios vegetal etileno: Ethrel e o florescimento de plantas ornamentais.....	30
3	MATERIAIS E MÉTODOS	32
3.1	Número de Perfilhos (NP).....	36
3.2	Número de folhas (NF).....	36
3.3	Diâmetro da roseta (DROS; mm).....	36
3.4	Área foliar, razão da área foliar e área foliar específica (AF;RAF; e AFE; cm ² .g ¹).....	36
3.5	Clorofila a, clorofila b, clorifila total e carotenóides (Chla, Chlb, Cht e Car)	36
3.6	Antocianinas	37
3.7	Trocas Gasosas	38
3.8	Massa seca da parte aérea, da raiz e dos perfilhos (MSPA; MSRA; e, MSPE;g)	39
4	RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	40
4.1	Avaliação morfoagronômica das bromélias.....	40
4.2	Análise de pigmentos em <i>Neoregelia "firebal "</i>	46
4.3	Trocas gasosas foliares	51
5	CONCLUSÃO.....	55
	REFERÊNCIAS	56

1 INTRODUÇÃO

O cultivo de plantas ornamentais está voltado à produção de plantas que não são utilizadas para alimentação, sendo seu objetivo principal embelezar, decorar ou realçar o ambiente. Estão inclusas neste cultivo todas as plantas de floricultura ou culturas de viveiro, arbustos, árvores de pequeno porte e gramas (OLIVEIRA & BRAINER, 2007). Essa atividade foi introduzida no país, e segundo com Aki (2005) a partir da iniciativa de imigrantes, principalmente portugueses, japoneses, italianos, alemães e holandeses que por meio de técnicas e práticas de manejo, transformaram, aos poucos, a floricultura em uma atividade lucrativa.

A floricultura, além de seu indiscutível papel econômico, exerce importantes funções sociais, culturais e ecológicas. Praticada de forma intensiva, valoriza a mão de obra, explora áreas menores, e possibilita alto retorno econômico ao produtor (KAMPF, 2000). O SEBRAE (2012) complementa quando afirma que as flores e plantas ornamentais têm despertado o interesse das pessoas em cultivar espécies atraentes, que além do papel econômico possam proporcionar uma sensação de bem estar em seu cotidiano.

O Brasil apresenta uma grande amplitude edafoclimática, que favorece o cultivo de flores e plantas ornamentais. Tal característica permitiu ao mercado interno, com o agronegócio de flores e plantas ornamentais, movimentar R\$ 619 milhões em valor bruto de produção no ano de 2013. Esse volume de vendas foi oriundo do segmento de plantas para paisagismo e jardinagem (41,55%), seguido pela categoria de flores e folhagens de corte (34,33%) e pela categoria de flores e plantas envasadas (24,12%) (JUNQUEIRA E PEETZ, 2014).

Dentre as inúmeras espécies que compõe o diversificado mercado de plantas ornamentais, as bromélias merecem destaque. Segundo Rocha (2002) as variedades brasileiras de bromélias são bastante apreciadas em todo o mundo pela diversidade de cores, formas, desenhos da própria planta e, principalmente, por suas inflorescências que despertam grande interesse comercial, porém apresentam um desafio a ser alcançado pelos pesquisadores como o longo período juvenil da espécie que, conseqüentemente, contribui para a desuniformidade no florescimento dificultando o planejamento da produção.

O procedimento de induzir o florescimento em bromélias ornamentais de valor comercial já vem sendo realizado, considerando principalmente, as espécies dos gêneros *Guzmania*, *Aechmea*, *Tillandsia*, *Vriesea* e *Neoregelia* (Mekers *et al.*, 1983, Almeida *et al.*, 2003, Dukovski *et al.*, 2006) que têm grande demanda no mercado. Para suplantar este problema em cultivos comerciais, têm sido utilizados pelo produtor, formulações químicas que

liberam o etileno, já que este hormônio tem sido citado como um dos principais estimuladores do florescimento em plantas (TAIZ & ZEIGER, 2013).

Dentre os indutores florais mais utilizados destaca o etileno, um hormônio que regula uma série de respostas durante o crescimento e desenvolvimento da planta, destacando-se principalmente sua influencia direta no florescimento de diversas espécies (Dukovski *et al.*, 2006). Uma das características do etileno, caracteriza a preferência de vários pesquisadores sua alta taxa de difusão, que dificulta sua aplicação no campo na forma gasosa. Dessa forma existem no mercado vários produtos que liberam sua aplicação por um determinado tempo, como Souza *et al.* (2009) afirma que o etefom ou ácido 2-cloroetil fosfônico, conhecido com o nome comercial de Ethrel[®].

No entanto, não apenas a aplicação exógena de fitorreguladores, mas também aspectos edafoclimáticos relacionados à produção da cultura também podem influenciar nos aspectos produtivos, seja em quantidade, seja em qualidade. Confirmando tais colocações, Sentelhas *et al.* (2006) destaca que a quantidade de radiação solar em resposta ao sombreamento é um fator determinante nas características externas de bromélias, como coloração, tamanho das plantas e o florescimento de diversas espécies. Kampf (2000) afirma também que os diferentes gêneros de bromélias requerem diferentes intensidades de luz para o seu pleno desenvolvimento.

Pandorfí (2006) ainda ressalta que a intensidade da radiação, concomitante à elevação da temperatura do ar, promove um acréscimo da carga térmica no interior do ambiente protegido, a ponto de alterar os metabolismos normais das culturas, ocasionando diversos prejuízos na produção e na indução florais de várias espécies.

Com base no exposto, o objetivo desse trabalho, foi avaliar os efeitos combinados de restrição de luz, a partir do uso de telas de sombreamento, associadas à aplicação de cinco doses do produto comercial Ethrel[®], na indução ao florescimento e perfilhamento da bromélia *Neoregelia* “fireball”.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Bromélias

2.1.1 Origem e Histórico

O primeiro relato sobre a existência das bromélias em nossa civilização foi em 1493, por meio da segunda viagem de Cristovão Colombo a América. Segundo a história, os nativos da ilha de Guadalupe utilizavam uma planta muito saborosa em sua alimentação, chamada de Karatas, hoje conhecida comumente como Abacaxi (*Ananas ocomosus*). No Brasil as bromélias eram conhecidas pelos índios, que utilizavam suas folhas para extração de fibra e seus frutos para alimentação.

Apenas a partir do século XX, o cultivo de bromélias passou a ser apreciado e admirado em escala comercial. Na década de 70 o comércio de bromélias começou a se aquecer, principalmente com o consumo de *Aechmea fasciata*, espécie nativa do estado do Rio de Janeiro. Tal fato acabou promovendo um interesse por parte dos consumidores por outras espécies de menor expressividade. Dessa forma, não havia a produção agrícola de bromélias, e sim, o extrativismo, que acabou provocando problemas ambientais, como a redução da diversidade específica na população vegetal (Oikos, 2007).

As bromélias são originárias, de acordo com muitos pesquisadores, do continente americano. Segundo trabalhos de Paula (2005), com exceção da espécie *Pitcarnia feliciana*, que é encontrada na África, todas as outras estão distribuídas entre no Texas, Estados Unidos, e na região central da Argentina e do Chile. Segundo Leme (1984) hoje podemos encontrar bromélias tanto ao nível do mar, quanto em altitudes acima de 4000 m, em zonas de elevada precipitação, e até mesmo em áreas semiáridas ou desérticas.

Essas plantas são pertencentes a família Bromeliaceae, considerada essencialmente neotropical sendo possuidora de mais de 3000 espécies distribuídas em 56 gêneros (LUTHER, 2006). Paula (2005) afirma que no Brasil se encontram mais da metade das espécies catalogadas e 70% dos gêneros de toda a família.

Acredita-se que 40% das espécies e 80% dos gêneros são nativos, sendo 22% destes endêmicos do território brasileiro, o que destaca o país, entre os mais importantes em termos de variabilidade genética nesta família. As bromélias podem ser observadas em todo território brasileiro (Figura 01), sendo comuns a vários biomas e habitats, como a Caatinga, a Floresta

Amazônica, o Cerrado e a Mata Atlântica (FORZZA, 2005; TERAO *et al.*, 2005; LUTHER, 2006).

O grande interesse na maioria das bromélias, nos últimos anos, vem sendo associado ao seu potencial ornamental, principalmente pelo exotismo das plantas que apresentam inflorescências vistosas, brácteas coloridas e folhas distribuídas em forma de roseta. Segundo Coffani-Nunes (2002), Matteo (2002) e Frazão (2006), as bromélias têm sido comercializadas principalmente para decorações de interiores e projetos paisagísticos.

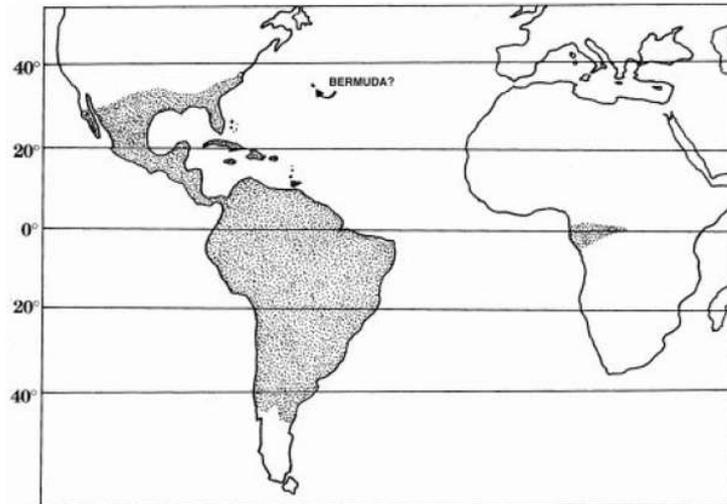


Figura 01: Distribuição da família Bromeliaceae. Fonte: Benzing (2000).

As bromélias do gênero *Neoregelia* vêm sendo comercializadas nos últimos anos, principalmente como plantas de vaso e para paisagismo de interiores. São consideradas plantas vistosas, de cultivo relativamente fácil, onde para comercialização muitas pessoas apreciam a floração. Ainda que vários trabalhos sobre a indução de florescimento nas bromeliáceas já tenham sido conduzidos, as bromélias pertencentes ao gênero das *Neoregelias* estão sendo analisadas com a forte relação que o florescimento tem com as condições de cultivo e aspectos de luz e temperatura, com objetivo de obter informações sobre as regiões mais específicas para o desenvolvimento de plantas de qualidade (Black e Dehgan, 1994, Almeida *et al*, 2003, Dukovski *et al*, 2006).

2.1.2 Botânica

As bromélias são pertencentes à família Bromeliaceae que, de acordo com Paula (2000), teve início com Linnaeus, através do estabelecimento do gênero *Bromelia*, constituído

de 14 espécies. Mais tarde a bromélia foi integrada à família Bromeliaceae. Essa família é a única integrante da ordem Bromeliales, que possui 56 gêneros e 3086 espécies, classificadas em três subfamílias: Pticairnoideae, Tillandsioideae e Bromelioideae.

As bromélias constituem um grupo diversificado de plantas com hábitos rupestres, terrestres ou epifíticos (Smith e Downs, 1979). sede forma geral se caracterizam por serem plantas monocotiledôneas, herbáceas, epífitas, perenes, com folhas geralmente formando uma roseta onde, na maioria das espécies, acumula água. Suas folhas apresentam tricomas, chamado de escamas foliares que conferem às plantas a capacidade singular de absorção de água e nutrientes, até mesmo do ar (Paula, 2000). Esta capacidade de absorção, segundo BSI (2015), confere as bromélias a designação de “plantas do ar”.

As principais características morfológicas que diferenciam as três subfamílias estão relacionadas ao tipo de fruto e semente produzido, a margem das folhas e posição do ovário formados (SMITH & DOWNS, 1974).

A subfamília Pticairnoideae é normalmente referida como a mais primitiva entre as três subfamílias, apresentando ovário súpero, fruto em cápsula com sementes geralmente providas de alas ou de outros apêndices. Essa subfamília inclui plantas terrestres, que geralmente apresentam folhas com espinhos nas margens (SMITH & DOWNS, 1974; FORZZA, 2005; MOREIRA *et al.*, 2006; SANTOS, 2009).

Já a Tillandsioideae já possui plantas essencialmente epífitas, sendo consideradas as espécies mais especializadas, apresentando folhas com margem inteira, ovário súpero ou raramente semi-ínfero (*Glomeroptcainria*) e sementes com tufo de apêndices plumosos nas extremidades (MOREIRA *et al.*, 2006 SANTOS, 2009).

A subfamília Bromelioideae, caracteriza-se por apresentar plantas de formas e habitats variados, classificadas como terrestres ou epífitas, os frutos são do tipo baga, ovário súpero, sementes não apresentam apêndices e as folhas possuem espinhos nos bordos, sendo a raiz responsável pela absorção de nutrientes e fixação da planta (PAULA, 2000; MOREIRA *et al.*, 2006). No Brasil, tal subespécie é encontrada em todos os ecossistemas e apresenta cerca de 40 gêneros e 1200 espécies, sendo seu principal ponto de ocorrência a Mata Atlântica (Souza e Lorenzi, 1998; Collins, 1960; Paula e Silva, 2004).

De acordo com Rocha (2002), além da diversidade de ecossistemas em que as bromélias podem habitar, estas podem permanecer em vários tipos de solos (terrestre), sobre acúmulos orgânicos (epífitas) e também diretamente sobre rochas nuas (rupícolas). De forma geral a maioria das espécies conhecidas são epífitas, tendo as raízes dessas plantas uma função

principal de sustentação, utilizando utilizam os galhos de outros vegetais para poderem alcançar uma posição estratégica e receberem maior luminosidade e drenagem adequada.

Durante a evolução as bromélias conseguiram adaptar-se a diversos tipos de ambiente de acordo com as condições de clima e luminosidade. Segundo Rocha (2002) a escolha do ambiente para as plantas que compõe essa família vai variar de gênero para gênero e de acordo com as diferentes situações topográficas da região:

- Heliófitas: espécies exigentes de luz, que geralmente estão fixadas nos galhos superiores e médios das árvores mais altas;
- Esciófitas: são aquelas espécies tolerantes à sombra, espécies sempre fixadas a pouca altura ou estabelecidas no solo ou em pedras;
- Mesófilas ou Indiferentes: fixadas em troncos, em galhos médios ou inferiores das árvores.

Fatores como o excesso de luz ou a ausência dela, podem prejudicar o desenvolvimento das bromélias. Paula (2000) complementa que a devido à falta de luz as plantas podem apresentar sintomas como folhas macias, caídas e mais longas que o normal. Já o excesso de luz pode ocasionar folhas amareladas ou amarronzadas, ressecadas, mais curtas que o normal da espécie, além de diversas queimaduras.

Segundo Reetz (2007), as bromélias podem apresentar:

- Raízes: nas bromélias epífitas, as raízes tem a função principal de elemento de fixação, pois a nutrição é feita por pelos escamosos;
- Caule: todas as bromeliáceas têm caule, que na maioria das vezes apresentam-se curtos, torcidos e cobertos por folhas que formam uma roseta.



Figura 02 – Mudas e perfilhamento de *Neoregelia* “fireball”. Fortaleza, CE.

Fonte: Pereira, 2015.

- Folhas: apresentam uma base alargada, chamada de bainha, que na maior parte das bromélias epífitas desempenha um papel importante na alimentação da planta. São providas de pelos escamosos que absorvem o alimento. Sua inserção no caule e a disposição das bordas formam um receptáculo, que permite armazenar água. A coloração da bainha é muito variada nas diferentes espécies. A lâmina foliar é ligulada, linear e cilíndrica.

- Inflorescências: simples ou compostas, onde na maioria das vezes apresenta brácteas bastante coloridas e vistosas;

- Flores: todas são trímeras, nascem na axila de uma bráctea, são hermafroditas ou unissexuadas;

- Fruto: baga ou cápsula;

- Sementes: são nuas, aladas ou até mesmo plumosas.

