



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO VALE DO SÃO FRANCISCO**  
**CAMPUS DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS**  
**PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA – PRODUÇÃO VEGETAL**

Maria de Lourdes Neres da Silva

**FISIOLOGIA DO CRESCIMENTO E METABOLISMO DE  
ROSA DE CORTE SOB APLICAÇÃO DE PRODUTOS DE  
EFEITOS FISIOLÓGICOS**

Petrolina PE

2018

**MARIA DE LOURDES NERES DA SILVA**

**FISIOLOGIA DO CRESCIMENTO E METABOLISMO DE  
ROSA DE CORTE SOB APLICAÇÃO DE PRODUTOS DE  
EFEITOS FISIOLÓGICOS**

Dissertação apresentada ao Curso de Pós-Graduação em Agronomia – Produção Vegetal do Campus de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Vale do São Francisco, como parte dos requisitos para a obtenção do título de Mestre em Agronomia – Produção Vegetal.

Orientadora: Profa. D.Scr. Márkilla Zunete Beckmann Cavalcante.

Coorientadora: D.Sc. Anamaria Ribeiro Pereira Ramos.

Petrolina - PE

2018

S586f Silva, Maria de Lourdes Neres da.  
Fisiologia do crescimento e metabolismo de rosa de corte sob aplicação de produtos de efeitos fisiológicos / Maria de Lourdes Neres da Silva. – Petrolina, 2018.  
83 f. : il.

Dissertação (Mestrado em Agronomia – Produção Vegetal) – Universidade Federal do Vale do São Francisco, Campus de Ciências Agrárias, Petrolina-PE, 2018.  
Orientadora: Profa. Dra. Márkilla Zunete Beckmann Cavalcante.

Referências.

1. Plantas Ornamentais. 2. Rosas - Cultivo. 3. Fisiologia. I. Título. II. Universidade Federal do Vale do São Francisco.

CDD 635.93372

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO VALE DO SÃO FRANCISCO**  
**CAMPUS DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS**  
**PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA – PRODUÇÃO VEGETAL**

**FOLHA DE APROVAÇÃO**

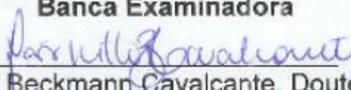
Maria de Lourdes Neres da Silva

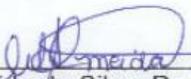
**FISIOLOGIA DO CRESCIMENTO E METABOLISMO DE ROSA DE CORTE**  
**SOB APLICAÇÃO DE PRODUTOS DE EFEITOS FISIOLÓGICOS**

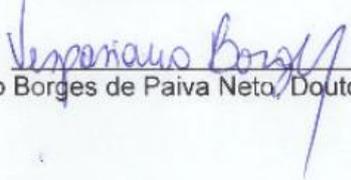
Dissertação apresentada como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Agronomia – Produção Vegetal, pela Universidade Federal do Vale do São Francisco.

Aprovada em: 26 de Fevereiro de 2018.

**Banca Examinadora**

  
Márkilla Zunete Beckmann Cavalcante, Doutora, UNIVASF

  
Marcelle Almeida da Silva, Doutora, UNIVASF

  
Vespasiano Borges de Paiva Neto, Doutor, UNIVASF

A todos os professores que participaram da minha  
formação até aqui, em especial aos orientadores que tive, por todo empenho,  
atenção e que por tantas vezes acreditaram em mim quando eu mesma não  
estava tão crente  
Dedico.

## AGRADECIMENTOS

A Universidade Federal do Vale do São Francisco e ao Programa de Pós-Graduação em Agronomia – Produção Vegetal, por todo suporte no desenvolvimento deste trabalho, meu mais profundo agradecimento.

A FACEPE e A CAPES, pelo financiamento do projeto de pesquisa desenvolvido e concessão da bolsa, respectivamente, obrigada.

A todos os professores do Programa, especialmente aqueles com os quais eu convivi em disciplinas, por todos os ensinamentos e experiências compartilhadas e por toda disponibilidade, sempre que precisei, deixo aqui o meu agradecimento.

Aos professores Marcelle Almeida e Vespasiano Borges por todo o suporte nas análises em campo e em laboratório e por aceitarem fazer parte da banca de defesa desta dissertação, contribuindo imensamente para a melhoria da mesma, meu muito obrigada.

Agradeço imensamente a Embrapa semiárido, ao Cemafauna, especialmente a Joyce Milena, ao NEMA, ao laboratório de Genética e Biotecnologia, ao laboratório de Química de Solos e em especial, ao laboratório de fisiologia vegetal, por cederem espaço e equipamentos necessários para a realização deste trabalho.

Agradeço a minha orientadora, Dra. Márkilla Cavalcante, por todo apoio, ensinamentos e sobretudo paciência ao longo desses dois anos. Foi uma honra imensa trabalhar e aprender com uma profissional tão competente.

Ao grupo de pesquisa Plantas Ornamentais no Vale do São Francisco – POVASF, principalmente aqueles que trabalharam diretamente no desenvolvimento desse projeto: Anamaria Ribeiro, João Henrique, Raylla Rocha, Mayara Melo e Victoria Galvão. Aos que não estão mais no grupo, mas que em algum momento também contribuíram com o desenvolvimento do experimento em campo: Higor Mcarter, José Alves, Sheila Daniella, e a todos os demais integrantes do grupo, não apenas pela ajuda concedida, mas sobretudo pelos momentos de conversa e descontração, muito obrigada!

A equipe do laboratório de fisiologia vegetal: Hugo Leonardo, Mariana Correia, Bárbara Carvalho, Giovânia Sá e novamente Mayara Melo. Sem vocês uma boa parte deste trabalho não teria sido feita. Pela ajuda, mas sobretudo pelas amizades firmadas, pelas muitas risadas e experiências compartilhadas, meus mais sinceros agradecimentos. Levarei vocês comigo onde quer que eu vá.

Aos integrantes da turma 2016.1 do PPGA-PV: Andréa Oliveira, Camila Israela, Christiano Lima, Jackson Teixeira, Jandelson de Oliveira, Joanaylla Gomes, Maria Aline, Maria Andreia, Maria das Graças, Tássia Taiane, Rosângela de Sousa, Witalo Sales, e, nossa adotada, Bruna Ribeiro, pessoas conceituadas “A” que o mestrado me deu, agradeço por todos os momentos

compartilhados...As alegrias, o desespero, o riso solto. Aprendi muito com cada um de vocês.

As minhas amigas de sempre e para sempre, Débora Carine, Sara Raquel, Ana Paula Tavares e Uêdija Dias, que mesmo distante sempre se fizeram presentes com os melhores conselhos, as melhores conversas e as distrações que mantiveram a minha sanidade mental nos momentos de caos, meus sinceros agradecimentos. Vocês são parte importante deste trabalho.

Aos amigos, Joerlandes Rodrigues, por ser meu porto seguro para todos os momentos, nos dias de luta e nos dias de glória; Alberto Filho, pelas risadas, doces e músicas compartilhadas e por ter sido mais que um estagiário, um amigo inestimável com quem aprendi lições que carregarei para além da vida acadêmica; e a Gustavo Macedo, por toda a fé depositada em mim, por ter me incentivado a continuar quando eu quis desistir e sobretudo por me inspirar a ir mais longe, a buscar sempre o melhor do melhor, a ser melhor. A vocês, o meu muito obrigada!

A minha família, sobretudo à minha mãe Helena Neres, às minhas irmãs e irmão: Claudiana, Claudilene, Viviane, Valdilene e Emanuel Neres, e aos meus avós, João Nery e Rita Lina, minha inspiração maior, à vocês, por todo apoio e incentivo, minha eterna gratidão.

Aos meus sobrinhos, Alan, Brenda e Rita, por todo carinho a mim dedicado e por serem uma das razões pela qual eu continuo buscando crescer pessoal e profissionalmente, agradeço.

Sobretudo, agradeço a Deus, pelo dom da vida e da observação. Por sua generosidade e amor infinito que me permitiram chegar até aqui. A ele toda honra e toda glória!

“Recria tua vida, sempre, sempre.  
Remove pedras e planta roseiras e faz doces.  
Recomeça.”

Cora Coralina

## RESUMO

A rosa de corte constitui o principal produto da floricultura e seu cultivo vem sendo difundido pelas diferentes regiões do Brasil, podendo o Vale do Submédio São Francisco tornar-se uma nova fronteira agrícola para essa cultura. No entanto, sua introdução em ambiente de temperaturas elevadas requer uso de ferramentas que possibilitem sua aclimatação às condições impostas. O uso de produtos de efeitos fisiológicos, como as estrobilurinas, carboxamidas e anilidas, bem como reguladores vegetais que podem promover alterações no metabolismo e crescimento do vegetal pode ser uma ferramenta viável para o cultivo de rosas no semiárido nordestino. Assim, objetivou-se com este trabalho avaliar o efeito da aplicação de produtos de efeitos fisiológicos na fisiologia do crescimento e no metabolismo de rosa de corte 'Ambiance' no Vale do Submédio São Francisco. O cultivo foi realizado em telado com 50% de sombreamento. O delineamento experimental foi em blocos casualizados, com quatro repetições e seis tratamentos: testemunha (aplicação de água); T2) boscalida; T3) piraclostrobina; T4) boscalida + piraclostrobina (T2 + T3); T5) fluxaproxade + piraclostrobina; T6) regulador vegetal IBA + GA<sub>3</sub> + cinetina. Os mesmos foram aplicados via foliar em intervalos de 15 dias durante todo o ciclo da cultura. Foram realizadas avaliações de crescimento a cada 28 dias, por um período total de 280 dias, no qual o efeito dos tratamentos foi avaliado através de índices fisiológicos. Em um período subsequente às análises de crescimento, foram realizadas avaliações de trocas gasosas, bem como o acúmulo de carboidratos, proteína e prolina e a atividade enzimática do sistema antioxidante, com as enzimas superóxido dismutase e catalase. Os resultados obtidos demonstraram que os produtos testados, especialmente a boscalida, tanto isolada como combinada à piraclostrobina, o fluxaproxade conjugado com piraclostrobina e os reguladores vegetais proporcionaram maior incremento no crescimento da roseira, além de terem atuado positivamente nas trocas gasosas, favorecendo maior assimilação de CO<sub>2</sub>, maior eficiência do uso da água e melhor e maior eficiência de carboxilação. Também promoveram maior atividade das enzimas superóxido dismutase e catalase. Assim, conclui-se que estes produtos são uma alternativa viável à uma provável introdução da cultura da roseira na região do Submédio São Francisco.

Palavras-chave: *Rosa* spp, 'Ambiance', Estrobilurinas, Reguladores vegetais, Trocas gasosas.

## ABSTRACT

The cutting rose is the main product of the floriculture sector and its cultivation has been diffused at the different regions in Brazil, allowing the Valley do Submédio São Francisco to become a new agricultural frontier for this crop. However, the introduction of cutting rose in high temperature environment requires the use of tools that allow its acclimatization to the conditions imposed. The use of products with physiological effects, such as strobilurins, carboxamides and anilides, as well as plant regulators, that can promote changes in plant metabolism and growth can be a viable tool for rose cultivation in the Northeastern Semi-arid region. Thus, the objective of this work was to evaluate the effect of the application of products with physiological effects on the growth physiology and metabolism of cut rose 'Ambiance' in the Valley of the Submédio São Francisco. The cultivation was carried out in an environment with 50% shading. The experiment was conducted in a randomized complete block design, with four replications and six treatments: control (water application); T2) boscalid; T3) pyraclostrobin; T4) boscalid + pyraclostrobin (T2 + T3); T5) fluxapiraxad + pyraclostrobin; T6) plant regulator IBA+GA<sub>3</sub>+kinetin. These physiological products were applied via leaf at 15-day intervals throughout the crop cycle. Evaluations were performed every 28 days for a total period of 280 days and the effect of the treatments was evaluated through the physiological indexes. In a period following the growth assessments, gas exchange evaluations as well as the accumulation of carbohydrates, protein and proline and the enzymatic activity of the antioxidant system were performed with the enzymes superoxide dismutase and catalase. The results showed that the tested products, especially boscalid, both isolated and combined with pyraclostrobin, pyraclostrobin conjugated fluxapiraxade and plant regulators provided a greater increase in rose growth, besides having a positive effect on gas exchange, favoring greater assimilation of CO<sub>2</sub>, higher efficiency of water use and better and greater efficiency of carboxylation. They also promoted greater activity of the enzymes superoxide dismutase and catalase. Thus, it is concluded that these products are a viable alternative to a probable introduction of the rose bush in the region of Submédio São Francisco.

**Keywords:** *Rosa* spp., 'Ambiance', Strobilurins, Plant regulators, Gas exchange.

## SUMÁRIO

<b>1. INTRODUÇÃO.....</b>	<b>11</b>
<b>2. REVISÃO DE LITERATURA.....</b>	<b>13</b>
2.1. Aspectos gerais da cultura de rosa de corte.....	13
2.2. Perspectivas para a introdução da cultura de rosa de corte no Vale do Submédio São Francisco.....	15
2.3. Alterações fisiológicas causadas por fungicidas e reguladores vegetais.....	16
<b>3. MATERIAL E MÉTODOS.....</b>	<b>21</b>
3.1. Área de estudo.....	21
3.2. Condução do experimento em campo.....	21
3.3. Delineamento experimental.....	23
3.4. Variáveis avaliadas.....	24
3.5. Análise estatística.....	31
<b>4. RESULTADOS.....</b>	<b>32</b>
4.1. Análise de crescimento e clorofila total.....	32
4.2. Trocas gasosas.....	41
4.3. Acúmulo de solutos orgânicos.....	55
4.4. Atividade enzimática.....	57
<b>5. DISCUSSÃO.....</b>	<b>66</b>
<b>6. CONCLUSÕES GERAIS.....</b>	<b>76</b>
<b>7. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....</b>	<b>76</b>
<b>8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....</b>	<b>77</b>

## 1. INTRODUÇÃO

A floricultura comercial vem apresentando um crescimento consistente ao longo dos anos, sendo as rosas, orquídeas, crisântemos e kalanchoes os produtos de maior destaque atual. O alto investimento em tecnologias que alavanquem a produção em todas as estações tem permitido que os produtores migrem para regiões de altitude, como as serras, ou de clima constante, como o nordeste brasileiro (IBRAFLOR, 2017).

Com a expansão do setor ornamental, o Vale do Submédio São Francisco, consolidado produtor nacional de frutas, pode ser uma nova fronteira agrícola a ser explorada para a produção de flores, como a rosa de corte. No entanto, tendo em vista as exigências naturais da roseira, que requer para seu desenvolvimento ideal temperaturas entre 17 a 18 °C durante a noite e 23 a 25 °C durante o dia torna-se necessário o uso de tecnologias que viabilizem a introdução da cultura em ambientes de clima adverso (BARBOSA et al., 2005).

Em condições de alta intensidade luminosa e temperaturas elevadas, como as do semiárido nordestino, a roseira pode ter sua eficiência fotossintética aumentada, ocasionando a diferenciação de várias gemas vegetativas por haste, sendo necessária a retirada de botões laterais, bem como pode ocorrer a redução no comprimento da haste e no número de pétalas, comprometendo a qualidade do produto final (BARBOSA et al., 2005). Tendo em vista que a fotossíntese é um processo chave para o desenvolvimento vegetal, do qual resulta o acúmulo de toda a matéria orgânica das plantas, qualquer fator que interfira na eficiência fotossintética irá interferir diretamente no desenvolvimento do vegetal (LOPES et al., 2009).

Uma forma de alterar a fisiologia das roseiras para viabilizar a introdução da cultura no Vale do Submédio São Francisco é por meio da aplicação foliar de produtos do grupo químico das estrobilurinas, carboxamidas e anilidas, bem como de reguladores vegetais. Moléculas como a piraclostrobina, fluxapirroxade e boscalida, além da ação fungicida, possuem efeitos positivos no rendimento das culturas nas quais são aplicadas, causando possíveis alterações no metabolismo e crescimento, proporcionando maior produtividade, folhas mais

verdes, maior acúmulo de clorofila e melhor desenvolvimento (BASF, 2005; MUELLER et al., 2008; RAMOS et al., 2015).

O uso de tais moléculas podem ainda apresentar efeito sobre a fotossíntese líquida. Estudos têm demonstrado que estes produtos interferem nos processos de trocas gasosas, provocando menor consumo de carbono por reduzir temporariamente a respiração das plantas. Além disso, promovem um aumento na atividade do sistema antioxidante nas plantas, visando o combate ao estresse. Aumenta ainda a atividade da enzima nitrato redutase, provocando melhor balanço hormonal e diminuição da síntese de etileno (RAMOS et al., 2013; RAMOS et al., 2015; MACEDO et al., 2017).

Os reguladores vegetais, por sua vez, agem modificando o crescimento e o desenvolvimento da planta, exercendo profunda influência em diversos processos fisiológicos. Podem ser aplicados nas plantas alterando seus processos vitais e estruturais, com resultados sobre o incremento de produção, sendo estes efeitos proporcionados pela utilização de um regulador ou por mistura destes. (PAROUSSI et al., 2002).

Para a floricultura, não se tem dados da atuação destes produtos quanto aos possíveis efeitos fisiológicos causados às plantas. Assim, objetivou-se com este trabalho avaliar a influência da aplicação de piraclostrobina, boscalida, fluxapiraxade e dos reguladores vegetais cinetina + GA<sub>3</sub> + IBA na fisiologia do crescimento e no metabolismo de plantas de rosa de corte cv. Ambiance, em condições de ambiente protegido no Vale do Submédio São Francisco.

## 2. REVISÃO DE LITERATURA

### 2.1. Aspectos gerais da cultura de rosas de corte

As rosas são originárias da Ásia Central, África e Europa e pertencem à família Rosaceae, gênero *Rosa* L. A roseira é uma planta perene, semi arbustiva, com hábito de crescimento ereto, caule lenhoso e espinhoso, folhas caducas e pinadas, composta de cinco a sete folíolos ovalados. A planta emite ramos grossos, os ramos basais, que permite a produção de hastes florais para a comercialização. Desde a antiguidade, constituem uma das principais plantas ornamentais cultivadas no mundo, com mais de 200 espécies e mais de 30.000 cultivares provenientes de cruzamentos e retro cruzamentos de diversas variedades (BARBIERI; STUMPF, 2005; LORENZI; SOUZA, 2008).

A roseira pode ser propagada via sementes, estacas, enxertos (borbulhas e garfos) e por micropropagação, sendo a estaquia e a enxertia as formas mais utilizadas na reprodução da cultura (PIVETTA et al., 2004).

O cultivo de rosas para corte exige uma faixa de temperatura e umidade relativa do ar ideal para o crescimento e desenvolvimento, sendo que a temperatura diurna deve ficar entre 23 e 25 °C e a noturna entre 15 e 18 °C. Com relação a umidade relativa do ar, esta deve estar entre 70 e 75%, no entanto, no período de brotação das gemas e crescimento dos brotos esta faixa deve ficar entre 80 e 90% (BARBOSA et al., 2005).

No mercado de flores e plantas ornamentais, as rosas se destacam como as flores de corte mais procuradas, sendo, dentro da floricultura, uma das principais culturas para os mercados interno (MARTINS et I., 2009). As rosas produzidas e comercializadas no Brasil seguem o padrão de qualidade baseado nas normas de classificação e características da haste floral desenvolvida pela Cooperativa Veiling Holambra e adotada pelo Instituto Brasileiro de Floricultura (IBRAFLOR, 2014). Os parâmetros utilizados na classificação de flores de corte variam de acordo com a variedade e sistema de produção e incluem diâmetro e comprimento da haste, diâmetro e comprimento

do botão, ambos importantes na determinação do valor comercial da flor (CASARINI, 2004).

Para alcançar a qualidade comercial esperada e uma boa produtividade, faz-se necessário um aprimoramento nos fatores de produção, dentre eles, a nutrição das plantas, o sistema de irrigação adotado e um manejo fitossanitário constante, tendo em vista as altas exigências nutricionais da cultura, bem como a incidência de pragas e doenças que podem comprometer tanto a qualidade quanto a produtividade final. Assim, o sistema de cultivo em ambiente protegido tem sido o mais indicado para a produção de rosa de corte (ALMEIDA et al., 2012).

No cultivo em ambiente protegido, o sistema de irrigação por gotejamento é o mais utilizado, pois além de possibilitar maior controle na quantidade de água disponibilizada à planta, permite ainda a aplicação de fertilizantes via fertirrigação, contribuindo para um manejo nutricional eficiente na cultura. Além disso, o gotejamento evita o molhamento das folhas e com isso, tende a diminuir a incidência de doenças causadas por fungo, configurando-se como uma vantagem adicional aliada ao manejo fitossanitário (BIBLIO et al., 2010; VILAS BOAS et al., 2011). Assim, percebe-se que a cultura de rosas para corte requer manejo cultural e condições climáticas adequadas para atingir uma produtividade rentável (GREYVENSTEIN et al., 2014). Com isso, para a introdução da cultura em locais onde não se tem tradição no seu cultivo, faz-se necessário que se investigue tecnologias que viabilizem o seu estabelecimento.

Entre as diversas rosas de corte existentes no mercado, a Ambiance é uma das cultivares mais antigas, que se destaca por sua beleza e perfume. Foi desenvolvida pela empresa holandesa Lex<sup>+</sup> e é classificada como uma rosa bicolor, por ter um botão amarelo com pétalas vermelhas/rosas, apresentando hastes entre 50 e 60 cm de comprimento e produtividade em torno de 150 hastes m<sup>-2</sup> ano<sup>-1</sup> e boa durabilidade nos canteiros (FERREIRA, 2016).

## **2.2. Perspectivas para a introdução da cultura de rosa de corte no Vale do Submédio São Francisco**

O Vale do Submédio São Francisco se destaca no cenário brasileiro como um grande produtor de frutas tropicais, mas também apresenta grande potencial para a produção de flores de corte, visto que já produziu e exportou flores tropicais através da cooperativa FLOREXPORT, de Petrolina – PE, que chegou a contar com 27 produtores e volume de produção mensal de 20 mil hastes, em 10 ha, com exportação semanal de 2 mil hastes (CODEVASF, 2004). Porém, a produção pequena não atendia a demanda internacional e os produtores esbarraram em dificuldades relacionadas à logística e distribuição das flores para o exterior (PEDROSA FILHO; FAVERO, 2007).

Com uma nova visão de mercado, voltada principalmente para atender a demanda da própria região e diante da alta rentabilidade atual do setor florístico, investir na produção de flores no Vale do Submédio São Francisco poderá intensificar a economia local, além de ser uma fonte de renda alternativa para pequenos produtores e integrantes da agricultura familiar. Tendo em vista a infraestrutura existente para a produção de frutas nos perímetros irrigados, bem como para a comercialização, a introdução da floricultura pode ser mais uma atividade de sucesso para a região (SANTOS, 2007).

Nesse contexto, pesquisas estão sendo realizadas com diversas espécies de flores e plantas ornamentais, exóticas e também nativas da Caatinga, que apresentam potencial para serem produzidas na região, como girassol ornamental, helicônias, lírio da caatinga, caroá, dentre outras (SILVA, 2017; SILVA et al., 2017; BECKMANN-CAVALCANTE et al., 2017). Com alta demanda no mercado e inegável valor comercial, a rosa de corte se destaca como principal produto da floricultura, podendo, com isso, ser uma nova fonte de pesquisa para possível introdução da cultura no Vale do Submédio São Francisco.

Tendo em vista que a roseira é uma planta de clima temperado, a produção de rosas para corte na região semiárida tem como desafios as altas temperaturas e elevada incidência luminosa, fatores que podem limitar o

desenvolvimento da planta e impactar diretamente no tamanho da haste e botão floral, diminuindo o valor de mercado ou mesmo inviabilizar a produção (BARBOSA et al., 2005). Tais fatores são importantes na determinação do local onde será implantada a cultura, podendo ser necessário a utilização de ambientes protegidos, como os telados, dependendo da região onde se pretende investir no cultivo (BARBOSA et al., 2005).

Culturas típicas de climas temperados e também representantes da família Rosaceae, como maçã e pera, têm se desenvolvido bem no clima semiárido do Vale do Submédio São Francisco, apresentado resultados satisfatórios nos experimentos realizados. O uso de tecnologias disponíveis, como o melhoramento genético, reguladores vegetais, porta enxertos adequados e manejos diferenciados podem tornar possíveis a produção em larga escala e alta qualidade dessas culturas (LOPES; OLIVEIRA, 2010).

Para que rosas de corte sejam produzidas no semiárido, atendendo a qualidade exigida pelo mercado, o uso de alguns produtos de alteração fisiológica durante o desenvolvimento da planta pode ser uma solução viável, aliada ao cultivo em ambiente protegido. Com potencial de uso, destacam-se fungicidas do grupo químico das anilidas, carboxamidas e estrobilurinas, além de reguladores vegetais. Estes produtos modificam a fisiologia e o metabolismo da planta, proporcionando melhor desenvolvimento e crescimento, além de aumento na produtividade e/ou na qualidade final, como observado em várias espécies cultivadas (VENÂNCIO et al., 2003; BASF, 2005; KOSLOWSKI et al., 2009; FAGAN et al., 2010; RAMOS et al., 2015; MACEDO et al., 2017; AMARO et al., 2018).

### **2.3. Alterações fisiológicas causadas por fungicidas e reguladores vegetais**

#### *2.2.1. Alterações na fisiologia do crescimento*

Entre os fatores que podem afetar o desenvolvimento, crescimento e produção das plantas estão qualquer fator que interfira na eficiência fotossintética (LOPES et al., 2009). Tem sido relatado em vários estudos que alguns grupos de fungicidas causam alterações fisiológicas no crescimento e

metabolismo dos vegetais nos quais são aplicados, estando estes infectados por doenças ou não (MOURA, 2013; RAMOS et al., 2013; CARRIJO, 2014; RAMOS et al., 2015; MACEDO et al., 2017). É o caso dos fungicidas do grupo químico das estrobilurinas, biosintetizados a partir do fungo *Strobilurus tenacellus* e que tem como destaque as moléculas piraclostrobina, cresoxim-metílico e azoxistrobina (BARTLETT et al., 2002; BECK et al., 2002; FAGAN et al., 2010; GIULIANI et al., 2011). Segundo estes estudos, plantas tratadas com estrobilurinas tem apresentado maior rendimento, com melhorias em quantidade e qualidade na produção final, além de efeitos positivos como folhas mais verdes, maior acúmulo de clorofila e melhores índices de crescimento, como maior índice de área foliar e de massa seca total.

A piraclostrobina é uma molécula fungicida de amplo espectro de ação. Atua na respiração celular, no complexo mitocondrial, no citocromo Bc1 do fungo patogênico. Assim, ela interfere transitoriamente no transporte de elétrons, promovendo uma melhor utilização do CO<sub>2</sub> e consequente redução do gasto energético para a planta (KOZLOWSKI et al., 2009).

