

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA “JÚLIO DE MESQUITA FILHO”  
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRONÔMICAS  
CAMPUS DE BOTUCATU

**FUNGICIDAS E REGULADORES VEGETAIS NAS  
CARACTERÍSTICAS FISIOLÓGICAS E PRODUTIVAS DE ALFACE  
‘VERA’**

**ALEXANDRE RODRIGUES MANSANO**

Dissertação apresentada à Faculdade de  
Ciências Agronômicas da UNESP – Campus  
de Botucatu, para obtenção do título de Mestre  
em Agronomia (Horticultura)

BOTUCATU - SP  
(AGOSTO – 2014)

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA “JÚLIO DE MESQUITA FILHO”  
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRONÔMICAS  
CAMPUS DE BOTUCATU

**FUNGICIDAS E REGULADORES VEGETAIS NAS  
CARACTERÍSTICAS FISIOLÓGICAS E PRODUTIVAS DE ALFACE  
‘VERA’**

**ALEXANDRE RODRIGUES MANSANO**

Orientador: Prof. Dr. João Domingos Rodrigues

Dissertação apresentada à Faculdade de Ciências  
Agronômicas da UNESP – Campus de Botucatu,  
para obtenção do título de Mestre em Agronomia  
(Horticultura)

BOTUCATU - SP  
(MAIO – 2014)

FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA SEÇÃO TÉCNICA DE AQUISIÇÃO E TRATAMENTO DA INFORMAÇÃO - SERVIÇO TÉCNICO DE BIBLIOTECA E DOCUMENTAÇÃO - UNESP - FCA - LAGEADO- BOTUCATU (SP)

Mansano, Alexandre Rodrigues, 1983-

M296f Fungicidas e reguladores vegetais nas características fisiológicas e produtivas de alface 'Vera' / Alexandre Rodrigues Mansano. - Botucatu : [s.n.], 2014  
x, 48 f.: ils., grafs., tabs.

Dissertação (Mestrado) - Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrônômicas, Botucatu, 2014  
Orientador: João Domingos Rodrigues  
Inclui bibliografia

1. Alface. 2. Fungicidas - Aplicação. 3. Germinação.  
4. Plantas - Reguladores. I. Rodrigues, João Domingos. II. Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho" (Campus de Botucatu). Faculdade de Ciências Agrônômicas de Botucatu. III. Título.

**UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA “JÚLIO DE MESQUITA FILHO”  
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRONÔMICAS  
CAMPUS DE BOTUCATU**

**CERTIFICADO DE APROVAÇÃO**

**TÍTULO: FUNGICIDAS E REGULADORES VEGETAIS NAS  
CARACTERÍSTICAS FISIOLÓGICAS E PRODUTIVAS DE  
ALFACE ‘VERA’**

ALUNO: ALEXANDRE RODRIGUES MANSANO

ORIENTADOR: PROF. DR. JOÃO DOMINGOS RODRIGUES

Aprovado pela Comissão Examinadora

  
\_\_\_\_\_  
Prof. Dr. JOÃO DOMINGOS RODRIGUES

  
\_\_\_\_\_  
Profa Dra ELIZABETH ORIKA ONO

  
\_\_\_\_\_  
Prof. Dr. JULIANO TADEU VILELA DE RESENDE

Data da Realização: 15 de agosto de 2014.

***DEDICO:***

*À minha mãe, Alzira Rodrigues Mansano,  
pelo exemplo de força, fé, vitória,  
carinho e dedicação e pela força  
dada para concluir mais essa etapa  
em minha vida.*

## Agradecimentos

Agradeço à minha mãe Alzira, por tudo o que fez e fara por mim, e pelo apoio em todas as minhas decisões.

Ao meu pai Mario, pela presença constante e pelo auxilio sempre.

Ao meu orientador e amigo Prof. Dr. João Domingos Rodrigues, pelos ensinamentos e confiança depositados em mim durante a realização desse trabalho.

À minha amiga e companheira de tantos anos de trabalho, Ana Claudia Macedo, por todas as risadas e discussões, durante mais essa etapa de trabalho e outras que virão.

À UNESP/FCA e seu corpo docente e servidores da Fazenda Experimental São Manuel pela ética, dedicação e auxílio para a realização deste trabalho.

As Professoras Dr<sup>a</sup> Elizabeth Orika Ono e Dr<sup>a</sup> Gisela Ferreira pelo auxílio durante a graduação e a pós-graduação.

Ao Departamento de Horticultura e Departamento de Botânica, por toda infraestrutura disponibilizada, ajuda e apoio.

À CAPES (Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior) pelo auxílio para a realização do mestrado.

A todos os meus familiares e amigos que de alguma forma me ajudaram durante o Mestrado, seja com conselhos, orações ou incentivo.