2.1.3 Produção comercial e importância econômica

De acordo com o Instituto Brasileiro de floricultura – IBRAFLO (2015) no Brasil, a profissionalização e o dinamismo comercial da floricultura são fenômenos relativamente recentes. No entanto, a atividade já contabiliza números extremamente significativos. Atualmente o país conta com cerca de 8 mil produtores de flores e plantas que juntos cultivam mais de 350 espécies com aproximadamente três mil variedades.

Segundo Junqueira e Peetz (2014), existem 7.800 produtores trabalhando no setor da floricultura brasileira, os quais, em seu conjunto, cultivaram em 2013, uma área total de 13.468 hectares. Grande parte desse volume de produtos mobiliza no mercado interno de flores cerca de US\$ 1.3 bilhões por ano, com um consumo *per capita de* US\$ 7 movimentando 18.000 pontos de vendas e 28 centros atacadistas em todo o Brasil (REETZ, 2007).

Dentre as espécies de flores ornamentais cultivadas e comercializadas em vaso, as bromélias se destacam como uma das principais, devido principalmente a seu grande potencial florístico, sendo muito utilizadas em projetos paisagísticos. Dessa forma a elevada demanda por espécies exóticas e diferentes das que são tradicionalmente encontradas pelos consumidores, conferem às espécies nativas de bromélias, elevado potencial para a promoção do desenvolvimento rural (ANACLETO; NEGRELLE, 2009; NEGRELLE; MITCHELL; ANACLETO, 2011).

A comercialização de bromélias para fins ornamentais cresceu muito no final do século XX, conquistando paisagistas e consumidores. Características como fácil adaptação,

beleza, originalidade, boa durabilidade e versatilidade, tornaram as espécies de bromélias cada vez mais apreciadas para ornamentações de interiores e exteriores. Apesar do sucesso, a maior parte das bromélias com potencial ornamental são provenientes do extrativismo predatório, isso porque o acesso a esses materiais na natureza ainda é relativamente fácil (BERED *et al.*, 2007).

As bromélias mais comercializadas são aquelas pertencentes ao gênero *Aechmea*, *Guzmania*, *Neoregelia*, *Tillandsia* e *Vriesea* são as mais comercializadas (JUNQUEIRA & PEETZ, 2008). Este grupo de espécies, no Brasil, somente teve relevância econômica a partir da década de setenta, quando *Aechmea fasciata* (Lindley) Baker, com inflorescência de tonalidade rosa intenso, até então característica marcante em outras plantas ornamentais, despertou grande interesse pelos consumidores provocando grande procura por essa espécie. Posteriormente outras espécies também tiveram seu uso e procura elevada, passando então, a serem domesticadas e cultivadas (REITZ, 1983, PAULA; SILVA, 2004).

Em escala comercial a produção de bromélias se tornou uma atividade economicamente rentável e uma boa opção dentro da cadeia de produção de flores e plantas ornamentais no Brasil (ROCHA, 2000). O aumento crescente em sua produção comercial é vantajoso tanto para o produtor como para o meio ambiente, já que reduz o extrativismo predatório de algumas espécies que já se encontram em processo de extinção (Kanaschiro, 1999).

O cultivo das bromélias, assim com a floricultura em geral, é uma atividade que pode ser desenvolvida em pequenas áreas, aproveitando a mão de obra de jovens rurais e, com isso auxiliando na redução da velocidade do êxodo em áreas rurais. Além disso, pode empregar força de trabalho feminina, o que contribui para a equidade de gênero, além de proporcionar significativos ganhos econômicos (IBRAFLOR, 1999; JUNQUEIRA; PEETZ, 2002; JUNQUEIRA; PEETZ, 2008).

2.2 Luminosidade

Toda a vida na Terra é mantida por um fluxo de energia proveniente do sol e que passa pela biosfera, e regula o balanço de energia da Terra. A energia radiante é fixada em energia química potencial por meio do processo fotossintético, e utilizada por todos os componentes de cadeia alimentar para realizar os processos vitais, proporcionando um ambiente favorável para a vida dos organismos (LARCHER, 2000).

A luz desempenha importante papel no desenvolvimento do vegetal, podendo controlar processos associados ao acúmulo de matéria seca, desenvolvimento do caule, altura e

área foliar (Alvarenga *et al.*, 2003). Kerbauy (2004) relata que dentre os fatores abióticos que interferem no desenvolvimento das plantas, a energia luminosa é a que mais influencia o vegetal uma vez que atua sobre a fotossíntese, no fotoperiodismo, na fotomorfogênese e no amadurecimento dos frutos. Lima *et al.* (2013), cita a luz como um elemento essencial para o desenvolvimento das plantas, especialmente para a produção de flores.

A luminosidade é um fator essencial, para a primeira etapa da cadeia de produção, já que envolve a fixação de CO₂, insumo essencial para a produção de fotoassimilados. Para algumas etapas de produção, como na produção de mudas e/ou produção de espécies de elevado valor comercial, como as flores, a radiação solar pode ser considerada um elemento para o qual as práticas de manejo podem ou não se tornar limitantes, sendo sua complementação, para fins de fotossíntese, utilizada (Andriolo, 2000).

Baseado no exposto, a escolha do material de cobertura do ambiente protegido é de fator decisivo para a manutenção e desenvolvimento da cultura, alterando ou não a radiação solar que é transmitida ao interior da estufa, beneficiando as plantas de acordo com suas necessidades fisiológicas (BLISKA *et al.*, 1996; ROCHA, 2002). Assis (2004) afirma que a cobertura do ambiente protegido pode alterar o balanço de energia em relação ao ambiente externo e a proporção de radiação difusa, que pode penetrar melhor no dossel da cultura e favorecer assim o seu melhor aproveitamento de energia.

Trabalhos que estudam os efeitos de níveis de sombreamento em plantas ornamentais são crescentes, tanto no que se refere ao desenvolvimento das plantas como na produção e qualidade de flores e folhagens (CONCEIÇÃO, 2009). Dentro desse aspecto o conhecimento das exigências de radiação é fundamental para o sucesso da produção das espécies, auxiliando os produtores no manejo de estruturas adequadas e que maximizem a produção com qualidade.

De acordo com Pandorfí (2006) a intensidade da radiação, concomitantemente à elevação da temperatura do ar pode promover um acréscimo da carga térmica no interior do ambiente protegido, acarretando alterações no metabolismo das culturas, ocasionando prejuízos na produção e na indução floral. Dessa forma, uma das medidas adotadas para se minimizar o efeito do excesso da radiação em plantas ornamentais seria a utilização de malhas ou telas de sombreamento.

Para as bromélias, Kampf (2000) cita que a diversidade de grupos e espécies indica a uma necessidade diferenciada de luz para o desenvolvimento de cada uma delas. Aechmeas, por exemplo, podem requerer diferentes intensidades de luz variando entre 500 a 1000 lux, já as Guzmanias, necessitam de um nível de luminosidade bem menor, variando de 300 a 500 lux.

Carvalho *et al.* (1998), Carvalho & Rocha (1999), e Laube & Zotz (2003) provaram existir relação direta entre a intensidade de luz do ambiente e as características das folhas de bromélias. Dependendo da quantidade de luz que incida sobre a planta, ela poderá ter determinada coloração, tamanho e formato. Segundo Reetz (2007) quando a planta é exposta ao sol intenso, suas folhas tornam-se avermelhadas; quando aparecem verdes ou pintadas de roxo é quando estão mais expostas à sombra.

As plantas apresentam uma plasticidade fenotípica, onde segundo Kim *et al.* (2005) modificam sua forma e estrutura em resposta a luminosidade ambiental, permitindo maior eficiência fotossintética. Associada a isso está o fato de que a partir dos parâmetros anatômicos, fisiológicos e bioquímicos, as bromélias possuem a capacidade de se ajustarem a essa plasticidade quando são submetidas à condição de estresse luminoso (SILVA, 2013; DELAGRANJE, 2011).

Em cultivos protegidos, as variações do ambiente são passíveis de serem controladas de modo a tornar o ambiente mais adequado ao pleno desenvolvimento das culturas (Medeiros, 2002), e quando se trata do cultivo de bromélias, a quantidade da radiação solar incidente nas plantas é considerada o fator determinante para características como cor, tamanho, formato e o desenvolvimento de inflorescências (CARVALHO & ROCHA, 1999; SENTELHAS & HOLCMAN, 2006). Sendo assim, os diferentes gêneros de bromélias requerem diferentes intensidades de luz para seu pleno desenvolvimento.

De acordo com Markesteijn *et al.* (2007) as folhas de plantas desenvolvidas sob diferentes intensidades de irradiação solar apresentam características morfoanatômicas relacionadas para muitas espécies, principalmente aos fatores quantidade e interação de irradiação recebida e disponibilidade hídrica. Em outros trabalhos Juss.Pereira (2011) constatou que em bromélias a anatomia foliar respondeu a dissipação de calor e diminuição da transpiração e aquecimento interno das estruturas nas folhas apresentando uma maior área foliar e comprimento das folhas de sombra.

2.3 Cultivo em ambiente protegido

O ambiente protegido pode ser definido como uma forma de produção de plantas protegida de adversidades como geadas, ventos, chuvas e granizo, permitindo à estas melhores condições de desenvolvimento e produção fora dos períodos caracterizados como ideais para seus cultivos em campo (COLETTI, 2009; Sanchez e Figueiredo, 2011).

O sistema de plantio em ambiente protegido teve início de forma empírica. Sua concepção inicial e uso se restringiam ao armazenamento de energia no interior de ambientes e na proteção das plantas contra as adversidades climáticas, principalmente atuando como efeito “guarda-chuva” (GOTO & HORA, 2007). Relatos de Van den Muijzenberg (1980) afirmam que a produção agrícola em condições de ambiente protegido é antiga, com primeiros registros que do cultivo de vegetais no Egito, há aproximadamente 4000 a.C. Segundo Costa (2009), nas últimas décadas o cultivo em ambiente protegido tem aumentado consideravelmente, não só em nível de países desenvolvidos, mas também naqueles em desenvolvimento.

O cultivo em ambiente protegido tem se apresentado como uma alternativa altamente rentável para alguns setores agrícolas, como a olericultura e a floricultura, principalmente em regiões onde o clima pode ser considerado o fator mais limitante. Segundo Carvalho *et al.* (2011) e Guiselini *et al.* (2010) o cultivo em ambiente protegido tem sido utilizado principalmente com o intuito de obter produto de melhor qualidade, aumentar a produtividade e colocar no mercado um produto que em condições de campo aberto não seria possível.

No que se refere à produção de flores, de acordo com Guiselini *et al.* (2010), o ambiente protegido é utilizado com a finalidade de possibilitar e assegurar maior qualidade de produção e atender a sazonalidade da demanda do mercado interno, já que algumas das principais épocas de comercialização de flores não são propriamente as mais adequadas para seu cultivo em campo, principalmente nas principais regiões produtoras deste segmento agrícola que se localizam em áreas de clima subtropical e altitude elevada, com temperatura amena (Conti *et al.*, 2002), o que nem sempre é o mais adequado para as espécies comerciais.

Quanto às estruturas mais utilizadas no Brasil para a produção do cultivo em ambiente protegido, importante destaque pode ser feito para os abrigos não climatizados, ou seja, sem sistema artificial de aquecimento ou resfriamento, com controle parcial de temperatura e umidade, principalmente através do manejo de abertura e fechamento das cortinas laterais (Goto *et al.* 2005). Segundo Taiz e Zeiger (2013) para que haja maior eficiência dos vegetais no cultivo em ambiente protegido tipo abrigo, faz-se necessário compreender a interrelação da planta e dos fatores microclimáticos dentro do ambiente de crescimento.

De forma geral, os vegetais apresentam capacidade de adaptação a diversos ambientes, onde as características dos locais em que a planta está localizada (habitat) determina o grau de insolação ou sobreamento sobre eles (Rocha, 2002). Dessa forma, as bromélias que estão localizadas em ambientes mais sombreados têm folhas mais compridas e mais estreitas

(mais com maior superfície), diferentes daquelas que permanecem em ambientes mais expostos a uma maior incidência de luz solar. As plantas presentes em ambientes mais sombreados aumentam sua superfície foliar para receber maior quantidade de luz solar, que é essencial para a realização das atividades metabólicas dos vegetais como fotossíntese e crescimento.

Em plantas de curauá (*Ananas comosus* var. *erectifolius*) Oliveira *et al.* (2008), obtiveram resultados satisfatórios para estrutura foliar em diferentes intensidades de radiação fotossinteticamente ativa, com maiores médias de densidade estomática para as plantas que foram cultivadas sob o sombreamento de 54% e menores médias para aquelas cultivadas a pleno sol. Em outras pesquisas, Meira *et al.* (2012) avaliou que o crescimento, a produção de fitomassa e teor de óleo essencial de (*Melissa officinalis*), sob diferentes níveis de sombreamento aumentou o processo fotossintético beneficiando a produção e o desenvolvimento das plantas, quando estas foram cultivadas com sombreamento de 50%.

Alguns estudos realizado por Oliveira *et al.* (2013) verificaram que a relação da temperatura abaixo de 15°C a baixa intensidade de radiação solar, promoveram diminuição de assimilados nas plantas proporcionando a ocorrências de brotos cegos nas roseiras, inviabilizando a planta de produzir hastes florais de valor comercial devido a redução de produtividade da cultura. O mesmo autor ainda ressalta que a técnica de cultivo em ambiente protegido auxilia na redução das necessidades hídricas (irrigação) por meio do uso mais eficiente da água pelas plantas e pela redução de fatores inerentes a evapotranspiração.

Outras pesquisas segundo Souza (2012) contribuem afirmando que plantas ornamentais de alpínia, a influência de malhas de sombreamento vermelha, azul e preta afetaram consideravelmente a formação e o desenvolvimento de brotos da espécie. Kamp (2000) e Menezes *et al.*(2004) complementam que a maioria das orquídeas apresenta danos foliares em presença da radiação solar direta que em cultivos comerciais podem ser atenuados com a utilização de telas de sombreamento, reduzindo assim a temperatura interna dos abrigos, se tornando uma das soluções de maior custo benefício que está sendo empregada pela população.

2.4. Hormônios e reguladores vegetais

Reguladores vegetais determinam o controle de funções fisiológicas na planta, uma vez que eles influenciam seu metabolismo e desenvolvimento de diversos processos fisiológicos. Tais substâncias desempenham uma função de extrema importância quando se trata de organizar o mecanismo de informações entre órgãos, tecidos e células via simplasto e/ ou apoplasto (CASTRO *et al.*; 2012).

Para Taiz & Zeiger (2013) os principais meios de comunicação intercelular são os hormônios, conhecidos como mensageiros químicos primários que carregam a informação entre células e, desta forma, coordenam o seu crescimento e desenvolvimento de forma adequada. De forma geral, os hormônios vegetais são compostos orgânicos sintetizados em uma determinada parte da planta, que são direcionados para outra parte onde, quando submetidos a uma baixa concentração, causam uma resposta fisiológica, ou seja, mudança no metabolismo da planta (Salisbury e Ross, 2013). Os cinco grupos de hormônios vegetais de plantas conhecidos são: auxinas (Ácido Indolacético - IAA, Ácido 22-Indolbutírico - IBA, Ácido giberélico (Gás em várias formas), Citocininas (Zeatina, Cinetina, 6-BA), Etileno (Etephon) e Ácido abscísico (ABA)) (OLIVEIRA, 2009).

Com funções similares aos hormônios vegetais que são substâncias naturais produzidas pela própria planta, os fitorreguladores são sintetizados quimicamente. Os reguladores vegetais ou biorreguladores são substâncias sintetizadas que aplicadas exogenamente possuem ações similares aos grupos de hormônios vegetais (Castro e Vieira, 2001). Tais substâncias podem ser aplicadas diretamente em diversas partes das plantas como nas folhas, frutos e sementes promovendo alterações nos processos vitais e estruturais. Na agricultura, embora a utilização destes reguladores seja direcionada a espécies que demandam um alto nível tecnológico (Vieira e Castro, 2001), seu uso tem promovido aumento na produtividade de diversas espécies vegetais (DOURADO NETO *et al.*, 2004).