Outro fungicida que tem sido estudado por promover alterações fisiológicas semelhantes às estrobilurinas é o boscalida, uma molécula da classe das anilidas que atua diretamente na respiração dos fungos patogênicos, inibindo-a. Em plantas tratadas com boscalida, isolada ou conjugada, foram observadas maior produção de frutos, melhor desenvolvimento e crescimento de mudas, com melhor vigor, maior índice de área foliar e massa seca total, além de acúmulo acentuado de clorofila (AMARO, 2011; MACEDO, 2012; MAREK, 2016).

Integrando o grupo dos químicos que promovem alterações fisiológicas, o fluxapiróxade é um fungicida carboxamida que age inibindo o complexo II da enzima SDH (succinato-desidrogenase) atuando a partir da fosforilação oxidativa. Quando combinado com a piraclostrobina, passa a agir sobre as mitocôndrias das células fúngicas, inibindo a formação de ATP, causando consequentemente a morte dos patógenos (BASF, 2017).

Estudos com plantas tratadas com fluxapiróxade vêm demonstrando que esta molécula apresenta efeitos fisiológicos semelhantes às estrobilurinas e ao boscalida. Em plantas de melão rendilhado, o fluxapiróxade, tanto isolado

quanto conjugado à piraclostrobina, obteve resultados semelhantes aos demais fungicidas testados, e em alguns casos sendo superior aos mesmos nos índices fisiológicos avaliados, como taxa de crescimento relativo, taxa de assimilação líquida e área foliar efetiva, atuando positivamente na fisiologia do crescimento da planta, além de proporcionar produção de frutos de alta qualidade (MACEDO, 2015).

Os reguladores vegetais, por sua vez, podem ser compostos naturais ou sintéticos. Estes atuam modificando o crescimento e o desenvolvimento do vegetal, influenciando diversos processos fisiológicos e promovendo respostas variadas de acordo com cada espécie de planta (PAROUSSI et al., 2002). Com possibilidade de uso exógeno que podem promover respostas no crescimento e desenvolvimento vegetal destacam-se os reguladores do grupo das auxinas, giberelinas e citocininas. Estas substâncias estão relacionadas com divisão celular, alongamento e diferenciação das células (TAIZ; ZEIGER, 2017).

Pesquisas têm sido realizadas com o intuito de observar os benefícios promovidos por reguladores de crescimento, visando contribuir para melhorias nos sistemas de produção, tanto qualitativo quanto quantitativamente (BARREIRO et al., 2006; RÓS et al., 2014; BOSCH et al., 2016). Especialmente para a produção de flores, a aplicação de reguladores vegetais tem sido uma prática importante para a indução floral, como no caso de *Zantedeschia* sp., mediante a utilização de ácido giberélico (GA<sub>3</sub>); no crescimento e florescimento de *Calendula officinalis*, bem como no cultivo de *Echeveria elegans* Rose (Rosa-de-pedra). Estas ornamentais tratadas com o uso da mistura de reguladores cinetina + GA<sub>3</sub> + IBA (ácido indolbutírico) demonstraram resultados positivos relacionados ao uso de tais produtos, sendo promissor o uso dessas substâncias na floricultura (MUÇOUÇA, 2002; MACHADO, 2012; CAMPOS JUNIOR et al., 2013).

### 2.2.2. Alterações fotossintéticas, acúmulo de solutos orgânicos e atividade enzimática

Estudos que avaliam o comportamento do sistema de trocas gasosas das plantas têm relatado que a aplicação de alguns fungicidas altera significativamente o balanço fotossintético das mesmas. Fagan et al. (2010)

observaram que plantas de soja tratadas com piraclostrobina apresentaram uma elevada taxa fotossintética e uma redução na respiração em relação às plantas não tratadas, ou mesmo em relação àquelas que receberam aplicação de outros produtos. Resultados similares foram encontrados por Jadoski et al. (2015), trabalhando com plantas de feijão, onde foi observado maior taxa fotossintética e maior produtividade em relação ao controle. Tais resultados podem estar relacionados com a possível capacidade das estrobilurinas de atingir a mitocôndria da célula vegetal, podendo potencializar a absorção de carbono e nitrogênio via nitrato redutase (RODRIGUES, 2009).

Além das estrobilurinas, estudos com os fungicidas boscalida e fluxapiroxade também relatam incremento nas trocas gasosas. Ramos et al. (2015) constataram que plantas de tomate tratadas com boscalida obtiveram alta taxa de assimilação de CO<sub>2</sub> e maior eficiência no uso da água. Resultados semelhantes foram encontrados por Macedo (2015), com plantas de melão rendilhado que apresentaram maior taxa de assimilação de CO<sub>2</sub>, diminuição da taxa de transpiração e com isso maior economia de água realizada pela planta, com os tratamentos à base de boscalida, boscalida + piraclostrobina, fluxapiroxade e fluxapiroxade + piraclostrobina, demonstrando que estes produtos agem de forma semelhante no metabolismo dos vegetais, otimizando o processo fotossintético.

Fungicidas de efeitos fisiológicos bem como reguladores vegetais também estão sendo investigados quanto às possíveis alterações causadas no acúmulo de solutos orgânicos, como carboidratos, bem como na atividade enzimática, em especial as enzimas antioxidantes por seu papel na modulação do estresse oxidativo (RAMOS, 2013; CARRIJO, 2014).

Quando submetidas a estresses, especialmente os abióticos, as plantas tendem a apresentar respostas que contribuam para a manutenção dos seus processos fisiológicos, o que pode incluir aumento no acúmulo de carboidratos, proteína, prolina e outros aminoácidos livres (CHAVES et al., 2002; YAMADA et al., 2005). Durante o crescimento do vegetal, se submetido a estresse no ambiente de cultivo, a síntese e acúmulo de carboidratos pode ser afetado. Da mesma forma, a síntese de proteína e prolina pode ser intensificada. Estudando o acúmulo de carboidratos em plantas de tomate “Giuliana”, Ramos

et al. (2015) observaram que plantas tratadas com boscalida, isolado ou combinado com piraclostrobina, apresentaram maior acúmulo deste soluto nas folhas, caules e frutos.

A prolina é conhecida por sua função enquanto osmorreguladora em respostas moduladas por estresses. No entanto, ela parece agir também como um sinal metabólico, regulando *pools* de metabólitos e equilíbrio redox, bem como controlando expressões gênicas e influenciando no crescimento e desenvolvimento da planta. Outra função importante conferida à prolina está na sua possível capacidade de proteger a integridade de proteínas e aumentar a atividade de diversas enzimas (SZABADOS; SAVOURÉ, 2010). Assim, estudar o acúmulo de prolina em plantas sob aplicação de produtos que promovem alteração fisiológica surge como uma ferramenta importante nas pesquisas que visam introduzir novas culturas em ambientes adversos.

Assim como o acúmulo de solutos orgânicos, a atividade enzimática também deve ser investigada nas plantas que são tratadas com fungicidas de efeitos fisiológicos e reguladores vegetais, principalmente se estas plantas estão submetidas à temperatura elevada. As enzimas superóxido dismutase (SOD) e catalase (CAT) estão entre as mais estudadas quando se trata de estresse oxidativo. Em trabalhos com plantas de melão rendilhado e pepino japonês, observou-se que o sistema antioxidante apresentou desempenho positivo relacionado aos tratamentos com boscalida e piraclostrobina, com alta atividade das enzimas SOD e CAT, gerando menor nível de peroxidação de lipídios e conseqüentemente, menores danos (AMARO, 2011; MACEDO, 2012). Ainda com melão rendilhado, Macedo (2015) relatou alta atividade das enzimas SOD e CAT e menores valores de peroxidação lipídica para as plantas tratadas com fluxapiraxade, isolado e também conjugado com a piraclostrobina.

Estes estudos demonstram que os produtos que causam alterações fisiológicas compõem uma tecnologia que pode ser utilizada no incremento de caracteres fisiológicos e agrônômicos de diversas culturas, modificando positivamente o seu metabolismo, tornando-se uma alternativa para a viabilização de novas culturas em ambientes com pouca ou nenhuma tradição em seu cultivo. Assim, testar estes produtos em plantas de roseiras surge

como uma nova ferramenta que tem por objetivo viabilizar o cultivo de rosa de corte no Vale do Submédio São Francisco.

### **3. MATERIAL E MÉTODOS**

#### **3.1. Área de estudo**

O experimento foi conduzido no Setor de Floricultura no Campus de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Vale do São Francisco – UNIVASF, no município de Petrolina – PE (coordenadas 09°21' S, 40°34' W). O clima da região, de acordo com a classificação de Köppen, é tropical semiárido “BSwh”, com pluviosidade anual de aproximadamente 400 mm distribuídos entre os meses de novembro e abril (SIMÕES et al., 2016). O solo da área foi classificado como Neossolo Quartzarênico Órtico (EMBRAPA, 2013).

#### **3.2. Condução do experimento em campo e manejo da cultura**

O experimento foi conduzido em duas etapas: 1) Análise de crescimento, de abril de 2016 a janeiro de 2017; 2) Avaliação de trocas gasosas e coleta de material para quantificação de solutos orgânicos e atividade enzimática, em um ciclo de 15 dias, de março a abril de 2017. Os dados de temperatura e umidade relativa foram obtidos de aparelhos HOBO U12-012 Temp/RH/Light/External Data Logger instalados no interior dos telados, enquanto os dados de precipitação foram obtidos da estação meteorológica da UNIVASF, instalada em torno de 500m do experimento (Figuras 1).

Foram transplantadas mudas de rosas, cultivar Ambiance com propagação via estaquia adquiridas de produtor devidamente certificado. O cultivo foi realizado em fileira simples com espaçamento de 1,0 m entre linhas e 0,25 m entre plantas, irrigadas com sistema de gotejamento (vazão de 3,3 L h<sup>-1</sup>, um emissor por planta). A adubação foi realizada semanalmente via fertirrigação (com aplicação de 2,3 kg de nitrato de cálcio, dissolvidos em 15 L de água), e via foliar (quinzenalmente, aplicando-se 40 mL de fertilizante foliar com 10 mL de óleo vegetal em 20 L de água), segundo recomendações para a cultura e de acordo com os resultados obtidos na análise química do solo, realizada antes da implantação do experimento (Tabela 1).

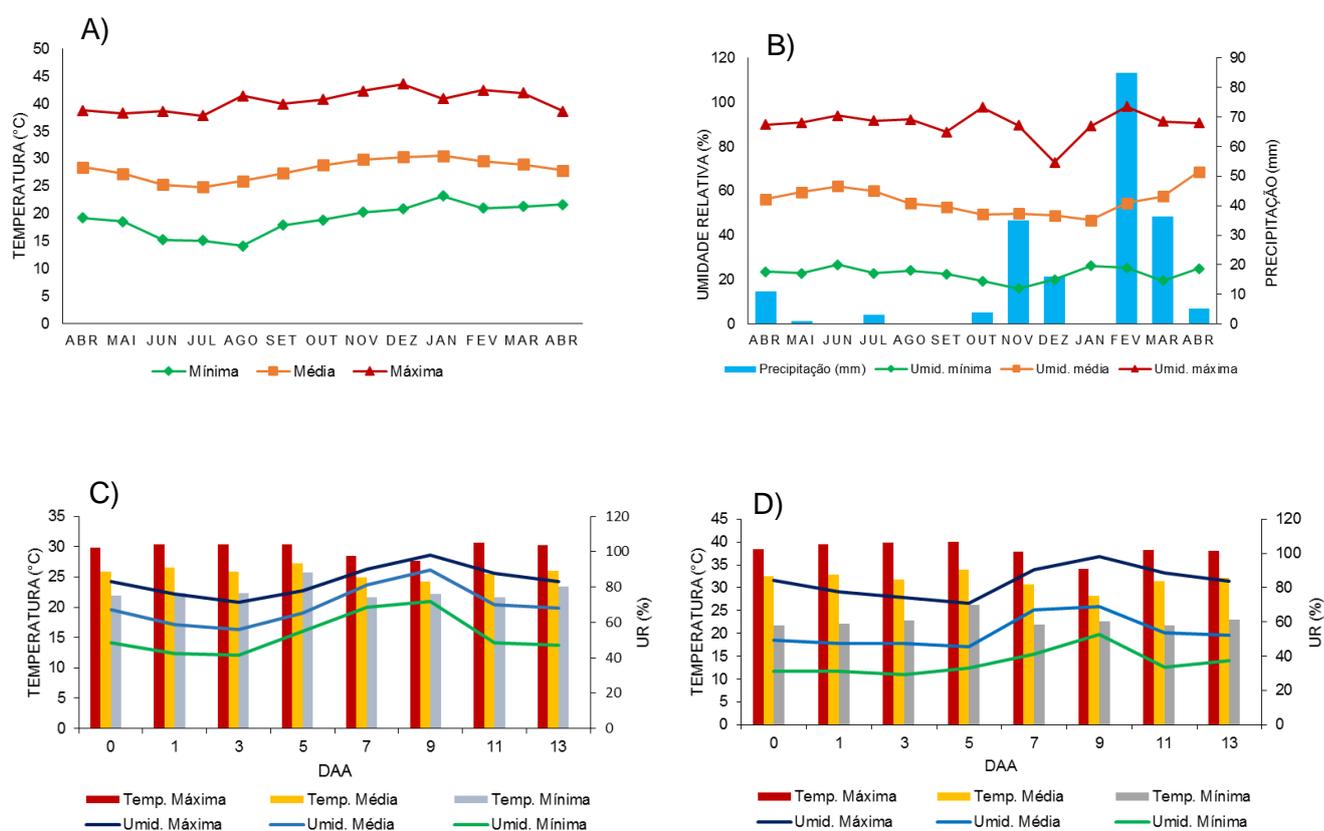


Figura 1: A) Temperatura (°C); B) Umidade Relativa do Ar (%) e Precipitação (mm) durante todo o período experimental em campo; C) Temperatura (°C) e Umidade Relativa do Ar (%) noturna e D) Temperatura (°C) e Umidade Relativa do Ar (%) diurna referente aos dias de avaliação das trocas gasosas. Petrolina – PE. 2016 – 2017.

**Tabela 1.** Análise química do solo da área experimental para o cultivo de rosa de corte cv. Ambiance, Petrolina-PE. 2016.

	pH	Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	Na <sup>+</sup>	K <sup>+</sup>	SB	H + AL	T	AL <sup>3+</sup>	V	P	M.O	
Profundidade (H <sub>2</sub> O 1:2,5)		cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup>						%	Mg dm <sup>-3</sup>	%			
0 -20 cm	6,1	3,5	1,0	0,02	0,29	4,81	1,32	6,13	0,00	78,46	5,09	2,04	
20 – 40 cm	5,5	2,3	0,7	0,03	0,29	3,32	2,15	5,47	0,00	60,77	2,65	1,45	

Durante o período experimental, foram realizados os tratamentos culturais inerentes à cultura, como três podas de formação realizadas aos 116, 172 e 228 dias após o estabelecimento das mudas na área experimental; desbrotas e retirada de botões; controle de plantas daninhas através de capinas manuais e monitoramento e controle de pragas e doenças. As principais pragas identificadas na cultura foram: pulgão (*Macrosiphum* sp), tripses (*Frankliniella* sp) e mosca branca (*Bemisia tabaci*). A doença detectada durante o crescimento e desenvolvimento das roseiras foi o oídio (*Oidium leucoconium*). O controle foi realizado com pulverizações de Eforia + Natural Óleo (15 ml 20 L<sup>-1</sup> água), Pirate + Natural óleo (10 ml + 10 ml + 20 L<sup>-1</sup> água), Piretron + Natural óleo (45 ml/20 L<sup>-1</sup>), Auge (4 ml 20 L<sup>-1</sup> água) e Kali Green (100g + 20 L<sup>-1</sup> água).

### **3.3. Delineamento experimental**

O experimento foi instalado sob telado (50% de sombreamento) com dimensões de 14,0 m de largura x 25,0 m de comprimento x 3,0 m de altura. O delineamento foi em blocos casualizados, compreendendo seis tratamentos e quatro repetições, com 22 plantas por repetição, sendo 10 plantas úteis e duas utilizadas como bordadura para análise de crescimento e 8 plantas úteis e duas como bordadura para análise de produção e medição de trocas gasosas. Os tratamentos utilizados estão descritos no Quadro 1.

A primeira aplicação dos tratamentos foi realizada 32 dias após o estabelecimento das mudas em campo e as demais aplicações ocorreram a cada 15 dias, durante todo o período experimental, com adição de 0,5% de óleo vegetal visando proteção contra as perdas por evaporação, deriva ou lavagem e uso de cortina plástica para evitar deriva entre os tratamentos.

**Quadro 1:** Tratamentos com seus respectivos produtos de efeitos fisiológicos aplicados durante o crescimento de roseiras de corte cv. Ambiance. Petrolina-PE, 2016-2017.

Tratamento	Moléculas	Produto comercial	Dosagem
T1	Água (Testemunha)	-	-
T2	Boscalida	Cantus® (500 g/kg do p.a.)	0,15 g/L
T3	Piraclostrobina	Comet® (250 g/L do p.a.)	0,8 mL/L
T4	Boscalida + Piraclostrobina	Cantus® e Comet®	0,15 g/L e 0,8 mL/L
T5	Fluxapiroxade + Piraclostrobina	Orkestra® (167 e 333 g/L do p.a.)	2,5 mL/L
T6	Cinetina + GA <sub>3</sub> + IBA	Stimulate® (90 mg/L de Cinetina + 50 mg/L de GA <sub>3</sub> + 50 mg/L de IBA)	1 mL/L

### 3.4. Variáveis avaliadas

#### 3.4.1. Análise de crescimento e clorofila total

Foram realizadas 10 avaliações destrutivas, em intervalos de 28 dias após o transplante (28, 56, 84, 112, 140, 168, 196, 224, 252 e 280 DAT). As variáveis analisadas foram: área foliar (cm<sup>2</sup>), obtida com o medidor de área foliar de bancada (Li-Cor®, modelo LI-3100); massa seca das folhas e massa seca total (somatório das partes), as quais foram secas em estufa com circulação forçada de ar à 70 °C até atingir peso constante e posteriormente pesadas em balança de precisão 0,01 g (Sartorius®). Com estes dados foram determinados os seguintes índices fisiológicos: taxa de crescimento absoluto (TCA); taxa de crescimento relativo (TCR), taxa assimilatória líquida (TAL); índice de área foliar (IAF); razão de área foliar (RAF); área foliar específica (RPF); razão de peso foliar (RPF) e taxa de crescimento da cultura (TCC), determinados de acordo com equações matemáticas propostas por Benincasa (2003; 2004), como segue:

$$TCA = (P_2 - P_1) / (T_2 - T_1) = \text{g dia}^{-1} \text{ ou semana.}$$

Onde:  $P_1$  e  $P_2$  indicam o peso da matéria seca total de duas amostragens sucessivas, em gramas/dia ou gramas/semana, tomadas nos tempos  $t_1$  e  $t_2$ , indicando a velocidade média de crescimento ao longo do período observado.

$$TCR = (\ln P_2 - \ln P_1) / (T_2 - T_1) = g \text{ g}^{-1} \text{ dia}^{-1}$$

Sendo:  $\ln$  o logaritmo neperiano e  $P_1$  e  $P_2$  representam a massa da matéria seca nos tempos  $T_1$  e  $T_2$ .

$$TAL = (P_2 - P_1)(\ln L_2 - \ln L_1) / (L_2 - L_1)(T_2 - T_1) \text{ g dm}^{-2} \text{ dia}^{-1}$$

Na taxa de assimilação líquida,  $P$  representa a taxa de incremento de massa de matéria seca por unidade de área foliar ( $L$ ) existente na planta em função do tempo ( $T$ ) avaliado.

$$IAF = AF / S \text{ m}^2$$

Neste caso, avalia-se a área foliar ( $AF$ ) que está ocupando a área de solo ( $S$ ) disponível para a planta em questão.

$$RAF = L_1 + L_2 / P_1 + P_2 \text{ dm}^2 \text{ g}^{-1} \text{ ou } AF/MSTotal$$

A razão de área foliar representa a relação entre a área foliar ( $L$  ou  $AF$ ) e o peso da matéria seca total da planta ( $P$  ou  $MSTotal$ ).

$$AFE = AF/MSFolha \text{ dm}^2 \text{ g}^{-1}$$

A área foliar específica relaciona a superfície ( $AF$ ) com o peso de matéria seca da própria folha ( $MSFolha$ ).

$$RPF = MSFolha/MSTotal \text{ g} \cdot \text{g}^{-1}$$

A razão de peso foliar relaciona a razão entre o peso de matéria seca retida nas folhas ( $MSFolhas$ ) e o peso de matéria seca total da planta, acumulada ao longo de todo o ciclo avaliado.

$$TCC = TAL \times IAF \text{ g m}^{-2} \text{ dia}^{-1}$$

A taxa de crescimento da cultura pode ser obtida através da interação entre a  $TAL$  e o  $IAF$ , pois estes representam a cobertura fotossintética em uma comunidade resultante da área foliar e da área do terreno ou substrato onde a planta está situada, expressando principalmente o desempenho de folhas individuais.

Os resultados obtidos com as equações matemáticas foram apresentados na forma de gráficos, avaliando-se o comportamento das curvas.

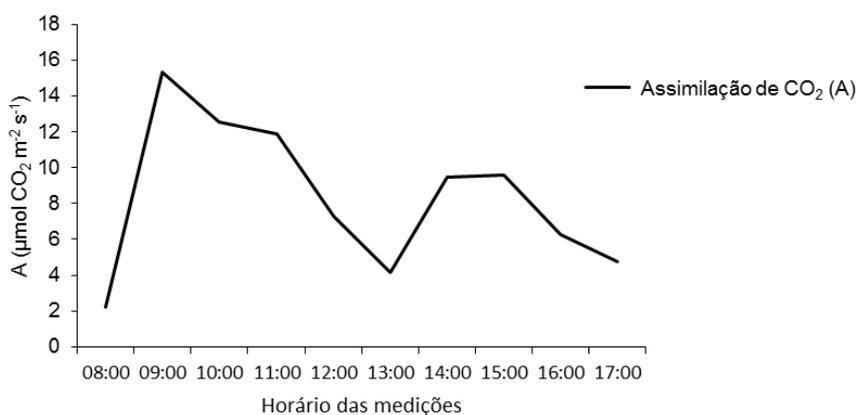
Também foi avaliada a clorofila foliar total (Índice de Clorofila Falker) com uso de clorofilômetro digital (Falker©, Brasil), a cada 28 dias, por um período de 280 dias, utilizando-se três folhas distintas por repetição, das quais foram obtidas médias para a avaliação estatística.

A partir da oitava avaliação de crescimento (224 DAT) passou-se a avaliar a produção de botões florais por haste, em cada tratamento, até o final das avaliações, aos 280 DAT.

#### 3.4.2. Trocas gasosas

As medições de trocas gasosas foram realizadas no 23º ciclo de aplicação dos tratamentos, com início no dia 23 de março de 2017 (considerando o último dia da 22ª aplicação e portanto contando como dia 0). Os tratamentos foram aplicados às 17 horas do dia 23 de março, dando início ao novo ciclo de aplicação. As avaliações subsequentes foram realizadas com intervalo de 48 horas, ficando então determinados como dias de avaliação: 0 (antes da aplicação dos tratamentos), 1, 3, 5, 7, 9, 11, e 13 após a aplicação dos tratamentos, totalizando oito medições, encerrando as avaliações no dia 06 de abril de 2017 e desta forma compreendendo um ciclo de 15 dias, correspondendo ao intervalo de tempo das aplicações dos tratamentos.

Para as medições, utilizou-se equipamento de sistema aberto de fotossíntese com analisador de CO<sub>2</sub> e vapor d'água por radiação infravermelha (Infra Red Gas Analyser – IRGA) modelo LI-6400, marca Li-Cor, utilizando dados de radiação fotossinteticamente ativa (RFA) e fluxo de CO<sub>2</sub>. Foram padronizadas folhas completamente expandidas e sem injúrias, em hastes sem botão floral. Previamente foram realizadas medições no período de 8 às 17 horas, visando determinar o comportamento das plantas em relação às trocas gasosas durante o curso do dia e com isso estimou-se que o melhor horário para realização das demais avaliações seria entre 9 e 11 horas, quando estaria ocorrendo a maior taxa fotossintética (Figura 2).



**Figura 2:** Assimilação de CO<sub>2</sub> (μmol CO<sub>2</sub> m<sup>-2</sup> s<sup>-1</sup>), das 8:00 às 17:00 horas em folhas de roseira cv. Ambiance. Petrolina – PE, 2017.

As variáveis analisadas foram: taxa de assimilação líquida instantânea de CO<sub>2</sub> (A, μmol CO<sub>2</sub> m<sup>-2</sup>s<sup>-1</sup>), condutância estomática (gs, mol m<sup>-2</sup>s<sup>-1</sup>), concentração interna de CO<sub>2</sub> na folha (C<sub>i</sub>, μmolCO<sub>2</sub> mol<sup>-1</sup>ar), taxa de transpiração instantânea (E, mmol vapor d'água m<sup>-2</sup>s<sup>-1</sup>), eficiência do uso da água (EUA, μmol CO<sub>2</sub> (mmol H<sub>2</sub>O)<sup>-1</sup>) determinada através da relação entre a assimilação de CO<sub>2</sub> e taxa de transpiração (A/E), descritas por Berry & Downton (1983) e a eficiência de carboxilação, determinada pela relação entre a assimilação de CO<sub>2</sub> e a concentração interna de CO<sub>2</sub> na folha.

### 3.4.3. Índice de Clorofila Falker (ICF)

Para o cálculo do ICF foi utilizado clorofilômetro (Falker©, Brasil), em leituras realizadas nos mesmos dias das avaliações de trocas gasosas, às 7:00 da manhã, em folhas do terço mediano, totalmente expandidas e sem injúrias. Foram selecionadas três folhas por repetição, totalizando 12 folhas por tratamento, das quais foram extraídas as médias para avaliação estatística.

### 3.4.4. Acúmulo de solutos orgânicos

Para avaliação de acúmulo dos solutos orgânicos foram coletadas folhas nos mesmos dias e horários em que foram realizadas as medições de trocas gasosas. As folhas coletadas foram rapidamente envoltas em papel alumínio, sendo imediatamente imersas em nitrogênio líquido e na sequência armazenadas

em freezer à uma temperatura de -20 °C. Foram quantificados os teores de carboidratos solúveis (DUBOIS et al., 1956), proteína (BRADFORD, 1976) e prolina livre (BATES, 1973).