Aos estagiários Daniel e Luiz André, pelo auxílio em todo o trabalho.

A todos meus colegas do Departamento de Horticultura e Departamento de Botânica.

Aos meus amigos, Lucas e Jamile, pela ajuda no experimento e pelos momentos de diversão.

A todos que passaram pela minha vida e que de algum jeito deixou um pouco em mim.

## Sumário

1.INTRODUÇÃO.....	5
2.REVISÃO DE LITERATURA .....	7
2.1. Característica da alface e importância econômica.....	7
2.2. Cultivo da alface .....	8
2.3. Produtos de efeitos fisiológicos .....	10
3.OBJETIVOS.....	14
3.1. Objetivo geral .....	14
3.2. Objetivo específico .....	14
4.MATERIAL E MÉTODOS.....	15
4.1. Experimento 1- Efeitos fisiológicos de reguladores vegetais, piraclostrobina e boscalida em mudas de alface ( <i>Lactuca sativa</i> L.) cv. Vera .....	15
4.1.1. Localização do experimento .....	15
4.1.2. Delineamento experimental .....	16
4.1.3. Avaliações realizadas.....	17
4.2. Experimento 2 – Efeitos fisiológicos de reguladores vegetais, piraclostrobina e boscalida no desenvolvimento e produção de plantas de alface cv. Vera .....	19
4.2.1. Caracterização da área experimental .....	19
4.2.2. Delineamento experimental .....	21
4.2.3. Avaliações realizadas.....	22
5.RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	25
5.1. Experimento 1– Efeitos fisiológicos de reguladores vegetais, piraclostrobina e boscalida em mudas de alface cv. Vera .....	25
5.2. Experimento 2 – Efeitos fisiológicos de reguladores vegetais, piraclostrobina e boscalida no desenvolvimento e produção de plantas de alface cv. ‘Vera’ .....	32

6.CONSIDERAÇÕES FINAIS .....	40
7.CONCLUSÃO.....	41
8.BIBLIOGRAFIA.....	42

## Lista de Tabelas

<b>Tabela 1</b> - Tratamentos, dosagens e dose aplicadas em 10 gramas de sementes de alface crespa cv. Vera. ....	17
<b>Tabela 2</b> - Resultados da análise química de solo. UNESP/FCA. Botucatu, 2014 .....	20
<b>Tabela 3</b> - Recomendação de nutrientes para o cultivo de alface em ambiente cultivo protegido, conforme a fase de desenvolvimento da cultura. ....	20
<b>Tabela 4</b> – Tratamentos e doses aplicadas em mudas de alface crespa ( <i>Lactuca sativa</i> L.) cv. Vera. Botucatu, SP, 2013.....	21
<b>Tabela 5</b> – Médias das porcentagens de emergência (PE) de sementes de alface crespa cv. Vera embebidas em diferentes soluções de fungicidas e reguladores vegetais aos 1, 3, 5 e 7 dias após a semeadura (DAS). UNESP/FCA, Botucatu, 2013.....	26
<b>Tabela 6</b> – Equações das médias da porcentagem de emergência obtidas através da análise de regressão. ....	27
<b>Tabela 7</b> - Índice de velocidade de emergência (IVE) em sementes de alface crespa cv. Vera embebidas em diferentes soluções de fungicidas e reguladores vegetais aos 7 dias após a semeadura. UNESP/FCA, Botucatu 2013. ....	27
<b>Tabela 8</b> - Massa seca da parte aérea (Mspa), massa seca de raízes (Msr), crescimento do sistema radicular (Cr), crescimento da parte aérea (Cpa), relação parte aérea/raiz (Rpa/r) e índice de área foliar (Iaf) em mudas de alface crespa cv. Vera embebidas em diferentes soluções de fungicidas e reguladores vegetais aos 30 dias após a semeadura. UNESP/FCA, Botucatu. 2013.....	28
<b>Tabela 9</b> - Atividade da enzima superóxido dismutase (SOD, U mg <sup>-1</sup> de proteína) em mudas de alface cv. Vera embebidas em diferentes soluções de fungicidas e reguladores vegetais aos 7 e 30 dias após a semeadura. UNESP/FCA, Botucatu. 2013. ....	29
<b>Tabela 10</b> - Atividade da enzima catalase (CAT, µKat µg <sup>-1</sup> de proteína) em mudas de alface cv. Vera embebidas em diferentes soluções de fungicidas e reguladores vegetais aos 7 e 30 dias após a semeadura. UNESP/FCA, Botucatu. 2013. ....	30
<b>Tabela 11</b> - Atividade da enzima peroxidase (POD, µmol de purpurogalina min <sup>-1</sup> mg <sup>-1</sup> de proteína) em mudas de alface cv. Vera embebidas em diferentes soluções de fungicidas e reguladores vegetais aos 7 e 30 dias após a semeadura. UNESP/FCA, Botucatu. 2013.....	30
<b>Tabela 12</b> - Índice SPAD em folhas de plantas de alface cv. Vertratadas com fungicidas e reguladores vegetais aos 2, 4 e 7 dias após o tratamento. UNESP/FCA, Botucatu. 2013. .	32