Mesmo em pequenas quantidades, os reguladores de crescimento, promovem, inibem ou modificam o crescimento e desenvolvimento das plantas. A eficiência e modo de ação desses compostos podem ser atribuídos à sua mobilidade através do organismo, como também ao potencial para amplificação dos sinais e a capacidade de promover ações reguladoras através dos inúmeros processos bioquímicos e fisiológicos existentes (DINIZ *et al.*, 2009 apud Machado 2012).

No que se refere às plantas ornamentais há pesquisas ainda em andamento que visam melhorar padrões estéticos que tornem às plantas com porte mais robusto e altura mais elevada. Cuquel *et al.* (2005) complementa afirmando que alguns estudos têm demonstrado a potencialidade de utilização de biorreguladores para melhoria de qualidade em plantas ornamentais, tornando as plantas vistosas por mais tempo.

Alguns exemplos podem ser mencionados quando se refere a métodos de indução de florescimento em espécies ornamentais. Gueiss, Mike e Cuquel (2005) verificaram que, em gerânio, a pulverização com Stimulate[®] (GA₃) na concentração de 2,58 ml L⁻¹ de água promoveu um aumento de 53% no número de flores por umbela. Em bromélias ornamentais, o

procedimento de induzir o florescimento já vem sendo realizado considerando principalmente as espécies dos gêneros *Guzmania*, *Aechmea*, *Tillandsia* e *Vriesea* (MEKERS *et al.*, 1983, ALMEIDA *et al.*, 2003, DUKOVSKI *et al.*, 2006).

O florescimento em plantas ainda é uma incógnita em muitas espécies vegetais, sendo que o controle do florescimento depende de fatores intrínsecos e extrínsecos para a planta. Na maioria dos casos, vários fatores atuam conjuntamente para que o fenômeno da floração ocorra, envolvendo diversos processos internos à planta e condições ambientais (TAIZ & ZEIGER, 2013).

Segundo Almeida *et al.* (2003) o florescimento desuniforme das bromélias ao longo do período de cultivo dificulta, de forma significativa, o planejamento da produção e o atendimento à demandas sazonais do mercado, sendo, assim, estudos e pesquisas desenvolvidas com as espécies dessa família.

Pesquisas com membros da família Araceae têm apresentado resultados importantes quanto à indução ao florescimento com a aplicação de ácido giberélico (CARDOSO, 2007). Outras pesquisas também tem buscado analisar o efeito do GA₃ em diferentes concentrações, na indução e qualidade do florescimento de orquídeas adultas do gênero *Cattleya*, *Brassocattleya*, e ainda adultas e jovens de *Phalaenopsis*.

Dukovski *et al.*(2006) destaca que o etileno está entre os indutores florais mais utilizados, sendo caracterizado como um hormônio que regula uma série de respostas durante o crescimento e desenvolvimento da planta, destacando sua influência em diversos processos fisiológicos principalmente a floração. Este regulador tem sido utilizado no florescimento de várias espécies ornamentais, principalmente bromeliáceas, principalmente para o atendimento das demandas de mercado em diferentes épocas do ano (REID E WU, 1991; ABELES *et al.*, 1992; CUNHA, 1998).

O etileno é um gás que possui alta taxa de difusão, e de acordo com Barbosa (2007) limita sua aplicação em muitas espécies. Dessa forma sua aplicação pode ser realizada através de compostos, que são comercializados e tem a capacidade de liberar seu princípio ativo, como por exemplo o ethephon, ou ácido 2-cloroetilfosfônico, descoberto na década de 70, presente hoje no mercado com o nome comercial de Ethrel[®].

2.5 Hormônio vegetal etileno: Etrhel e o florescimento de plantas ornamentais

O etileno é produzido a partir da conversão do aminoácido metionina a Sadenosil metionina, posteriormente convertido a aminociclopropano (ACC) através da ação da enzima

ACC sintase, e o ACC dá origem ao etileno por ação da enzima ACC oxidase. Os tecidos meristemáticos e as regiões nodais geralmente apresentam uma produção elevada desse gás, também observada durante a abscisão de folhas, senescência de flores e o amadurecimento de frutos (COLLI, 2004). Raven (2001) complementa que o etileno (C_2H_4) é um gás sintetizado a partir de metionina na maioria dos tecidos em resposta ao estresse, especialmente em tecidos senescentes ou em amadurecimento. Sua mobilidade se dá por difusão a partir do sítio de síntese, e é o único hidrocarboneto com efeito pronunciado nas plantas.

Segundo Mendes (2009) o etileno pode atuar no bloqueio do DNA, retardando a alongação dos entrenós; levar a síntese de um RNAm com suporte do RNAr, conduzindo à síntese de enzimas capazes de desencadear processos fisiológicos relacionados com o perfilhamento, florescência, maturação e senescência. Quanto a indução artificial da floração, este é utilizado principalmente para uniformizar o florescimento, permitindo o planejamento da colheita e a viabilização de forma racional e econômica.

Estudos e pesquisas com esse composto sugerem que concentrações de etileno são frequentemente relacionadas ao estudo das respostas de crescimento, desenvolvimento e florescimento de diversas espécies vegetais. Contudo é muito difícil demonstrar a especificidade de seus efeitos (HALL & SMITH, 1995). Arigita *et al.* (2002) afirmam que o efeito da aplicação exógena de etileno nas respostas fisiológicas das plantas pode ser estudado a partir de precursores como o ACC e de inibidores de biossíntese, criando uma atmosfera rica com a presença desse fitorregulador ou ainda pela eliminação dele através da técnica de ventilação forçada no ambiente de estudo.

Alguns fatores determinam o sucesso dos tratamentos que objetivam a indução de florescimento. Dentro desse contexto Barbosa (2007) sugeriu diante de pesquisas que o conhecimento do estado fisiológico da planta é importante quanto à resposta fisiológica das espécies a aplicação dos produtos comerciais que liberam o etileno, principalmente no que se refere a maior presença de estômatos abertos de três a quatro horas após a aplicação do produto.

A indução artificial da floração é utilizada principalmente para uniformizar o florescimento, permitindo o planejamento da colheita e a viabilização de forma racional e econômica. O Ethephon promove o aumento do teor de etileno na planta, principalmente na região meristemática, onde os produtos são aplicados (CORREIA, 2011), quando absorvido pela planta em solução aquosa, é rapidamente adsorvido e transportado no interior do tecido vegetal (TAIZ & ZEIGER, 2013). Outra característica importante é que pode ser considerado como bastante ácido em solução aquosa, e quando em solução com pH acima de 5,0 ocorre a

hidrólise espontânea da molécula, que acarreta a liberação da molécula de etileno, cuja taxa de liberação é proporcional à medida que o pH é elevado.

Pesquisas com os gêneros de *Aechmea*, *Guzmania* e *Vriesea* na Flórida, recomendaram que a dose de 25mg de Ethrel[®] por planta, onde Almeida *et al.* (2003) trabalhando com mudas de *Guzmania* “Grand Prix de 16 meses de idade aproximadamente recomendaram apenas 12 mg. Diante disso fica claro que a idade fisiológica da planta é uma informação de grande importância para que os tratamentos possam ser eficientes com o produto.

A indução floral em *Neoregelia carolinae* (BEER) L.B. SM e também em mudas de *Aechmea fasciata* (Lindley) Baker, (Bromeliaceae) de acordo com pesquisas de Souza *et al.* (2009) estão sendo pesquisadas com o objetivo de um procedimento de controle maior para o planejamento da produção, visto o florescimento desuniforme que dificulta de forma significativa atender as necessidades do consumidor.

3 MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi desenvolvido na Universidade Federal do Ceará - UFC, Campus Pici, Fortaleza – CE, localizada a 37°48' de longitude W, 3°36' de latitude S a uma altitude de aproximadamente 21 m. Segundo Köppen (1948), o clima da região é do tipo Aw', tropical chuvoso, com temperatura e precipitação média anual de 27° C e 1.338 mm, respectivamente.

O ensaio foi conduzido no período de março a julho de 2015, em três ambientes protegidos do tipo telado, com três densidades de sombreamento (30, 50 e 70%), onde cada estrutura constava com dimensões de 3,8 x 6,0 x 2,0 m de largura, comprimento e altura, respectivamente, localizados no sentido leste-oeste para restrição da luminosidade dentro da Horta Didática da Universidade Federal do Ceará – UFC. A luminosidade dentro dos telados variou de 100 a 800 $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$, sendo essas medidas realizadas com o auxílio de um luxímetro digital portátil, modelo LD-200.

Para caracterização parcial do ambiente de cultivo, diariamente, em cada telado, às 9 horas da manhã foram realizadas leituras da radiação fotossinteticamente ativa, sendo as medidas obtidas em lux e, então convertidas para $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ (Figura 3).

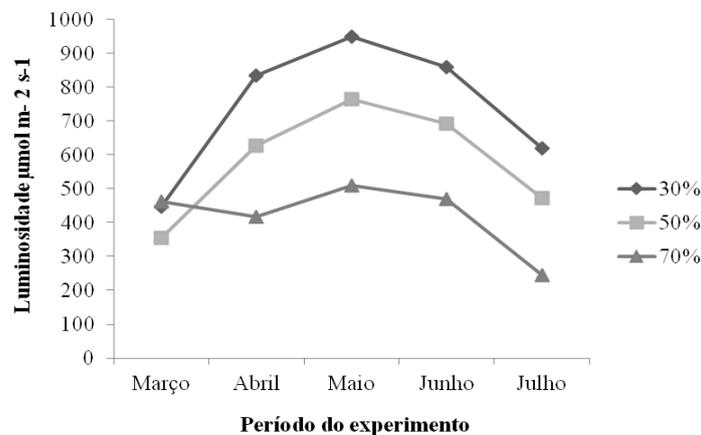


Figura 3 – Dados médios de radiação solar global, no período de março a julho de 2015, para o município de Fortaleza, CE. Fonte: Pereira, 2015.

Os dados referentes à temperatura máxima, temperatura mínima, insolação e umidade relativa média do ar durante a condução do experimento foram obtidos através do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET) para o município de Fortaleza – CE, 2015 (Figura 4):

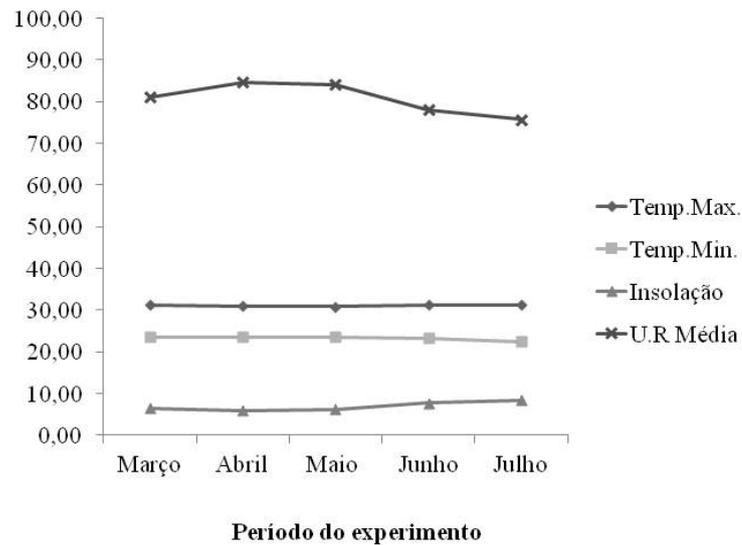


Figura 4 – Dados médios de temperatura máxima e mínima do ar, insolação e umidade relativa média, para o município de Fortaleza - CE, no período de fevereiro a julho de 2015. Fonte: Pereira, 2015.

Mudas de bromélia ornamental da espécie *Neoregelia* “*fireball*” utilizadas para a realização do trabalho, tinham aproximadamente 22 meses de idade e foram obtidas a partir de propagação vegetativa pela Empresa Dflor & flor, no município de Araúja – São Paulo.

Para instalação do experimento, as mudas foram plantadas individualmente em vasos plásticos de cor preta, modelo PF 15 com volume de 1,4L, no dia 28 de fevereiro de 2015 em vasos preenchidos com substrato a base de fibra de coco (Tabela 1) triturada, limpa e esterilizada obtida através da Empresa Casca Agroindústria, localizada no município de Acaráu – CE.

Após a padronização e transplântio das mudas para os vasos definitivos, as plantas permaneceram por um período de 15 dias dentro da estrutura do Orquidário, período necessário para estabilização das raízes no novo substrato. Após o período de adaptação das mudas ao recipiente de cultivo e substrato, foi realizada a aplicação do indutor de florescimento, foi utilizado o produto comercial Ethrel[®], aplicado aos 43 dias após o transplântio das mudas.

Tabela 1 - Resultado da análise química da fibra de coco utilizada no cultivo das mudas de *Neoregelia* ‘*fireball*’ no Campus do Pici/UFC, realizada no Laboratório de Fertilidade e nutrição de Plantas da Universidade Federal do Semiárido - UFERSA. UFC, Fortaleza-CE, 2015.

pH	CE	P	K	Na ⁺	Cu	Fe	Mn	Zn		
água	ds/m	-----mg/dm ³ -----								
5,9	1,94	33,1	1619,1	420,1	0,00	7,4	0,8	1,22		
Ca ²⁺	Mg ²⁺	Al ³⁺	(H+Al)	SB	t	CTC	V	m	PST	
-----cmolc/dm ³ -----							-----%-----			
1,00	1,20	0,05	1,65	8,17	8,22	9,82	83	1	19	

MO: matéria orgânica. T: capacidade de troca catiônica a pH 7. V: Índice de saturação por base. M: índice de saturação por alumínio. PST: porcentagem de saturação por sódio.

Após a aplicação das doses, as plantas permaneceram dentro do Orquidário por 24 horas, período necessário para liberação do etileno pelo produto aplicado. Em seguida, as plantas foram distribuídas nos três telados em delineamento experimental inteiramente casualizados (DIC), sendo em cada telado mantidas quatro repetições de cada tratamento, cada uma delas composta por 5 plantas, uma por vaso, totalizando 20 plantas por tratamento.

Os tratamentos foram organizados em esquema de parcelas subdivididas, onde nas parcelas foi empregado o fator sombreamento e nas subparcelas foi empregado o fator dose do produto comercial. Foram aplicadas as seguintes doses do regulador vegetal comercial Ethrel[®]: D0 – ausência de Ethrel[®] (0 g.L⁻¹), D1 – 2 ml.L⁻¹, D2 – 3 ml.L⁻¹, D3 – 4 ml.L⁻¹, D4 – 8 ml.L⁻¹ e D5 – 16 ml.L⁻¹. As soluções foram aplicadas na roseta das plantas. Plantas tratadas com a dose 0 g.L⁻¹ representaram o tratamento controle, ou testemunha. Para cada dose, aplicou-se 10 ml da solução no centro da roseta, com o auxílio de um bquer e de copos plásticos, um para cada dose respectivamente.

Foi aplicada a cada quinze dias durante o período de desenvolvimento vegetativo, um fertilizante foliar mineral misto Plantafol 20-20-20, mais 0,02% de boro (B), 0,05% de cobre (Cu) e 0,1% de ferro (Fe). Essa adubação foi iniciada 15 dias após a aplicação do indutor de florescimento nas plantas, para evitar que a mistura dos componentes químicos de cada solução interferisse nos resultados da pesquisa.

A aplicação das adubações foi realizada com o uso de um pulverizador manual com capacidade para 5L de solução, quantidade suficiente para todas as plantas de cada ambiente protegido. A irrigação do experimento foi realizada diariamente com o auxílio de um regador manual, conforme a capacidade de campo do substrato.

A avaliação do florescimento (Figura 05) das plantas foi realizado de acordo com a metodologia proposta por Barbosa (2007), a qual permite-se analisar e identificar os estádios de desenvolvimento das inflorescências da seguinte forma:

***ESTÁDIO 0 (E0)**: ausência de sinais de indução ao florescimento;

***ESTÁDIO 1(E1)**: início da emissão de folhas diferenciadas de tamanho reduzido e aspecto compacto (espátula floral);

***ESTÁDIO 2 (E2)**: emissão da inflorescência;

***ESTÁDIO 3 (E3)**: caracterizado pela abertura das primeiras flores que constituíram a inflorescência da bromélia *Neoregelia "fireball"*.