- Preparo dos extratos:

Para a determinação do acúmulo de solutos orgânicos pesou-se cerca de 1g de folha de cada amostra coletada. As amostras foram maceradas em nitrogênio líquido e receberam adição de 8 mL de tampão de extração (tampão fosfato de potássio monobásico 0,1 M adicionado de EDTA 0,1 M, pH 7,0). Extraíu-se alíquotas de 4 ml de extrato de cada amostra, que foram colocadas em microtubos tipo eppendorfs e centrifugados à 12.000 rpm, por 15 minutos à 4 C. Após a centrifugação, retirou-se o sobrenadante para posteriores análises.

- Determinação de carboidratos solúveis:

Reagentes utilizados: Solução de fenol (5%); solução de glicose anidra 180  $\mu\text{g}\cdot\text{mL}^{-1}$  (1  $\text{mmol}\cdot\text{L}^{-1}$ ); ácido sulfúrico concentrado.

Em tubos de ensaios foram colocados 500  $\mu\text{L}$  de extrato bruto + 500  $\mu\text{L}$  de fenol + 2,5 mL de ácido sulfúrico. Na sequência os tubos foram colocados em repouso por 10 minutos. Após isso, foram agitados em vortex e deixados em uma bandeja com água em temperatura controlada de 25 °C por 10 minutos e realizada a leitura da absorbância em espectrofotômetro à 490 nm. Para o branco, utilizou-se 500  $\mu\text{L}$  de água deionizada + 500  $\mu\text{L}$  de fenol + 2,5 mL de ácido sulfúrico.

- Determinação de proteína por ligação ao corante

Para a determinação de proteína utilizou-se o método de Bradford, que tem na composição os seguintes reagentes: Coomassie Brilliant Blue G- 250 (90%); etanol; ácido fosfórico concentrado (85%) e solução padrão BSA (Albumina de soro bovino).

Em tubos de ensaio foram colocados 100  $\mu\text{L}$  de extrato bruto + 1mL do reagente de Bradford. Seguiu-se com agitação em vortex, repouso de 15 minutos e leitura da absorbância em espectrofotômetro à 595 nm. Para o branco utilizou-se 100  $\mu\text{L}$  de água deionizada + 1mL do reagente de Bradford.

- Determinação de prolina livre

Reagentes utilizados: ninhidrina ácida, ácido acético glacial, ácido fosfórico 6M; Tolueno e Solução padrão de prolina.

Em tubos de ensaios rosqueados foram adicionados 1 mL de extrato bruto + 1mL de ninhidrina ácida + 1 mL de ácido acético glacial. Os tubos fechados foram agitados em vortex e colocados em banho Maria por 1 hora à 100 °C. Após esse tempo foram retirados do banho Maria e imediatamente resfriados em banho de gelo. Na sequência, adicionou-se em cada tubo 2 mL de tolueno, seguindo-se de nova agitação em vortex. O sobrenadante resultante foi aspirado com pipeta e a leitura da absorbância foi realizada em espectrofotômetro à 520 nm. Para o branco, utilizou-se 2 mL de Tolueno.

#### *3.4.5. Atividade enzimática*

Para determinação da atividade enzimática do complexo oxidativo das rosas de corte foram utilizadas amostras das mesmas folhas coletadas para a determinação dos solutos orgânicos, a saber, 8 coletas de 24 amostras, cada, totalizando 192 amostras. Avaliou-se a atividade das enzimas Superóxido dismutase (SOD), de acordo com o protocolo de Giannopolis e Ries (1977) e Catalases (CAT), segundo metodologia proposta por Beers Junior e Sizer (1952).

##### *3.4.5.1. Extração para determinação da atividade da SOD*

Para preparação dos extratos, pesou-se 0,200 g de folha de cada amostra, a qual foi macerada em nitrogênio líquido até se obter uma “farinha”. Na sequência, adicionou-se 2,5 mL tampão fosfato de potássio 100 mM (pH 7,0) adicionado de EDTA 1 mM e prosseguiu-se com maceração por 3 minutos. Todo o procedimento foi realizado em ambiente resfriado, com utensílios em banho de gelo. O extrato obtido na maceração foi colocado em microtubos tipo eppendorff e congelados em freezer à -20 °C. Posteriormente, as amostras foram centrifugadas à 4 °C, por 25 minutos à 10.000 RPM. Após a centrifugação retirou-se o sobrenadante que foi novamente congelado, para posterior marcha analítica.

- Reagentes utilizados e procedimentos adotados para marcha analítica da SOD

Foram utilizados como reagentes: tampão de extração (tampão fosfato de potássio 100mM adicionado de EDTA 1mM, pH 7,0); meio de reação (tampão fosfato de potássio 5 mM (pH 6,0) adicionado de EDTA 1mM + metionina 13 mM; Cloreto de tetrazólio-nitroazul (NBT) 750 mM; Riboflavina 1mM.

No laboratório, com a luminosidade reduzida, foram adicionados em tubos de ensaio devidamente identificados de acordo com cada amostra: 25 µL de extrato bruto + 75 µL de tampão de extração; 1660 µL do meio de reação; 200 µL de NBT; 40 µL de riboflavina. Os tubos com as amostras preparadas foram expostos à iluminação com lâmpada fluorescente de 30 watts por cinco minutos. Após esse período de exposição, a iluminação do ambiente foi novamente reduzida e os tubos foram envolvidos com papel alumínio. Foram agitados em vortex e a leitura da absorbância foi realizada em espectrofotômetro à 560 nm. Para a determinação do branco claro e do branco escuro, foi utilizado apenas o tampão de extração com os demais reagentes, sem o extrato bruto. O branco claro passou por todos os procedimentos das demais amostras, enquanto que o tubo do branco escuro permaneceu em ausência de luz durante todo o procedimento.

A determinação da atividade da SOD foi feita por método indireto, através de cálculos propostos por Giannopolitis e Ries (1977).

#### 3.4.5.2. *Extração para determinação da atividade da CAT*

Para obtenção do extrato para as análises de Catalases, utilizou-se 0,500 g de folha de cada amostra, macerada em nitrogênio líquido com posterior adição de 4 mL de tampão de extração (tampão fosfato de potássio monobásico 0,1 M adicionado de EDTA 0,1 M, pH 7,0). Os extratos obtidos foram colocados em microtubos tipo eppendorfs e centrifugados à 12000 rpm, por 15 minutos à 4°C. Após esse procedimento, retirou-se o sobrenadante para ser utilizado nas leituras. Todos os processos de extração, assim como para SOD, foram realizados em ambiente refrigerado.

- Reagentes utilizados e procedimentos adotados para marcha analítica da CAT

Foram utilizados como reagentes o tampão de extração e peróxido de hidrogênio 500 mM. Durante as leituras das amostras, o tampão de extração ficou em banho Maria à 30°C. Na cubeta, para cada amostra a ser lida no espectrofotômetro, foram adicionados 1390 µL de tampão de extração, seguido de 50 µL de extrato bruto. Já dentro do espectrofotômetro, foi adicionado 60 µL de peróxido de hidrogênio. A solução foi agitada três vezes utilizando-se uma pipeta e rapidamente seguiu-se à leitura da absorbância, à 240 nm. Para o branco, utilizou-se o tampão de extração e o peróxido de hidrogênio, sem o extrato bruto, porém nas mesmas proporções das amostras à serem avaliadas.

### **3.5. Análise estatística**

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância, com teste F a 5% ( $P < 0,05$ ) de probabilidade e comparação de médias pelo teste de Scott-Knott ( $P < 0,05$ ), em esquema fatorial, realizadas com auxílio do software estatístico SISVAR versão 5.6 (FERREIRA, 2014). Para confecção dos gráficos, foi utilizado o software Sigma Plot versão 10.0.1 (2007).

## 4. RESULTADOS

### 4.1 Análises de Crescimento e Clorofila Total

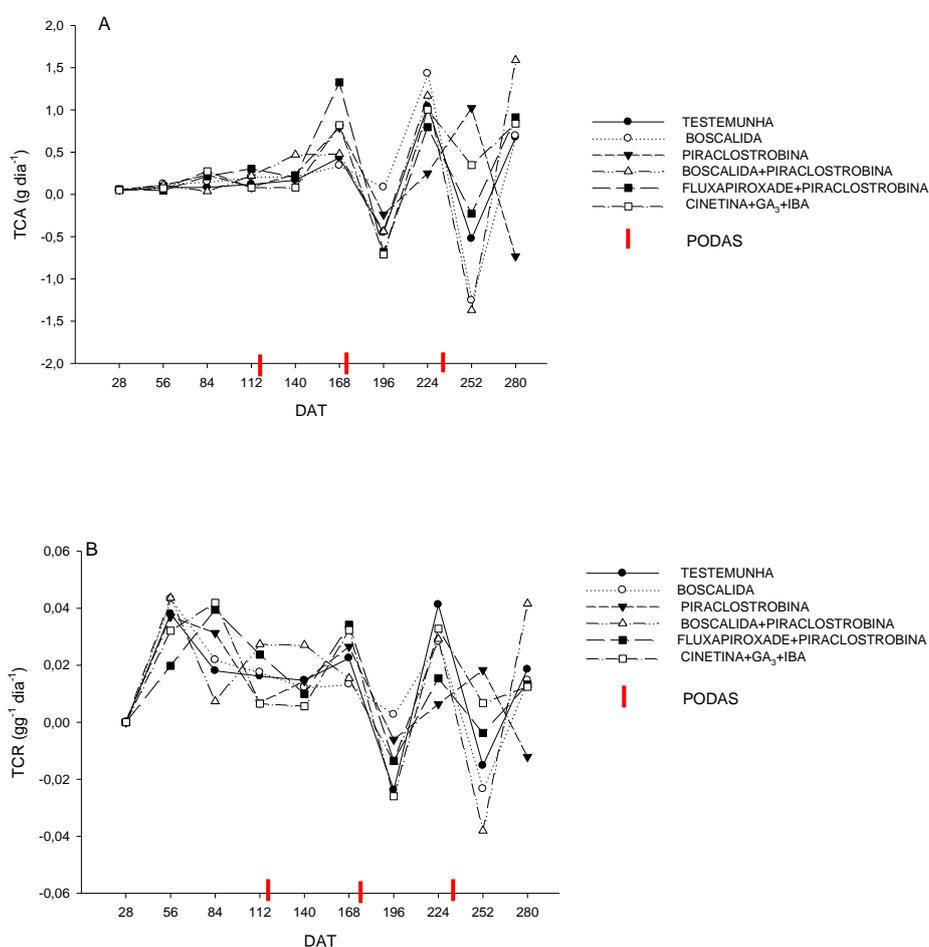
O crescimento das roseiras em função do tempo é demonstrado nos índices fisiológicos calculados e apresentados nas Figuras 3, 4, 5 e 6.

Observando o comportamento das curvas da taxa de crescimento absoluto (TCA) (Figura 3 A), percebe-se que inicialmente todos os tratamentos apresentaram comportamento semelhante, havendo diferença entre eles apenas a partir dos 140 dias após o transplante (DAT), quando as plantas tratadas com fluxapiraxade + piraclostrobina demonstraram aumento na taxa de crescimento absoluto, com pico aos 168 DAT. Dos 196 aos 224 DAT, esse incremento na TCA foi verificado para as plantas tratadas com boscalida. Aos 252 DAT, a piraclostrobina foi a molécula que mais colaborou para o aumento na TCA, seguida pelos reguladores vegetais. Aos 280 DAT, foi verificado um decréscimo acentuado para as plantas tratadas com piraclostrobina, enquanto os demais tratamentos se comportaram de maneira semelhante, com o boscalida + piraclostrobina se sobressaindo aos demais, no final do ciclo (Figura 3 A). Desta forma, percebe-se uma variação ao longo do tempo na atuação dos produtos testados para a velocidade de crescimento das roseiras.

Avaliando a taxa de crescimento relativo (TCR) das roseiras pode-se verificar que nas primeiras análises de crescimento ocorreu um rápido acúmulo de matéria seca, seguida de uma diminuição em praticamente todos os tratamentos. Tal efeito pode ser explicado pela elevação da atividade respiratória e pelo autossombreamento da cultura que, por sua vez, aumenta com a idade da planta.

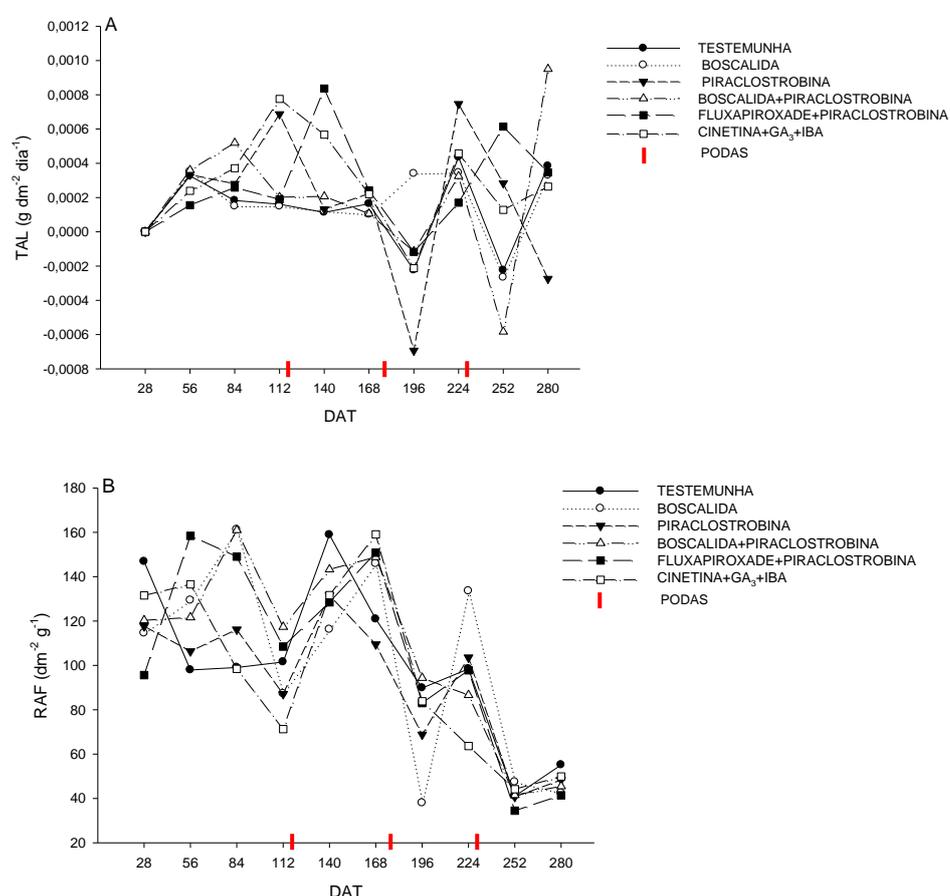
A influência da poda na cultura da roseira também fica demonstrada nesse índice, uma vez que a mesma estimula o sistema assimilador para a produção de matéria seca, como pode ser observado logo após as podas que ocorreram depois dos 112, 168 e 224 DAT, acarretando em decréscimo da TCR seguido de rápido crescimento nos intervalos das podas, onde todos os tratamentos tiveram resultados semelhantes, com exceção das plantas tratadas com piraclostrobina isolada, que apresentou comportamento inverso aos demais tratamentos no final do ciclo (Figura 3 B)

Verificou-se ainda que as plantas tratadas com fluxapiroxade + piraclostrobina, assim como aquelas que receberam aplicação dos reguladores vegetais, atingiram o valor máximo para a taxa de crescimento relativo aos 84 DAT, diferente dos outros tratamentos que atingiram aos 56 DAT (Figura 3 B). Com isso, pode-se sugerir que a aplicação desses dois tratamentos acarretou em um atraso no desenvolvimento das roseiras. Ou seja, esses dois últimos tratamentos atingiram a mesma taxa máxima de crescimento relativo que os demais, porém, necessitaram de um maior intervalo de tempo.



**Figura 3:** A) Taxa de crescimento absoluto (TCA) e B) taxa de crescimento relativo (TCR) de roseiras em função dos dias após o transplante (DAT) e da aplicação de produtos de efeitos fisiológicos. Petrolina – PE, 2016 – 2017.

Os resultados apresentados nas curvas da taxa de assimilação líquida (TAL) nas roseiras demonstram que nenhum dos tratamentos aplicados proporcionou um relevante acúmulo de matéria seca por unidade de área e por unidade de tempo, em comparação com a testemunha, até os 168 DAT (Figura 4 A). Aos 224 DAT as plantas tratadas com os reguladores vegetais e com boscalida atingiram TAL mais elevada em relação aos demais tratamentos, incluindo a testemunha e no final do experimento, observa-se comportamento semelhante à TCA e à TCR, onde o tratamento com boscalida + piraclostrobina obteve a maior taxa avaliada, enquanto que a piraclostrobina isolada demonstrou o maior decréscimo, até mesmo em relação à testemunha.



**Figura 4:** A) Taxa de assimilação líquida (TAL) e B) razão de área foliar (RAF) de roseiras em função dos dias após o transplântio (DAT) e da aplicação de produtos de efeitos fisiológicos. Petrolina – PE, 2016 – 2017.

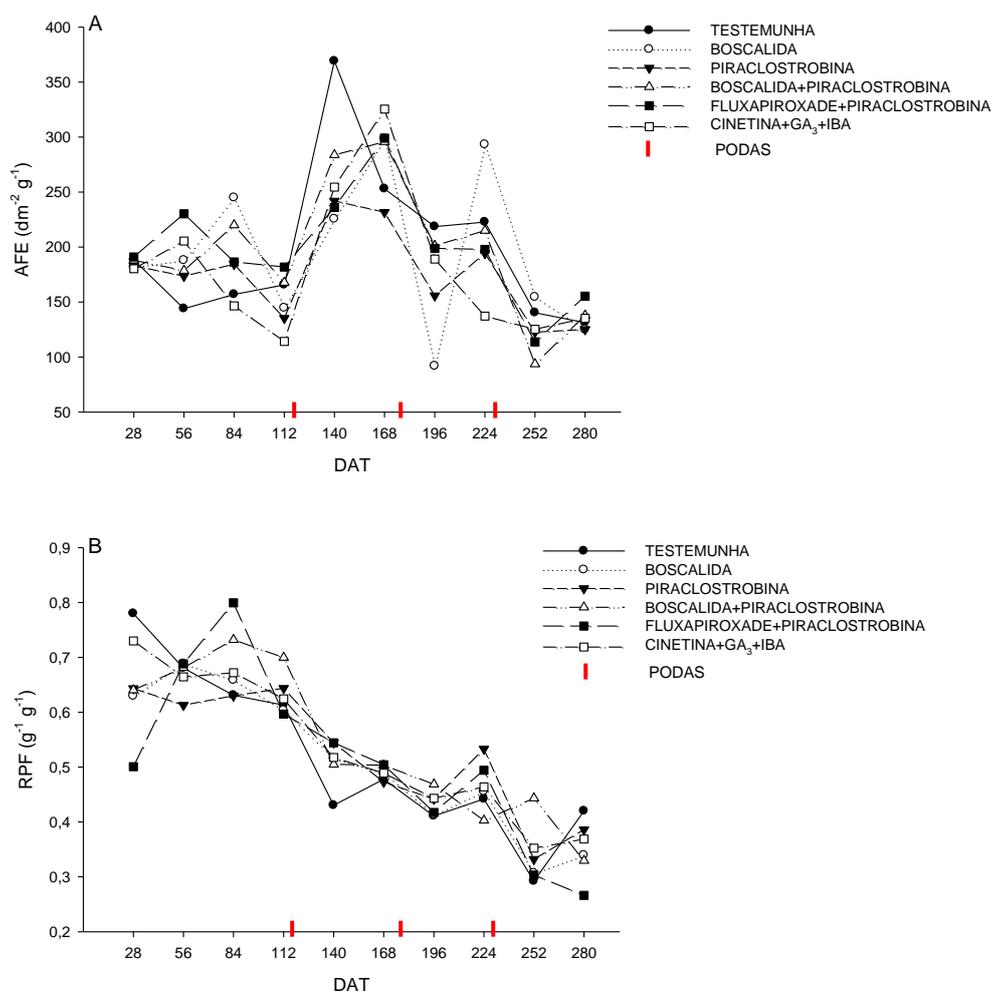
A razão de área foliar (RAF) representa a relação entre a área foliar e o peso da matéria seca total da planta, indicando a área foliar que está sendo usada pela planta para produzir um grama de matéria seca. Com o crescimento da planta tende a haver um declínio da RAF, ocasionado pelo autossombreamento que irá diminuir a área foliar útil, bem como pela emissão de folhas novas e portanto, de menor tamanho, o que ocorre também após as podas, influenciando diretamente nas RAF.

Como o maior decréscimo da razão de área foliar denota crescimento mais rápido, percebe-se avaliando esse índice fisiológico (Figura 4 B) que a testemunha teve um alto crescimento até 56 DAT, mas entre 56 e 112 DAT esse tratamento manteve-se estável, indicando um crescimento muito mais lento nesse período de tempo. Diferente da testemunha, os tratamentos com os reguladores vegetais, bem como com fluxapiraxade + piraclostrobina, tiveram um crescimento muito mais acentuado somente a partir de 56, indicando que tais moléculas não têm ação fisiológica imediata, quando comparados aos demais produtos. Enquanto que os demais produtos testados somente exibiram altos decréscimos da razão de área foliar depois de 84 DAT, mostrando que esses tratamentos necessitam de um maior intervalo de tempo para propiciar crescimentos mais elevados.

Verificou-se também que aos 112 DAT, quando se inicia os tratamentos culturais da poda, ocorre comportamentos praticamente semelhantes entre os tratamentos quanto à razão de área foliar. No entanto, é notório que as roseiras tratadas com boscalida têm uma maior resposta de crescimento após a poda, visto que esse princípio ativo provocou maiores reduções da razão de área foliar logo após a segunda e a terceira poda. Da mesma forma, destaca-se que as plantas que receberam aplicação dos reguladores vegetais mantiveram um crescimento alto e contínuo entre 168 e 252 DAT, em oposição aos demais tratamentos (Figura 4 B).

Com relação a área foliar específica (AFE), esta representa as diferenças no espessamento foliar, ou seja, permite verificar se as plantas estão acumulando fotoassimilados em suas folhas ou se estão translocando para outros órgãos. No estudo em questão verificou-se que nas quatro primeiras avaliações, todos os tratamentos atuaram de forma semelhante em

relação a AFE. Aos 140 DAT, plantas que receberam aplicações de fluxapiroxade + piraclostrobina e dos reguladores vegetais foram as que apresentaram maior espessura foliar e a testemunha, a menor espessura, quando se observa que esta apresentou o maior índice de AFE. Aos 168 DAT, as plantas tratadas com os reguladores vegetais apresentaram menor espessura de folha e posteriormente, aos 224 DAT, o boscalida foi o produto com menor espessura foliar, enquanto que as plantas tratadas com os reguladores vegetais apresentaram a maior espessura. Ao final do experimento, todos os tratamentos apresentaram resultados relativamente iguais (Figura 5 A). Os decréscimos observados na AFE indicam aumento na espessura da folha resultante do aumento de tamanho e quantidade de células nas plantas.

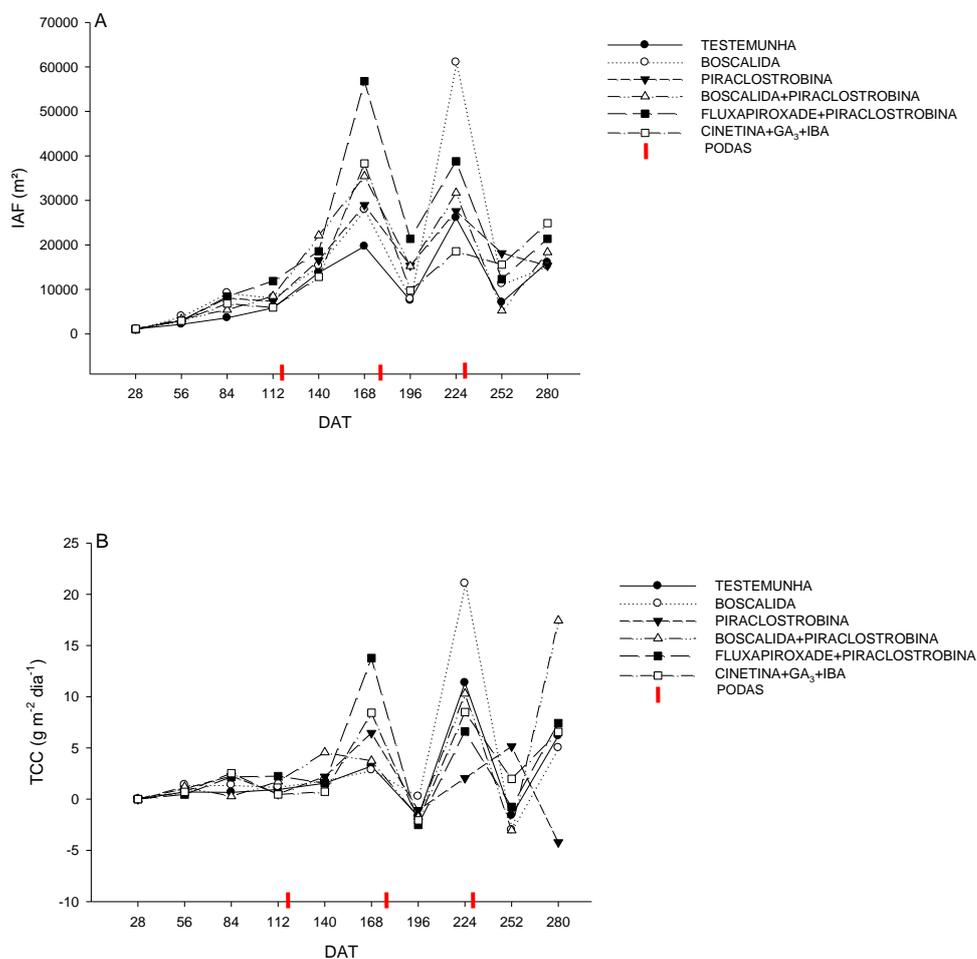


**Figura 5:** A) Área foliar específica (AFE) e B) razão de peso foliar (RPF) de roseiras em função dos dias após o transplântio (DAT) e da aplicação de produtos de efeitos fisiológicos. Petrolina – PE, 2016 – 2017.

A razão de peso foliar (RPF) é um componente fisiológico que associa o peso de matéria seca retida nas folhas com o peso de matéria seca acumulada na parte aérea total da planta. Nas avaliações realizadas com plantas de roseiras, observou-se que todos os tratamentos atuaram de forma semelhante em todo o ciclo avaliado, com maior RPF na fase inicial de crescimento e decréscimo ao final do experimento (Figura 5 B). Tal resultado indica que à medida que as plantas estavam crescendo, a fração de matéria seca retida nas folhas foi ficando menor, devido a maior exportação para outras partes da planta nesta fase. No caso específico das roseiras, tais materiais poderiam estar sendo direcionados para os botões florais, em fase de desenvolvimento na parte final do ciclo.