<b>Tabela 13</b> - Atividade da enzima superóxido dismutase (SOD, U mg <sup>-1</sup> de proteína), em mudas de alface cv. Vera tratadas com soluções de fungicidas e reguladores vegetais aos 2, 4, 7 e 14 dias após o tratamento. UNESP/FCA, Botucatu. 2013.....	33
<b>Tabela 14</b> - Atividade da enzima catalase (CAT, µKat µg <sup>-1</sup> de proteína) em mudas de alface cv. Vera tratadas com soluções de fungicidas e reguladores vegetais aos 2, 4, 7 e 14 dias após o tratamento. UNESP/FCA, Botucatu. 2013.....	34
<b>Tabela 15</b> - Atividade da enzima peroxidase (POD, µmol de purpurogalina min <sup>-1</sup> mg <sup>-1</sup> de proteína) em mudas de alface cv. Vera tratadas com soluções de fungicidas e reguladores vegetais aos 2, 4, 7 e 14 dias após o tratamento. UNESP/FCA, Botucatu. 2013.....	34
<b>Tabela 16</b> - Taxa de assimilação de CO <sub>2</sub> (A, µmol m <sup>-2</sup> s <sup>-1</sup> ) das plantas de alface cv. Vera com aplicação de fungicidas e reguladores vegetais aos 2, 4 e 7 dias após o tratamento. UNESP/FCA, Botucatu. 2013.....	35
<b>Tabela 17</b> - Condutância estomática (g <sub>s</sub> , mol m <sup>-2</sup> s <sup>-1</sup> ) das plantas de alface cv. Vera com aplicação de fungicidas e reguladores vegetais aos 2, 4 e dias após o tratamento. UNESP/FCA, Botucatu. 2013.....	36
<b>Tabela 18</b> – Médias da concentração interna de CO <sub>2</sub> na folha (C <sub>i</sub> , µmol mol <sup>-1</sup> ) das plantas de alface cv. Vera com aplicação de fungicidas e reguladores vegetais aos 2, 4 e dias após o tratamento. UNESP/FCA, Botucatu. 2013.....	36
<b>Tabela 19</b> - Taxa de transpiração (E, mmol m <sup>-2</sup> s <sup>-1</sup> ) das plantas de alface cv. Vera com aplicação de fungicidas e reguladores vegetais aos 2, 4 e 7 dias após o tratamento. UNESP/FCA, Botucatu. 2013.....	37
<b>Tabela 20</b> - Eficiência do uso da água (A/E, µmolCO <sub>2</sub> (mmol H <sub>2</sub> O) <sup>-1</sup> ) das plantas de alface cv. Vera com aplicação de fungicidas e reguladores vegetais aos 2, 4 e 7 dias após o tratamento. UNESP/FCA, Botucatu. 2013.....	37
<b>Tabela 21</b> - Eficiência de carboxilação (A/C <sub>i</sub> ) das plantas de alface cv. Vera com aplicação de fungicidas e reguladores vegetais aos 2, 4 e 7 dias após o tratamento. UNESP/FCA, Botucatu. 2013.....	38
<b>Tabela 22</b> – Massa fresca da parte aérea (Mfa - g), diâmetro do caule (Dia. - cm), número de folhas por planta (NF), índice de área foliar (IAF – cm <sup>3</sup> ), massa seca das folhas (Msf - g), massa seca do sistema radicular (Msr - g) e produtividade (Prod. – t/ha) das plantas de alface cv. Vera aos 30 dias após o tratamento de fungicidas e reguladores vegetais. UNESP/FCA, Botucatu. 2013.....	38

## Lista de Figuras

**Figura 1** – Médias da porcentagem de emergência de sementes de alface crespa cv. Vera embebidas em diferentes soluções de fungicidas e reguladores vegetais aos 1, 3, 5 e 7 dias após a semeadura (DAS). UNESP/FCA, Botucatu, 2013..... 26