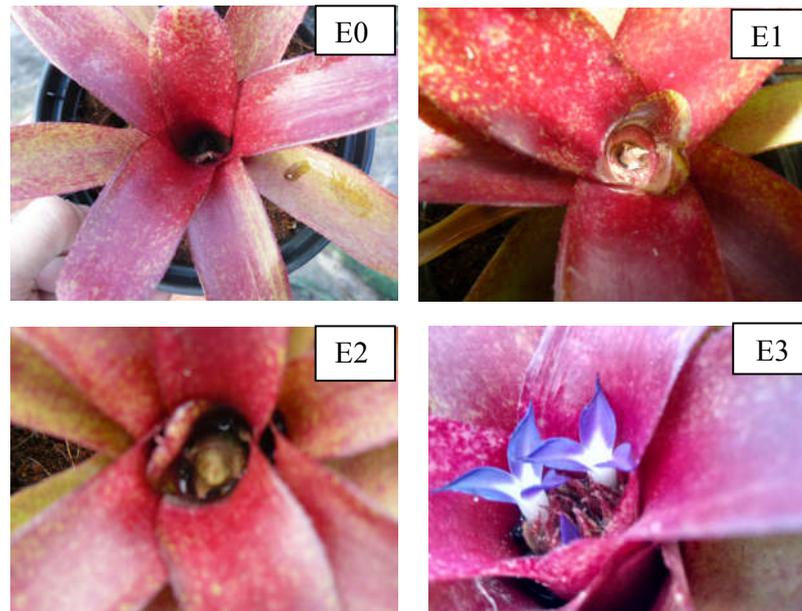


Figura 05 – Estádios de desenvolvimento da inflorescência da bromélia *Neoregelia "fireball"* identificados durante o experimento.

A partir da aplicação dos tratamentos com o indutor de florescimento, as plantas foram observadas diariamente e após o primeiro indício de florescimento, foram avaliadas semanalmente até quando as plantas atingiram o E3.

As demais variáveis morfológicas, as concentrações de pigmentos e as trocas gasosas foliares foram mensuradas após as plantas atingirem o terceiro estágio de desenvolvimento floral (E3).

Os seguintes caracteres foram avaliados:

3.1. Número de perfilhos (NP)

Avaliado aos 30 e 60 dias após o início da floração, pela quantificação de perfilhos existentes por planta.

3.2. Número de folhas (NF)

O número de folhas das mudas de bromélia também foi determinado pela contagem simples das folhas existentes por planta. Foram contadas apenas as folhas que se encontravam da roseta para cima. Aquelas que estavam da roseta para baixo foram desconsideradas.

3.3. Diâmetro da roseta (DROS; mm)

O diâmetro da roseta foi obtido com o auxílio de um paquímetro digital, da marca DIGIMESS, modelo 100.174BL PLUS, onde a medição foi realizada no ponto de inserção das folhas que formam a roseta nas plantas de bromélias *Neoregelia fireball*.

3.4. Área foliar, razão da área foliar e área foliar específica (AF, RAF; cm².g⁻¹)

Para a avaliação da área foliar (AF) as folhas foram destacadas da inserção que formava a roseta das bromélias, sendo então colocadas na esteira do aparelho para a realização da medição. Para isso foi utilizado um medidor automático de área foliar, marca LI-3100, localizado na casa de vegetação pertencente ao Departamento de Bioquímica da UFC, Campus Pici. De posse dos resultados de área foliar obtidos e reunidos com os dados primários de massa seca, foi possível calcular ainda a razão de área foliar (RAF; cm².g⁻¹), bem como a área foliar específica (AFE; cm².g⁻¹) de acordo com Benincasa (2003).

3.5. Clorofila a, clorofila b, clorifila total e carotenóides (Chla, Chlb e Cht)

As avaliações de clorofila a, clorofila b, clorofilas totais e carotenídes foram realizadas no laboratório de Fisiologia Vegetal, localizado no Departamento de Bioquímica da UFC, Campus Pici, seguindo a metodologia proposta por Wellburn (1994).

Foram retirados do primeiro par de folhas completamente expandidas de cada planta de bromélia três discos medindo 1,0 cm de diâmetro que foram alocados em tubos de ensaio revestidos com papel aluminizado já previamente preenchidos com 2 mL da solução de dimetilsulfóxido (DMSO) saturada com CaCO₃. Os tubos de ensaio permaneceram fechados durante toda a realização da análise.

Posteriormente, as amostras foram acondicionadas a 65°C, em banho-maria, por um período de 30 min. Logo após esse período, e depois dos tubos de ensaio terem atingido a

temperatura ambiente, o extrato dos pigmentos de cada amostra foi retirado com o auxílio de uma pipeta automática, sendo então direcionados para leitura e determinação da absorvância a 665, 649 e 480 nm em um espectrofotômetro.

Os discos utilizados para determinação dos pigmentos foram após as leituras, lavados para retirar o excesso de solução, sendo após, alocados em estufa a 60° C, por 48 h, para a obtenção da massa seca.

Os teores dos pigmentos clorofila *a* (C_a), clorofila *b* (C_b) e clorofilas totais (C_t), juntamente com os carotenoides (Car), foram calculados e determinados mediante a metodologia de Wellburn (1994).

3.6. Antocianina

Para a determinação do teor de antocianina na mudas de bromélias, retirou-se do par mais jovem de folhas completamente expandidas das plantas de bromélia, três discos foliares de 1,0 cm de diâmetro, com aproximadamente 170 mg de massa fresca de planta.

Os discos vegetais foram colocados em tubos de ensaio de 5 mL, revestidos com papel aluminizado com 5 mL de solução composta por HCl a 3 M, água deionizada e metanol absoluto, na proporção de 1:3:16 (v:v:v). Logo após, os tubos foram acondicionados em um recipiente plástico fechado, sendo então colocado a agitar de forma suave e constante a uma temperatura de 4° C, por um período de 48 h. Após este período, as amostras foram retiradas do agitador e encaminhadas para uma centrífuga a 3000×g, durante 10 min. O sobrenadante obtido foi utilizado para determinação das absorvâncias a 530 e 653 nm, em um espectrofotômetro. Os teores de antocianina foram determinados a partir da metodologia proposta por Murray e Hackett (1991).

3.7. Trocas Gasosas – IRGA

Para a realização das medições fisiológicas, com relação às trocas gasosas foliares das mudas de bromélias foi escolhido com base na classificação metabólica da planta, considerada CAM, ou seja, metabolismo ácido das crassuláceas. Para tanto, a determinação do horário ideal, onde a taxa de trocas gasosas seria mais elevada foi verificada através de um ensaio piloto, a partir das 18:00 horas do dia 07 de Abril de 2015, momento em que seus estômatos permaneciam abertos por mais tempo, facilitando as trocas gasosas e, assim, a realização dos procedimentos fisiológicos normais da espécie (Figura 03).

Após a determinação do horário com o ponto máximo de absorção às 21:00 horas

da noite, a leitura das trocas gasosas foi então realizada no dia 29 de maio de 2015, tomando-se duas plantas de cada repetição (quatro repetições de cinco plantas) de cada um dos 15 tratamentos que constavam no experimento, totalizando assim 120 plantas avaliadas.

Considerado o ponto máximo de absorção da planta, foi verificado o intervalo necessário para realização das leituras de forma eficiente. Sendo assim todo o procedimento iniciou às 19:00 horas, considerando já o tempo necessário para estabilização do equipamento para que as leituras pudessem ser iniciadas.

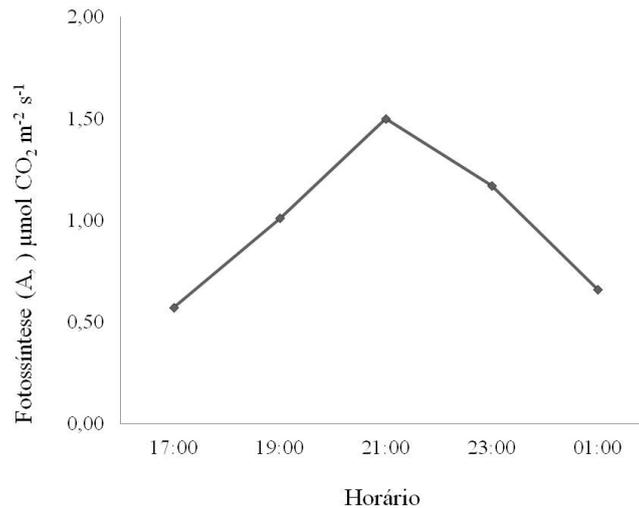


Figura 06 – Gráfico da determinação do horário de máxima absorção de CO₂ da mudas de *Neoregelia "fireball"* no município de Fortaleza, Ce. Fonte: Pereira, 2015.

Após as plantas terem atingido seu terceiro estágio de florescimento, o que ocorreu somente aos 90 dias após a instalação do experimento), realizou-se a medição de caracteres fisiológicos das plantas (trocas gasosas). Para isso, utilizou-se o analisador de gás infra vermelho IRGA - Infra Red Gas Analyser (LCI-2, ADC, Hoddesdon, UK), sendo determinados os seguintes parâmetros: concentração interna de CO₂ (C_i), taxa de transpiração (E , mmol H₂O m⁻² s⁻¹), condutância estomática (g_s , mol H₂O m⁻² s⁻¹), fotossíntese líquida (A , μmol CO₂ m⁻² s⁻¹) e as relações: C_i/C_a - concentração interna de CO₂ sobre a concentração de CO₂ externa atual (μmol CO₂) e A/C_i - concentração interna de CO₂ sobre a fotossíntese líquida.

3.8. Massa seca da parte aérea, e dos perfilhos (MSPA e MSPE; g)

As partes áreas e dos perfilhos das mudas, foram alocados em sacos de papel, devidamente identificados, sendo então colocados para secar em estufa localizada no

Laboratório de Floricultura e Plantas Ornamentais da UFC - Fortaleza, com circulação forçada de ar a 80° C por 48 h até atingir peso constante. Posteriormente as amostras foram pesadas em balança analítica com precisão de três casas decimais.

Todos os dados obtidos foram submetidos à análise de variância utilizando o Software de análise estatística Sisvar[®], versão 5.3 (FERREIRA, 2013). Sendo observadas diferenças entre os tratamentos, para cada caractere observado, procedeu-se a comparação das médias pelo teste de Tukey Knott a 5% de significância. Para o fator quantitativo doses aplicou-se a análise de regressão para os caracteres que apresentaram médias significativamente diferentes entre os tratamentos.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Durante todo o período da pesquisa, o número de dias para que as plantas atingissem os estádios E1, E2 e E3 de desenvolvimento da inflorescência foi influenciado pelas doses de Ethrel[®] aplicadas. O primeiro indício do florescimento foi observado um mês após a aplicação do produto comercial, onde as plantas atingiram o estágio E3 (terceiro estágio de desenvolvimento floral), com 110 dias após a implantação do experimento. De forma geral, as plantas submetidas aos tratamentos com maiores doses do produto comercial Ethrel[®] apresentaram maior precocidade no desenvolvimento das inflorescências.

O florescimento das mudas de bromélia apresentou comportamento variável quando submetidas às diferentes níveis de sombreamento em função das doses de Ethrel[®]. Diante disso, foi possível verificar que a dose 4 g.L⁻¹ proporcionou uma resposta mais rápida das plantas ao florescimento, com quase 100% de plantas floridas nos diferentes telados utilizados. Trabalhando com a variedade *Guzmania* “Grand Prix”, Almeida *et al* (2003) observaram maiores taxas de indução ao florescimento com a dose 12mg.planta⁻¹ de Ethrel[®],

As plantas não tratadas com Ethrel[®], (dose 0 – ausência de Ethrel[®]) não apresentaram nenhuma indução ao florescimento durante todo o período de desenvolvimento do trabalho. Barbosa (2007) trabalhando com três espécies de bromélias *Tillandsia cyanea*, *Guzmania dissitiflora* e *Vriesea* “Charlotte”, também observaram resultado semelhante apontando para a necessidade de se utilizar os indutores de florescimento em bromélias (Almeida *et al*, 2003).

4.1 Avaliação morfoagronômica das bromélias

Com base na análise de variância dos caracteres morfoagronômicos pode-se observar nas tabelas 3 que o uso de diferentes níveis de sombreamentos influenciou na altura e na razão da área foliar específica das plantas. Para o fator concentração de Ethrel[®] com exceção do número de perfilhos (NP), número de folhas (NF), diâmetro da roseta (D.ROS.), massa seca da parte aérea (MSPA) e a área foliar (AF) todos os demais caracteres morfoagronômicos não foram influenciadas pelas concentrações de Ethrel[®]. Para a interação entre os fatores telas e doses, apenas as variáveis número de folhas (NF) e massa fresca e seca da parte aérea (MFPA; MSPA) foi observada significância (Tabela 3).

Tabela 2. Resumo das análises de variância do número de perfilhos (NP), número de folhas (NF), diâmetro da roseta (D.ROS), massa seca da parte aérea (MSPA), massa seca dos perfilhos (MSPE), área foliar (AF) e razão da área foliar (RAF) de plantas de bromélia *Neoregelia 'fireball'* em função de diferentes telas de sombreamento e doses de Ethrel®. Fortaleza-CE, 2015.

Fonte de Variação	GL	Quadrado médio						
		NP	NF	DROS (mm)	MSPA (g)	MSPE (g)	AF	RAF
Telado (T)	2	0,29 ^{ns}	1,93 ^{ns}	0,08 ^{ns}	0,29 ^{ns}	0,039 ^{ns}	134372,84 ¹	15913,12
erro (a)	6	0,21	8,38	3,25	0,51	0,11	34521,83	1393,39
Doses (D)	4	1,57* [‡]	45,41**	9,81**	1,19**	0,10 ^{ns}	91715,49**	3645,30 ⁿ
(T x D)	8	0,21 ^{ns}	8,38**	1,45 ^{ns}	0,50*	0,12 ^{ns}	34521,83 ^{ns}	1393,39 ⁿ
erro (b)	39	0,23	0,92	2,11	0,21	0,15	17687,64	1485,44
CV 1 (%)		28,83	29,41	9,77	35,65	39,17	31,2	19,46
CV 2 (%)		31,19	9,75	11,77	23,02	46,3	22,33	20,09
Média		1,57	9,84	12,34	1,99	0,84	595,60	191,87

^{ns} - não significativo; **, * - Significativo a 1% e a 5%, respectivamente, pelo teste F.

Segundo Lenzi *et al.* (2006) a intensidade luminosa influencia nas características morfológicas das plantas, alterando sua fenologia. A intensidade luminosa pode ter efeito pronunciado no desenvolvimento foliar, modificando características, tais como espessura foliar, diferenciação do mesófilo, divisão celular e desenvolvimento dos estômatos (COSTA, 2009; LEE *et al.*, 1988). Para as bromélias a quantidade de luz que incide em um determinado ambiente, tem influencia direta no desenvolvimento dessas plantas, o que determina sua forma, tamanho e coloração (ROCHA, 2002).

Em relação à altura das plantas em função dos níveis de sombreamento estudados foi possível observar plantas de menor porte à medida que houve redução na intensidade luminosa (Tabela 4).

Resultados semelhantes foram encontrados por Rocha (2002) que trabalhando com *Aechmea fasciata* observou que um maior altura das plantas, foi observada no tratamento com o sombreamento de 40%, se comparado àquelas submetidas a telas de sombreamentos de 60 e 80%. Uma possível explicação pode estar relacionada ao fato de que folhas de plantas de bromélias tendem a ficar menos rígidas quando submetidas a níveis de sombreamento mais intenso, isso faz com que se sobreponham umas às outras, com prejuízo àquelas situadas mais abaixo nas plantas. Isso reduz a capacidade de interceptação de luz pelas folhas situadas mais abaixo das plantas o que reduz sua capacidade de síntese de fotoassimilados essenciais para a construção dos tecidos e manutenção do crescimento das plantas (CARVALHO & ROCHA, 1999).