O índice de área foliar (IAF) representa a área foliar total por unidade de área do terreno. Funciona como indicador da superfície disponível para interceptação e absorção de luz e pode variar com a população de plantas, distribuição e variedades. Verifica-se que os resultados desse índice foram sempre próximos aos da testemunha nas primeiras análises até 140 DAT, bem como logo após as podas realizadas depois de 168 e 224 DAT (Figura 6 A). Contudo, o tratamento com fluxapiraxade + piraclostrobina (168 DAT) e o tratamento com boscalida (224 DAT) foram aqueles que obtiveram valores bastante expressivos de cobertura vegetal quando comparados com os valores da testemunha.

Em relação a taxa de crescimento da cultura (TCC), todos os tratamentos tiveram o mesmo desempenho até praticamente metade do ciclo avaliado (Figura 6 B). Apenas aos 168 DAT o tratamento com fluxapiraxade + piraclostrobina apresentou maior valor de TCC, enquanto que aos 224 DAT as plantas tratadas com boscalida foram as que alcançaram a maior taxa de crescimento. Tais resultados podem ter sido influenciados também pela poda, assim como ocorreu na TCR (Figura 3 B), mas ao mesmo tempo demonstram que estes produtos podem ser eficientes em permitir um rápido crescimento dos órgãos fotossintetizantes, e, portanto acúmulo de matéria seca logo após as podas.



**Figura 6:** A) Índice de área foliar (IAF) e B) taxa de crescimento da cultura (TCC) de roseiras em função dos dias após o transplântio (DAT) e da aplicação de produtos de efeitos fisiológicos. Petrolina – PE, 2016 – 2017.

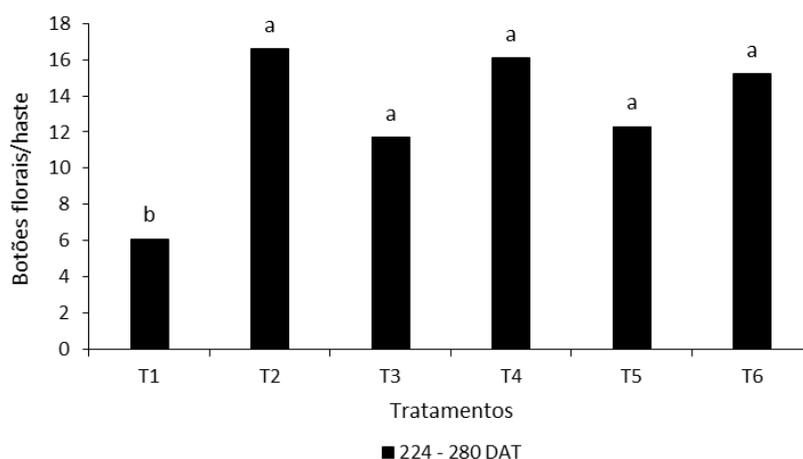
Avaliando o acúmulo de Clorofila Total nas plantas de roseiras (Tabela 2), observou-se que os produtos testados não interferiram nesta variável, quando analisada particularmente, ou seja, a cada 28 dias. No entanto, verificou-se um comportamento variável no decorrer dos dias avaliados, em que se percebe que no período de 196 à 252 DAT as plantas apresentaram maior acúmulo de clorofila total, porém sem diferença entre os produtos testados e à testemunha, o que pode ter sido ocasionado pelas altas temperaturas (máximas de 42,3°C; 43,6°C e 40,2°C) ocorridas no referido período.

**Tabela 2:** Clorofila Total de Rosa de corte cv. Ambiance cultivadas sob aplicação de produtos de efeitos fisiológicos, de 28 a 280 dias após o transplântio (DAT). Petrolina -PE- 2016 – 2017.

Tratamentos	Clorofila Total (ICF)									
	28	56	84	112	140	168	196	224	252	280
Testemunha	44,40 aB	40,10 aC	48,65 aB	50,67 aB	48,05 aB	48,90 aB	58,07 aA	59,75 aA	58,15 aA	37,60 aC
Boscalida	37,68 aB	41,85 aB	45,95 aB	49,25 aA	45,67 aB	42,72 aB	52,92 aA	58,75 aA	58,82 aA	36,35 aB
Piraclostrobina	38,77 aB	42,50 aB	51,58 aA	48,15 aB	43,77 aB	41,17 aB	53,30 aA	62,02 aA	58,47 aA	39,90 aB
Boscalida + Piraclostrobina	36,00 aC	41,20 aC	47,10 aB	48,05 aB	46,85 aB	42,60 aC	54,87 aA	56,12 aA	57,27 aA	36,35 aC
Fluxapiróxade + Piraclostrobina	45,16 aB	44,00 aB	46,97 aB	44,85 aB	45,52 aB	41,35 aB	57,10 aA	58,97 aA	55,65 aA	33,77 aC
Cinetina + GA <sub>3</sub> + AIB	36,31 aB	42,40 aB	45,55 aB	48,62 aB	47,90 aB	44,35 aB	57,00 aA	57,82 aA	59,22 aA	40,62 aB
CV (%)	17,11	9,48	12,57	13,84	7,59	16,2	8,16	14,35	12,13	19,79

Médias seguidas de letras minúsculas iguais na coluna e letras maiúsculas iguais na linha não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade. Letras minúsculas na coluna comparam os tratamentos entre si; letras maiúsculas na linha comparam o tratamento ao longo dos dias.

A partir da oitava avaliação (224 DAT) as roseiras entraram em produção, porém esta não atendeu às exigências de tamanho e qualidade de haste e botão exigidas pelo mercado nacional, não se configurando então como produção comercial. Observou-se, no entanto, que a cv. Ambiance, nas condições impostas ao experimento, apresentou uma elevada produção de botões florais por haste para todos os tratamentos testados, excetuando-se a testemunha, ficando os tratamentos com produtos de efeitos fisiológicos com uma média entre 12 e 17 botões florais por haste (Figura 7).



**Figura 7:** Médias de botões florais por haste em rosa de corte cv. Ambiance, em cada tratamento no período de 224 a 280 DAT. Médias seguidas de letras iguais não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade.

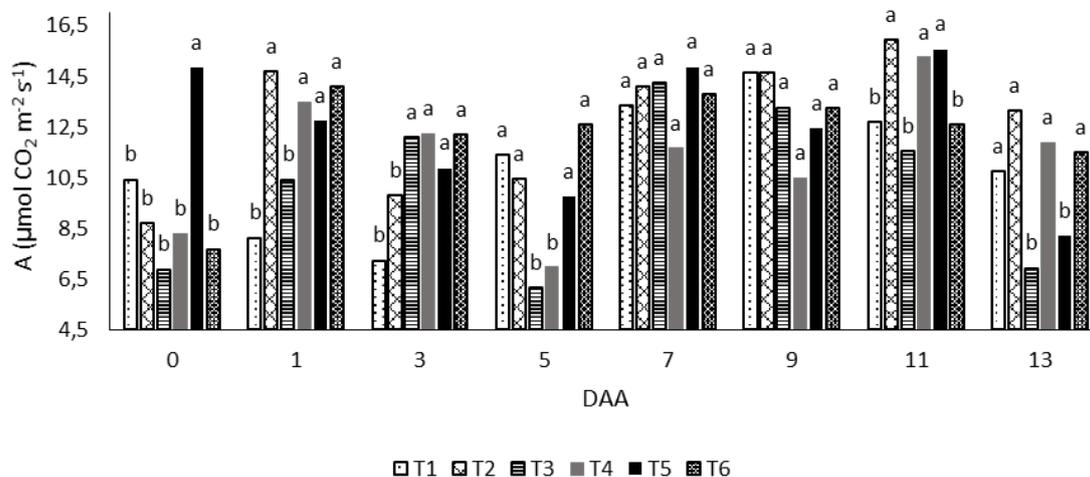
## 4.2. Trocas gasosas

Avaliando a taxa de assimilação de CO<sub>2</sub> em cada dia (Figura 8) observou-se que antes da aplicação dos produtos referentes ao novo ciclo (dia 0), o tratamento com fluxapirroxade + piraclostrobina (T5), apresentou a maior taxa fotossintética, o que pode indicar efeito prolongado do produto, como resquício do ciclo de aplicação anterior ao da análise, embora no 13º dia de avaliação, este tenha apresentado menores médias de assimilação, o que pode ter sido ocasionado pela baixa condutância estomática observada para o mesmo dia (Figura 10). Já no 1º dia após a aplicação dos produtos, percebe-se que a atividade fotossintética foi superior para os tratamentos com boscalida (T2), boscalida + piraclostrobina (T4), fluxapirroxade + piraclostrobina (T5) e para os reguladores vegetais (T6), evidenciando o efeito imediato destes produtos, não diferindo estatisticamente entre si, porém diferindo da testemunha e do tratamento com piraclostrobina isolada (T3), que apresentaram atividade fotossintética inferior aos demais.

No 3º dia após a aplicação dos tratamentos, observou-se que o T3, junto com os tratamentos T4, T5 e T6 foram os que apresentaram maior atividade fotossintética, os quais diferiram da testemunha e do T2. Já no 5º dia após a aplicação dos produtos, T3 e T4 foram os que apresentaram menor desempenho na assimilação de CO<sub>2</sub>, diferindo dos demais tratamentos, inclusive da testemunha. No 7º e 9º dia de avaliação o comportamento foi semelhante para todos os tratamentos, que não diferiram entre si. No 11º e 13º dia após a aplicação verificou-se que ocorreu uma variação na taxa fotossintética, prevalecendo, no entanto, maior atividade fotossintética para as plantas tratadas com T2 e T4 nos dois últimos dias de avaliação.

No geral, plantas tratadas com os produtos presentes em T2, T4, T5 e T6 apresentaram uma regularidade nas médias para a atividade fotossintética na maioria dos dias quando comparados com a testemunha e com o T3, sendo este último o que apresentou as menores médias na maioria dos dias. Percebe-se que o tratamento com piraclostrobina, em vários dias apresentou

um desempenho inferior até mesmo ao da testemunha, o que pode ter ocorrido em função da dose aplicada ou mesmo do intervalo de aplicação.

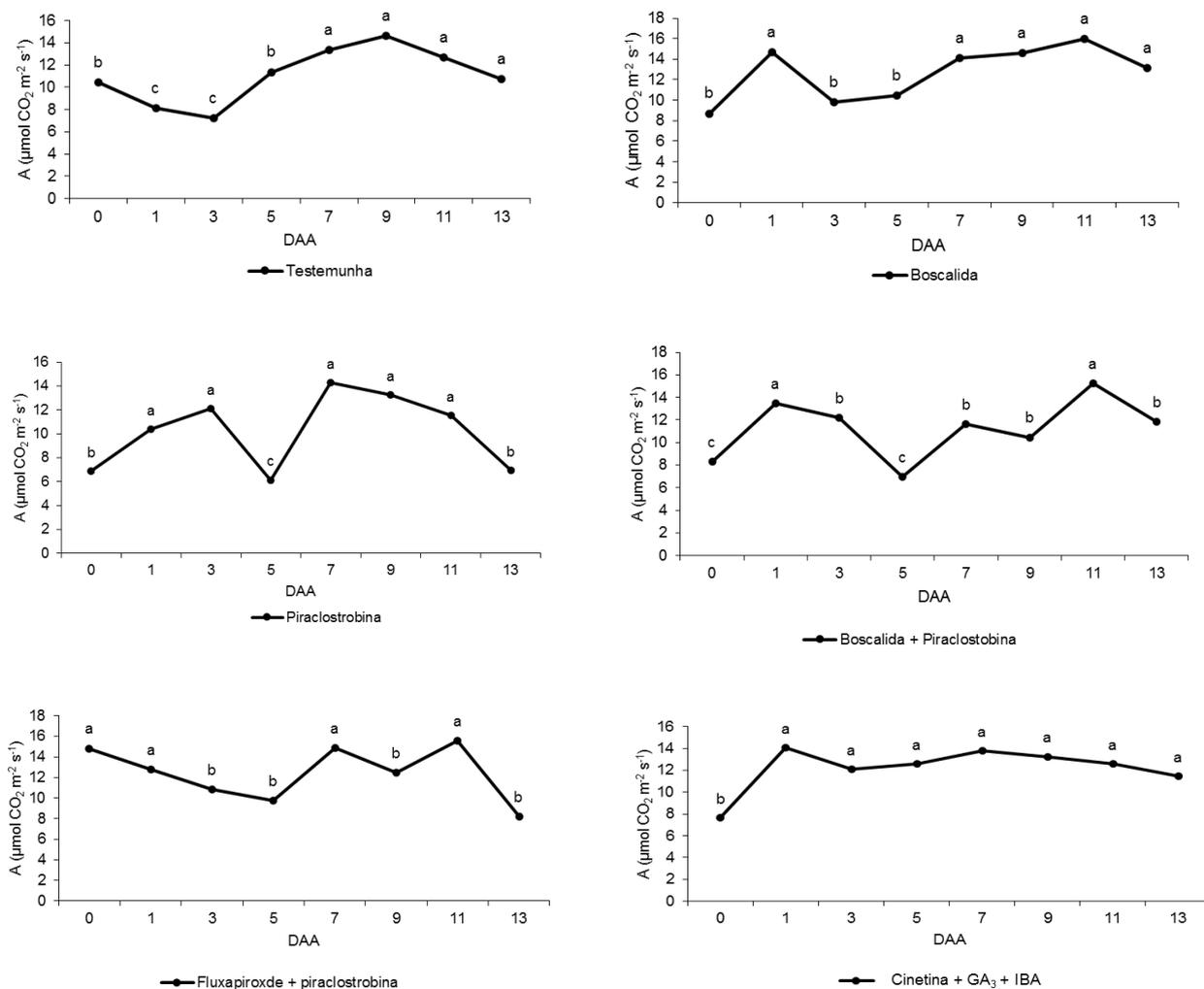


**Figura 8:** Assimilação de CO<sub>2</sub> (A) em μmol CO<sub>2</sub> m<sup>-2</sup> s<sup>-1</sup> em folhas de roseiras em cada dia antes (0) e após aplicação dos tratamentos (DAA - 1 à 13). Médias seguidas pelas mesmas letras em cada dia não diferem entre si pelo teste Scott-Knott a 5% de probabilidade. Tratamentos: T1) Testemunha; T2) Boscalida; T3) Piraclorobina; T4) Boscalida+Piraclorobina; T5) Fluxapiraxade+Piraclorobina; T6) Cinetina+GA<sub>3</sub>+IBA.

Analisando a variação da assimilação de CO<sub>2</sub> para cada tratamento ao longo dos dias de avaliação (Figura 9), observa-se uma tendência à oscilação em todos os tratamentos, com T6 sendo o tratamento que apresentou maior uniformidade ao longo dos dias.

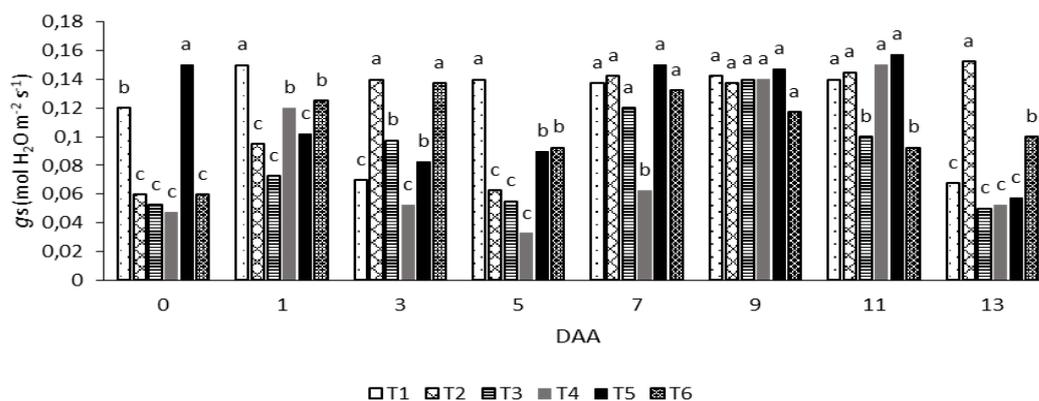
Observando o comportamento da testemunha, é visível que há resposta da fotossíntese no mesmo período em que ocorreu diminuição da temperatura, a partir do 7º dia, aumentando a assimilação de CO<sub>2</sub> no 7º, 9º e até o 11º dia, quando a temperatura voltou a aumentar dentro do telado (Figura 1C e D, temperaturas médias de 27,2°C; 26,7° e 28,1°C nos dias 7, 9 e 11, e 28, 6 no 13º DAA). O mesmo efeito foi observado para os demais tratamentos nesses mesmos dias, que apresentaram alta taxa de assimilação de CO<sub>2</sub> também no 1º dia após a aplicação dos produtos, evidenciando o efeito imediato destes, exceto para o T6, que manteve uma atividade constante ao longo de todos os dias de avaliação. Observa-se ainda que a menor atividade fotossintética para a maioria dos tratamentos foi registrada no 3º e 5º dias de avaliação, período

em se registrou as maiores temperaturas dentro do telado (Figuras 9 e 1C e D, temperaturas médias de 30,2 e 33,9°C, respectivamente, e máximas de 40,0 e 40,1°C para o 3° e 5° DAA).



**Figura 9:** Assimilação de CO<sub>2</sub> (A) em folhas de roseira para cada tratamento ao longo dos dias antes (0) e após aplicação (DAA – 1 à 13). Médias seguidas de letras iguais não diferem entre si pelo teste Scott- Knott a 5% de probabilidade.

Para condutância estomática ( $g_s$ ) verificou-se que no dia 0 (antes da aplicação) e no 9º dia após a aplicação dos tratamentos, a condutância estomática correspondeu aos resultados da fotossíntese, em que os tratamentos que obtiveram maior atividade fotossintética apresentaram também os maiores valores de condutância estomática. Nos demais dias observou-se um comportamento inverso para estas variáveis, em que no 1º DAA, a testemunha apresentou a maior média para condutância estomática e menor assimilação de  $CO_2$ , enquanto T2 e T5 que haviam apresentado as maiores médias de absorção de  $CO_2$  neste dia apresentaram menores médias de condutância estomática (Figura 10). Mesmo quando a abertura estomática estava reduzida, os produtos atuaram promovendo uma melhor taxa de assimilação de  $CO_2$ .



**Figura 10:** Condutância estomática ( $g_s$ ) em  $mol\ H_2O\ m^{-2}\ s^{-1}$  das folhas das roseiras em cada dia, antes (0) e após aplicação dos tratamentos (DAA – 1 à 13). Médias seguidas pelas mesmas letras em cada dia não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade. Tratamentos: T1) Testemunha; T2) Boscalida; T3) Piraclostrobina; T4) Boscalida+Piraclostrobina; T5) Fluxaproxade+Piraclostrobina; T6) Cinetina+GA<sub>3</sub>+IBA.

No 3º dia após a aplicação, observa-se que enquanto a condutância estomática é uma das maiores para T2, a sua atividade fotossintética é menor. Comportamento contrário ocorre com o T4. No 5º DAA, todos os tratamentos apresentam médias de condutância estomática inferiores à testemunha. Já no 7º e 9º DAA, com exceção de T4 no 7º dia, todos os tratamentos apresentaram alta condutância estomática, não diferindo entre si. No 11º DAA, T3 e T6

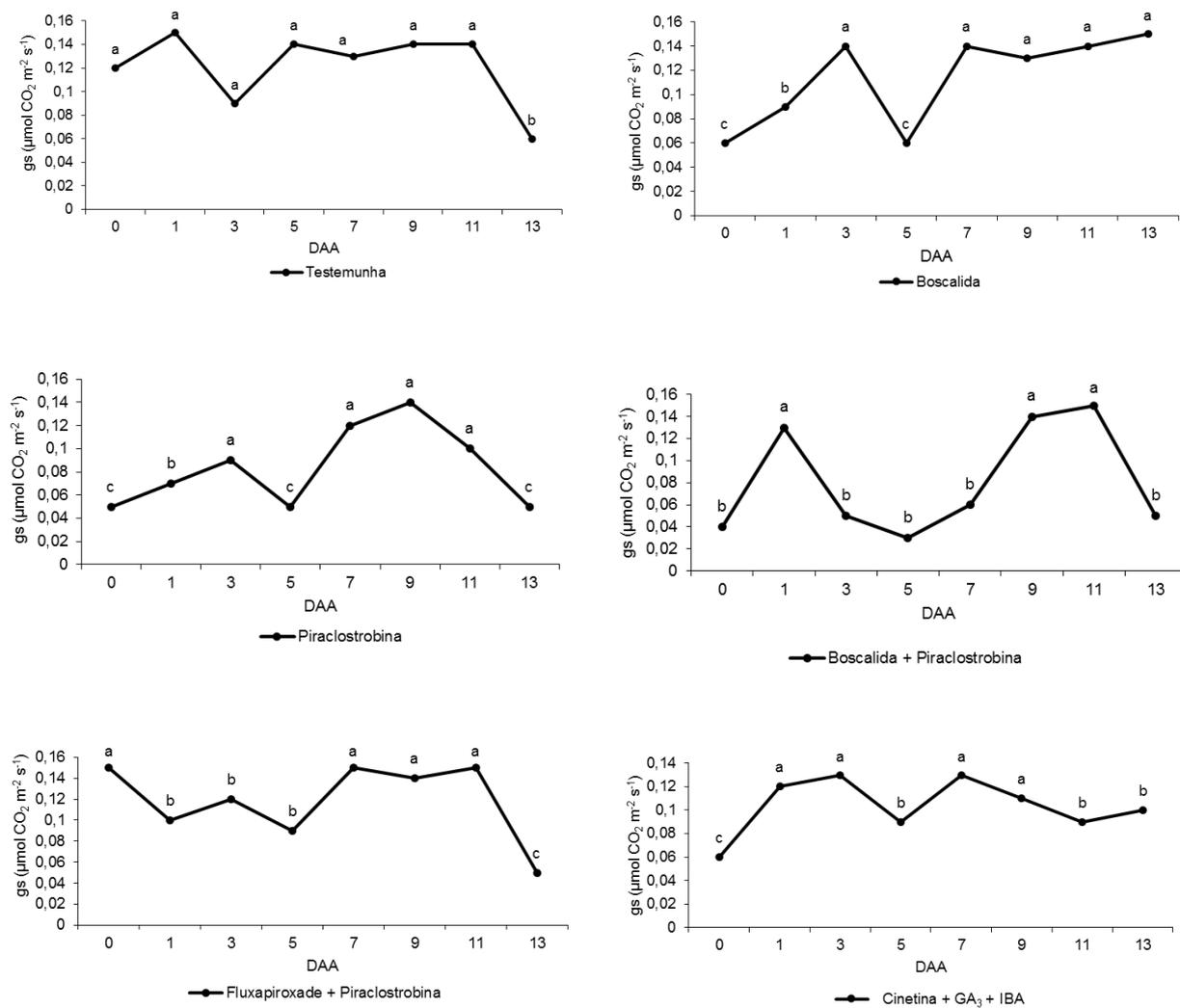
apresentaram resultados inferiores aos demais tratamentos, enquanto que no 13º dia o T2 foi o tratamento com maior abertura estomática (Figura 10).

De um modo geral, o tratamento com fluxapiraxade + piraclostrobina foi o que apresentou maior uniformidade na relação entre a condutância estomática e a assimilação de CO<sub>2</sub>, tanto nas médias altas, quanto nas médias baixas em cada dia de avaliação. Por outro lado, a piraclostrobina novamente foi a molécula com menor desempenho na maioria dos dias, assim como ocorreu na atividade fotossintética.

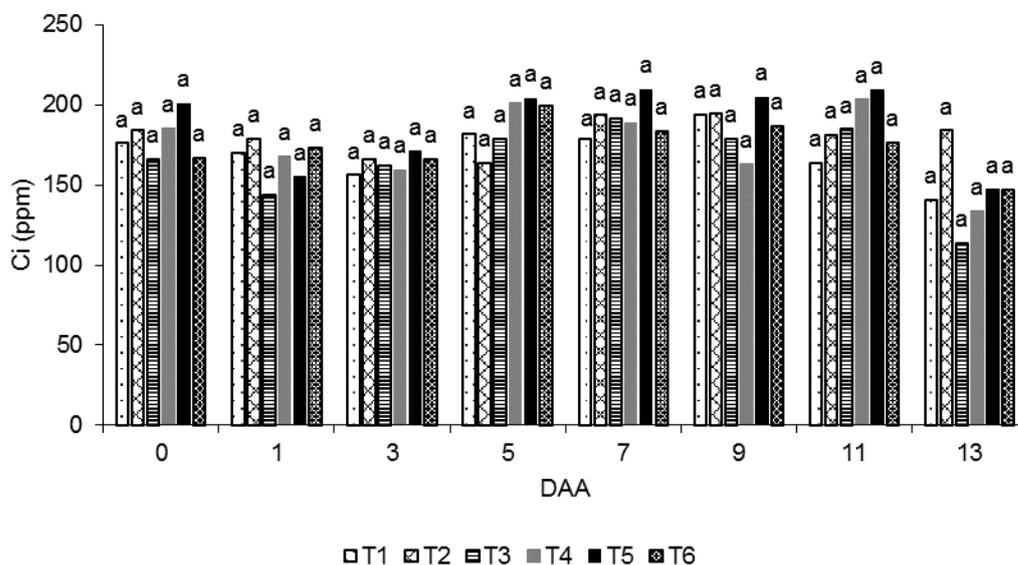
Para a condutância estomática ao longo dos dias (Figura 11), nota-se uma relação com a atividade fotossintética, principalmente para os tratamentos com piraclostrobina (T3), fluxapiraxade + piraclostrobina (T5) e reguladores vegetais (T6). Observa-se que a menor condutância estomática, para a maioria dos tratamentos, ocorreu no 5º DAA, assim como observado para a absorção de CO<sub>2</sub>, o que pode ter acontecido em decorrência do aumento da temperatura entre o 3º e 5º dias de avaliação, visto que em temperaturas elevadas as plantas tendem a fechar ou reduzir a abertura estomática, visando reduzir a perda de água por transpiração. No 7º DAA quando as temperaturas começaram a diminuir, apenas o T4 não apresentou elevação na abertura estomática. No 13º DAA, quando foi registrado novamente um índice de temperatura mais elevada a maioria dos tratamentos apresentaram diminuição da condutância estomática.

Com relação a concentração interna de CO<sub>2</sub> (Ci) não houve diferença significativa entre os tratamentos quando observados os dias isolados após aplicação dos produtos, o que sugere que não ocorreu uma relação direta entre a absorção de CO<sub>2</sub>, a condutância estomática e a concentração interna de CO<sub>2</sub> nas folhas das roseiras (Figura 12). Como não diferiram entre si, provavelmente todas as plantas estavam fotorrespirando, tendo em vista as altas temperaturas registradas para o período.