# FUNGICIDAS E REGULADORES VEGETAIS NAS CARACTERÍSTICAS FISIOLÓGICAS E PRODUTIVAS DE ALFACE ‘VERA’

## RESUMO:

O presente trabalho teve como objetivo avaliar o efeito da aplicação de uma mistura de reguladores vegetais, piraclostrobina e boscalida em plantas de alface (*Lactuca sativa* L.), em condições de ambiente protegido, visando seus efeitos fisiológicos na germinação, metabolismo e desenvolvimento da planta, bem como nas características produtivas e qualidade pós-colheita. O trabalho foi constituído de dois experimentos, o primeiro conduzido em casa de vegetação do Departamento de Horticultura da Faculdade de Ciências Agrônomicas da Universidade Estadual Paulista, Campus de Botucatu-SP e o segundo na Fazenda Experimental São Manuel, da Faculdade de Ciências Agrônomicas da Universidade Estadual Paulista, Campus de Botucatu-SP. O delineamento experimental do primeiro experimento foi em blocos casualizados, com 8 tratamentos e 4 repetições. Foram avaliados os efeitos das substâncias em sementes de alface embebidas durante 6 horas: testemunha, boscalida  $0,2 \text{ g kg}^{-1}$ , piraclostrobina  $0,5 \text{ g kg}^{-1}$  e mistura (IBA+GA3+Kt)  $0,5 \text{ mL kg}^{-1}$ , boscalida ( $0,2 \text{ g kg}^{-1}$ ) + piraclostrobina ( $0,5 \text{ g kg}^{-1}$ ), boscalida ( $0,2 \text{ g kg}^{-1}$ ) + mistura (IBA+GA3+Kt) ( $0,5 \text{ mL kg}^{-1}$ ), piraclostrobina ( $0,5 \text{ g kg}^{-1}$ ) + mistura (IBA+GA3+Kt) ( $0,5 \text{ mL kg}^{-1}$ ), boscalida ( $0,2 \text{ g kg}^{-1}$ ) + piraclostrobina ( $0,5 \text{ g kg}^{-1}$ ) + mistura (IBA+GA3+Kt) ( $0,5 \text{ mL kg}^{-1}$ ), na germinação, índice de velocidade de germinação até os 7 dias após a germinação; crescimento da parte aérea e raiz das mudas e atividade das enzimas superóxido dismutase (SOD), catalase (CAT) e peroxidase (POD); aos 7 e 30 dias após a germinação. Aos 30 dias foram avaliados o comprimento da raiz, massa seca da raiz e da parte aérea, número de folhas e área foliar. Os tratamentos com piraclostrobina, boscalida e piraclostrobina + boscalida apresentaram os melhores resultados no início da germinação e no índice de velocidade de germinação. Aos 30 dias após a emergência, os mesmos tratamentos apresentaram maior massa seca. No segundo experimento, as mudas de alfaces foram transplantadas para casa de vegetação, em espaçamento de 25 x 25 cm. Foram avaliados os efeitos dos seguintes tratamentos: testemunha, boscalida  $0,15 \text{ kg ha}^{-1}$ ,

piraclostrobina  $0,4 \text{ L ha}^{-1}$  e mistura de reguladores vegetais  $0,5 \text{ L ha}^{-1}$ , boscalida ( $0,15 \text{ kg ha}^{-1}$ ) + piraclostrobina ( $0,4 \text{ L ha}^{-1}$ ), boscalida ( $0,15 \text{ kg ha}^{-1}$ ) + mistura (IBA+GA3+Kt) ( $0,5 \text{ L ha}^{-1}$ ), piraclostrobina ( $0,4 \text{ L ha}^{-1}$ ) + mistura (IBA+GA3+Kt) ( $0,5 \text{ L ha}^{-1}$ ), boscalida ( $0,15 \text{ kg ha}^{-1}$ ) + piraclostrobina ( $0,4 \text{ L ha}^{-1}$ ) + mistura (IBA+GA3+Kt) ( $0,5 \text{ L ha}^{-1}$ ) e aplicados no dia do transplante das mudas. O efeito dos tratamentos foi avaliado através das observações das seguintes características: medidas de trocas gasosas, eficiência do uso da água (E.U.A.), eficiência de carboxilação, conteúdo de clorofila e atividade das enzimas superóxido dismutase (SOD), catalase (CAT) e peroxidase (POD); diâmetro do caule, massa seca da raiz e parte aérea, massa fresca da parte aérea, número de folhas e área foliar. Os tratamentos com a mistura de reguladores vegetais apresentaram os melhores resultados na produção final quando comparado à testemunha e na análise de área foliar, o maior resultado foi obtido no tratamento com boscalida + mistura de reguladores vegetais e boscalida + piraclostrobina + reguladores vegetais. A aplicação de aplicação de boscalida em sementes aumenta a velocidade de emergência, o vigor da planta e diminui o tempo das mudas na bandeja. O tratamento das sementes por embebição pode causar toxicidade, diminuindo o vigor inicial e a germinação das sementes. A aplicação dos reguladores vegetais no campo aumenta a massa final das plantas de alface, além de aumentar a atividade do sistema antioxidativo.