De acordo com Souza *et al.* (2007) a parte aérea das bromeliáceas são formadas

essencialmente pelas folhas, as quais são expostas a uma atividade fotossintética maior. Sendo assim, o incremento em altura, nas plantas, pode ser justificado pelas alterações de sua morfologia em resposta às condições de luminosidade do ambiente ao qual estão localizadas.

Tabela 3. Médias do número de perfilho (NP), número de folhas (NF), diâmetro da roseta (DROS), massa seca da parte aérea (MSPA), massa seca dos perfilhos (MSPE), área foliar (AF) e razão de área foliar (RAF) da bromélia *Neoregelia "fireball"* em função de diferentes telas de sombreamento e doses de Ethrel® no terceiro estágio de desenvolvimento da inflorescência (E3). Fortaleza-CE, 2015.

Caracteres Morfoagronômicos			
Número de Folhas (NF)			
Doses	Tela 30%	Tela 50%	Tela 70%
0	12,20 ns	12,60 ns	13,50 ns
2	9,25 ns	9,65 ns	9,45 ns
4	8,75 ns	9,75 ns	8,40 ns
8	13,60 a	8,35 b	9,50 b
16	7,20 ns	8,15 ns	7,30 ns
Médias	10,20 ns	9,70 ns	9,63 ns
Diâmetro da Roseta (D.ROS,cm)			
Doses	Tela 30%	Tela 50%	Tela 70%
0	12,83ns	13,89ns	13,84ns
2	12,00ns	11,96ns	12,15ns
4	12,64ns	12,67ns	12,22ns
8	13,66ns	11,85ns	12,34ns
16	10,79ns	11,52ns	10,82ns
Médias	13,38ns	12,37ns	12,27ns
Massa Seca da Parte aérea (MSPA,g)			
Doses	Tela 30%	Tela 50%	Tela 70%
0	2,26 ns	2,41 ns	2,59 ns
2	1,77 ns	1,62 ns	1,88 ns
4	1,91 ns	2,02 ns	1,71 ns
8	2,93 a	1,69 b	2,07 ab
16	1,80 ns	1,93 ns	1,33 ns
Médias	2,13 ns	1,93 ns	1,91 ns
Massa Seca dos Perfilhos			
Doses	Tela 30%	Tela 50%	Tela 70%
0	0,82 ns	0,60 ns	0,74 ns
2	0,66 ns	0,89 ns	1,06 ns
4	0,98 ns	1,02 ns	0,88 ns
8	0,80 ns	0,89 ns	0,87 ns
16	0,75 ns	1,04 ns	0,57 ns
Médias	0,80 ns	0,89 ns	0,82 ns
Área Foliar (cm.g ⁻¹)			
Doses	Tela 30%	Tela 50%	Tela 70%
0	821,65 ns	762,65 ns	578,30 ns
2	563,55 ns	542,20 ns	530,35 ns
4	593,60 ns	637,90 ns	466,85 ns

8	838,50 a	523,70 b	573,10 ab
16	504,01 ns	621,95 ns	375,65 ns
Médias	664,26 ns	617,68 ns	504,85 ns
Razão Área Foliar (cm ² .g ⁻¹)			
Doses	Tela 30%	Tela 50%	Tela 70%
0	254,88 a	225,30 a	153,50 b
2	213,26 ns	231,31 ns	172,12 ns
4	201,21 ns	200,75 ns	158,93 ns
8	212,31 ns	190,96 ns	162,42 ns
16	158,81 ns	192,73 ns	149,50 ns
Médias	208,09 a	208,21 a	159,30 b

Médias seguidas de letras iguais, nas colunas, não diferem entre si, pelo teste de Tukey, a 5% de significância.

Para o caractere área foliar, observou-se seu decréscimo conforme houve aumento no percentual de sombreamento às plantas (Tabela 3). O resultado observado neste trabalho difere daquele apresentado em outras pesquisas com bromeliáceas, onde algumas delas menores valores da variável AF foram correlacionados geralmente com plantas que tinham a disposição maiores níveis de radiação a disposição (BRANT *et al.*, 2011; MARKERTEIJN *et al.*, 2007; SARJEVA *et al.*;2007).

Quanto à razão da área foliar (RAF; cm².g⁻¹), pode-se observar reduções significativas para as plantas cultivadas em maior sombreamento (70%) em relação as demais coberturas. (Tabela 5). De acordo com Gratini *et al.*(2006) a plasticidade da epiderme pode ser um indicativo da relação de mudança na intensidade luminosa que no caso deste experimento provavelmente diminuiu a capacidade de realização de fotossíntese e conseqüentemente de acúmulo de fotoassimilados pela espécie de bromélias em estudo. Kim *et al* (2005) citam que a plasticidade em resposta a luminosidade ambiental, permite que a planta potencialize sua eficiência fotossintética. Taiz e Zeiger (2013) complementam que em ambientes com baixa luminosidade, a fotossíntese pode ficar abaixo do ponto de compensação fótica e, assim, não há incremento de biomassa vegetal.

O estímulo ao florescimento das bromeliáceas está diretamente relacionado com o número de brotações laterais que a espécie pode emitir, o que gera vantagens ao produtor, como a possibilidade de programar e padronizar a produção destas plantas, mas também acelerar a emissão de perfilhos que poderão ser utilizados para a propagação de novas plantas. Segundo Santos (2009) a associação de bromélias com o etileno quebra a dominância apical desse grupo de plantas, e esse efeito causa um aumento do número de brotos axilares formados pelas plantas.

Figura 7 – Número de perfilhos de *Neoregelia* “fireball” submetidas a diferentes concentrações de Ethrel[®]. Fortaleza, CE, 2015.

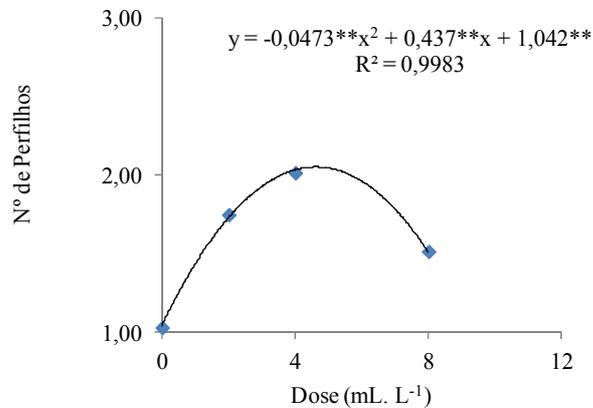


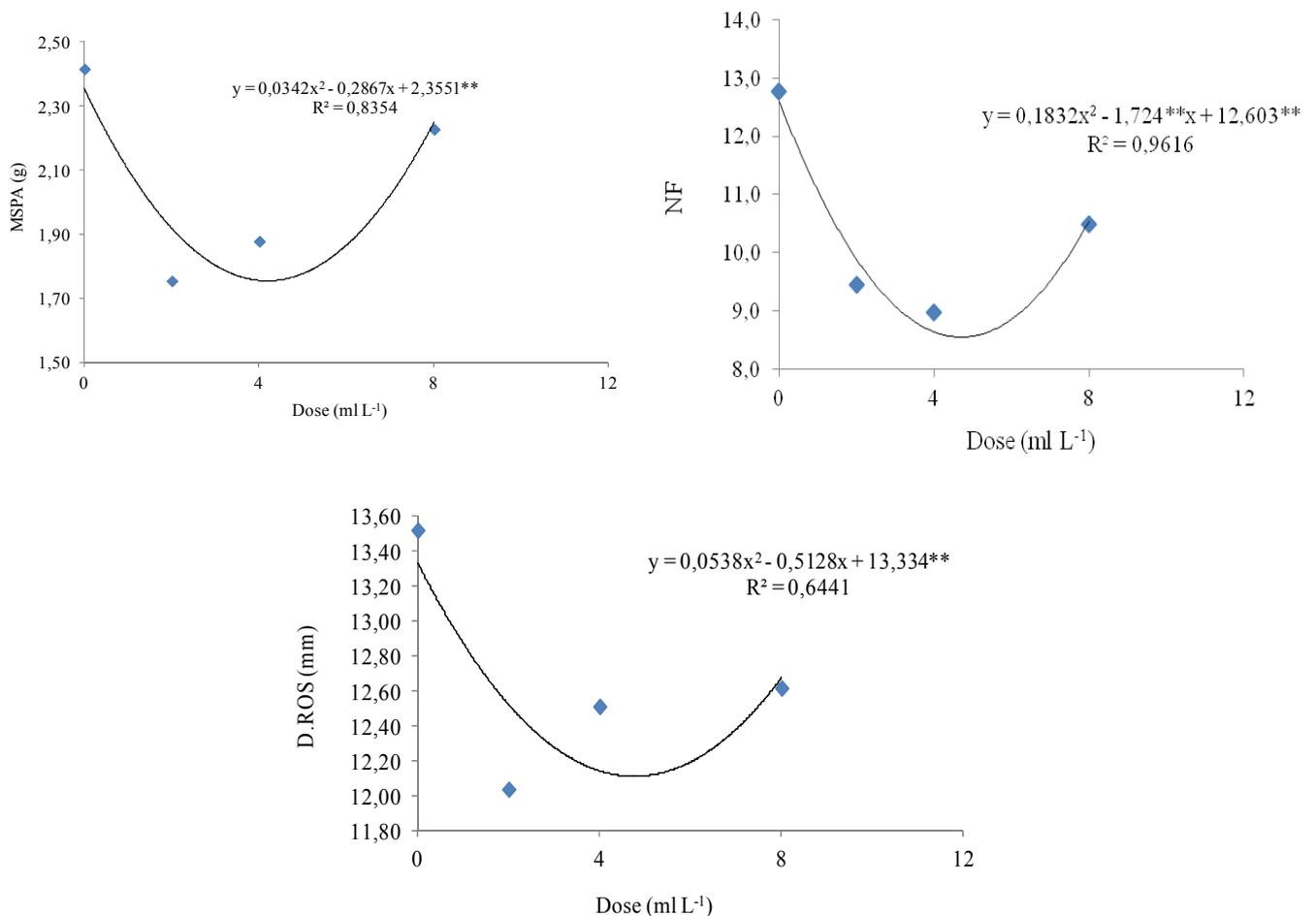
Figura 8 – Número de perfilhos de mudas de *Neoregelia* “fireball” cultivadas sob diferentes telas de sombreamento e dosagens do produto comercial vegetativo Ethrel[®]. Fortaleza, CE, 2015.

Para o fator número de perfilhos ou brotações laterais, pode-se observar no modelo obtido (Figura 2a) que há uma dosagem recomendada para obtenção de um número de perfilhos máximo que é de 4,62 ml de Ethrel[®] por litro de água destilada aplicada, entretanto não houve diferenças significativas no perfilhamento em relação a dose e sombreamento.

Quanto às variáveis número de folhas (NF), diâmetro da roseta (D.ROS) e massa seca da parte aérea (MSPA), o modelo de regressão que também melhor se ajustou com confiabilidade superior aos 53% também foi o quadrático, mas com parábola inversa, indicando que aumentos na concentração de Ethrel[®], diminuem os caracteres citados, tendendo a uma

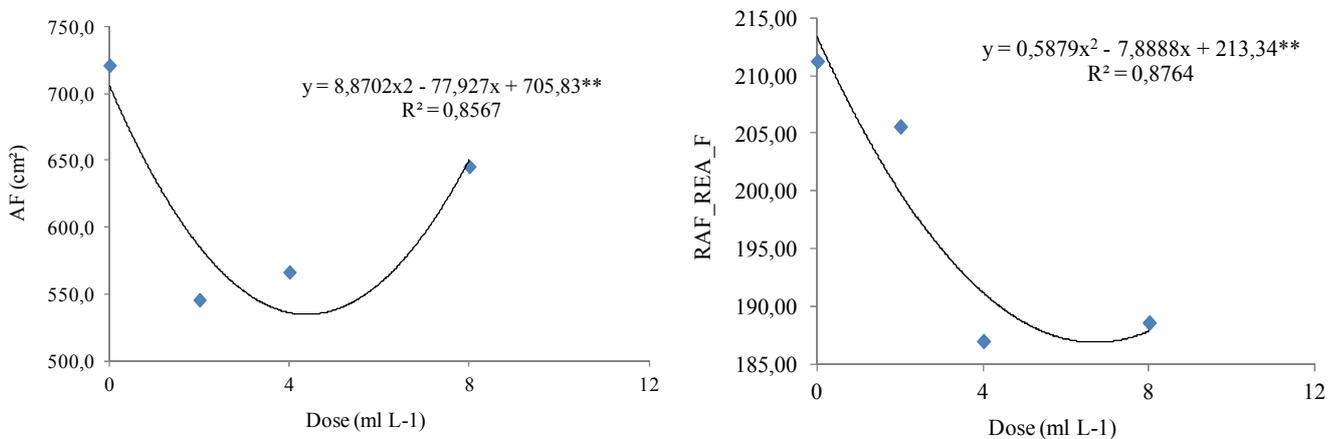
estabilidade para as dosagens acima de 4ml Ethrel[®] por litro de água destilada aplicada. Observa-se que apesar de uma variabilidade dos caracteres avaliados em resposta aos tratamentos utilizados, é possível constatar que o tratamento controle (Dose 0 g.L⁻¹) apresentou os melhores resultados mais elevados, indicando que o aumento do NF, do D.ROS. e da MSPA não sofrem influência na aplicação das doses de Ethrel[®].

Figura 9 – Número de folhas (NF), diâmetro da roseta (D.ROS) e massa seca da parte aérea de mudas de *Neoregellia* “fireball” submetidas em função de diferentes telas de sombreamento e doses de Ethrel[®]. Fortaleza-CE, 2015.



Quando analisada a área foliar (AF) das bromélias dentro das concentrações do Ethrel[®], observou-se um melhor ajuste ao modelo de regressão quadrático (Figura 4a) comportamento bastante variável da curva, que se ajustou ao modelo de regressão quadrático (Figura 4a), com resultados pouco expressivos quanto a utilização de diferentes doses de Ethrel.

Figura 10 – Área foliar (AF) e razão da área foliar (RAF) de mudas de *Neoregelia* “fireball” submetidas a diferentes concentrações de Ethrel.



Obtida pela razão entre a área responsável pela interceptação de energia luminosa e a massa seca total, a razão de área foliar (RAF) é considerada a área foliar útil para a fotossíntese (BENINCASA, 2003). Segundo o autor, este índice indica o quanto da área foliar, em cm^2 , será necessária para a produção de 1 g de massa seca, expressando a eficiência das plantas.

Quanto ao caractere razão da área foliar obtida a partir da razão entre a área responsável pela interceptação de energia luminosa e a massa seca total, ou seja, a área foliar útil para a fotossíntese, também foi observado melhor ajuste ao modelo de regressão quadrático sendo evidente a obtenção de melhores resultados para as plantas produzidas sem a aplicação de Ethrel ($211,23 \text{ cm}^2 \cdot \text{g}^{-1}$; Figura 4b). A baixa RAF, observada para as plantas submetidas aos tratamentos com Ethrel no presente estudo, pode estar relacionada ao forte efeito redutor do produto sobre a área foliar das folhas das plantas. Scatena e Segecin (2005) afirmam que em Bromeliaceae o espessamento epidérmico e hipodérmico atua diminuindo a evaporação de água dos tecidos, evitando o colapso das células pelo murchamento o que garante a sobrevivência das espécies em ambiente com condições abióticas extremas.

4.2 Análise de pigmentos em *Neoregelia* ‘fireball’

As alterações luminosas no ambiente de cultivo proporcionam ajustes no aparelho fotossintético das plantas, os quais resultam na maior eficiência na absorção e transferência de energia para os processos fotossintéticos. Nesse contexto os teores dos pigmentos

cloroplastídicos, clorofilas e carotenóides, podem ser utilizados como marcadores de ambientação vegetal.