Quando avaliado o comportamento da Ci ao longo dos dias após a aplicação dos produtos (Figura 13), nota-se que somente o tratamento com fluxapiraxade + piraclostrobina (T5) apresentou diferença significativa entre os dias. Para T5, a concentração interna foi semelhante ao comportamento da condutância estomática.



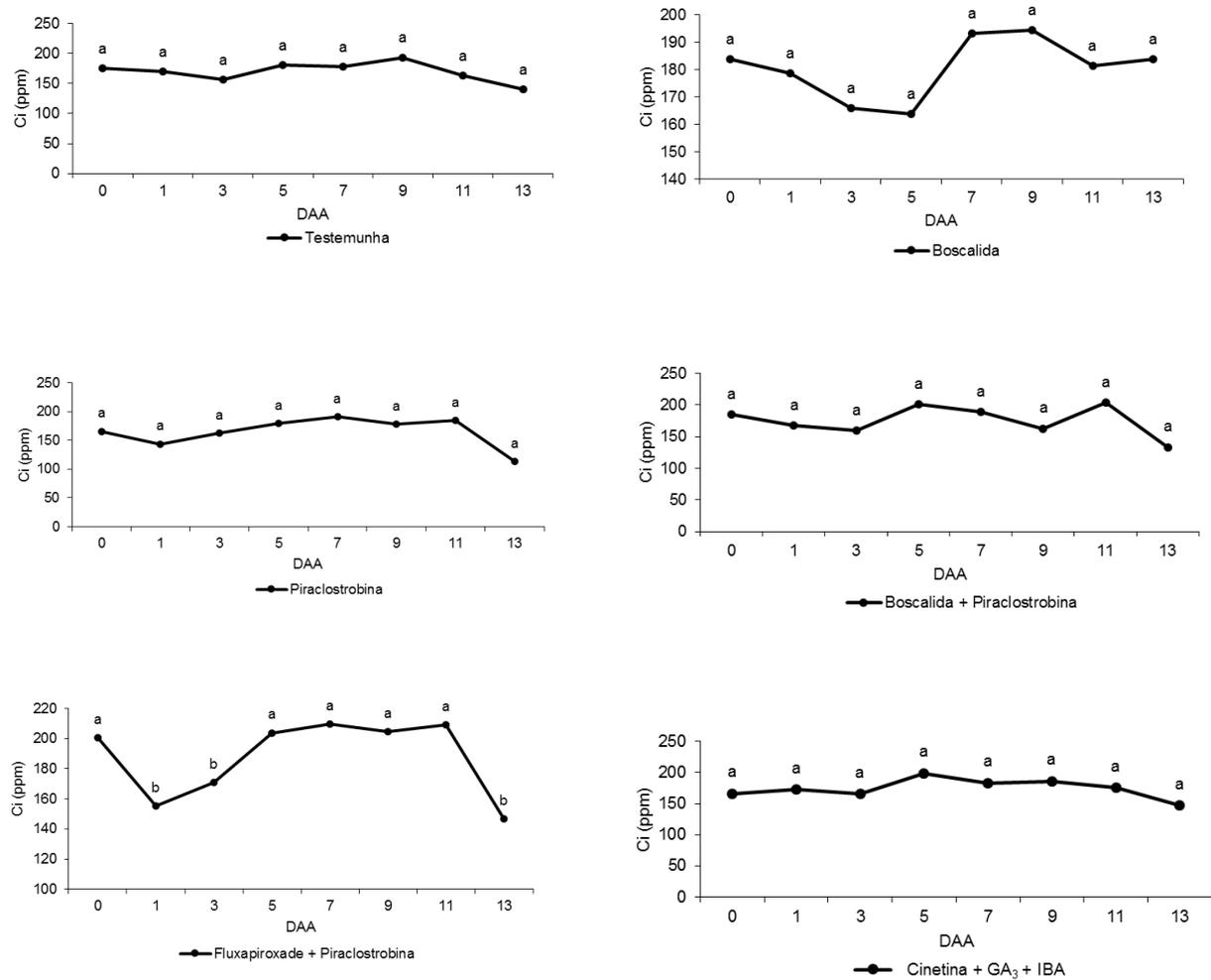
**Figura 11:** Condutância estomática ( $gs$ ) em folhas de roseira para cada tratamento ao longo dos dias antes (0) e após aplicação (DAA – 1 à 13). Médias seguidas de letras iguais não diferem entre si pelo teste de Scott- Knott a 5% de probabilidade.



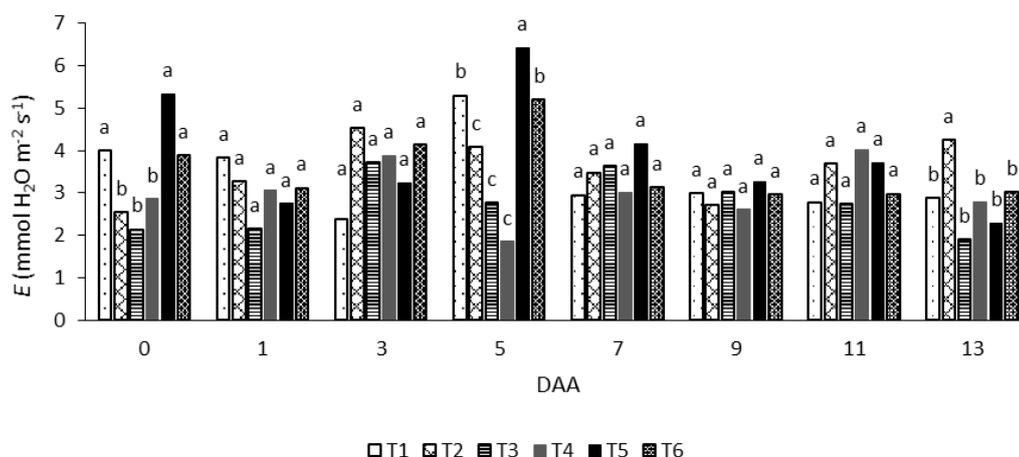
**Figura 12:** Concentração interna de CO<sub>2</sub> (Ci) em ppm em folhas de roseiras em cada dia antes (0) e após aplicação dos tratamentos (DAA – 1 à 13). Médias seguidas pelas mesmas letras em cada dia não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade. Tratamentos: T1) Testemunha; T2) Boscalida; T3) Piraclorobina; T4) Boscalida+Piraclorobina; T5) Fluxapirroxade+Piraclorobina; T6) Cinetina+GA<sub>3</sub>+IBA.

Analisando os resultados para a transpiração ( $E$ ) descritos na figura 14, verifica-se que esta variável foi igual para todos os tratamentos na maioria dos dias, havendo grande variação apenas no 5º DAA, quando o tratamento com fluxapirroxade + piraclostrobina (T5) foi o que apresentou maior taxa de transpiração, seguido pela testemunha e pelos reguladores vegetais.

No 1º, 3º, 7º, 9º e 11º DAA não houve diferença significativa entre os tratamentos, verificando discrepância com a condutância estomática. No 5º dia, ocorreu o esperado para T2, T3, T4 que apresentaram resultados inferiores aos demais tratamentos, não diferindo entre si, tanto para  $g_s$  quanto para  $E$ . No 13º dia o tratamento com boscalida (T2) foi o que apresentou maior média, diferindo estatisticamente dos demais tratamentos. Com isso, pode-se perceber que nos dias onde ocorreram as maiores temperaturas (5º e 13º), os tratamentos T5 e T2 foram os que apresentaram maior taxa de transpiração, respectivamente (Figura 14).

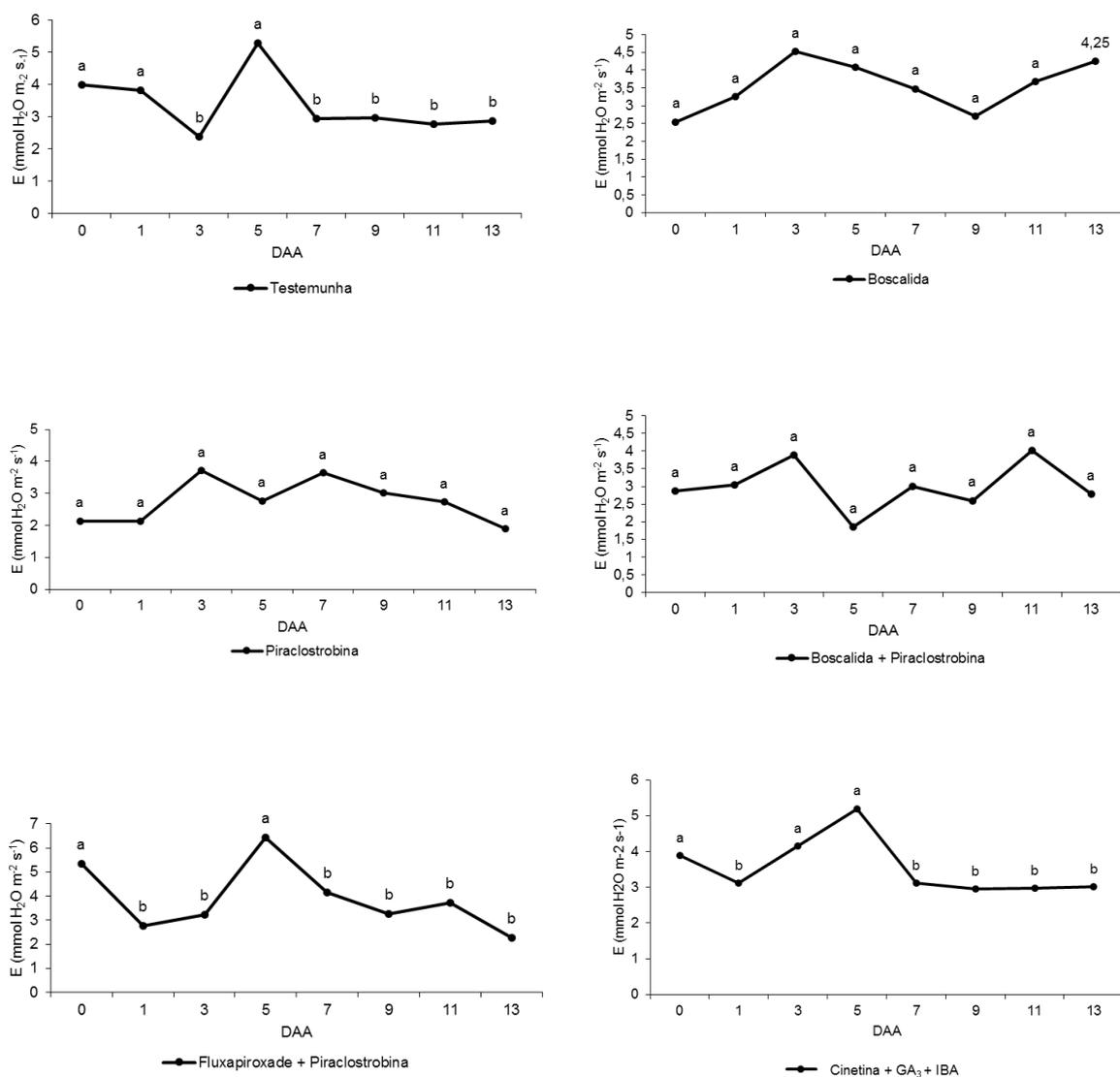


**Figura 13:** Concentração interna de CO<sub>2</sub> (C) em roseira cv. Ambiente para cada tratamento ao longo dos dias após aplicação dos tratamentos (DAA). Médias seguidas de letras iguais não diferem entre si pelo teste Scott- Knott a 5% de probabilidade.



**Figura 14:** Transpiração ( $E$ ) em  $\text{mmol H}_2\text{O m}^{-2} \text{s}^{-1}$  em folhas de roseiras em cada dia, antes (0) e após a aplicação dos tratamentos (DAA – 1 à 13). Médias seguidas de letras iguais em cada dia não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade. Tratamentos: T1) Testemunha; T2) Boscalida; T3) Piraclostrobina; T4) Boscalida+Piraclostrobina; T5) Fluxaproxade+Piraclostrobina; T6) Cinetina+GA<sub>3</sub>+IBA.

Ao avaliar o comportamento dos tratamentos isolados ao longo dos dias, em relação a transpiração (Figura 15), nota-se que T2, T3 e T4 se comportaram de forma igual, tanto antes quanto após a aplicação dos tratamentos. Por outro lado, T5 e T6 apresentaram comportamento semelhante ao da testemunha, com picos na taxa de transpiração no 5º dia após a aplicação dos tratamentos, demonstrando que as plantas tratadas com essas moléculas foram as que transpiram mais, assim como a testemunha, em face de maior temperatura ambiente.

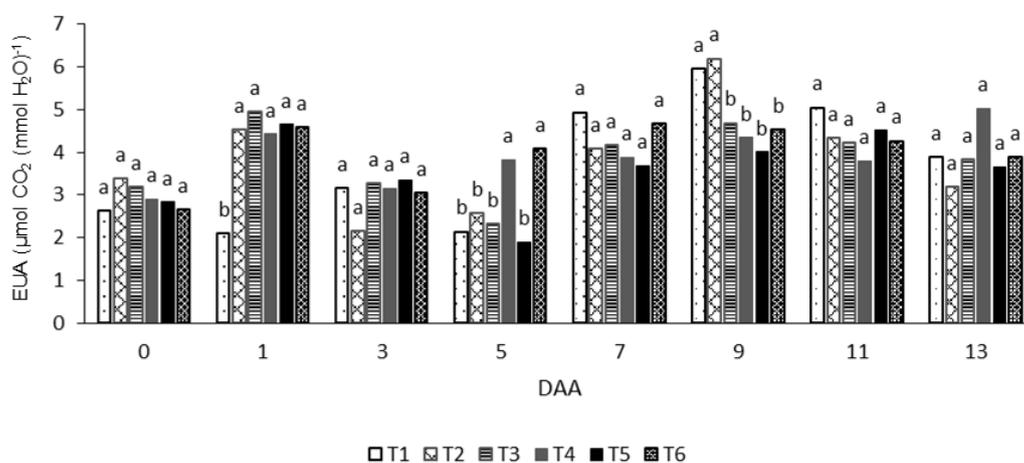


**Figura 15:** Variação da Transpiração ( $E$ ) em folhas de roseira para cada tratamento ao longo dos dias, antes (0) e após aplicação (DAA – 1 à 13). Médias seguidas de letras iguais não diferem entre si pelo teste de Scott- Knott a 5% de probabilidade.

Com relação a eficiência do uso da água, não houve diferença estatística (Figura 16) entre os tratamentos antes da aplicação (dia 0) e no 3<sup>o</sup>, 7<sup>o</sup>, 11<sup>o</sup>, 13<sup>o</sup> dia após aplicação.

No 1<sup>o</sup> dia após a aplicação, todos os tratamentos com fungicidas e os reguladores vegetais apresentaram aumento na eficiência do uso da água, diferindo da testemunha, que apresentou a menor eficiência. No 5<sup>o</sup> dia, T4 e T6 foram os tratamentos que promoveram o melhor resultado. O T5 foi o tratamento com a maior taxa de transpiração neste dia e apresentou aqui a

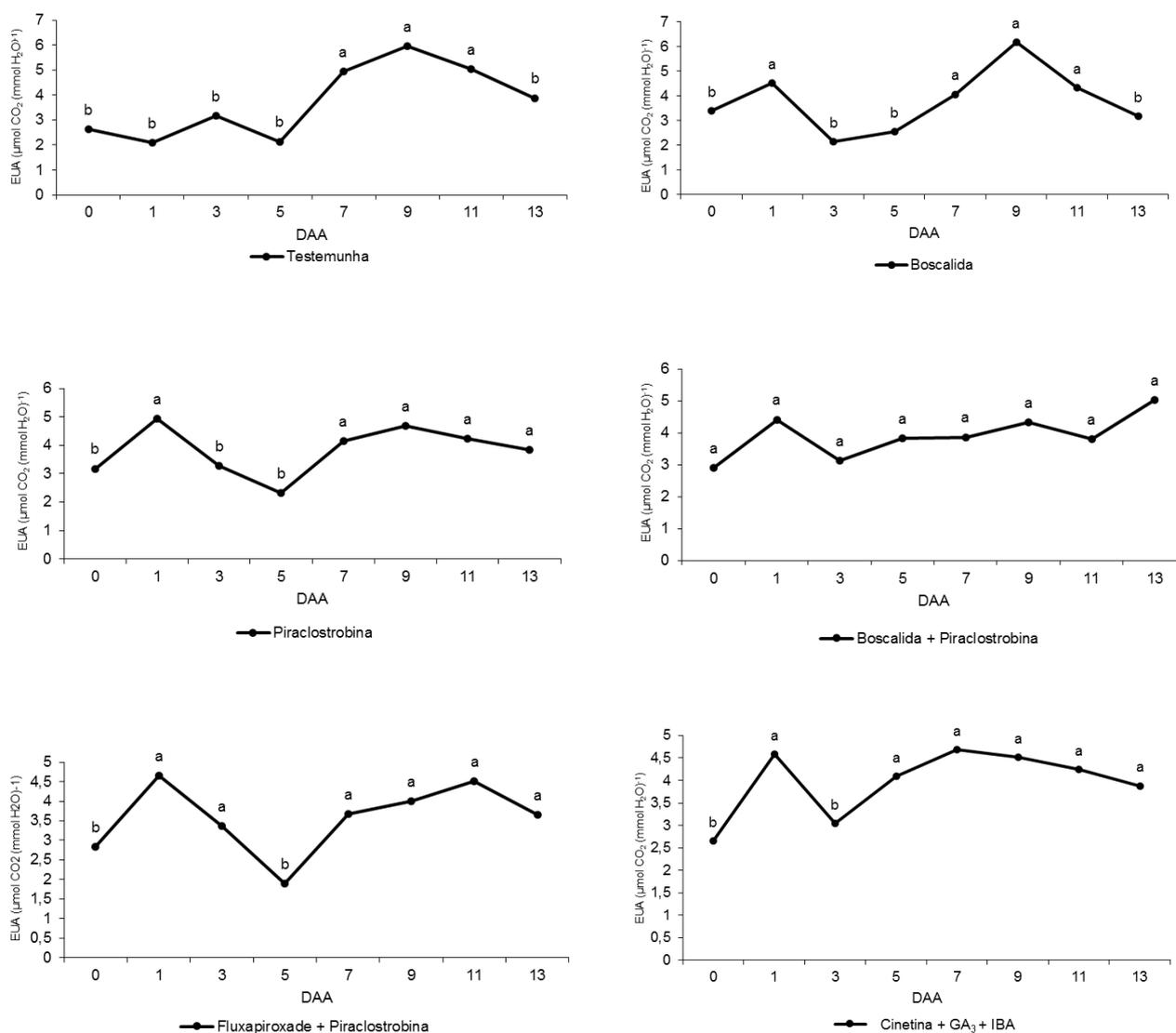
menor eficiência do uso da água, tendo apresentado também baixa condutância estomática para o mesmo dia, enquanto o T4 que havia apresentado a menor taxa de transpiração e a menor condutância estomática, favoreceu as plantas na eficiência do uso da água. Já T6, mesmo apresentando alta transpiração, a alta taxa de assimilação de CO<sub>2</sub> permitiu que este tratamento fosse eficiente no uso da água para esse dia. No 9º DAA, com exceção de T2, todas as moléculas testadas apresentaram resultado inferior à testemunha.



**Figura 16:** Eficiência do uso da água (EUA,  $\mu\text{mol CO}_2 (\text{mmol H}_2\text{O})^{-1}$ ) em roseiras, em cada dia antes (0) e após a aplicação dos tratamentos (DAA – 1 à 13). Médias dos tratamentos seguidas pelas mesmas letras no mesmo dia não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade. Tratamentos: T1) Testemunha; T2) Boscalida; T3) Piraclostrobina; T4) Boscalida+Piraclostrobina; T5) Fluxapiraxade+Piraclostrobina; T6) Cinetina+GA<sub>3</sub>+IBA.

Observando o comportamento dos tratamentos ao longo dos dias (Figura 17), nota-se que houve incremento na EUA para todos os tratamentos logo após a aplicação dos produtos, exceto para a testemunha, que apresentou maior EUA nos períodos de menor temperatura (dias 7 a 11) em relação aos outros dias (Figura 2 C e D). No 5º DAA, as plantas tratadas com boscalida, piraclostrobina e fluxapiraxade + piraclostrobina apresentaram menor eficiência do uso da água, enquanto que as plantas que receberam aplicação de boscalida + piraclostrobina e dos reguladores vegetais apresentaram maior EUA para esse dia. Ou seja, mesmo em face de temperatura mais elevada

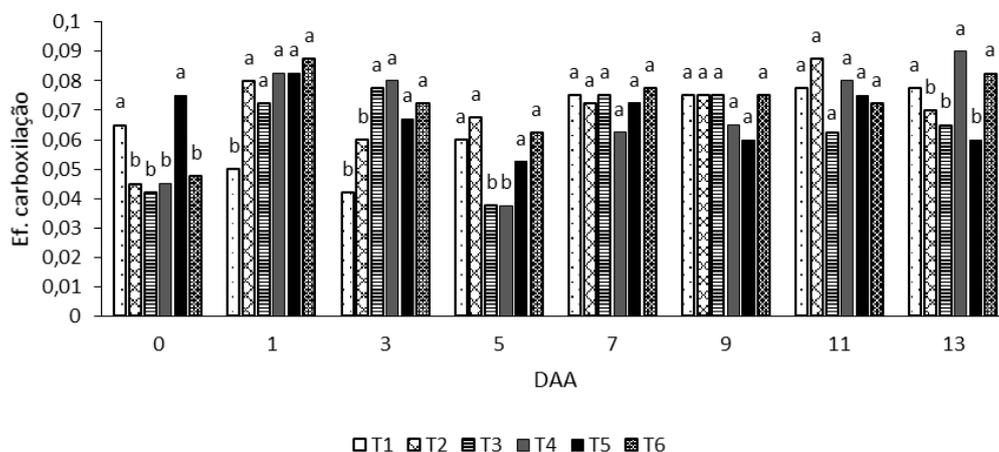
(máxima de 40, 1 °C), esses dois produtos conseguiram garantir para as roseiras uma melhor eficiência no uso da água.



**Figura 17:** Eficiência do uso da água (EUA,  $\mu\text{mol CO}_2 (\text{mmol H}_2\text{O})^{-1}$ ) em roseiras cv. Ambiente para cada tratamento ao longo dos dias antes (0) e após a aplicação dos tratamentos (DAA 1 à 13). Médias seguidas de letras iguais não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade.

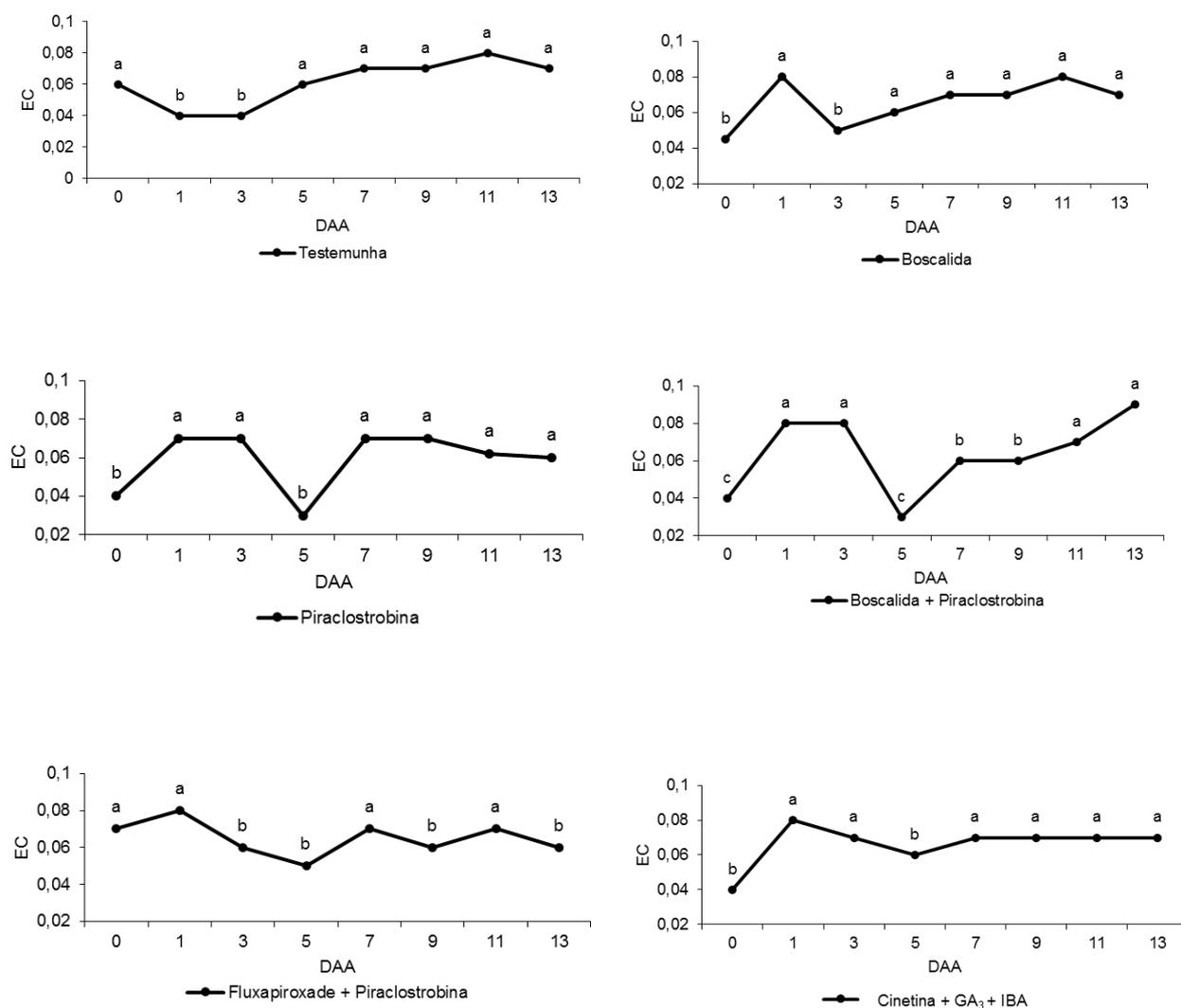
Para a eficiência de carboxilação (Figura 18) observa-se que não houve diferença significativa entre os tratamentos no 7<sup>o</sup>, 9<sup>o</sup> e 11<sup>o</sup> DAA. Antes da aplicação T1 e T5 foram os tratamentos com as maiores médias. No 1<sup>o</sup> DAA

todos os tratamentos com produtos de efeitos fisiológicos foram superiores à testemunha. No 3º dia, o T2 teve uma queda na eficiência e não diferiu da testemunha. No 5º DAA, T3 e T4 foram os tratamentos menos eficientes. No final do ciclo, no 13º dia, T4 e T6 foram os tratamentos com melhor desempenho na eficiência de carboxilação, porém não diferindo da testemunha.