**Palavras chaves:** estrobilurinas, trocas gasosas, atividade enzimática, germinação, *Lactuca sativa* L.

## **FUNGICIDES AND PLANT GROWTH REGULATORS IN PHISIOLOGY AND PRODUCTION CHARACTERISTICS OF LETTUCE ‘VERA’.**

Botucatu, 2014. 90p. Dissertação (Mestrado em Agronomia/Horticultura) – Faculdade de Ciências Agronômicas, Universidade Estadual Paulista.

Author: ALEXANDRE RODRIGUES MANSANO

Adviser: JOÃO DOMINGOS RODRIGUES

### **SUMMARY:**

The present study aimed to evaluate the effect of plant growth regulators, pyraclostrobin and boscalid application on lettuce plant (*Lactuca sativa* L.) in greenhouse., aimed their physiological effects on germination of seeds, plant metabolism and development, as well as in productive characteristics and post-harvest quality. The study was constituted of two experiments, the first conducted at greenhouse of Department of Horticulture, Faculty of Agricultural Sciences (FCA), São Paulo State University (UNESP), Botucatu – SP, and the second at São Manuel Experimental Farm, Faculty of Agricultural Sciences, São Paulo State University (UNESP), Botucatu-SP. The experimental design was in randomized block, with 8 treatments and 4 repetitions. There were evaluated the effects of the treatments in seeds of lettuce soaked for 6 hours in: water (control), boscalid  $0.2 \text{ g kg}^{-1}$ , pyraclostrobin  $0.5 \text{ g kg}^{-1}$ , mixture (IBA+GA3+Kt)  $0.5 \text{ mL kg}^{-1}$ , boscalid ( $0.2 \text{ g kg}^{-1}$ ) + pyraclostrobin ( $0.5 \text{ g kg}^{-1}$ ), boscalid ( $0.2 \text{ g kg}^{-1}$ ) + mixture (IBA+GA3+Kt) ( $0.5 \text{ mL kg}^{-1}$ ), pyraclostrobin ( $0.5 \text{ g kg}^{-1}$ ) + mixture (IBA+GA3+Kt) ( $0.5 \text{ mL kg}^{-1}$ ), boscalid ( $0.2 \text{ g kg}^{-1}$ ) + pyraclostrobin ( $0.5 \text{ g kg}^{-1}$ ) + mixture (IBA+GA3+Kt) ( $0.5 \text{ mL kg}^{-1}$ ) on germination of seeds, speed of germination index, until the 7<sup>th</sup> day after germination; growth of shoot and root of seedlings and the activity of enzymes: peroxidase, superoxide dismutase and catalase; on the 7<sup>th</sup> and 30<sup>th</sup> day after germination; on the 30 day there evaluated the length of the root, dry mass of the root and of the shoot, number of leaves and leaves area. The treatments with pyraclostrobin, boscalid and pyraclostrobin + boscalid had the best results in the beginning of germination and in the speed of germination index. At the 30<sup>th</sup> day after emergence, the same treatments showed the biggest dry mass and value of interaction between shoot/root. At the second experiment: the lettuces seedling were transplanted to a greenhouse, at a spacing of 25 x 25 cm. There were evaluated the effects of treatments on seedling of lettuce:

control, boscalid 0,15 kg ha<sup>-1</sup>, pyraclostrobin 0,4 L ha<sup>-1</sup>, plant growth regulators 0,5 L ha<sup>-1</sup>, boscalid (0,15 kg ha<sup>-1</sup>) + pyraclostrobin (0,4 L ha<sup>-1</sup>), boscalid (0,15 kg ha<sup>-1</sup>) + mixture (IBA+GA3+Kt) (0,5 L ha<sup>-1</sup>), pyraclostrobin (0,4 L ha<sup>-1</sup>) + mixture (IBA+GA3+Kt) (0,5 L ha<sup>-1</sup>), boscalid (0,15 kg ha<sup>-1</sup>) + pyraclostrobin (0,4 L ha<sup>-1</sup>) + mixture (IBA+GA3+Kt) (0,5 L ha<sup>-1</sup>) and applied on the day of transplantation. The effects of the treatments were evaluated through the following characteristics: plant growth, gas exchange measure, water efficiency use (WEU), chlorophyll content and the activity of enzymes: peroxidase, superoxide dismutase and catalase; stem diameter, root dry mass and shoot, shoot fresh mass, number of leaves and leaf area. The treatments with growth regulators had the best results in the final production and analysis of leaf area, the highest result was treatment with boscalid + pyraclostrobin and boscalid + pyraclostrobin + mixture (IBA+GA3+Kt). In the application of plant growth regulators on the seeds, the speed of emergency rate decreases the time of seedlings in the tray, in the seedling the treatment with plant growth regulators increase the final mass of lettuces besides increasing the antioxidative system.