De acordo com os dados obtidos na análise de variância dos pigmentos quantificados para cada um dos tratamentos (Tabela 5) observou-se diferença para os caracteres avaliados quantidade de clorofila a (Chla), clorofila b (Chlb), clorofila total, carotenóides e antocianina dentro do fator telado, não sendo observada nenhuma significância para o fator concentrações de Ethrel[®], nem para a interação entre os dois fatores telado e dose do fitorregulador.

Tabela 4. Resumo das análises de variância de clorofila a (Chla), clorofila b (Chlb), clorofila total (CT); carotenóides e antocianina da bromélia *Neoregelia "fireball"* em função de diferentes telados e doses de Ethrel[®]. Fortaleza-CE, 2015.

Fonte de Variação	GL	Quadrado médio				
		Chla	Chlb	Clorofila	Carotenóides	Antocianina
Telado (T)	2	0,019007 **	0,001642*	0,029358**	0,000193 NS	77,056347**
erro (a)	6	0,000547	0,000252	0,001345	0,000055	0,875052
Doses (D)	4	0,001407 NS	0,000263 NS	0,001659NS	0,000032 NS	8,284321 NS
(T x D)	8	0,001853 NS	0,000357 NS	0,002955 NS	0,000128 NS	2,644925 NS
erro (b)	39	0,000906	0,000182	0,002323	0,000118	7,331657
CV 1 (%)		22,95	40,87	26,33	21,54	9,7
CV 2 (%)		29,52	33,76	34,59	32,3	28,07
Média		0,1019633	0,038875	0,1393367	0,03448	9,6478917

Médias seguidas de letras iguais não diferem entre si, pelo teste de Tukey, a 5% de significância.

Para todas as variáveis analisadas de pigmentos em *Neoregelia fireball* é possível observar que as plantas submetidas ao telado de 70% de sombreamento apresentaram maiores médias, quando comparadas aos demais telados utilizados na pesquisa. A quantidade de clorofila a (Chla) nas bromélias é superior a Chlb, mesmo as plantas cultivadas no mesmo telado (Tabela 6).

Costa (2009) afirma que a intensidade, a qualidade e a duração da luminosidade afetam particularmente o processo fotossintético e processos mediados por fitocromos, que segundo Dale (1988) pode está diretamente envolvido no controle de genes ligados à síntese de clorofilas a e b.

O aumento da proporção de Chlb pode ser considerado como característica de adaptabilidade em ambientes sombreados, uma vez que 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 (Taiz

& Zaiger, 2013).

Tabela 5. Médias de clorofila a (Chla), clorofila b (Chlb), clorofila total (CT) e antocianina da bromélia *Neoregelia "fireball"* em função de diferentes telados e doses de Ethrel®. Fortaleza-CE, 2015.

Análises de pigmentos em <i>Neoregelia 'Fireball'</i>			
Clorofila a (Chla)			
Doses	Tela 30%	Tela 50%	Tela 70%
0	0,067 b	0,103 ab	0,130 a
2	0,087 ns	0,093 ns	0,103 ns
4	0,090 b	0,087 b	0,178 a
8	0,076 b	0,079 b	0,163 a
16	0,086 ns	0,075 ns	0,112 ns
Médias	0,081 b	0,087 b	0,137 a
Clorofila b (Chlb)			
Doses	Tela 30%	Tela 50%	Tela 70%
0	0,027 ns	0,040 ns	0,049 ns
2	0,035 ns	0,036 ns	0,040 ns
4	0,037 ns	0,035 ns	0,056 ns
8	0,030 b	0,031 b	0,069 a
16	0,035 ns	0,029 ns	0,032 ns
Médias	0,033 b	0,034 ab	0,049 a
Clorofila total			
Doses	Tela 30%	Tela 50%	Tela 70%
0	0,093 b	0,143 ab	0,202 a
2	0,122 ns	0,129 ns	0,143 ns
4	0,127 ab	0,121 b	0,199 a
8	0,105 b	0,109 b	0,229 a
16	0,120 ns	0,104 ns	0,144 ns
Médias	0,113 b	0,121 b	0,183 a
Carotenóides			
Doses	Tela 30%	Tela 50%	Tela 70%
0	0,026 ns	0,037 ns	0,038 ns
2	0,032 ns	0,033 ns	0,033 ns
4	0,037 ns	0,035 ns	0,038 ns
8	0,031 ab	0,029 b	0,047 a
16	0,039 ns	0,028 ns	0,037 ns
Médias	0,033 ns	0,32 ns	0,038 ns
Antocianinas			
Doses	Tela 30%	Tela 50%	Tela 70%
0	7,045 ns	9,546 ns	10,190 ns
2	7,678 b	9,806 ab	11,675 a
4	7,526 ns	9,339 ns	10,662 ns
8	6,975 b	9,957 ab	11,198 a
16	7,785 b	12,575 a	12,763 a
Médias	7,401 b	10,509 a	11,033 a

Médias seguidas de letras iguais não diferem entre si, pelo teste de Scott-Knott, a 5% de significância.

Constatou-se que o comportamento dos pigmentos presentes nas mudas de *Neoregelia "fireball"* em função de diferentes telados, foram menos expressivos no telado de 30%, onde a luminosidade variou de 446 a 949 $\mu\text{mol m}^{-2}\text{s}^{-1}$. No caso das bromélias, a quantidade da radiação solar incidente nas plantas é um fator determinante para sua coloração, tamanho e formato (CASTRO & ROCHA, 1999; SENTELHAS, 2006). Um fato que condiciona a exuberância da floração nas Neoregelias é a presença de luz. No entanto existe um limite máximo de exposição à luz solar que se situa abaixo da exposição direta, pois nesse caso o excesso de luz pode acarretar queima e danificar o aparelho fotossintético das plantas, dificultando assim suas atividades fisiológicas.

As plantas que estavam localizadas no sombreamento de 70% apresentaram características morfológicas como cor, forma e tamanho comercial, mais próximos às exigências de mercado, onde nesse caso o nível de luminosidade que atingiu as plantas proporcionou mudanças fisiológicas que culminaram na aparência das mudas de bromélia de forma relevante.

Para as variáveis clorofila a e b (Chla; Chlb) foi possível ajustar um modelo quadrático de regressão de alta confiabilidade ($R^2 = 1$), que expressou um comportamento quadrático crescente, não apresentando valores diferenciados de pigmentos até a faixa de sombreamento de 50%, mas significativamente diferente para o sombreamento de 70%. As maiores quantidades de pigmentos observadas para as plantas conduzidas em condições de maior sombreamento, possivelmente está relacionado ao fato destes apresentarem participação direta no processo de captação de luz, ou seja, quando em condições sombreadas, a planta é estimulada internamente a produzir maiores quantidades de pigmento para a captação de energia luminosa se comparada àquelas crescidas em condições de maior luminosidade.

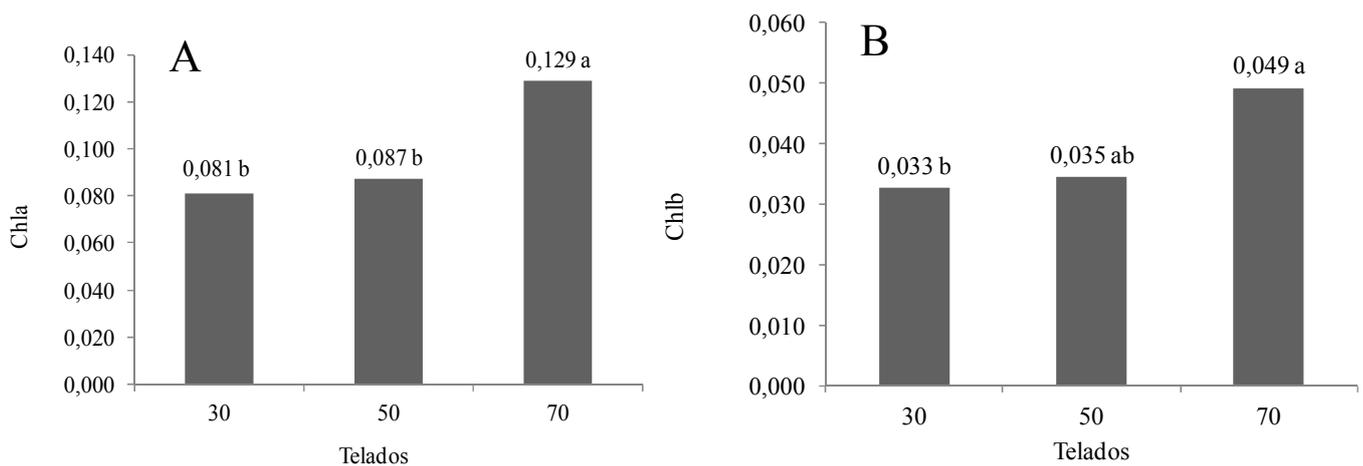
De acordo com Streit *et al* (2005) a diferença entre a clorofila a e b se da na composição de uma cadeia lateral, onde na clorofila a é -CH₃ e na b é -CHO. Apesar de a diferença parecer pouca, ela permite que as clorofilas aumentem seu alcance de absorção do espectro de luz visível. A luz é capturada nos cloroplastos por um grupo de pigmentos. A clorofila é o principal pigmento envolvido na fotossíntese, que absorve energia luminosa no violeta, azul e vermelho e refletindo a luz verde, o que torna as folhas verdes. Dessa forma, diante dos resultados mais expressivos de Chla e Chlb para o telado de 70%, pode-se verificar também, que as bromélias apresentaram os resultados para clorofila total mais significativos quando permaneceram nesse ambiente de cultivo.

Em ambiente sombreado, em teoria o valor da relação Chla:Chlb deve ser menor, ou seja, a planta produz mais Chlb do que Chla em termos comparativos. A Chlb faz parte do

complexo antena, por isso em ambiente mais sombreado a planta produz mais dela, para que as relações do sistema de coleta de fótons (antena) possa canalizar a energia absorvida pelas clorofilas, de forma que a reação fotoquímica se processe continuamente, e não afete a produção de fotoassimilados pelas plantas.

Dessa forma essa relação compensatória de maiores níveis de Chlb:Chla tende a proporcionar a captação de luz pela planta, onde de fato essa produção está relacionada a degradação da Chla, logo a síntese de Chlb se torna evidentemente maior para compensar os níveis de degradação do pigmento fotossintetizante. A Chla tem mais haver com o centro de reação, mais pode aumentar a sua quantidade em ambiente sombreado, porém isso acontece quando o aumento na síntese da Chlb não é suficiente para o direcionamento de mais luz para o centro de reação.

Figura 11 – Clorofila a – Chla (A) e clorofila b – Chlb (B) de mudas de *Neoregelia* “fireball” submetidas a diferentes concentrações de Ethrel[®].

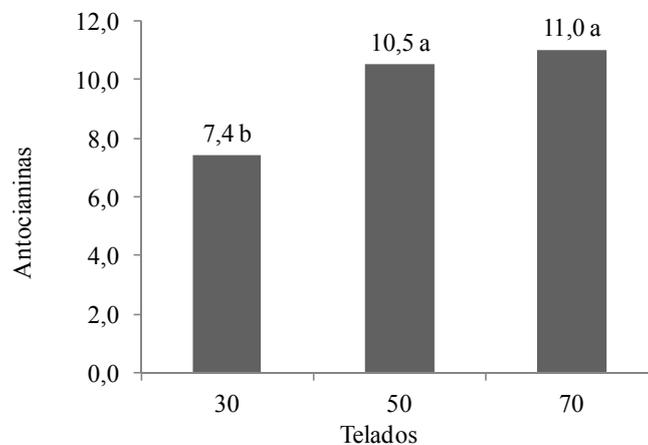


Para o pigmento antocianina, também foi observado o melhor ajuste ao modelo quadrático de regressão, sendo os níveis de sombreamento entre 50 e 70% aqueles que proporcionaram plantas com os maiores níveis. O teor de antocianina no ambiente com 50% ou mais de sombreamento favoreceu a síntese deste pigmento, o que tornou a coloração das folhas mais intensas em um tom de verde-avermelhado mais forte. De acordo com Hartmann *et al.* (2005) e UBI *et al.* (2006), os valores de antocianinas podem variar significativamente em relação ao caráter genético e ao meio em que estão sendo cultivadas, isto porque, genes específicos são influenciados pela radiação ultravioleta e temperaturas, sendo para este último fator, as altas temperaturas prejudiciais para a síntese e manutenção deste pigmento.

De acordo com Hartmann *et al.*, 2005 e UBI *et al.*, 2006, os valores de antocianinas

podem variar significativamente em relação ao caráter genético e ao meio onde estão sendo cultivadas, isto porque, genes específicos são influenciados pela radiação ultravioleta e temperaturas, no caso para as plantas de estavam situadas no sombreamento de 70%, onde a menor intensidade de luz proporcionou as plantas uma maior produção de antocianinas, tornando as mudas de bromélias com uma coloração característica verde-avermelhado mais forte, agregando um valor comercial as plantas e a preferência do consumidor e de colecionadores.

Figura 12 – Teor de antocianina de mudas de *Neoregellia “fireball”* submetidas a diferentes concentrações de Ethrel[®].



4.3 Trocas Gasosas foliares

Ao analisar as trocas gasosas ocorridas nas plantas de *Neoregellia “fireball”* conduzidas nos diferentes tratamentos, pode-se observar que à exceção das variáveis condutância estomática (g_s ; $\text{mmol.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$), fotossíntese líquida (A ; $\text{mmol.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$) e as relações: C_i/C_a - concentração interna de CO_2 sobre a concentração de CO_2 externa atual ($\mu\text{mol CO}_2$) e A/C_i - concentração interna de CO_2 sobre a fotossíntese líquida, para as demais não foi verificada interação entre os fatores avaliados (Tabela 6).

Tabela 6 – Resumo das análises de variância da concentração interna de CO_2 (C_i), taxa de transpiração (E , $\text{mmol H}_2\text{O m}^{-2} \text{s}^{-1}$), condutância estomática (g_s , $\text{mol H}_2\text{O m}^{-2} \text{s}^{-1}$), fotossíntese líquida (A , $\mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$) e as relações: C_i/C_a - concentração interna de CO_2 sobre a concentração de CO_2 externa atual ($\mu\text{mol CO}_2$) e A/C_i - concentração interna de CO_2 sobre a

fotossíntese líquida da bromélia *Neoregelia 'fireball'* em função de diferentes telas de sombreamento e doses de Ethrel®. Fortaleza-CE, 2015.

Fonte de Variação	GL	Quadrado médio					
		CI (CO ₂)	E (μmol CO ₂)	GS (μmol CO ₂)	A (μmol CO ₂)	CI/CA (μmol CO ₂)	A/CI (μmol CO ₂)
Telado (T)	2	958,28**	0,006 ^{ns}	0,00009 ^{ns}	4,74**	0,000659*	0,000049**
erro (a)	6	10,32	0,003	0,000013	0,35	0,000092	0,000003
Doses (D)	4	58,37**	0,023 ^{ns}	0,000076 ^{ns}	0,43*	0,000083 ^{ns}	0,000004*
(T x D)	8	73,68**	0,016 ^{ns}	0,000076 ^{ns}	0,56*	0,000168**	0,000005**
erro (b)	39	10,08	0,014	0,000083	0,21	0,000056	0,000001
CV 1 (%)		0,89	6,37	5,77	15,30	1,02	31,2
CV 2 (%)		0,88	14,30	14,42	9,32	0,80	22,33
Média		359,233	0,824	0,063	3,877	0,939	595,60

^{ns} - não significativo; **, * - Significativo a 1% e a 5%, respectivamente, pelo teste F.

Analisando as trocas gasosas das bromélias em função dos diferentes níveis de sombreamento, é possível observar que com exceção da concentração interna de CO₂ (Ci) e da taxa de transpiração (E, mmol H₂O m⁻²s⁻¹) todas outras variáveis apresentaram resultados superiores para as plantas que foram cultivadas no telado de 70%, indicando que nessa faixa de interceptação luminosa as plantas apresentaram gs máxima (0,063 mol H₂O m⁻² s⁻¹) e relações de trocas gasosas e fotossíntese mais elevadas (Tabela 4).