**Figura 18:** Eficiência de carboxilação em roseiras, em cada dia antes (0) e após aplicação dos tratamentos (DAA – 1 à 13). Médias dos tratamentos seguidas pelas mesmas letras no mesmo dia não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade. Tratamentos: T1) Testemunha; T2) Boscalida; T3) Piraclostrobina; T4) Boscalida+Piraclostrobina; T5) Fluxapiraxade+Piraclostrobina; T6) Cinetina+GA<sub>3</sub>+IBA.

Analisando o comportamento da eficiência de carboxilação ao longo dos dias (Figuras 17) observa-se que os resultados apresentam relação com a atividade fotossintética, avaliada na assimilação de CO<sub>2</sub>. No 1º dia após a aplicação dos produtos, todos os tratamentos tiveram incremento EC, com exceção da testemunha. No 5º DAA, T1 e T2 mantiveram alta eficiência de carboxilação e resultado contrário foi observado para os demais tratamentos, que diminuiram a EC nesse dia, resultado que pode ter sido influenciado pelas altas temperaturas e baixa umidade relativa do ar registrados entre o 3º e 5º dia de avaliação. Nota-se ainda que ocorreu um aumento na EC do 7º ao 11º DAA para todos os tratamentos, período onde registrou-se diminuição da temperatura e aumento da umidade relativa (Figura 2 C e D).



**Figura 19:** Eficiência de carboxilação (EC) em roseira cv. Ambiente para cada tratamento ao longo dos dias, antes (0) e após aplicação dos produtos (DAA – 1 à 13). Médias seguidas de letras iguais não diferem entre si pelo teste Scott- Knott a 5% de probabilidade.

Apesar de se ter observado uma tendência oscilatória no comportamento dos tratamentos, principalmente quando avaliados os dias isoladamente, nota-se que os tratamentos com fluxaproxade + piraclostrobina, boscalida e os reguladores vegetais foram aqueles que apresentaram resultados positivos mais regulares às roseiras, enquanto que o tratamento com piraclostrobina isolada foi o que apresentou os menores desempenhos, para a maioria dos dias em todas as variáveis analisadas.

Com relação à clorofila total (Índice de Clorofila Falker) avaliado durante os dias de medição das trocas gasosas, não houve diferença significativa entre

os tratamentos em nenhum dos dias avaliados (Tabela 3), resultado semelhante ao encontrado para a clorofila total avaliada ao longo das análises de crescimento. Os tratamentos apresentaram diferença estatística apenas ao longo dos dias, quando se observa que, com exceção do T2, todos os tratamentos apresentaram incremento no teor de clorofila a partir do 1º DAA. Como não houve diferença entre as moléculas aplicadas e a testemunha, infere-se que o incremento observado não foi em decorrência da atuação dos produtos de efeitos fisiológicos, mas a outros fatores como a temperatura e incidência luminosa dos dias avaliados.

**Tabela 3:** Clorofila Total de Rosa de corte cv. Ambiance cultivadas sob aplicação de produtos de efeitos fisiológicos nos dias antes (Dia 0) e após aplicação dos tratamentos (DAA 1 à 13). Petrolina-PE, 2016-2017.

Clorofila Total (ICF) - DAA								
Tratamento	0	1	3	5	7	9	11	13
T1	39,47 aB	53,28 aA	49,20 aA	53,70 aA	50,26 aA	47,44 aA	44,52 aB	53,25 aA
T2	43,45 aA	50,96 aA	54,74 aA	51,44 aA	51,92 aA	50,61 aA	52,80 aA	56,37 aA
T3	37,22 aB	53,70 aA	53,63 aA	50,64 aA	53,96 aA	46,20 aA	48,37 aA	56,60 aA
T4	37,92 aB	50,64 aA	53,20 aA	54,31 aA	53,72 aA	44,53 aB	48,02 aB	59,85 aA
T5	42,72 aB	56,40 aA	54,85 aA	55,57 aA	56,16 aA	48,21 aB	47,77 aB	63,67 aA
T6	32,70 aB	51,89 aA	53,85 aA	55,06 aA	50,58 aA	46,11 aA	49,42 aA	51,12 aA
CV%	22.67	8.67	9.91	6.37	11.47	10.50	15.86	17.34

Médias seguidas de letras minúsculas iguais na coluna e letras maiúsculas iguais na linha não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott à 5% de probabilidade. Letras minúsculas na coluna comparam os tratamentos entre si; letras maiúsculas na linha compararam o tratamento ao longo dos dias. Tratamentos: T1: testemunha (aplicação de água); T2: boscalida; T3: piraclostrobina; T4: mistura de boscalida + piraclostrobina (T2 + T3); T5: fluxapiraxade + piraclostrobina; T6: Cinetina + GA<sub>3</sub> + IBA.

### 4.3. Acúmulo de Solutos Orgânicos

Os resultados obtidos para o acúmulo de carboidratos, proteína e prolina estão apresentados na Tabela 4 e observa-se que houve uma variação acentuada na atuação dos tratamentos para cada um dos solutos quantificados.

Para os carboidratos, nota-se que no 3º, 7º e 11º dia após a aplicação dos produtos, não houve diferença significativa entre os tratamentos. Antes da aplicação, o tratamento com piraclostrobina (T3) foi o que apresentou o maior acúmulo de carboidratos nas folhas das roseiras, seguido pelos reguladores vegetais (T6). No 1º dia após a aplicação, T4 e T5 apresentaram incremento no teor de carboidratos e junto com T3 e T6 são os tratamentos com maior acúmulo deste soluto, diferindo de T2 e da testemunha. No 5º de avaliação, T5 apresentou-se superior aos demais tratamentos enquanto que no 9º DAA, o T6 foi o tratamento com a melhor média. Ao final do ciclo avaliado, T2, T3 e T4 foram os tratamentos com maiores médias.

Avaliando-se o comportamento dos tratamentos isolados ao longo dos dias, nota-se que apenas a testemunha (T1) e a boscalida (T2) apresentaram variação ao longo do período avaliado, em que a testemunha apresentou maior acúmulo de carboidrato no 7º DAA, enquanto que para T2, as maiores médias foram observadas para os dias 5, 7 e 11º após a aplicação dos produtos. Os demais tratamentos mantiveram uma atuação constante, não variando ao longo dos dias (Tabela 4).

Com relação ao acúmulo de proteína, antes da aplicação dos tratamentos, T3 foi o tratamento com a maior média. No 1º após a aplicação, este não diferiu da testemunha nem de T2, que apresentaram as maiores médias para o dia. Esse resultado se mantém no 3º DAA, com o T5 apresentando também médias superiores, sendo T4 o tratamento com menor desempenho observado. Já no 5º dia após a aplicação, apenas a testemunha foi superior, com todos os demais tratamentos apresentando queda no acúmulo de proteína, resultado também observado para o 9º DAA. No 7º dia de avaliação, T2 e T4 apresentaram médias superiores aos demais tratamentos, enquanto que no 9º dia, T1 se destacou com a maior média. No último dia de avaliação, T1, T4 e T6 foram os tratamentos com as maiores médias, não diferindo entre si.

**Tabela 4:** Acúmulo de solutos orgânicos – carboidrato, proteína e prolina – em folhas de roseira cv. Ambiance em cada dia e ao longo dos dias antes (Dia 0) e após aplicação dos produtos de efeitos fisiológicos (Dias 1 à 13). Petrolina – PE, 2017.

<b>Carboidratos Solúveis (Conc. mmol/gMF)</b>								
Tratamento	Dia 0	Dia 1	Dia 3	Dia 5	Dia 7	Dia 9	Dia 11	Dia 13
T1	1,880 bB	1,740 bB	1,657 aB	1,680 bB	3,437 aA	1,540 bB	2,227 aB	1,612 bB
T2	1,544 bB	1,402 bB	1,625 aB	2,470 bA	3,945 aA	2,012 bB	2,060 aB	2,582 aA
T3	3,300 aA	2,422 aA	1,795 aA	2,200 bA	3,082 aA	2,020 bA	2,667 aA	2,322 aA
T4	1,790 bA	2,427 aA	1,850 aA	2,187 bA	3,000 aA	1,757 bA	1,620 aA	2,260 aA
T5	2,477 bA	2,690 aA	2,022 aA	3,537 aA	3,170 aA	2,032 bA	2,467 aA	1,490 bA
T6	2,647 aA	2,222 aA	2,327 aA	2,017 bA	3,397 aA	4,002 aA	2,130 aA	1,717 bA
CV%	15,23	19,06	19,19	14,66	26,12	19,71	26,67	26,55
<b>Proteína (Conc. mmol/gMF)</b>								
Tratamento	Dia 0	Dia 1	Dia 3	Dia 5	Dia 7	Dia 9	Dia 11	Dia 13
T1	3,440 bA	3,982 aA	4,245 aA	4,357 aA	2,310 bB	4,190 aA	2,362 cB	3,642 aA
T2	2,700 bC	3,120 aC	4,097 aB	2,320 bC	3,952 aB	2,360 bC	5,222 aA	2,407 bC
T3	8,937 aA	3,462 aB	4,450 aB	2,240 bC	1,987 bC	3,295 bB	3,375 bB	2,660 bC
T4	4,460 bA	1,967 cB	3,187 bB	2,372 bB	2,852 aB	2,622 bB	3,282 bB	3,832 aA
T5	1,677 bB	1,827 cB	4,220 aA	2,432 bB	1,590 bB	2,982 bB	2,535 cB	2,422 bB
T6	2,795 bA	2,652 bA	3,640 bA	2,387 bB	1,530 bB	1,820 bB	1,772 cB	3,527 aA
CV%	24,09	16,14	13,70	24,34	24,29	24,41	22,45	25,01
<b>Prolina Livre (Conc. mmol/gMF)</b>								
Tratamento	Dia 0	Dia 1	Dia 3	Dia 5	Dia 7	Dia 9	Dia 11	Dia 13
T1	7,800 bB	5,650 bB	5,917 bB	3,622 bC	4,030 bC	5,727 bB	5,025 bC	11,715 cA
T2	7,870 bB	1,770 cC	3,152 cC	4,947 bB	5,727 bB	13,117 aA	3,330 bC	6,422 dB
T3	3,267 cA	5,022 bA	5,122 bA	4,397 bA	5,312 bA	7,172 bA	5,852 bA	4,865 dA
T4	8,320 bB	6,757 aB	7,422 aB	6,922 aB	8,057 aB	5,155 bB	8,965 aB	17,142 aA
T5	3,155 cC	4,687 bC	3,527 cC	6,280 aB	7,657 aB	4,677 bC	3,777 bC	15,547 aA
T6	10,992 aA	3,952 bB	4,212 cB	4,867 bB	6,375 bB	6,532 bB	4,457 bB	10,302 bA
CV%	24,74	23,02	18,31	20,86	22,14	25,76	21,94	27,78

Médias seguidas de letras minúsculas iguais na coluna e letras maiúsculas iguais na linha não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott à 5% de probabilidade. Letras minúsculas na coluna comparam os tratamentos entre si; letras maiúsculas na linha compararam o tratamento ao longo dos dias. Tratamentos: T1: testemunha (aplicação de água); T2: boscalida; T3: piraclostrobina; T4: mistura de boscalida + piraclostrobina (T2 + T3); T5: fluxapiraxade + piraclostrobina; T6: Cinetina + GA<sub>3</sub> + IBA.

Ao longo dos dias, a testemunha manteve resultados constantes em praticamente todo o período de observação, apresentando menores médias de síntese de proteína apenas no 7º e 11º DAA. T2 apresentou a maior média no 11º dia de avaliação, mantendo um comportamento oscilante nos demais dias.

Para o T3, o maior acúmulo de proteína foi observado no dia 0, semelhante ao resultado observado para T4, que apresentou maiores médias nos dias 0 e 13°. Nota-se que para estes dois tratamentos ocorreu uma acentuada diminuição no acúmulo de proteína nas folhas das roseiras após a aplicação do produto. O maior incremento no teor de proteína para o T5 foi observado no 3° DAA e este manteve um desempenho constante nos demais dias avaliados, enquanto que para T6, as maiores médias foram registradas para os dias 0, 1°, 3° e 13° após a aplicação. A diminuição observada para a síntese de proteína pode estar relacionada à atividade de enzimas proteolíticas que agem quebrando as proteínas de reservas das plantas, resultado em diminuição da sua síntese quando as plantas são submetidas a estresses, o que contribui também para um aumento na síntese de aminoácidos, entre eles, a prolina.

Para o acúmulo de prolina (Tabela 4), antes da aplicação dos tratamentos apenas T6 apresentou valores elevados, diferindo dos demais. A partir do 1° DAA, percebe-se que T4 foi o tratamento que apresentou maior acúmulo de prolina, quando apenas no dia 0 (antes da aplicação dos produtos) e 9° DAA este tratamento apresentou desempenho inferior aos demais tratamentos. Junto com T4, T5 foi superior aos outros produtos testados e à testemunha no 5°, 7° e 13° DAA, sendo então o segundo tratamento que mais promoveu acúmulo de prolina. De um modo geral, os tratamentos T2 e T3 foram os que obtiveram as menores médias, inclusive em relação à testemunha, na maioria dos dias avaliados, enquanto que T6, embora com resultados inferiores ao T4 e T5, manteve uma média constante de acúmulo de prolina, não diferindo da testemunha na maioria dos dias avaliados.

Ao observar o desempenho dos tratamentos de forma isolada ao longo dos dias, nota-se que para a testemunha o maior acúmulo de prolina ocorreu no 13° DAA, enquanto que para T2, a maior média foi obtida para o 9° DAA. Já o T3 não diferiu em nenhum dia, mantendo assim um desempenho regular tanto antes quanto após a aplicação dos produtos. T4, por outro lado, apresentou a maior média no 13° DAA, mantendo-se constante nos demais dias de avaliação. T5 foi o tratamento que mais oscilou nos valores referentes ao acúmulo de prolina ao longo dos dias, apresentando maior média no 13° DAA, seguida pelo 5° e 7° dia de avaliação e apresentando as menores médias

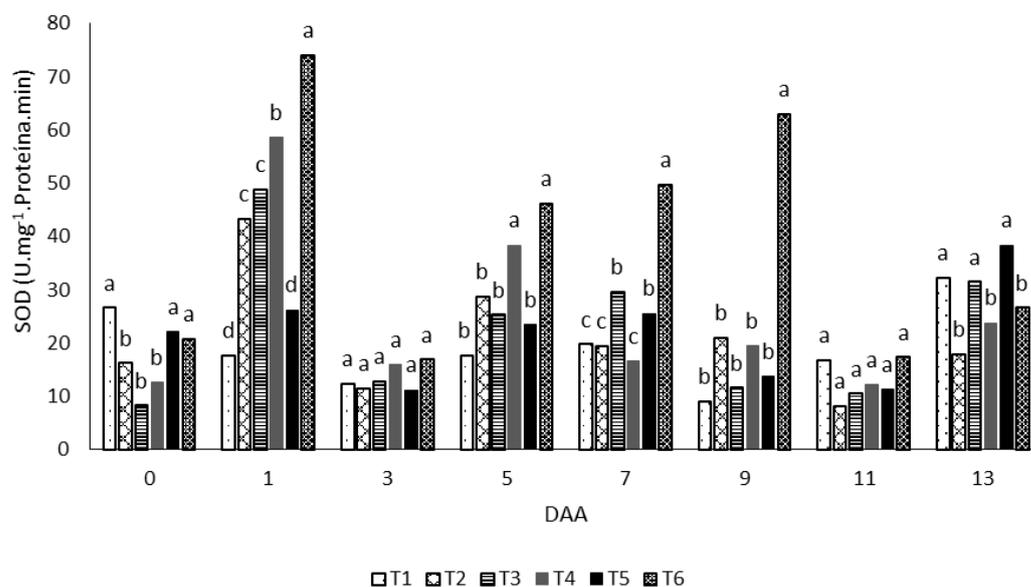
observadas nos dias 0, 1, 3, 9 e 11. Já o T6 apresentou médias superiores no dia 0 e no 13° DAA, correspondendo então a uma atuação concentrada no final do ciclo.

Em suma, para os solutos quantificados os tratamentos com os produtos conjugados: boscalida + piraclostrobina (T4), fluxapiroxade + piraclostrobina (T5) e os reguladores vegetais (T6) foram aqueles que apresentaram resultados mais consistentes e regulares no ciclo avaliado. O tratamento com boscalida isolada (T2) obteve melhor desempenho apenas para o acúmulo de proteína, não apresentando resultados mais consistentes para carboidratos e prolina.

#### **4.4. Atividade enzimática**

Para a atividade da enzima superóxido dismutase (SOD), observou que antes da aplicação dos produtos, todos os tratamentos apresentaram baixa atividade enzimática, com T1, T5 e T6 sendo os tratamentos com maiores médias, sem diferirem entre si. No 1° DAA, percebe-se que ocorreu um incremento na atividade da SOD, registrando-se as maiores médias para o ciclo, onde o T6 foi o tratamento que promoveu a maior atividade da SOD (Figura 20).

No 3° dia após a aplicação dos produtos, ocorreu uma diminuição na atividade da SOD para todos os tratamentos, não sendo verificada diferença significativa entre eles. Nos dias 5°, 7° e 9° da avaliação, T6 se destaca como o tratamento que promoveu maior atividade enzimática, sendo esta atividade seguida por nova queda nas médias, no 11° DAA. No 13° dia, ocorre uma elevação na atividade da SOD, com T3 e T5 sendo os produtos com maiores médias, porém, não diferindo da testemunha.

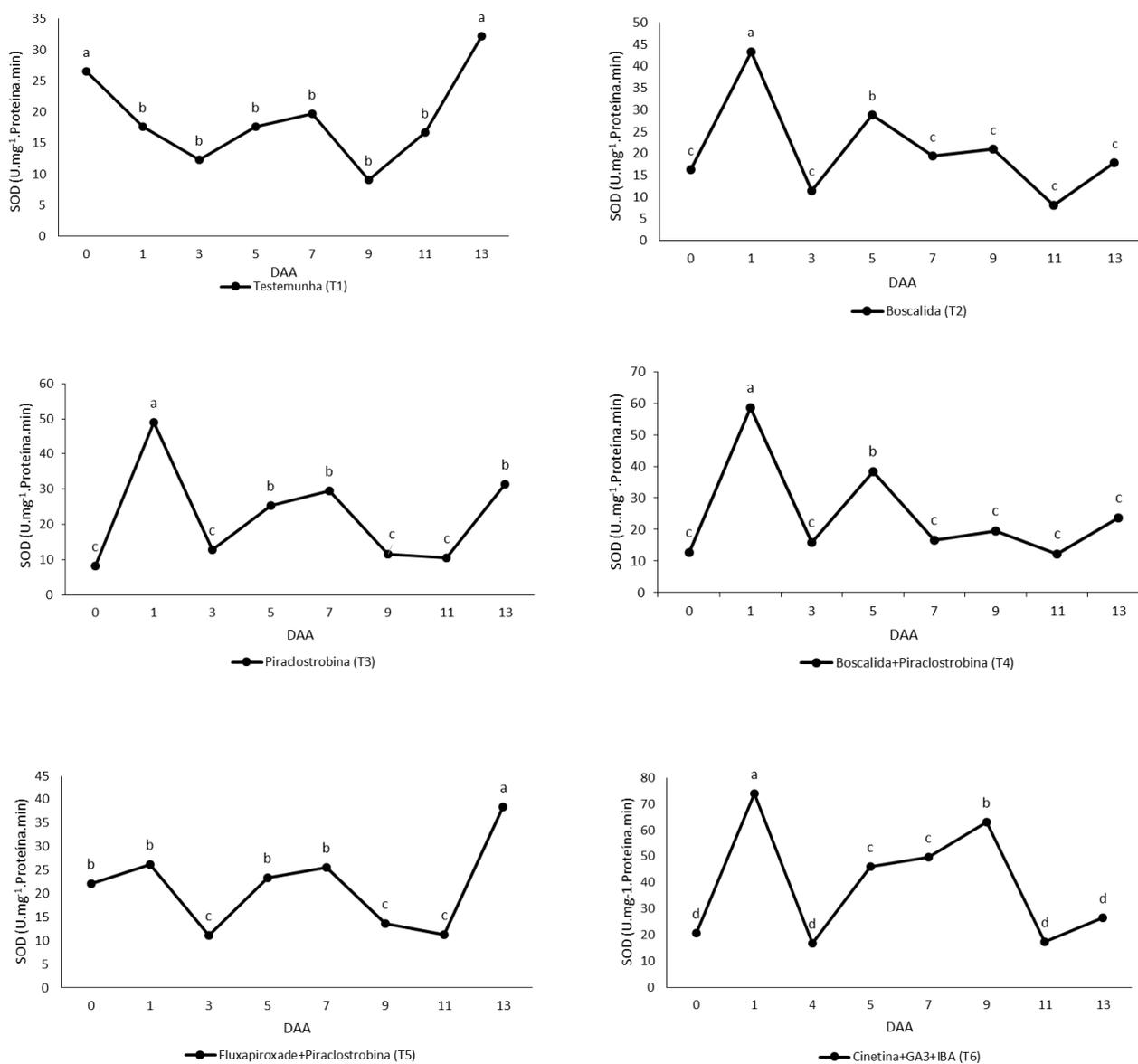


**Figura 20:** Atividade da superóxido dismutase – SOD (U.mg<sup>-1</sup>.Proteína.min) em roseiras cv. Ambiance em cada dia, antes (0) e após a aplicação de produtos de efeitos fisiológicos (DAA – 1 à 13). Médias dos tratamentos seguidas de letras iguais em cada dia não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade.

Percebe-se que para a atividade da superóxido dismutase as plantas de roseiras que foram tratadas com os reguladores vegetais foram as que apresentaram maior atividade da enzima em questão, não parecendo haver um padrão de desempenho definido para as demais moléculas testadas.

Ao longo dos dias (Figura 21), nota-se como cada tratamento atuou promovendo a atividade da superóxido dismutase e observa-se que a testemunha apresentou melhor desempenho nos dias 0 e 13º após a aplicação, enquanto que T2, T3, T4 e T6 apresentaram resultados bem semelhantes entre si, com a maior média para a atividade da SOD sendo registrada no 1º DAA, com médias menores nos dias seguintes, o que sugere atuação mais imediatista de tais produtos na promoção da atividade da enzima superóxido dismutase,

O tratamento com fluxapiraxade + piraclostrobina (T5), por outro lado, promoveu maior atividade para a SOD no 13º dia após a aplicação, o que pode sugerir que o produto tenha ação mais tardia em relação à atividade da SOD.

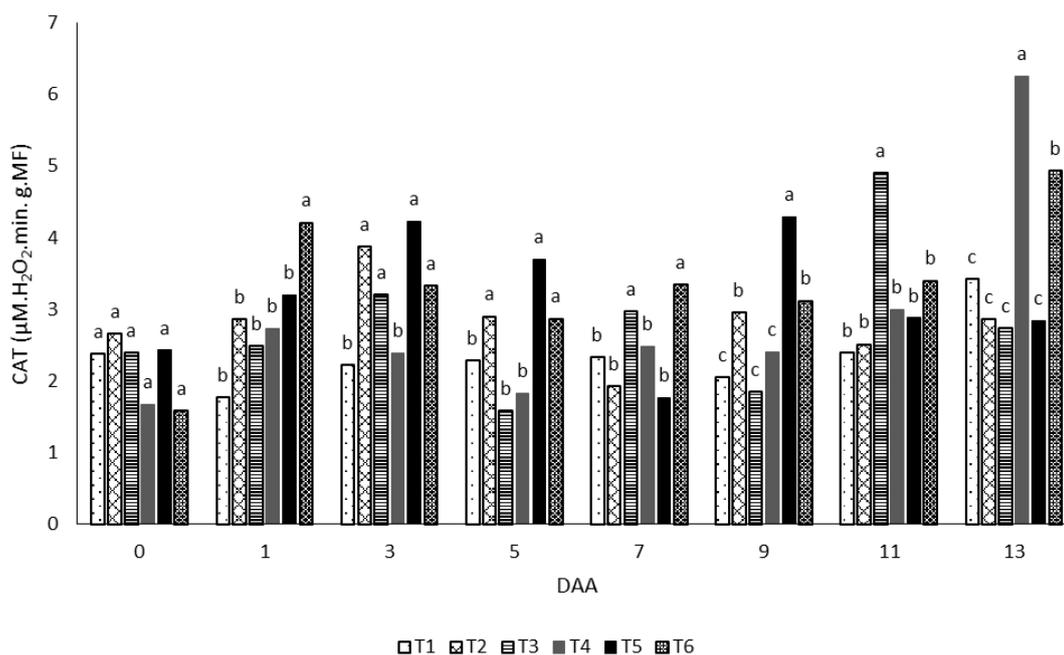


**Figura 21:** Atividade da superóxido dismutase – SOD (U.mg<sup>-1</sup>.Proteína.min) em roseiras cv. Ambiente referente a cada tratamento ao longo dos dias, antes (0) e após a aplicação de produtos de efeitos fisiológicos (DAA – 1 à 13). Médias seguidas de letras iguais não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade.

Observando os resultados da atividade da enzima catalase (CAT) nas plantas de roseiras tratadas com os produtos de efeitos fisiológicos, nota-se que o tratamento que apresentou as maiores médias para a maioria dos dias avaliados, assim como ocorreu com a SOD, foi o T6 (Figura 22). Antes da aplicação dos produtos (dia 0), os tratamentos apresentaram médias semelhantes, não diferindo entre si. No 1º dia após a aplicação houve um incremento na atividade enzimática da CAT para o T6, que diferiu dos demais. No 3º DAA, com exceção do T4 que não diferiu da testemunha, todas as outras moléculas testadas apresentaram elevada atividade para CAT. No 5º dia, T2, T5 e T6 foram os tratamentos com as maiores médias, não diferindo entre si, enquanto que no 7º DAA, apenas T3 e T6 mantiveram-se com as maiores médias observadas para a atividade da CAT.

No 9º dia, T5 foi superior aos demais tratamentos, seguido por T2 e T6. No 11º DAA, o T3 foi o tratamento que se destacou, promovendo a maior atividade da catalase nas plantas. Por fim, no 13º dia, T4 foi o tratamento com melhor desempenho, seguido pelo T6, com os demais tratamentos apresentando médias inferiores. Percebe-se assim que houve uma variação na atuação dos tratamentos sobre a atividade enzimática da catalase, sendo T6 o tratamento mais regular ao longo do ciclo.