**Keywords:** strobilurin, gas exchange, enzyme activity, germination, *Lactuca sativa* L.

## 1. INTRODUÇÃO

A alface (*Lactuca sativa* L.) é uma planta pertencente à família Asteraceae (CARVALHO *et al.*, 2005), um grupo sistemático numeroso dentro das Angiospermas, compreendendo cerca de 1.600 gêneros e 25.000 espécies, dispostos em 17 tribos e 3 subfamílias. No Brasil, a família está representada por aproximadamente 196 gêneros e 1.900 espécies (BARROSO *et al.*, 1991). Apresenta expressiva importância econômica, sendo considerada a hortaliça folhosa mais importante na alimentação do brasileiro.

Sua alta perecibilidade e fragilidade no transporte, faz com que seu cultivo ocorra próximo aos centros consumidores e é produzida nas mais diferentes regiões do Brasil, ao longo do ano, visando atender o mercado consumidor. A alface é originária de regiões de clima temperado (SETÚBAL; SILVA, 1992), e os cultivares de verão tendem a apresentar qualidade inferior, com um menor número de folhas e cabeça mais compacta (HEIZ; SUINAGA, 2009)

Adaptações e introduções tecnológicas no cultivo da alface são necessárias a cada safra com o objetivo de atender às práticas de comercialização, prevenção

da contaminação ambiental, infraestrutura da propriedade, qualidade da água, adubação orgânica e fertilizantes, defensivos agrícolas, higiene e saúde do trabalhador, manipulação da hortaliça, lavagem, embalagem, transporte, distribuição e conservação, assim como às exigências do mercado (SANTOS, 1995).

O fungicida piraclostrobina, pertencente à classe das estrobilurinas, possuem propriedades fisiológicas que elevam a qualidade e o rendimento da colheita (KOEHLE *et al.*, 2002). Como efeitos fisiológicos da piraclostrobina nas plantas podemos citar: aumento da fotossíntese líquida, incremento da atividade da nitrato redutase, efeito verde devido ao maior teor de clorofila e redução do estresse associado à redução da síntese de etileno, permitindo assim maior duração da área foliar e efeitos sobre o rendimento das culturas elevação na concentração de proteínas e biomassa, redução na respiração celular e maior fotossíntese líquida (OLIVEIRA, 2005).

O boscalida é um fungicida pertencente à família das carboxamidas e ao grupo químico das anilidas que, aparentemente, proporciona os mesmos efeitos fisiológicos das estrobilurinas, além de fornecer a proteção antifúngica à planta. No entanto, a boscalida também é classificada como um inibidor da respiração na célula fúngica, porém atua sobre o complexo II da cadeia respiratória (TÖFOLI; DOMINGUES, 2007).

Reguladores vegetais são substâncias naturais ou sintéticas que aplicadas em plantas, sementes e no solo, tem como finalidade incrementar a produção e melhorar a qualidade fisiológica das plantas. Entre as várias alterações os reguladores influenciam o metabolismo proteico, podendo aumentar a taxa de síntese de enzimas envolvidas no processo de germinação das sementes (MC DONALD; KHAN, 1983) e ainda no enraizamento, floração, frutificação e senescência de plantas (CASTRO, VIEIRA, 2001).

As práticas agrícolas têm como objetivo maximizar a eficiência das culturas, visando ganhos de produtividade e qualidade final dos cultivares, os produtos de efeitos fisiológicos, fungicidas e reguladores vegetais contribuem para o aumento da qualidade fisiológica das plantas, podendo aumentar a assimilação de CO<sub>2</sub>, diminuindo o estresse oxidativo e ganho de produção. Os cultivares de verão apresentam deficiência de produção, quando comparados aos cultivares de inverno, que podem ser compensados com a utilização dos produtos de efeitos fisiológicos.

## 2. REVISÃO DE LITERATURA

### 2.1. Característica da alface e importância econômica

A alface (*Lactuca sativa* L.) é uma hortaliça mundialmente conhecida e consumida na forma de saladas e é produzida e consumida em todo o território brasileiro, apesar das diferenças climáticas e os hábitos de consumo. O Brasil apresentou uma área cultivada em 2013 de 10.500,95 ha e uma produção final de 6.777.934,000 de engradados de 9 dúzias (IEA, 2013) e seu consumo médio ficou em torno de 3,0 kg/per capita ano<sup>-1</sup>, estando entre as principais hortaliças cultivadas, ocupando a 6ª posição na ordem de mais consumidas no Brasil (SILVEIRA *et al.*, 2011) (GROSSMANN e RETZLAFF, 1997). É uma hortaliça indispensável na composição de saladas dos brasileiros, sendo a hortaliça folhosa de maior consumo no Brasil. Cerca de 40% dos gastos totais dos brasileiros com verduras são destinados à compra da alface. Embora não seja uma das melhores fontes de vitaminas, sais minerais e outros constituintes, seu baixo valor calórico e alto teor de fibras a credencia para todas as dietas (MELLO *et al.*, 2003).