Pode-se correlacionar esses resultados ao fato de que uma presença de fotossíntese líquida maior, pode corresponder com o maior teor de pigmentos fotossintetizantes, e teor de antocianinas para plantas presentes neste mesmo telado. Vale ressaltar que as mudas que permaneceram no telado de 70% apresentaram concentrações de Chla e Chlb maiores, interferindo assim, diretamente na realização de alguns processos vitais nas plantas, como a fotossíntese, processo pelo qual a síntese de fotoassimilados essenciais é direcionada para a construção dos tecidos e manutenção de ganho em biomassa vegetal das espécies.

Esse processo está diretamente relacionado à produtividade das espécies, pois o processo fotossintético influencia no acúmulo de massa seca, que pode ser mediado pela proporção desses pigmentos fotossintetizantes. Os pigmentos tendem a absorver a energia disponibilizada pelo telado de 70%, e transferir para realização da reação fotoquímica, que resultou na produção de fotoassimilados, e posteriormente foi convertido em massa seca proporcionando uma maior produtividade as bromélias presentes neste ambiente.



Figura 13 – Coloração das folhas da bromélia *Neoregelia 'fireball'* cultivadas na tela de sombreamento de 70% sob diferentes dosagens do produto comercial Ethrel[®]. Fortaleza-CE, 2015.

Tabela 7 – Médias da concentração interna de CO₂ (Ci), fotossíntese líquida (A, $\mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$) e as relações: Ci/Ca - concentração interna de CO₂ sobre a concentração de CO₂ externa atual ($\mu\text{mol CO}_2$) e A/Ci - concentração interna de CO₂ sobre a fotossíntese líquida da bromélia *Neoregelia fireball* em função de diferentes telados e doses de Ethrel. Fortaleza-CE, 2015.

Trocias Gasosas Foliaves			
Ci (CO ₂)			
Doses	Tela 30%	Tela 50%	Tela 70%
0	369,88 a	352,38 b	347,25 b
2	365,13 a	355,88 b	355,63 b
4	367,63 a	353,88 b	353,88 b
8	365,13 a	360,00 a	354,25 b
16	365,88 a	367,38 a	354,38 b
Médias	366,73 a	357,90 b	353,08 c
E ($\mu\text{mol CO}_2$)			
Doses	Tela 30%	Tela 50%	Tela 70%
0	0,866 a	0,767 ab	0,686 b
2	0,821 ns	0,894 ns	0,945 ns
4	0,872 ns	0,757 ns	0,850 ns
8	0,814 ns	0,819 ns	0,753 ns
16	0,845 ns	0,833 ns	0,835 ns
Médias	0,843 ns	0,814 ns	0,814 ns
GS ($\mu\text{mol CO}_2$)			
Doses	Tela 30%	Tela 50%	Tela 70%
0	0,066 ns	0,059 ns	0,060 ns
2	0,063 ns	0,066 ns	0,071 ns
4	0,066 ns	0,055ns	0,063 ns
8	0,064 ns	0,063 ns	0,056 ns
16	0,065 ns	0,066 ns	0,063 ns
Médias	0,065 ns	0,062 ns	0,063 ns

A ($\mu\text{mol CO}_2$)			
Doses	Tela 30%	Tela 50%	Tela 70%
0	3,43 b	3,75 b	5,46 a
2	3,44 b	3,54 b	4,41 a
4	3,57 ns	3,73 ns	3,90 ns
8	3,44 ns	3,87 ns	4,17 ns
16	3,48 ns	3,83 ns	4,15 ns
Médias	3,47 b	3,743 b	4,42 a
Ci/CA ($\mu\text{mol CO}_2$)			
Doses	Tela 30%	Tela 50%	Tela 70%
0	0,940 ns	0,941 ns	0,931 ns
2	0,930 b	0,957 a	0,943 ab
4	0,930 b	0,947 a	0,941 ab
8	0,935 ns	0,939 ns	0,945 ns
16	0,932 ns	0,939 ns	0,938 ns
Médias	0,933 b	0,940 ab	0,945 a
A/Ci ($\mu\text{mol CO}_2$)			
Doses	Tela 30%	Tela 50%	Tela 70%
0	0,009 b	0,011 b	0,016 a
2	0,010 b	0,010 b	0,013 a
4	0,010 ns	0,011 ns	0,011 ns
8	0,010 ns	0,011 ns	0,012 ns
16	0,010 ns	0,010 ns	0,012 ns
Médias	0,009 b	0,011 b	0,013 a

Médias seguidas de letras iguais não diferem entre si, pelo teste de Tukey, a 5% de significância.

Como já discutido anteriormente, as mudas de bromélias apresentaram-se mais vigorosas quando cultivadas no telado de 30%. É válido ressaltar que as plantas presentes nos três ambientes foram cultivadas na fibra de coco (FC), que apresenta alta capacidade de retenção de água, onde tal atributo físico proporcionou as mudas de bromélia menos exposição a estresses hídricos, o que justifica a maior eficiência estomática encontradas nestas plantas, uma vez que a água é um elemento essencial para o crescimento das células e manutenção da turgescência. Diferentes concentrações de Ethrel[®] associado aos efeitos de telado também influenciaram o crescimento das mudas de bromélia.

Diferentes formulações de substratos podem proporcionar reduções em sua umidade, acarretando severas variações na condutância estomática das espécies, onde após o reumedecimento do substrato pode haver progressivos aumentos na concentração interna de CO_2 e na abertura estomática das plantas, permitindo dessa forma, uma livre difusão de vapores nos seus tecidos foliares (LIMA, 2013; MACHADO *et al.*, 1999).

5. CONCLUSÃO

Diante das condições que o experimento foi conduzido pode-se concluir que:

- Em plantas de *Neoregelia fireball* um maior nível de sombreamento favorece a uma maior produção de perfilhos, associado à resposta positiva das mudas ao produto comercial Ethrel[®], quanto a indução do florescimento;
- A dose 4 ml.L⁻¹ do indutor de florescimento Ethrel[®] proporcionou as plantas a resposta mais rápida quanto a indução ao florescimento, com 100% das plantas floridas, nos telados de 30% e 70%, e a obtenção do maior número de perfilhos;
- Maiores doses de Ethrel[®] interferem na indução do florescimento e produzem o perfilhamento de mudas de bromélias;
- As taxas de Chla, Chlb e teores de antocianina nas plantas de *Neoregelia fireball* são influenciadas diretamente pelo sombreamento, quanto maior for o nível de sombreamento maiores serão taxas de Chla, Chlb e teores de antocianina;
- O Ethrel[®] possibilita a produção de bromélias, induzindo o florescimento e o perfilhamento de forma mais rápida e eficiente.

REFERÊNCIAS

- AKI, A. **Bússola da comercialização para produtores de ornamentais**. 2 ed. São Paulo: Heliza, 2005.
- ALMEIDA, E. D. A.; RODRIGUES, M. G. V.; SILVA, F. C.; DIAS, M. S. S.; SOUZA, I. A.; CARVALHO, M.M.; ARAÚJO, R.A.; PARRELA, R. A. C. Indução floral em bromélia *Guzmania* “Grand Prix”. **Revista Brasileira Horticultura Ornamental**, Campinas, v.9, n.2, p.129-134, 2003.
- ALMEIDA, J. A. S., KASHERES, C.; PEREIRA, M. F. D. A. Ethylene and abscisic acid in the control of development of the rhizome of *Kohleria eriantha* (Benth.) Hanst. (Gesneriaceae). **Brazilian Journal of Plant Physiology**, Londrina, v. 17, n. 4, p. 391-399, 2005.
- ANDRIOLO, L. J. Fisiologia da produção de hortaliças em ambiente protegido. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 18. p. 26-33, 2000. Suplemento.
- ANACLETO, A. **Bromélias no Paraná: Cultivo, Extrativismo e Comercialização**. 2011. 173p. Tese (Doutorado) – Universidade Federal do Paraná, Agronomia, Curitiba.
- ASSIS, S. Efeito da orinetação da estufa de polietileno na radiação solar, em estações distintas do ano. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, Santa Maria, v.1 2, n. 2, p. 219-226, 2004.
- BATALHA, M. O.; BUAINAIN, A. M. **Cadeias produtivas de flores e mel**. Brasília: IICA: MAPA/SPA, 2007.
- BARBOSA, G. C. V. **Substratos e indutores de florescimento em bromélias ornamentais**. 2007. 88p. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) Minas Gerais, Universidade Federal de Viçosa, Viçosa.
- BENZING, D.H. **Bromeliaceae: profile of an adaptive radiation**. Cambridge, UK: Cambridge University Press, 2000, 690 p.
- BERED, F.; SANTOS, E. K. dos; SILVA, C. P. da; PAGGI, G. M. Bomélias – A beleza exótica do Novo Mundo. In: BABIERE, R. H.; STUMPF, E. R. T. (org.). **Origem e evolução de plantas cultivadas**. 1. ed. Brasília: Embrapa Informações Tecnológicas, 2007, v. 1, p. 235-251.
- BECKMAN, M. Z. Radiação solar em ambiente protegido cultivado com tomateiro nas estações verão-outono do Rio Grande do Sul. **Ciência Rural**. Santa Maria, v. 36, n. 1, p. 86-92, 2006.
- BLISKA, J.R.A.; HONÓRIO, S.L. **Cartilha tecnológica de plasticultura e estufa**. Campinas: UNICAMP, 1996. 85p.
- BRANT, R. S.; PINTO, J. E. B. P; ROSAL, L. F.; ALVES, C.; OLIVEIRA, C.; ALBUQUERQUE, C. J. B. Adaptações fisiológicas e anatômicas de *Melissa officinalis* L. (Lamiaceae) cultivadas sob malhas termorrefletoras em diferentes intensidades luminosas.

- Revista Brasileira de plantas Mediciniais**, Botucatu, v.13, n. 4, p. 467-474, 2011.
- BROMELIADS INTERNACIONAL – SOCIETY BSI. **What are bromeliads**. Disponível em: <http://bsi.org>. Acesso em: 15 de set. 2015.
- CALVETE, E. O.; ROCHA, H.C.; ANTUNES, O.T.; NIENOW, A.A.
Morangueiro polinizado pela abelha jataí em ambiente protegido. Passo Fundo: UPF, 2005. 53 p.
- CARDOSO, J. C. **Ácido giberélico (Ga3) na indução do florescimento de orquídeas**. 2007, 52p. Dissertação (Mestrado em Ciências Biológicas – Botânica) – Instituto de Biociências, Universidade Estadual de São Paulo, UNESP, Botucatu.
- CASTELLANO, S.; SCARASCHA, G.M.; RUSSO, G.; BRIASSOULIS, D.; MISTRIOTIS, A.; HEMMING, S.; WAAIJENBERG, D. Plastic nets in agriculture: A general review of typologies and applications. **Applied Engineering in Agriculture**, Michingan, v. 24, p. 799-808, 2008.
- CASTRO, P. R. C.; SANTOS, V. M.; STIPP, S. R. Nutrição Vegetal e biorregulação no desenvolvimento das plantas. **Informações Agrônomicas**, São Paulo, n. 139, p. 9-15, 2012.
- CARVALHO, L. C.; ALMEIDA, D. R.; ROCHA, C. F. D. da. Phenotypic response of *Neoregelia johannis* (Bromeliaceae) dependent on light intensity reaching the plant microhabitat. **Selbyana**, v. 19, n. 2, p. 240-244, 1998.
- CARVALHO, L. C.; ROCHA, C. F. D. Forma da bromélia depende da luz. **Ciência Hoje**. v. 26, n. 155, p. 72-74, 1999.
- CARVALHO, J. M. F. C; SILVA, M. M. A; MEDEIROS, M. J. L. **Fatores Inerentes à Micropropagação**. Campina Grande: Embrapa Algodão, 2006. 19p. (Embrapa Algodão. Documentos, 148).
- CARVALHO, J. A. REZENDE, f. C.; AQUINO, R.; FREITAS, W. A.; OLIVEIRA, E. C. Análise produtiva e econômica do pimentão vermelho irrigado com diferentes lâminas, cultivado em ambientes protegido. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 15, n. 6, p. 569-574, 2011.
- CERMEÑO, Z. S. **Construccion de invenrnaderos**. Madrid: Mundi- Prensa, 1994, 445p.
- CID, L.P.B. **Introdução aos hormônios vegetais**. Brasília- EMBRAPA- Recursos Genéticos e Biotecnologia, 2000, 180p.
- COFFANI-NUNES, J. V. Bromélias. In: SIMÕES, L. L.; LINO, C. F. (Org.). **Sustentável Mata atlântica: a exploração de recursos vegetais**. São Paulo: Senac, 2002. p. 119-132.
- COLLINS, J. L. **The pineapple: botany, cultivation and utilization**. London: Leonard Hill, 1960, 294 p.
- COLI, S. Etileno. In: Kerbauy, G.B. **Fisiologia vegetal**. Editora Guanabara Koogan. 1ª edição. p. 308-332. 2004.

CONTI, J.H.; MINAMI, K.; TAVARES, F.C.A. Produção e qualidade de frutos de morango em ensaios conduzidos em Atibaia e Piracicaba. **Horticulturae Brasileira**, Brasília, v. 20, n. 1, p. 10-17, 2002.

COLETTI, R. **Fenologia, produção e superação da dormência do Mirtilo em ambiente protegido**. 2009, 87p. Dissertação (Mestrado em Agronomia – Produção Vegetal) – Universidade de Passo Fundo, Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária, Passo Fundo.

COSTA, R. C. da. **Teores de clorofila, produção e qualidade de frutos de morangueiro sob telas de sombreamento em ambiente protegido**. 2009, 128p. Dissertação (Mestrado em Agronomia – Produção Vegetal) – Universidade de Passo Fundo, Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária, Passo Fundo.

CORREIA, D.; BORES, N. S. S.; RIBEIRO, E. M.; MORAIS, J. P. S. de. **Produção de Mudanças In vitro e Indução Floral de Abacaxizeiro Ornamental**. Fortaleza: Embrapa Agroindústria Tropical, 2011. Disponível em:
<http://webcache.googleusercontent.com/search?q=cache:rOsIFwgAhosJ:https://www.infoeca.cnptia.embrapa.br/infoteca/bitstream/doc/900889/1/DOC11002.pdf+&cd=1&hl=pt-BR&ct=clnk&gl=br>. Acesso em: 20 dez. 2015.

DINIZ, K.A. et al. Qualidade de sementes de alface enriquecida com micronutrientes e reguladores de crescimento durante o armazenamento. **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina, v.31, n.1, p.228-238, 2009.

DELAGRANGE, S. Light- and seasonal-induced plasticity in leaf morphology, N partitioning and photosynthetic capacity of two temperate deciduous species. **Environmental and Experimental Botany**, Canada, v. 70, p. 1 -10, 2011.

DOURADO NETO, D.; DARIO, G. A.; VIEIRA JÚNIOR, P. A.; MANFRON, P. A.; MARTIN, T. N.; BONNECARRÉRE, R. N. G.; CRESPO, P. E. N. Aplicação e influencia do fitorregulador no crescimento das plantas de milho. **Revista da FZA**. Uruguaiana, v. 11, p. 1-9, 2004.

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**, Santa Maria, v.1, p.31-36, 1993.

FORZZA, R. C. Revisão taxonômica de *Encholirium* Mart. ex Schult. & Schult.f. (Pitcairnioideae-Bromeliaceae). **Boletim de Botânica da Universidade de São Paulo**, São Paulo, v. 23, p. 1-49, 2005.

FURLAN, R. A. **Avaliação da 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.

FRAZÃO, J. G. S. **Contribuição de características citogenéticas e moleculares à sistemática de Bromeliaceae**. 2006. 115p. Tese (Doutorado em Biologia Vegetal). Universidade Federal de Pernambuco, Recife.

GONÇALVEZ, A. L. **Efeito do sombreamento contínuo no microclima, crescimento e produção da videira “Niagara Rosada”**. 2007. 76 p. Dissertação (Mestrado em Agricultura Tropical e Subtropical – Gestão de Recursos Agroambientais) – Instituto Agronômico de Campinas, Campinas, SP.