Observando o comportamento dos tratamentos isoladamente, ao longo dos dias (Figura 23), nota-se que a testemunha e o tratamento com boscalida isolada (T2) não variaram ao longo dos dias, com T1 mantendo basicamente as mesmas médias para a atividade da CAT. Embora seja perceptível uma variação nas médias de T2 ao longo dos dias de avaliação, estas não diferiram estatisticamente. Para o tratamento com piraclostrobina isolada (T3), a maior média registrada ocorreu no 11º DAA, apresentando médias regulares nos demais dias. T4 manteve um desempenho regular em praticamente todo o ciclo, apresentando média mais elevada apenas no 13º DAA.



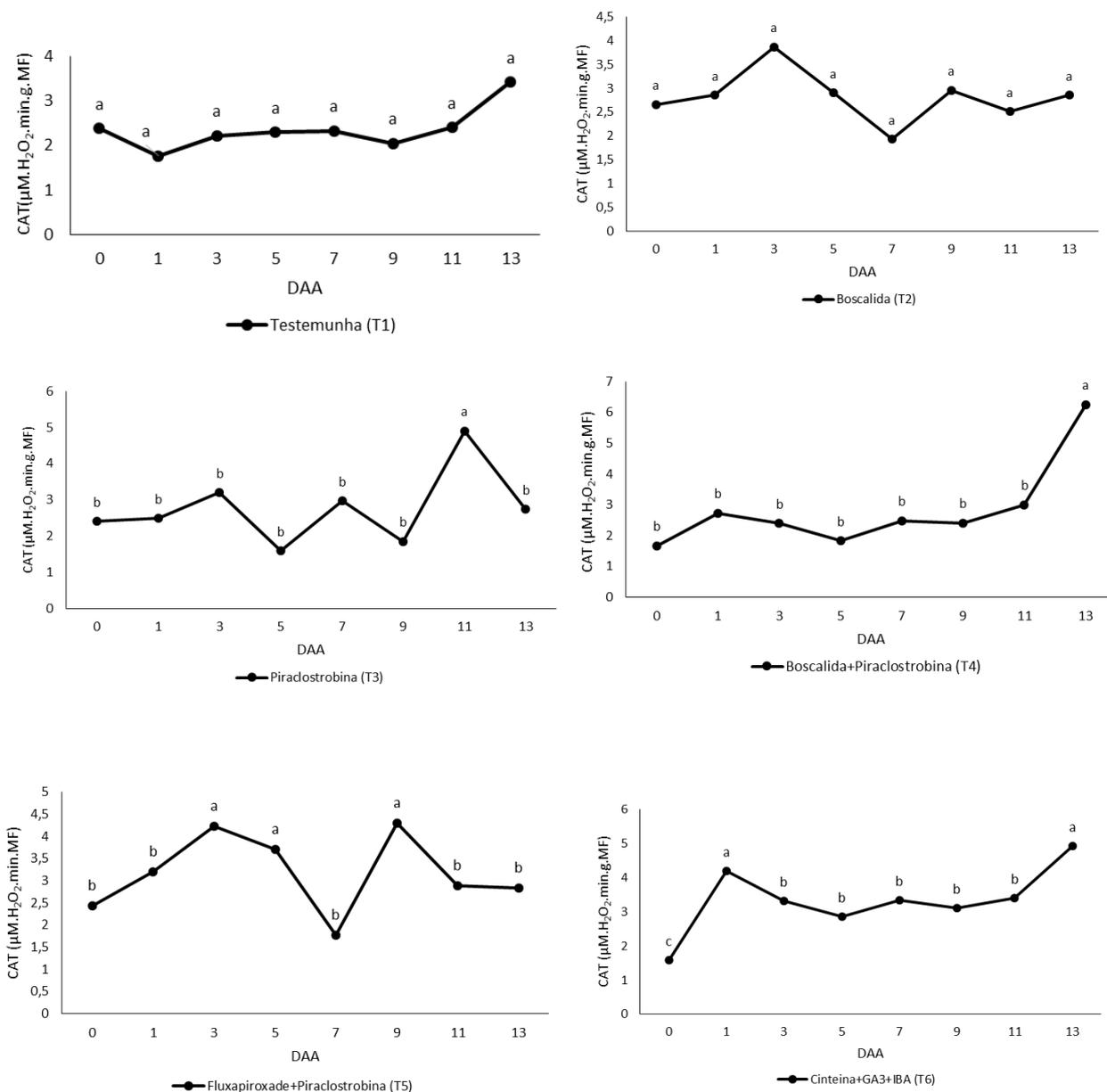
**Figura 22:** Atividade da catalase – CAT ( $\mu\text{M.H}_2\text{O}_2\cdot\text{min}\cdot\text{g.MF}$ ) em roseiras cv. Ambiance em cada dia, antes (0) e após a aplicação de produtos de efeitos fisiológicos (DAA – 1 à 13). Médias dos tratamentos seguidas de letras iguais em cada dia não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade.

Para o tratamento com fluxapiroxade + piraclostrobina (T5), observa-se que as maiores médias ocorrem no 3°, 5° e 9° dia, diferindo dos demais dentro do ciclo avaliado. Estes resultados podem ser associados aos observados para esse tratamento na eficiência de carboxilação (Figura 18), principalmente para o 5° DAA, quando se registrou a temperatura mais elevada no ciclo ( $40,1^\circ\text{C}$ ) e o T5 foi o tratamento com maior média para atividade da catalase, junto com T2 e T6, se destacando também na EC. Em condições de altas temperaturas, tende a ocorrer fotorrespiração, uma via que compete com o ciclo de Calvin pela fixação do carbono e ocorre quando a enzima RuBisCo utiliza oxigênio ao invés de dióxido de carbono. Na fotorrespiração, ocorre a formação de peróxido de hidrogênio no peroxissomo da célula, um composto tóxico que será degradado pela catalase, como um mecanismo de proteção à célula. Assim, os tratamentos aqui testados que promoveram maior eficiência de carboxilação e maior atividade da catalase contribuíram para a manutenção da célula vegetal diante de do estresse oxidativo imposto pelas altas temperaturas.

Por fim, o tratamento com os reguladores vegetais (T6), promoveu médias regulares para a atividade da CAT do 3° ao 11° DAA, com as maiores médias observadas no 1° e 13° dia após a aplicação, com resultados semelhantes aos observados para a eficiência de carboxilação, em que no 1° DAA T6 foi o tratamento com maior média de EC, embora não diferindo dos demais produtos aplicados (Figura 18) e no 13° DAA o T4, mesmo não diferindo do T6 e da testemunha na EC, apresenta média mais elevada, sendo o tratamento que promoveu maior atividade da catalase nesse mesmo dia, seguido pelo T6.

Com estes resultados, embora seja notável uma regularidade maior dos reguladores vegetais em proporcionar maior atividade tanto para a superóxido dismutase quanto para a catalase, não foi observado um padrão bem definido para a atuação dos demais tratamentos, percebendo-se uma acentuada flutuação dos mesmos na promoção da atividade das enzimas nas plantas testadas. Observou-se ainda que enquanto a maior atividade da SOD foi registrada para o 1° DAA, para a CAT a maior atividade foi observada no 13° DAA. Tendo em vista que a SOD age na primeira linha de defesa da planta oxidando superóxido e produzindo peróxido de hidrogênio, que será o produto a ser utilizado pela catalase no peroxissomo da célula, fica demonstrado nos resultados a ação em conjunto das duas enzimas, atuando na defesa da planta contra o estresse oxidativo, garantindo proteção ao aparato fotossintético.

De um modo geral, percebe-se que os produtos atuaram de maneiras distintas ao longo de todo o ciclo da cultura. Enquanto a boscalida, fluxapiraxade + piraclostrobina, seguidas pelos reguladores vegetais foram as moléculas que mais promoveram efeitos positivos no crescimento das plantas, como observado nos índices fisiológicos calculados, a mistura de boscalida + piraclostrobina já apresentou resultados mais satisfatórios no acúmulo de solutos orgânicos, junto com a fluxapiraxade + piraclostrobina e os reguladores vegetais. Ou seja, observou-se que os produtos conjugados, para esta característica em especial, atuaram melhor, sobretudo quando se observa os resultados obtidos com a prolina, enquanto que para a atividade enzimática os reguladores vegetais sobressaíram-se aos demais tratamentos.



**Figura 23:** Atividade da catalase – CAT ( $\mu\text{M.H}_2\text{O}_2.\text{min.MF}$ ) em roseiras cv. Ambiance referente a cada tratamento ao longo dos dias, antes (0) e após a aplicação de produtos de efeitos fisiológicos (DAA – 1 à 13). Médias seguidas de letras iguais não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade.

## 5. DISCUSSÃO

No presente estudo, observou-se que as moléculas testadas promoveram diferentes respostas fisiológicas nas plantas às quais foram aplicadas, efeitos que podem ter ocorrido em função das diferentes formulações dos produtos. Resultados semelhantes foram relatados por Amaro et al. (2018), que observaram que as diferentes estrobilurinas testadas exerceram efeitos fisiológicos distintos sobre plantas de pepino japonês.

Estudando a atuação de fungicidas de efeitos fisiológicos sob o crescimento de plantas de melão rendilhado cultivado em ambiente protegido, Macedo (2015) observou que para os índices fisiológicos de TCR, RAF, AFE e TAL, de uma maneira geral, as plantas tratadas com boscalida, isolada ou combinada com a piraclostrobina foram as que tiveram melhor desenvolvimento inicial, enquanto que o fluxaproxade isolado, bem como combinado à piraclostrobina, foram os tratamentos que apresentaram resultados mais constantes, quando observado todo o ciclo da cultura, corroborando com os resultados encontrados neste experimento, em que os tratamentos com boscalida e fluxaproxade, bem como os reguladores vegetais foram os que apresentaram maiores benefícios no crescimento das roseiras.

Observando o resultado da TCR para as roseiras deste estudo, constatou-se que as plantas tratadas com fluxaproxade + piraclostrobina, assim como aquelas que receberam aplicação dos reguladores vegetais, apresentaram um atraso no desenvolvimento, quando comparado com as plantas tratadas com as outras moléculas, necessitando de um maior intervalo de tempo para atingirem a taxa máxima de crescimento, o que sugere uma atuação mais tardia das moléculas que compõe tais produtos. Barreiro et al, (2006) também perceberam um atraso no crescimento de plantas de manjeriço que foram submetidas a pulverizações foliares a cada 20 dias com ethephon, um regulador vegetal, por meio da avaliação dos índices fisiológicos da análise de crescimento. Resultados parecidos foram relatados por Campos et al. (2008), em que plantas de soja tratadas com cinetina +GA<sub>3</sub> + IBA apresentaram atraso no desenvolvimento inicial, quando comparadas às plantas tratadas com outros reguladores.

Os resultados positivos promovidos com a boscalida, fluxapiróxade + piraclostrobina e reguladores vegetais observados sobre o crescimento das roseiras podem ter sido proporcionados pelo o aumento dos níveis hormonais promovidos por tais substâncias. Segundo Köehle et al. (1994) os níveis de auxina são alterados por substâncias a base de estrobilurinas, ocorrendo aumento na produção de ácido indolilacético, que irá estimular o alongamento e divisão celular, além de promover atraso da senescência foliar e amadurecimento de frutos. Como já observado em outros estudos, a boscalida e fluxapiróxade tem demonstrado ação similar às estrobilurinas nas plantas às quais são aplicadas (RAMOS et al., 2015; MACEDO et al, 2017;). Com o uso de tais substâncias, aliado ao uso de reguladores vegetais, pode ocorrer ainda aumento na síntese de citocininas, o que pode ser refletido no crescimento e desenvolvimento do vegetal (MACEDO, 2015).

Com relação ao índice de clorofila total, diferentemente dos resultados constatados aqui, Macedo (2015) obteve maiores índices de clorofila em plantas de melão rendilhado tratadas com fluxapiróxade + piraclostrobina, seguidas daquelas que receberam aplicação de boscalida. Da mesma forma, Ramos (2013), observou que, aos 45 DAT, plantas de tomateiro tratadas com boscalida + piraclostrobina apresentaram folhas mais verdes, mantendo este efeito até aos 96 DAT, demonstrando que estes fungicidas podem retardar o amarelecimento das folhas, atrasando sua senescência e prolongando a atividade fotossintética. No entanto, os trabalhos citados foram desenvolvidos no Sudeste brasileiro, com clima do tipo mesotérmico subtropical úmido, enquanto que o presente trabalho com as roseiras foi desenvolvido na região semiárida do país, com clima do tipo tropical semiárido, o que pode resultar em diferenças na atuação dos produtos sobre as variáveis analisadas.

Campos et al. (2008) relatam que plantas tratadas com reguladores vegetais que contenham cinetina podem ter seu teor de clorofila total aumentada ou mantida. Assim, embora não se tenha observado diferença estatística no aumento do teor de clorofila entre os tratamentos testados nas roseiras, os produtos aplicados podem ter mantido o teor de clorofila necessário para manter as folhas fotossinteticamente ativas por mais tempo.

Quando se avaliou a clorofila total ao longo dos dias dentro do ciclo de aplicação dos tratamentos, foi observado neste estudo que as plantas de roseiras apresentaram incremento logo no 1º dia após a aplicação dos produtos, embora não tenha diferido da testemunha. Tal aumento pode ter sido ocasionado pelas altas temperaturas registradas dentro do telado. Silva et al, (2011) observaram aumento no teor de clorofila em algodoeiro submetido à altas temperaturas e incremento de CO<sub>2</sub>, com aumentos de 16% e 24%, respectivamente. Resultados semelhantes foram observados neste estudo com as roseiras, quando, no período de temperaturas mais elevadas no interior dos telados, registrou-se as maiores médias no teor da clorofila total.

A principal função da clorofila é absorver a luz solar e convertê-la em energia química durante a fotossíntese, de modo que a quantidade de clorofila presente em uma planta pode variar de acordo com os agentes climáticos presentes no ambiente, dentre estes, a variação na temperatura que pode exercer profunda influência no teor de clorofila, podendo a mesma ser sintetizada ou degradada (BORRMANN et al., 2009; REGO; POSSAMAI, 2011).

De acordo com Kerbaury (2012) e Bormrmann et al, (2009) as plantas de metabolismo C<sub>3</sub>, como é o caso das roseiras, apresentam maiores respostas fotossintéticas em temperaturas entre 20 a 30°C. Quando submetidas a temperaturas superiores à 30°C, tais plantas tendem a diminuir a assimilação de CO<sub>2</sub>, o que pode ocasionar a degradação da molécula de clorofila. Assim, o uso de produtos que aumentem, ou mesmo mantenham os teores de clorofilas estáveis diante de temperaturas elevadas pode trazer benefícios sobre a manutenção da atividade fotossintética das plantas.

Avaliando a atividade fotossintética da roseira, através da assimilação de CO<sub>2</sub>, condutância estomática, concentração interna de CO<sub>2</sub>, taxa de transpiração, além da eficiência do uso da água e eficiência de carboxilação, verificou-se que os produtos aplicados também apresentaram respostas diferenciadas para estas variáveis, assim como ocorreu com as avaliações de crescimento. Tais resultados concordam com os relatados por Amaro et al, (2018), ao observarem que a aplicação de diferentes estrobilurinas

promoveram efeitos fisiológicos distintos nas trocas gasosas de plantas de pepino japonês cultivados em ambiente protegido em clima subtropical úmido.

Os autores do referido estudo relataram que plantas tratadas com boscalida e piraclostrobina isoladas apresentaram maiores índices nas trocas gasosas (AMARO et al., 2018). Diferente do que ocorreu nas plantas de pepino japonês, as roseiras apresentaram menores índices quando tratadas com a piraclostrobina isolada, mas quando esta molécula foi combinada com a boscalida, os índices foram superiores, assim como os resultados observados para a boscalida isolada.

Macedo (2015) trabalhando com plantas de melão rendilhado observou que as plantas que receberam aplicação dos produtos de efeitos fisiológicos apresentaram taxa de assimilação de CO<sub>2</sub>, condutância estomática e eficiência de carboxilação superiores à testemunha, em que o tratamento com fluxaproxade apresentou as maiores taxas, seguido pelo tratamento com boscalida, corroborando, em parte, com os resultados obtidos para as roseiras, em que estas moléculas, junto com os reguladores vegetais, foram as que apresentaram as maiores taxas de assimilação de CO<sub>2</sub>, com destaque maior para os reguladores vegetais. Porém, Macedo (2015) relatou que houve uma correlação entre a assimilação de CO<sub>2</sub>, condutância estomática e eficiência de carboxilação, onde as maiores médias para uma dessas variáveis refletem também as maiores médias para a outra variável relacionada, o que não foi observado no comportamento das roseiras, quando nem sempre a maior taxa de assimilação de CO<sub>2</sub> refletiu em uma maior condutância estomática ou mesmo eficiência de carboxilação. Observou-se que as roseiras, mesmo com baixa condutância estomática, os produtos aplicados atuaram garantido uma alta assimilação de CO<sub>2</sub>.

Ramos et al. (2015) observaram que plantas de tomate tratadas com boscalida apresentaram maiores taxas de assimilação de CO<sub>2</sub> e maior eficiência no uso da água. Macedo (2015) também relatou diminuição da taxa de transpiração e maior eficiência no uso da água, com os tratamentos à base de boscalida, boscalida + piraclostrobina, fluxaproxade e fluxaproxade + piraclostrobina. Tais resultados concordam com os encontrados neste trabalho, em que as plantas de roseiras tratadas com boscalida, fluxaproxade +

piraclostrobina e os reguladores vegetais foram as que apresentaram os melhores resultados para as variáveis de trocas gasosas avaliadas, sobretudo para a assimilação de CO<sub>2</sub>, taxa de transpiração, eficiência do uso da água e eficiência de carboxilação, demonstrando que estes produtos agem de forma semelhante no metabolismo dos vegetais, otimizando o processo fotossintético.

Os efeitos causados pelos tratamentos observados neste estudo podem ser explicados pela inibição transitória da respiração da planta que os produtos à base de estrobilurinas, carboxamidas e anilidas causam, podendo então aumentar a taxa de fotossíntese líquida, uma vez que essa está relacionada às alterações no ponto de compensação de CO<sub>2</sub>, o que favorece a absorção do mesmo em oposto à sua liberação pela respiração (KÖEHLE et al., 2002; FAGAN et al., 2010).

No presente trabalho, também verificou-se que houve respostas diferenciadas dos tratamentos em relação as trocas gasosas que podem estar relacionadas com as variações da temperatura observadas durante o período das medições. Plantas submetidas à alta temperatura podem ter as trocas gasosas direta ou indiretamente afetadas, podendo apresentar alterações na condutância estomática, bem como mudanças e até mesmo desarranjos no aparato fotossintético, provocando alterações nas membranas dos tilacóides, na organização estrutural e nas propriedades físico-químicas, podendo ainda ocasionar aumento da respiração mitocondrial e da fotorrespiração (WISE et al., 2004; SAGE; KUBIEN, 2007).

Estresse ocasionado por altas temperaturas, salinidade ou ainda por deficiência ou excesso de água podem induzir as plantas a aumentarem a síntese de solutos orgânicos, como carboidratos, proteína e prolina, em resposta ao estresse imposto. Considera-se tal efeito benéfico, uma vez que o aumento na produção destes compostos irá favorecer a regulação osmótica e consequentemente a aclimatação das plantas a estas condições (PIMENTEL, 2004).

Plantas de aguapé submetidas a estresse salino apresentaram aumento na síntese de carboidratos solúveis, aminoácidos livres, proteína e prolina. O estudo em questão demonstrou que o aumento destes solutos orgânicos resultou do ajustamento osmótico das plantas em função da condição de

estresse imposto (SACRAMENTO et al., 2014). Silva et al, (2009) trabalhando com plantas de pinhão manso também em condições de salinidade, observaram que os carboidratos, aminoácidos, glicina betaína e prolina atuaram no ajustamento osmótico das folhas, sendo a glicina betaína o soluto que promoveu maior ajuste, sendo superior à prolina tanto na presença quanto na ausência de salinidade.

Embora no presente trabalho, o estresse verificado para as roseiras esteja relacionado à elevada temperatura e baixa umidade do ar durante um período longo do experimento, pode-se inferir que também houve aumento na produção de solutos orgânicos nestas plantas, principalmente para as plantas tratadas com os produtos conjugados, como a boscalida + piraclostrobina, fluxapiroxade + piraclostrobina e os reguladores vegetais. Ramos et al (2015) constataram maior acúmulo de carboidratos em plantas de tomate tratadas com boscalida isolada e com a mistura de boscalida e piraclostrobina. Os reguladores vegetais, segundo o estudo, também proporcionaram um acúmulo acentuado de carboidratos nas plantas testadas.

Os carboidratos são considerados elementos-chave para as plantas, uma vez que estes podem ser armazenados na forma de polissacarídeos, apresentando, portanto, baixa atividade osmótica, ou ainda na forma de açúcares solúveis e higroscópios. Com isto, plantas submetidas a estresse podem utilizar os carboidratos para a produção de compostos osmoticamente ativos, através da sua degradação (TAIZ; ZEIGER, 2017).

Outro mecanismo utilizado pelas plantas visando o ajuste osmótico tem sido o acúmulo de prolina. Este soluto tornou-se conhecido por sua função como osmorregulador em respostas moduladas por estresses. No entanto, ele parece agir também como um sinal metabólico, regulando pools de metabólitos e equilíbrio redox, bem como controlando expressões gênicas e influenciando no crescimento e desenvolvimento da planta. A prolina também parece atuar protegendo a integridade de proteínas e aumentando a atividade de diversas enzimas (SZABADOS; SAVOURÉ, 2010).

Outra função atribuída a prolina é a proteção conferida às plantas contra subprodutos tóxicos formados durante eventos de estresse, sobretudo em

escassez de água. Em tais condições a prolina age proporcionando uma fonte de carbono e nitrogênio para a célula (TAIZ; ZEIGER, 2017).

Com relação às proteínas, relata-se que os extremos de temperatura, assim como outros estresses abióticos podem causar distúrbios na estrutura protéica. Para evitar ou ao menos minimizar os problemas ocasionados pelo estresse, as plantas desenvolveram mecanismos como o ajuste osmótico, visando a manutenção da hidratação, e proteínas chaperonas moleculares. As proteínas de choque térmico, que compõem um conjunto único de chaperonas, (HSPs, heat shock proteins), são sintetizadas quando a planta encontra-se submetida a diversos estresses ambientais. Por exemplo, em resposta ao calor, as células sintetizam HSPs, proporcionando melhora da tolerância térmica, o que pode resultar ainda em maior tolerância quando as plantas forem novamente expostas a temperaturas mais elevadas, uma situação que poderia ser letal (TAIZ; ZEIGER, 2017).

Percebe-se então que a síntese de solutos orgânicos funciona como uma medida utilizada pela planta não apenas para sinalizar a condição de estresse, mas sobretudo como proteção, para que esta continue desempenhando suas funções básicas de crescimento, desenvolvimento e produção. Desta forma, as moléculas testadas neste experimento que proporcionaram maior síntese de carboidrato, proteína e prolina podem ser considerados como eficazes em auxiliar às roseiras à resistirem aos estresses sofridos. No entanto, a síntese desses solutos exige gasto de energia, visto que se trata de um processo metabólico ativo. Assim, a quantidade de carbono gasto pela planta na produção destes compostos podem ter contribuído para um menor crescimento e desenvolvimento das mesmas (TAIZ; ZEIGER, 2017).

Apesar dos resultados positivos obtidos com o uso dos produtos de efeito fisiológico, em especial com a boscalida e a conjugação de boscalida + piraclostrobina, fluxapiraxade + piraclostrobina e os reguladores vegetais, não se obteve produção comercial com a cultivar testada, pois as roseiras não atingiram, no período avaliado, o comprimento de haste floral exigido pelo mercado, de no mínimo 50 cm. De acordo com Barguil et al, (2010), o comprimento médio da haste da cultivar Ambiance é de 56,16 cm, em condições ótimas para o desenvolvimento da cultura, o que não ocorreu no

presente estudo. As hastes de tamanhos inferiores ao esperado podem ter sido consequência das altas temperaturas registradas no interior do telado no decorrer do experimento. Entre os meses de novembro a janeiro, quando as plantas deveriam estar em produção, foram registradas temperaturas diurnas variando de 27,1 à 41,2 °C, quando o ideal para o desenvolvimento adequado da cultura e consequente produção deve ficar entre 23 e 25 °C (BARBOSA et al., 2005).

De acordo com Greyvenstein et al. (2014) plantas submetidas a temperaturas excessivamente elevadas podem sofrer danos irreversíveis, comprometendo o crescimento e qualidade final das rosas. No entanto, vale ressaltar que mesmo não atingindo o tamanho comercial da haste floral, a cultivar *Ambiance* produziu uma quantidade elevada de botões por haste, o que pode indicar um outro potencial para a cultivar na região, como o cultivo da rosa em spray, ou mini rosas, o qual consiste em uma haste que contenha de 12 a 20 botões florais com as quais são confeccionados buquês e arranjos ornamentais, apreciados pelo mercado atual (MULLER, 2016).

Com os resultados obtidos, pode-se inferir que os produtos testados, atuaram na regulação do nível hormonal das plantas, o que auxiliou no alívio ao estresse oxidativo, como geralmente ocorre em plantas tratadas com estrobilurinas (KANUNGO; JOSHI, 2014).

Diante de condições de estresse, as espécies reativas de oxigênio (EROs) formadas pelos radicais livres (radicais superóxido ( $O_2^{\cdot-}$ ) e os radicais hidroxila ( $^{\cdot}OH$ )) acumulam-se nas células, podendo prejudicar o desempenho destas através do estresse oxidativo gerado. Visando inativar as EROs, as plantas desenvolveram enzimas especializadas e antioxidantes, que aceleram os processos de desativação. Entre essas enzimas pode-se citar a superóxido dismutase (SOD) e a catalase (CAT). A SOD é uma enzima que atua na primeira linha de defesa, oxidando e reduzindo o ânion superóxido, produzindo peróxido de hidrogênio e oxigênio. Variantes da SOD são encontradas em cloroplastos, peroxissomos, mitocôndrias, citosol e apoplasto. Já a catalase atua catalisando a destoxificação de peróxido de hidrogênio em água e oxigênio, nos peroxissomos. Ao decompor o peróxido de hidrogênio, a CAT neutraliza a ação tóxica desse composto, equilibrando a sua produção na

planta, Junto com a SOD, a CAT é considerada a mais eficiente entre as enzimas antioxidantes (TAIZ; ZEIGER, 2017).

Avaliando as respostas das roseiras ao estresse oxidativo através da atividade das enzimas superóxido dismutase (SOD) e catalase, CAT, verificou-se que o produto à base de reguladores vegetais cinetina + GA<sub>3</sub> + IBA foi o que proporcionou maior atividade para as duas enzimas, resultado diferente do relatado por Amaro et al, (2018), em que, em plantas de pepino japonês, a atividade da SOD e da CAT foi maior em plantas tratadas com estrobilurinas (azoxistrobina), com boscalida e com a mistura do boscalida com a piraclostrobina. Porém, as condições climáticas eram diferentes, sendo o referido estudo desenvolvido sob temperaturas mais amenas (clima subtropical úmido) quando comparado com o presente trabalho com as roseiras, desenvolvido sob altas temperaturas (clima tropical semiárido), o que pode ter influenciado nas diferenças constatadas nos resultados.