A evolução da alface até o genótipo atual, ocorreu da espécie silvestre *Lactuca serriola* L. que era utilizada como cultura forrageira e oleaginosa. Mou (2008) atesta o cultivo de formas ancestrais de *Lactuca sativa*, no Egito, com os propósitos

supracitados. A partir de sua domesticação, a alface foi disseminada pela região do Mediterrâneo, nas eras Grega e Romana e a partir desta região, para o resto do continente europeu. Foram os romanos que, por meio de técnicas agrícolas, conseguiram cultivar variedades menos amargas de alface. Eles utilizavam a planta tanto como medicamento como alimento. Nesse período, assim como hoje, era ingerida crua, com azeite e vinagre. Na Idade Média, o hábito de ingerir alface crua desapareceu, sendo usada no preparo de cozidos, sopas e tortas. A alface voltou às saladas da Europa por volta do século XVI.

A alface chegou ao Novo Mundo com Cristóvão Colombo e se disseminou do norte ao sul do continente. Chegou ao Brasil no século XVI, com os colonizadores portugueses (MOU, 2008).

Em geral, as alfaces apresentam folhas macias, grandes, de sabor suave e refrescante, que crescem em volta do caule pequeno (em roseta), podendo ser lisas ou crespas, formando ou não uma “cabeça” e podem apresentar diversas tonalidades de verde a roxo-bronzeado. Seu sistema radicial é delicado, muito ramificado e superficial. A floração ocorre no verão, estimulada por dias longos. Os frutos de alface são do tipo aquênio e são pontiagudos, de formato oval, elíptico ou espatulado com estrias longitudinais na superfície e comprimento variável de 2 a 5 mm. São fontes de vitamina A, vitamina K e folato, também é rica em ferro, fósforo, potássio, manganês e carotenoides (FILGUEIRA, 2003). Cada 100 g de folhas de alface contém apenas 15 kcal o que a torna um alimento importante em dietas de restrição calórica (NETO *et al.*, 2006).

A alface apresenta grande diversidade e, dentre outras, há cultivares repolhudas, lisas e crespas, além das cultivares de folha solta lisa, crespas, roxa e tipo romana. As alfaces apresentam constituição física frágil, sendo sensíveis a ferimentos e à desidratação e podem ter sua vida útil limitada sob alta umidade e por problemas com o manuseio incorreto (CALBO, 2012).

O cultivo da alface crespas tem se destacado entre os produtores, por se uma hortaliça de fácil manuseio, melhor resistência a doenças, maior período pós-colheita, bom paladar e pela sua disposição foliar apresenta facilidade para o transporte, uma vantagem no mercado consumidor da cadeia produtiva (RODRIGUES *et al.*, 2007).

## **2.2. Cultivo da alface**

O cultivo da alface é anual, floresce em dias longos e em temperaturas elevadas. Dias curtos e temperatura amenas ou baixas, geralmente, favorecem

a etapa vegetativa do ciclo da maioria das cultivares. A planta resiste, inclusive, a baixas temperaturas e geadas leves (FILGUEIRA, 2003). A formação do pendão floral torna as folhas leitosas e amargas, perdendo, seu valor comercial (VIGGIANO, 1990). Porém, cada cultivar apresenta comportamento diferente e para amenizar essas condições ambientais desfavoráveis, uma das técnicas que pode ser utilizada é o uso de tecnologias, como de telas de sombreamento (FILGUEIRA, 2003).

O cultivo da alface, geralmente, é iniciado com a sua semeadura em bandejas de poliestireno expandido de 200 células, com posterior transplante para o canteiro, quando as mudas apresentam quatro folhas definitivas (entre 20 e 30 dias). O espaçamento utilizado depende da cultivar. Quando a arquitetura da planta é mais fechada, pode-se utilizar espaçamento de 0,25 x 0,25 m, já quando a arquitetura das folhas da cultivar é mais aberta, utiliza-se espaçamento maior, geralmente 0,30 x 0,30 m. Nas cultivares americanas, em que as folhas externas são exageradamente grandes, recomenda-se utilizar espaçamento ainda maior, geralmente 0,35 x 0,35 m (GOTO; TIVELLI, 1998).

Seu cultivo em ambientes protegidos e em hidropônia é uma atividade que exige especialização e domínio das técnicas de manejo por parte do produtor, em termos de mão-de-obra e de manejo. Estes sistemas tecnológicos se diferem muito do efetuado em campo aberto, principalmente, quanto aos tratos culturais (controle de doenças e pragas, irrigação e adubação) e a infraestrutura a ser utilizada (FILGUEIRA, 2003).