GUEISS, J.; MIELKE, E.C.; CUQUEL, F.L. Ação do bioestimulante Stimulate na cultura do gerânio. In: Congresso Brasileiro de Floricultura e Plantas Ornamentais, 15, 2005. **Anais...** Fortaleza: Sociedade de Olericultura, 2005a. p.528.

GUEISS, J.; MIELKE, E.C.; CUQUEL, F.L. Ação do bioestimulante Stimulate na cultura do gébera. In: Congresso Brasileiro de Floricultura e Plantas Ornamentais, 15, 2005. **Anais...** Fortaleza: Sociedade de Olericultura, 2005b. p.528.

GONZALES, A. M. CAMACHO, M. J. I. **Invernaderos: Diseño, construcción y ambientación**. Madrid: Mundi- Prensa, 1993,159p.

GOTO, R.; HORA, R. C. da. Avanços na área de cultivo protegido para pequenas frutas. In: SEMINÁRIO BRASILEIRO SOBRE PEQUENAS FRUTAS, 4., 2007, Vacaria. **Resumos...** Bento Gonçalves: Embrapa Uva e Vinho, 2007. p.29-34. (Documentos, 59).

GOTO, R.; HORA, R. C. da.; DEMANT, L. A. R. **Cultivo protegido no Brasil: histórico, perspectivas e problemas enfrentados com sua utilização**. In: BELLO FILHO, F.; SANTOS, H. P. dos; OLIVEIRA, P. R. D. de. Seminário de Pesquisa sobre Fruteira Temperadas. Bento Gonçalves, RS. Programas e Palestras. Embrapa Uva e Vinho, junho, p.27-29. 2005.

HALL, M.A.; Smith, A.R. Ethylene and the responses of plants to stress. **Bulgarian Journal Plant Physiology**, Sofia, Bulgaria, v. 21, n. 2-3, p. 71-79, 1995.

HARTMANN, H. T.; KOFRANEK, A. M.; RUBATZKY, V. E.; FLOCKER, W. J. **Plant Science: growth, development and utilization of cultivated plants**. 2.ed. New Jersey: Regents/Prentice Hall, 1988. 674p.

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

INSTITUTO BRASILEIRO DE FLORICULTURA. **Release imprensa**. Campinas, 2012. 4 p. Disponível em: <http://www.ibraflor.com/publicacoes/vw.php?cod=183>. Acesso em: 27 maio. 2015.

JÚNIOR, A. de S. **Manejo de irrigação e análise micrometeorológica em diferentes ambientes protegidos no cultivo da Gérbera**. 2013, 113p. Tese (Doutorado) - Recursos Hídricos em Sistemas Agrícolas, Universidade Federal de Lavras, MG.

JUNQUEIRA, A. H.; PEETZ, M. S. Mercado interno para os produtores da floricultura brasileira: características, tendências e importância socioeconômica recente. **Revista Brasileira de Horticultura Ornamental**, Campinas, v. 14, n. 1, p. 37-52, 2008.

JUNQUEIRA, A. H.; PEETZ, M. S. **Contexto e Perspectiva: 2013: Balanço do comércio exterior da floricultura brasileira.** São Paulo, 2014. Disponível em: http://www.hortica.com.br/artigos/2014/2013_Comercio_Exterior_Floricultura.pdf. Acesso em: 27 out. 2015.

JUNQUEIRA, A. H. E; PEETZ, M. S. Mercado interno para os produtos da floricultura brasileira: características, tendências e importância socioeconômica recente. **Revista Brasileira de Horticultura Ornamental**, Campinas, v. 14, n.2, p. 115 - 120, 2014.

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

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

KANASHIRO, S. **Nitrogenio, fósforo, potássio, cálcio e o crescimento de plantas de Aechmea blanchetiana (Baker) L. B. Smith in vitro.** 2005. Tese de Doutorado. Escola Superior de Agricultura Luis de Queiroz. Universidade de São Paulo.

KERBAUY, G. B. **Fisiologia Vegetal.** 2 ed. Rio de Janeiro: Guanabara, 2004, 431 p.il.

KIM, G.; YANO, S.; KOZUKA, T.; TSUKAYA, H. Photomorphogenesis of leaves: avoidance and differentiation of sun and shade leaves. **Photochemistry, Photobiology and Science**, Cambridge, v. 4, n. 5, p. 770-774, 2005.

LARCHER, W. **Ecofisiologia Vegetal.** São Carlos: Rima Editora, 2000. 531p.

LAUBE S.; ZOTZ, G. Which abiotic factors limit vegetative growth in a vascular epiphyte? **Functional Ecology**. Londres, v. 17, p. 598–604, 2003.

LEITE, V. M.; ROSOLEM, C. A.; RODRIGUES, J.D. Gibberellin and cytokinin effects on soybean growth. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v.60, n.3, p.537-541, 2003.

LEME, E.M.C. Bromélias. **Ciência Hoje**, Rio de Janeiro, v. 3, n. 14, p. 66-72, 1984.

LIMA, J. V.; SOUZA, L. C. ; MAR, C. C. ; PINHEIRO, D. C. ; CONCEICAO, H. E. O. **Crescimento e desenvolvimento de plantas de (*etlingera elatior*, Jack Smith) sob sombreamento.**I. Variáveis biométricas. 2012.

LIMA, J. V. ; SOUZA, L. C. ; MAR, C. C. ; COSTA, D. P. ; CONCEICAO, H. E. O. . **Crescimento e desenvolvimento de plantas de (*Etilingera elatior* (Jack) Smith), sob sombreamento. I.** Variáveis biométricas. In: 65ª Reunião Anual da SBPC, 2013, Recife/PE. CIÊNCIA PARA O NOVO BRASIL, 2013.

LOCKE, J. M.; BRYCE, J. H.; MORRIS, P. C. Contrasting effects of ethylene perception and biosynthesis inhibitors on germination and seedling growth of barley (*Hordeum vulgare* L.). **Journal of Experimental Botany**, Reino Unido, v. 51, n. 352, p. 1843-1849, 2000.

LORENZI, H.; SOUZA, H. M. **Plantas ornamentais no Brasil: arbustivas, herbáceas e**

trepadeiras. 2 ed. Nova Odessa, Plantarum. 719 p. 1998.

LUTHER, H. E. *Neuregelia johnsoniae*, an extraordinary new species from Eastern Peru. **Journal of the Bromeliad Society**, Orlando, v. 39, p. 70-71, 2006.

MATTEO, B. C. **Biodiversidade e ecofisiologia de fungos micorrízicos arbusculares em associação com bromélias**. 2002, 80 p. Tese (Mestrado em Recursos Vegetais) – Piracicaba – SP, Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo – ESALQ,

MACHADO, V. P. O. **Ação de Bioestimulante no crescimento, desenvolvimento e teor de flavonoides em Calêndula (*Calandula officinalis* L.)**. 2012, 42 p. Dissertação (Mestrado em Agronomia – Produção Vegetal) – Universidade do Oeste Paulista, Presidente Paulista – SP.

MARTINS, S. R.; FERNANDES, H. S.; ASSIS, F. N.; MENDEZ, M.E.G.; Caracterização climática e manejo de ambientes protegidos: a experiência brasileira. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 20, p. 15-23, 1999.

MARKESTEIJN, L.; POOTER, L.; BONGERS, F. Light-dependent leaf taint variation in 43 tropical dry forest tree species. **American Journal of Botany**. St. Louis, v.94, n.4, p. 515-525, Apri. 2007.

MENDES, L. de. S. **Efeitos de etephon e giberelina no desenvolvimento inicial e em alguns parâmetros tecnológicos da cana-de-açúcar**. 2010, 78p. Dissertação (Mestrado em Ciências) – Escola Superior de Agricultura “ Luiz de Queiroz” – Universidade de São Paulo, Piracicaba.

MEIRA, M. R.; MARTINS, E. R.; MANGANOTTI, S. A. Crescimento, produção de fitomassa e teor de óleo essencial de (*Melissa officinalis* L.) sob diferentes níveis de sombreamento. **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**, Botucatu, v.14, n. 2, p. 352-357, 2012.

MENEZES, N. L.; FRANZINI, S. M.; ROVERSI, T.; NUNES, E. P. Germinação de sementes de *Salvia splendens* Sellow em diferentes temperaturas e qualidade de luz. **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina, v.26, p.32-3,2004.

MOREIRA, B. A.; WANDERLEY, M. G. L.; CRUZ-BARROS, M. A. V. **Bromélias: importância ecológica e diversidade**. Taxonomia e morfologia. Relatório (Programa de Pós Graduação em Biodiversidade Vegetal e Meio Ambiente) – Instituto de Botânica, São Paulo, 12 p., 2006.

MURRAY, J. R.; HACKETT, W. P. Dihydroflavonol reductase activity in relation to differential anthocyanin accumulation in juvenile and mature phase *Hedera helix* L. **Plant Physiology**, [s.l.], v. 97, p. 343–351. 1991.

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

NOUR, K. A.; THORPER, T. A. The effect of the gaseous state on bud induction and shoot multiplication in vitro in eastern white cedar. **Physiology Plantarum**, [s.l.], v. 90, p. 163-172,

1994.

OLIVEIRA, A. A. P.; BRAINER, M. S. Série documentos do ETENE, n.16, **Floricultura: Caracterização e mercado**. Banco do Nordeste do Brasil. Fortaleza, 2007.180 p.

OLIVEIRA, E. C. P. de; LAMEIRA, O. A.; SOUSA, F. I. B. de; SILVA, R. J. F. Estrutura foliar de curauá em diferentes intensidades de radiação fotossinteticamente ativa. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**. Brasília, v. 43, n. 2, p.163-169, fev. 2008.

OLIVEIRA, L. L. **Produção de gladiolo em função da aplicação de nitrogênio e ethiltrinezapac**. 2009. 47 f. Dissertação (Mestrado em Sistemas de Produção, Universidade Estadual Paulista, Ilha Solteira. 2009.

OLIVEIRA, E. C.; CARVALHO, J. A.; ALMEIDA, E. F. A.; REZENDE, F. C.; SANTOS, B. G.; MIMURA, S. N. Evapotranspiração da roseira cultivada em ambiente protegido. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola Ambiental**, Campina Grande, v. 18, n. 3, p. 314–321, 2014.

OIKOS. **Oikos Laboratório**. Disponível em: <http://www.oikos.ufpr.br/produtos/bromelia.pdf>. Acesso em: 14 jul. 2015.

PANDORFI, C. G. **Manejo da cobertura em ambiente protegido: alterações micrometeorológicas e feitos na produção e qualidade de gérberas**. 2006. 95p Tese (Dourado) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” (ESALQ), Piracicaba. .

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

PAULA, C. C.; Silva, H.M.P. **Cultivo prático de bromélia**. Viçosa: Editora UFV, 106 p.2004.

PAULA, C. C. Cultivo de Bromélias. **Informe Agropecuário**, v.26, n.227, p.73-84, 2005.

PEREIRA, A. R.; ANGELOCCI, L. R; SENTELHAS, P. C. **Agrometeorologia: Fundamentos e aplicações práticas**. Guaíba: Agropecuária, 2002. 478p.

REITZ, R. **Bromeliáceas e a malária-bromélia endêmica**. Flora Ilustrada Catarinense. Itajaí, 1983. 808p.

REETZ, E. R.; SANTOS, C.; RIGON, L.; CORRÊA, S.; LINDEMANN, C.; BELING, R. R. **Anuário brasileiro das flores 2007**. Santa Cruz do Sul, RS: Editora Gazeta Santa Cruz, 2007, 112 p.

ROCHA, P. K. **Desenvolvimento de bromélias em ambientes protegidos com diferentes alturas e níveis de sombreamento**. 2002. 111p. Dissertação (Mestrado em Agronomia, Irrigação e Drenagem) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” – Universidade de São Paulo, Piracicaba.

ROSA, S. S. **Propagação e Conservação in vitro de bromélias do gênero Aechmea de valor ornamental**. 2010. 88p. Dissertação (Mestrado em Biotecnologia) – Universidade Estadual de Feira de Santana, Bahia.

- SANTOS, D. S. dos. **Micropropagação da bromélia ornamental *Acanthostachys strobilacea* (Schultz F.) Klotzsch e a influencia do etileno.** 2009, 133p. Dissertação (Mestrado em Biodiversidade Vegetal e Meio Ambiente) – Instituto de Botânica da Secretaria do Meio Ambiente, São Paulo.
- SANTOS, A. J.; BITTENCOURT, A. M.; NOGUEIRA, A. Aspectos econômicos da cadeia produtiva das bromélias na região Metropolitana de Curitiba e Litoral paranaense. **Floresta**, Curitiba, v. 35, n. 3, p. 409-417. 2005.
- SANCHEZ, V. S. E.; FIGUEIREDO, G. **Planejamento da propriedade Agrícola com coletivo em Ambiente Protegido.** Casa da Agricultora, ano 14, n.2, 2011.
- SALISBURY, F. B; ROSS, C. W. **Fisiologia vegetal.** 1ª Ed. Cengage Learning, 2013. 792p.
- SCATENA, V. L.; SEGECIN, S. Anatomia foliar de *Tillandsia* L. (Bromeliaceae) dos **Revista Brasileira de Botânica.** Campos Gerais, Paraná, v. 28, n. 3, p. 635-649, 2005.
- SEBRAE – **Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas. Oferece atividades e recursos para empreendedores e pequenos empresários.** Disponível em <http://www.sebrae.com.br/>. Acessado em: 07 de outubro de 2015.
- IDEL, A. R.; Bisogno, F. E.; Pinheiro, H. Reator eletrônico autooscilante com controle de intensidade luminosa. **Sba Controle & Automação**, v.14, n.2, p.78-81, 2003.
- SEEMANN, J. **Greenhouse climate.** In: Seemann, J. *Journal Agrometeorology.* New York: Springer-Verlag, 1979. p.165-178.
- SHERMAN, M. Control of ethylene in the postharvest environment. **HortScience**, Virginia, v. 20, n.1, p. 57-60, 1985.
- SMITH, L. B. & DOWNS, R. J. Monograph Pitcairnoideae. (Bromeliaceae). Flora Neotropical, **The New York Botanical Garden**, New York, v. 14, n. 1, p. 1-658, 1974.
- TAIZ, L; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal.** 4ed. Porto Alegre: Artmed, 2013.
- SILVA, I. F. **Morfoanatomia foliar e produtividade de abacaxizeiro em cultivo sombreado.** 2013. 56f. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Acre, Rio Branco, 2012.
- SOUZA, R. R. **Desenvolvimento inicial e pós-colheita de alpínia.** 2012. 102 f. Tese (Doutorado) – Universidade Federal de Lavras, Minas Gerais, 2012.
- SOUZA, C. B.; SILVA, B. B.; AZEVEDO, P. V. Crescimento e rendimento do abacaxizeiro nas condições climáticas dos Tabuleiros Costeiros do Estado da Paraíba. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 11, n. 2, p. 134-141, 2007.
- SUZUKI, R. M.; KERBAUY, G. B. Effects of light and ethylene on endogenous hormones and development of *Catasetum fimbriatum* (Orchidaceae). **Brazilian Journal of Plant Physiology**, Londrina, v. 18; n. 3, p. 359-365. 2006.
- TAVARES, A. R. **Avaliação de *Zea mays* L. e *Crotalaria juncea* L. sob efeito de reguladores vegetais.** 1996. 60 f. Dissertação (Mestrado) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de

Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 1996.

TERAO, D.; CARVALHO, A. C. P.; BARROSO, T. C. S. F. **Flores tropicais**. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2005. 225p.

VAN DEN MUIJZENBERG, E. W. B. **A historu of greenhouse**. INST. Agric. Eng., Wageningen, The Netherlands, 1980, 435 p.

VIEIRA, E. L.; CASTRO, P. R. C. **Ação de biostimulnante na cultura da soja (Glycine Max (L.) Merrill)**. Cosmópolis: Stoller do Brasil, 2004. 74p.

WELLBURN, A. R. The spectral determination of chlorophylls a and b, as well as total carotenoids, using various solvents with spectrometers of different resolution. **Journal of Plant Physiology**, v. 144, p. 307-313, 1994.