Macedo (2015) relatou que em plantas de melão rendilhado a atividade da SOD e da CAT foram maiores em plantas que receberam aplicação de fluxapiraxade + piraclostrobina, seguido de plantas tratadas com azoxistrobina.

Por outro lado, Carrijo (2014) testando os produtos de efeitos fisiológicos em plantas de soja constatou que a maior atividade enzimática, incluindo as enzimas SOD e CAT foi obtida em plantas tratadas com piraclostrobina isolada, enquanto aquelas que receberam aplicações de fluxapiraxade, tanto isolado quanto conjugado à piraclostrobina, foram as que apresentaram menor atividade para as enzimas antioxidantes. Desta forma, parece que cada espécie de planta responde de forma diferente aos produtos de efeitos fisiológicos, além da influência exercida pela diferença de temperatura dos locais de implantação dos experimentos.

Os resultados encontrados para a atividade enzimática nas roseiras indicaram alta atividade da catalase, o que sugere que ocorreu elevada fotorrespiração, devido as altas temperaturas registradas para o período experimental. Mesmo estando em equilíbrio favorável em relação a homeostase metabólica, as plantas podem ser negativamente afetadas pelo estresse oxidativo, principalmente quando as folhas ficam expostas a temperaturas elevadas, baixa umidade do ar e alta incidência luminosa. Em tais

condições, pode ocorrer o fechamento estomático, acarretando em um desbalanço na atividade fotossintética, devido ao excesso de energia presente nos sistemas de captação da luz, transporte de elétrons e fotossistemas dos cloroplastos. Desta forma, a energia em excesso não será aproveitada pelo processo de redução do CO<sub>2</sub>, causando um desbalanço nas trocas gasosas (SILVEIRA et al, 2010).

Como observado nos resultados das trocas gasosas das roseiras, nos dias mais quentes, houve diminuição da abertura estomática, menor eficiência de carboxilação e taxa de transpiração mais elevada. Porém, alguns dos tratamentos aplicados, como os reguladores vegetais, a fluxaproxade + piraclostrobina e a boscalida atuaram garantindo que mesmo nessas condições, a taxa de assimilação de CO<sub>2</sub> e a eficiência do uso da água permanecessem elevadas. Ao mesmo tempo, observa-se que para o mesmo período, a catalase manteve atividade alta, nas plantas tratadas com os mesmos tratamentos que apresentaram maiores taxas de assimilação de CO<sub>2</sub>, sendo eles T2, T4, T5 e T6, bem como tratamentos como a fluxaproxade + piraclostrobina e os reguladores vegetais atuaram de forma semelhante na eficiência de carboxilação e na atividade da CAT. Tal resultado indica que a catalase atuou removendo o excesso de peróxido de hidrogênio produzido nas condições de altas temperaturas, protegendo o peroxissomo e evitando o vazamento do H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> para outros locais da célula, o que pode ocorrer em condições de fotorrespiração (SILVEIRA et al., 2010).

Embora a fotorrespiração seja associada à baixa fixação do carbono e aos possíveis danos causados à célula devido à produção excessiva de H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>, evidências indicam que ela pode desempenhar efeitos protetores, como impedir que as moléculas envolvidas na fotossíntese sejam danificadas, além de auxiliar no balanço redox nas células e na manutenção do sistema imunológico da planta (TAIZ; ZEIGER, 2017). Assim, a possível fotorrespiração elevada observada para as plantas das roseiras pode ter sido um mecanismo de defesa desencadeado pela própria planta, visando a proteção do seu aparelho fotossintético.

## 6. CONCLUSÕES GERAIS

Com base nos resultados obtidos, conclui-se que os produtos testados apresentaram resultados diferenciados com relação as variáveis avaliadas para as roseiras, No geral, os fungicidas boscalida, fluxapiraxade + piraclostrobina, seguidos pelos reguladores vegetais cinetina + GA<sub>3</sub> + IBA foram os tratamentos que promoveram melhor desempenho tanto na fisiologia do crescimento quanto no metabolismo das roseiras, proporcionando maior incremento no crescimento, bem como nas trocas gasosas, no acúmulo de solutos orgânicos e na atividade enzimática, em resposta ao estresse oxidativo, Assim, tais produtos constituem uma tecnologia viável à uma possível introdução da cultura da rosa de corte, com a cultivar Ambiance, na região do Vale do Submédio São Francisco,

## 7. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Como ressaltado nos resultados, a cultivar Ambiance não alcançou o crescimento desejável para a produção comercial de hastes para rosa de corte, observadas as influências climáticas que podem ter inferido sobre tal resultado. No entanto, foi observado que a cultivar estudada apresenta potencial para a produção de mini rosas (Rosa spray), em que o mercado não exige um comprimento de haste longo, mas ao invés disso, requer que uma única haste produza entre 12 e 22 minis botões florais. Tal potencial, no entanto, deve ser estudado de forma mais aprofundada, tendo em vista que o manejo para a produção de hastes com tais características é diferenciado, precisando ser estudado e adaptado às condições do Vale do Submédio São Francisco.

Com relação aos produtos de efeitos fisiológicos, sugere-se que novos estudos sejam realizados, visando estabelecer doses e períodos de aplicação de acordo com as diferentes fases fenológicas das roseiras, visando otimizar a atuação de tais produtos não apenas na fisiologia do crescimento e metabolismo das plantas, mas também na produção de flores e nas características pós-colheita das mesmas.

## 8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALMEIDA, E.F.A.; LESSA, M.A.; CARVALHO, L.M.; REIS, S.N.; PAIVA, P.D.O.; BARBOSA, J.C.V.; RIBEIRO, M.N.O. Produção de rosas de qualidade. **Boletim técnico EPAMIG**, Belo Horizonte, n. 100, 2012. 68p.

ALVARES, C.A.; STAPE, J.L.; SENTELHAS, P.C.; GONÇALVES, J. L. M.; SPAROVEK, G. Köppen's climate classification map for Brazil. **Meteorologische Zeitschrift**. 22: 711-728. 2014.

AMARO, A.C.E. **Efeitos fisiológicos de fungicidas no desenvolvimento de plantas de pepino japonês enxertadas e não enxertadas, cultivadas em ambiente protegido**. 2011. 86f. Dissertação (Mestrado em Horticultura) – Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2011.

AMARO, A. C. E.; RAMOS, A. R. P.; MACEDO, A. C.; ONO, E. O.; RODRIGUES, J. D. Effects of the fungicides azoxystrobin, pyraclostrobin and boscalid on the physiology of Japanese cucumber. **Scientia Horticulturae**, v. 228 p. 66-75, 2018.

BARBIERI, R. L.; STUMPF, E. R. T. Origem, evolução e história das rosas cultivadas. **Revista brasileira de Agrociência**, Pelotas, v.11, n. 3, p.267-271, 2005.

BARBOSA, J. G.; GROSSI, J. A. S.; PIVETTA, K. F. L.; FINGER, F. L.; SANTOS, J. M. **Cultivo de rosas**. Belo Horizonte, v. 26, n. 227, p. 20-29, 2005.

BARGUIL, B. M.; MEIRELES, B.; VIANA, F. M.P.; MOSCA, J. L. Características morfológicas e fitossanitárias de variedades de roseira na etapa de classificação. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.40, n.7, p.1545-1549, 2010.

BARREIRO, A.P.; ZUCARELI; V.; ONO, E.O.; RODRIGUES, J. D. Análise de crescimento de plantas de manjeriço tratadas com reguladores vegetais. **Bragantia**, v. 65, n.4, p. 563-567, 2006.

BARTLETT, D. W. CLOUGH, J. M.; GODWIN, J. R.; HALL, A. A.; HAMER, M.; PARR-DOBZANSKI, B. The strobilurin fungicides. **Pest Management Science**, Lancaster, v. 58, p.649-662, 2002.

BASF. **F500** - O fungicida Premium. São Bernardo do Campo: BASF, 2005. 35p.

BASF. **Orkestra® SC**. Disponível em: <  
[http://www.agro.basf.com.br/agr/ms/apbrazil/pt\\_BR/content/APBrazil/solutions/fungicides/fungicides\\_product/orkestra\\_new](http://www.agro.basf.com.br/agr/ms/apbrazil/pt_BR/content/APBrazil/solutions/fungicides/fungicides_product/orkestra_new)> Acesso em: 12/Nov./2017.

BATES, L. S. Rapid determination of free proline for water-stress studies. Short communication, **Plant and Soil**, v.39, p.205-207, 1973.

BECK, C.; OERK, E. C.; DEHNE, H. W. Impact of strobilurins on physiology and yield formation of wheat. **Mededelingen (Rijksuniversiteit te Gent. Fakulteit van de Landbouwkundige en Toegepaste Biologische Wetenschappen)**, Gent, v. 67, n. 2, p. 181-187, 2002.

BECKMANN-CAVALCANTE, M. Z.; DULTRA, D. F. S.; SILVA, H. L. C.; COTTING, J. C.; SILVA, S. D. P.; SIQUEIRA FILHO, J. A. Potencial ornamental de espécies do Bioma Caatinga. **Comunicata Scientiae**, Bom Jesus, v.8, n.1, p.43-58. 2017.

BEERS JUNIOR, R. F.; SIZER, I. W. A. A spectrophotometric method for measuring the breakdown of hydrogen peroxidase by catalase. **Journal of Biological Chemistry**, v. 195, n. 2, p 133-140, 1952.

BENINCASA, M. M. P. **Análise de crescimento de plantas: noções básicas**. 2 ed. Jaboticabal: FUNEP, 2003. 41p.

BENINCASA, M. M. P. **Análise de Crescimento de Plantas (noções básicas)**. Jaboticabal. FUNEP. 2004. 42p.

BILIBIO, C.; CARVALHO, J. DE A.; MARTINS, M.; REZENDE, F. C.; FREITAS, W. A. DE F.; GOMES, L. A. A. Função de produção da berinjela irrigada em ambiente protegido. **Irriga**, v.15. n.1, p.10-22, 2010.

BORRMANN, D.; JUNQUEIRA, R. M.; SINNECKER, P.; GOMES, M. S. O.; CASTRO, I. A.; MARQUEZ, U. M. L. Chemical and biochemical characterization of soybean produced under drought stress. **Food Science and Technology**, v.29, n.3, p. 676-681, 2009.

BOSCH, E.; CUQUEL, F L.; TOGNON, G. B. Physalis size reduction for potted ornamental plant use. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v.40, n.5, p.555-564, 2016.

BRADFORD, M. M. A rapid and sensitive method for the quantitation of microgram quantities of protein utilizing the principle of protein-dye binding. **Analytical Biochemistry**, v. 72, p. 248-254, 1976.

CAMPOS, M. F.; ONO, E. O.; BOARO, C. S. F.; RODRIGUES, J. D. Análise de crescimento em plantas de soja tratadas com substâncias reguladoras. **Biotemas**, v.21, n.3, p. 53-63, 2008.

CAMPOS JUNIOR, A. M.; MOTERLE, L. M.; ECKER, A. E. A.; SORACE, M.; FARIA; R. T.; MOREIRA, F. R.; SORACE, M. A. F. S. Cultivo de *Echeveria elegans* Rose em diferentes substratos com uso de biorregulador. **Revista Varia Scientia Agrárias**, v. 03, n.01, p. 87-101, 2013.

CARRIJO, D. R. **Efeitos fisiológicos provocados pelo fungicida Fluxaproxade, isolado e em mistura com a Piraclostrobina, na cultura da soja.** 2014, 72f. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2014.

CASARINI, E. **Doses de N e K aplicados via fertirrigação na cultura da roseira (*Rosa sp.*) em ambiente protegido.** 2004. 101f. Tese (Doutorado em Irrigação e Drenagem) – Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2004.

COMPANHIA DE DESENVOLVIMENTO DOS VALES DO SÃO FRANCISCO E DO PARNAÍBA – CODEVASF. **Vale do São Francisco vai exportar flores.** Petrolina, 2004. Disponível em: <[https://www.codevasf.gov.br/noticias/2004/20040823\\_04](https://www.codevasf.gov.br/noticias/2004/20040823_04)>. Acesso em: 24/Nov./2016.

CHAVES, M. M.; PEREIRA, J. S.; MAROCO, V.; RODRIGUES, M. L.; RICARDO, C. P. P.; OSORIO, M. L.; CARVALHO, I.; FARIA, T.; PINHEIRO, C. How plants cope with water stress in the field? Photosynthesis and growth. **Annals of Botany**, Oxford, v.89, n.7, p.907 – 916, 2002.

DUBOIS, M.; GILLES, K. A.; ROBERS, P. A.; SMITH, F. Colorimetric method for determination of sugars and related substances. **Analytical Chemistry**, v. 28, p. 350-356, 1956.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA. **Sistema brasileiro de classificação de solos.** Embrapa, Brasília, Brasil. 2013. 306p.

FAGAN, E.B.; NETO, D. D.; VIVIAN, R.; FRANCA, R. B.; YEDA, M. P.; MASSIGNAM, L. F.; OLIVEIRA, R. F.; MARTINS, K. V. Efeito da aplicação de piraclostrobina na taxa fotossintética, respiração, atividade da enzima nitrato redutase e produtividade de grãos de soja. **Bragantia**, Campinas, v. 69, n. 4, p. 771-777, 2010.

FERREIRA, D. F. Sisvar: a Guide for its Bootstrap procedures in multiple comparisons. **Ciência e Agrotecnologia**, v.38, n. 2, p. 109-112, 2014.

FERREIRA, F J. **Adubação de roseiras com base no balanço de nutrientes no sistema solo – planta.** 2016, 78f. Dissertação (Mestrado em Agronomia: Solos e Nutrição de Plantas) - Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2016.

GIANNOPOLITIS, O.; RIES, S. K. Superoxide dismutase: I. Occurrence in higher plants. **Plant Physiology**, v.59, n.2, p 309-314, 1977.

GIULIANI, M. M.; NARDELLA, E.; GATTA, G.; DE CARO, A.; QUITADAMO, M. Processing tomato cultivated under water deficit conditions: the effect of azoxistrobina. In. INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON TOMATO DISEASES,

3., 2010. v.914, Ischia. **Acta Horticulturae**, Leuven: International Society for Horticultural Science, p. 287-294, 2011.

GREYVENSTEIN, O.; PEMBERTON, B.; STARMAN, T.; NIU, G.; BYRNE, D. Effect of two-week high-temperature treatment on flower quality and abscission of *Rosa* L. 'Belinda's Dream' and 'Radrazz' (KnockOut®) under controlled growing environments. **Hort. Science**. 49: 701-705. 2014.

IBRAFLOR - INSTITUTO BRASILEIRO DE FLORICULTURA. **Uma Visão do Mercado de Flores**. São Paulo, 2014. 132p (Boletim informativo).

INSTITUTO BRASILEIRO DE FLORICULTURA – IBRAFLOR. **Boletins Ibraflor**. Disponível em: <<http://www.ibraflor.com/publicacoes/vw.php?cod=280>>. Acesso em: 30/Out/2017.

JADOSKI, C. J.; RODRIGUES, J. D.; SORATTO, R. P.; SANTOS C. M.; RIBEIRO E. Ação fisiológica da piraclostrobina na assimilação de CO<sub>2</sub> e na atividade de enzimas antioxidantes em plantas de feijão em diferentes tensões de água no solo. **Irriga**, Botucatu, v. 20, n. 2, p. 319-333, 2015.

KANUNGO, M.; JOSHI, J. Impact of pyraclostrobin (F-500) on crop plants. **Plant Science Today**, v. 3, p.174-178, 2014.

KERBAUY, G. B. **Fisiologia vegetal**. 2. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2012. 431 p.

KÖEHLE, H.; GROSSMANN, K.; JABS, T.; GERHARD, M; KAISER, W.; GLAAB, J.; CONRATH, U.; SEEHAUS, K.; HERMS, S. Physiological effects of strobilurin fungicide F 500 on plants. **Biochem Soc Trans**, v.22, n.65, 1994.

KOZLOWSKI, L. A.; SIMÕES, D. F. M.; SOUZA, C. D.; TRENTO, M. Efeito fisiológico de estrobilurinas f 500® no crescimento e rendimento do feijoeiro. **Revista Acadêmica Ciência Agrária e Ambiental**. Curitiba, v.7, n.1, p.41-54. 2009.

LOPES, J. P.; MACHADO, E. C.; DEUBER, R.; MACHADO, R. S. Análise de crescimento e trocas gasosas na cultura de milho em plantio direto e convencional. **Bragantia**, Campinas, v.68, n.4, p.839-848, 2009.

LOPES, P. R. C.; OLIVEIRA, I. V. M. **Produção de frutas de clima temperado no semiárido brasileiro**. In: Seminário potencial e desafios da fruticultura no vale. Petrolina, Embrapa semiárido, 2010. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/en/busca-de-publicacoes/-/publicacao/859903/producao-de-frutas-de-clima-temperado-no-semiarido-brasileiro>>. Acesso em: 24/Nov./2016.

LORENZI, H.; SOUZA, H. M. **Plantas ornamentais no Brasil**: arbustivas, herbáceas e trepadeiras. 4. ed. Nova Odessa: Instituto Plantarum, 2008.1120p.

MACEDO, A. C. **Efeitos fisiológicos de fungicidas no desenvolvimento de plantas de melão rendilhado, cultivadas em ambiente protegido.** 2012. 65f. Dissertação (Mestrado em Horticultura) – Faculdade de Ciências Agronômicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2012.

MACEDO, A. C. **Fungicidas de efeitos fisiológicos no metabolismo e desenvolvimento de plantas de melão rendilhado sob cultivo protegido.** 2015, 102f. Tese (Doutorado em Horticultura - Faculdade de Ciências Agronômicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2015.

MACEDO, A. C.; AMARO, A. C. E.; RAMOS, A. R. P.; ONO, E. O.; RODRIGUES, J. D. Strobilurin and boscalid in the quality of net melon fruits. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 38, n. 2, p. 543-550. 2017.

MACHADO, V. P. O. **Ação de bioestimulante no crescimento, desenvolvimento e teor de flavonoides em calêndula (*Calendula officinalis* L.).** 2012. 45f. Dissertação (mestrado em Agronomia). Universidade do Oeste paulista, Presidente Prudente, 2012.

MAREK, J. **Fungicidas de efeitos fisiológicos no controle do míldio e no desenvolvimento de mudas de videira.** Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal) - Universidade Estadual do Centro-Oeste, Guarapuava, 72f, 2016.

MARTINS, M. V. de M.; VAZ, A. P. A.; MOSCA, J. L. **Produção Integrada de Flores no Brasil.** Belo Horizonte, v. 30, n. 249, p. 64-66, 2009 (Informe Agropecuário).

MOURA, P. C. S. **Efeitos fisiológicos da aplicação de triazol e estrobilurinas na soja.** 2013. 60f. Dissertação (Mestrado em Fisiologia e Bioquímica de Plantas) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2013.

MOURA, A. R.; NOGUEIRA, R. J. M. C.; SILVA, J. A. A.; LIMA, T. V. Relações hídricas e solutos orgânicos em plantas jovens de *Jatropha curcas* L. Sob diferentes regimes hídricos. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 26, n. 2, p. 345-354, abr.-jun., 2016.

MUÇOUÇAH, F. J. **Indução floral do copo de leite colorido (*Zantedeschia* sp) com ácido giberélico (GA<sub>3</sub>) aplicado via irrigação, foliar e imersão, nas condições de Botucatu/SP.** 2002, 76f. Tese (Doutorado em Agronomia – Irrigação e Drenagem) - Faculdade de Ciências Agronômicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2002.

MUELLER, D. S.; BRADLEY, C. A.; NIELSEN, J. Field crop fungicides for the north central United States. **Agricultural Experiment Station**, Iowa, Iowa State University, 2008.

MULLER, T. **Novidades em flores ajudam a manter o crescimento da floricultura brasileira.** 2016. Disponível em: <

<http://www.blogtaniamuller.com.br/novidades-em-flores-ajudam-a-manter-o-crescimento-da-floricultura-brasileira/>>. Acesso em: 14/Mar/2018.

PAROUSSI, G.; VOYIATZIS, D. G.; PAROUSSI, E.; DROGOUDI, P. D. Growth, flowering and yield responses to GA<sub>3</sub> of strawberry grown under different environmental conditions. **Scientia Horticultural**, New York, v. 96, p. 103-113, 2002.

PEDROSA FILHO, M. X.; FAVERO, L. A. Exportação de flores tropicais no estado de Pernambuco: análise da inserção dos canais de distribuição **Organizações Rurais & Agroindustriais**, Lavras, v. 9, n. 3, p. 376-388. 2007.

PIMENTEL, C. **A relação da planta com a água**. Seropédica: EDUR, 2004. 191 p.

PIVETTA, K. F. L.; PIZETTA, P. U. C.; PEDRINHO, D. R. Morphologic characterization and evaluation of the productivity of nine rootstocks of roser bush (*Rosa* sp.). **Acta Horticulturae**, Leuven, v.630, p.213-217. 2004.

RAMOS, A.R.P. **Produtos de efeitos fisiológicos no desenvolvimento de plantas de tomate 'giuliana', na produção e pós-colheita de frutos**. 2013. 143f. Tese (Doutorado em Horticultura) – Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2013.

RAMOS, A.R.P.; AMARO, A.C.E.; MACEDO, A.C.; SUGAWARA, G.S.A.; EVANGELISTA, R.M.; RODRIGUES, J.D.; ONO, E.O. Qualidade de frutos de tomate 'giuliana' tratados com produtos de efeitos fisiológicos. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 34, n. 6, suplemento 1, p. 3543-3552, 2013.

RAMOS, A. R. P.; AMARO, A. C. E.; MACEDO, A. C.; SOUZA, E. R.; RODRIGUES, J. D.; ONO, E. O. Accumulation of carbohydrates in the development of tomato plants treated with different chemical products. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 36, n. 2, p. 705-718, 2015.

REGO, G. M.; POSSAMAI, E. Efeito do Sombreamento sobre o Teor de Clorofila e Crescimento Inicial do Jequitibá-rosa. **Pesquisa Florestal Brasileira**, n. 53, p. 179, 2011.

RODRIGUES, M. A. T. **Avaliação do efeito fisiológico do uso de fungicidas na cultura da soja**. 2009. 197f. Tese (Doutorado em fitotecnia) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2009.

RÓS, A. B.; NARITA, N.; ARAÚJO, H. S. Uso de regulador de crescimento na cultura da batata-doce. **Científica**, Jaboticabal, v.43, n.2, p.135-142, 2014.

SACRAMENTO, B. L.; CRUZ, T. S.; SILVA, L. L.; MOTA, K. N. A. B.; AZEVEDO NETO, A. D. Pigmentos e teores de solutos orgânicos em plantas

de aguapé sob estresse salino. **Enciclopédia biosfera**, Centro Científico Conhecer - Goiânia, v.10, n.18; p. 3344, 2014.

SANTOS, M. H. L. C. **Fisiologia pós-colheita de sorvetão (*Zingiber spectabile* Griff.) cultivado no Submédio São Francisco**. 2007. 94 f. Tese (Doutorado em Agronomia) – Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrônômicas, Botucatu, 2007.

SILVA, E. N.; SILVEIRA, J. A. G.; RODRIGUES, C. R. F.; LIMA, C. S.; VIÉGAS, R. A. Contribuição de solutos orgânicos e inorgânicos no ajustamento osmótico de pinhão-mansão submetido à salinidade. **Pesquisa agropecuária brasileira**, Brasília, v.44, n.5, p.437-445, 2009.

SILVA, F. V. F.; ROCHA, M. S.; BRITO NETO, J. F.; BETRÃO, N. E. M.; SOFIATTI, V. Avaliação dos teores foliares de clorofila em plantas de algodoeiro cultivadas em altas temperaturas e elevado nível de CO<sub>2</sub>. 8º Congresso Brasileiro de Algodão & Cotton Expo 2011, São Paulo. 2011. **Anais**. Campina Grande, PB: Embrapa Algodão, 2011. p.497-503 (CD-ROM).

SILVA, S. D. P. **Cultivo de girassol ornamental para corte em condições semiáridas**. 2017. 86 f. Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal) - Universidade Federal do Vale do São Francisco, Petrolina, 2017.

SILVA, M. W.; ONO, E. O.; SANTOS, M. H. L. C.; BECKMANN-CAVALCANTE, M. Z.; OLIVEIRA, G. M.; FERREIRA, D. N. C.; LOPES, C.C. Growth and production of *Heliconia* under different light conditions. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 38, n. 1, p. 7-18, 2017.

SILVEIRA, J.A.G.; SILVA, S.L.F.; SILVA, E.N.; VIÉGAS, R.A. Mecanismos biomoleculares envolvidos com a resistência ao estresse salino em plantas. In: GREYI, H.R.; DIAS, N.S.; LACERDA, C.F. In: **Manejo da salinidade na agricultura: Estudos básicos e aplicados**. Fortaleza: Instituto Nacional de Ciência e Tecnologia em Salinidade, p.161-180, 2010.

SZABADOS, L.; SAVOURÉ, A. Proline: a multifunctional amino acid. **Trends in Plant Science**, Oxford, v.15, n.2, p. 89 – 97, 2010.

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

SAGE, R. F.; KUBIEN, D. S. The temperature response of C<sub>3</sub> and C<sub>4</sub> photosynthesis. **Plant, Cell and Environment**, New York, n. 30, p. 1086-1106, 2007.

VENANCIO, W. S.; RODRIGUES, M.; BEGLIOMINI, E.; SOUZA, N. L. Physiological effects of strobilurin fungicides on plants. Publ. UEPG. **Ciências Exatas e da Terra**, Ponta Grossa, v.9, n.3, p.59-68, 2003.

VILAS BOAS, R. C.; PEREIRA, J. M.; SOUZA, ROVILSON, J. DE.; CONSONI, R. Desempenho de cultivares de cebola em função do manejo da irrigação por gotejamento. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.15, n.2, p.117–124, 2011.

WISE, R. R.; OLSON, A. J.; SCHRADER, S. M.; SHARKEY, T. D. Electron transport is the functional limitation of photosynthesis in field-grown Pima cotton plants at high temperature. **Plant, Cell and Environment**, New York, n. 27, p. 717-724, 2004.

YAMADA, N.; MORISHITA, H.; URANO, K.; SHIOZAKI, N.; YAMAGUCHI-SHINOZAKI, K.; SHINOZAKI, K.; YOSHIBA, Y. Effects of free proline accumulation in petúnias under drought stress. **Journal of Experimental Botany**. Oxford, v.56, n.417, p.1975 – 1981. 2005.