Quando cultivadas em estufas e túneis, o período decorrente entre o transplante e colheita da alface é de aproximadamente 30 dias, podendo ser maior no período de inverno (50 dias) e mais curto nos meses de temperatura amena (45 dias). No sistema a campo aberto, o período de desenvolvimento pode chegar até a 80 dias (SGANZERLA, 1997; FILGUEIRA, 2003).

## 2.3. Produtos de efeitos fisiológicos

### 2.3.1. Estrobilurinas

O grupo de fungicidas conhecido por estrobilurina foi isolado no início dos anos 80, a partir de fungos de decomposição da madeira, denominado por *Strobilurus tenacellus*, cujo habitat são as florestas de *Pinus*. Esses fungos eram responsáveis pela produção de uma substância inibidora do crescimento de outros fungos, denominada de estrobilurina-A (KÖEHLE *et al.*, 1994).

Mais tarde, descobriu-se que a ação das estrobilurinas era de inibir a respiração mitocondrial em fungos, ligando-se ao centro Qo do citocromo b e bloqueando a transferência de elétrons entre o citocromo b e o citocromo c1, pela inibição da óxido-reductase de ubihidroquinona-citocromo c (GHINI; (GROSSMANN e RETZLAFF, 1997) KIMATI, 2002). Essa inibição da transferência de elétrons interrompe o ciclo de energia dentro do fungo reduzindo a respiração e bloqueando a produção de energia para as células do fungo, levando à sua morte (BARTLETT *et al.*, 2001)

Köehle *et al.* (1994) observaram que as estrobilurinas apresentavam efeitos fisiológicos positivos no rendimento das culturas sobre as quais eram aplicadas além da ação antifúngica. Esse efeito foi atribuído, devido à grande capacidade da planta em absorver esse fungicida e promover alterações no metabolismo e crescimento. Esses efeitos eram observados também em plantas que não apresentavam alterações ocasionadas pelos fungos patogênicos. Plantas de trigo tratadas com esse fungicida apresentaram maior vigor e produção, quando comparadas às plantas sem tratamento, comprovando esses resultados e demonstrando que plantas tratadas com essas estrobilurinas aumentaram significativamente sua produção.

Descobriu-se também, que as estrobilurinas aumentavam os níveis de auxina, aumento na síntese de ácido indolilacético (IAA), estimulando o alongamento e a divisão celular, desenvolvimento inicial de raízes, atraso na senescência foliar e no amadurecimento de frutos. Além disso, verificou-se aumentos na síntese de citocininas, principalmente, com a estrobilurina piraclostrobina (KÖEHLE *et al.*, 1994). Grossmann e Retzlaff (1997) relataram que a estrobilurina influencia o balanço hormonal da planta. A piraclostrobina também estimulou o enraizamento em tabaco, a germinação de semente de trigo e inibiu a síntese de etileno pela inibição da atividade da enzima ACC sintase, atrasando a senescência e controlando os níveis de estresse. Ainda esses mesmos autores verificaram

que as altas concentrações de estrobilurina inibem a formação de etileno, ao invés de aumentá-la.

Grossmann *et al.* (1999) afirmaram que a redução na atividade da ACC sintase inibe a síntese de etileno em resposta à aplicação de estrobilurina. Assim, os baixos níveis de etileno na planta atrasam a degradação da molécula de clorofila nas folhas mantendo as verdes por um período de tempo maior, o chamado “efeito verde”. Os mesmos autores relatam também, o aumento da concentração de citocinina e ABA em resposta à aplicação de estrobilurina, mas, não observaram aumento na concentração de IAA, reforçando a ideia de que as estrobilurinas apresentam atividade semelhante à auxina.

Os efeitos fisiológicos positivos observados nas plantas são resultantes do efeito das estrobilurinas no aumento da fotossíntese líquida, redução temporária da respiração das plantas, resultando na menor perda de carbono e gerando mais energia para a planta. Também foram observados efeitos das estrobilurinas no aumento da atividade da enzima nitrato-redutase, melhor balanço hormonal, aumentando o teor de IAA, I<sub>6</sub>-ADE (Isopentenil Adenina) e ABA e reduzindo a produção de etileno (KÖEHLE *et al.*, 1994; YPEMA; GOLD, 1999).

Embora haja diversos grupos de fungicidas disponíveis no mercado, o uso das estrobilurinas tem aumentado nos últimos anos, não apenas pela sua eficiência no controle de doenças, mas também, pelos efeitos fisiológicos proporcionados às plantas (FAGAN, 2007). Pesquisadores relataram que após a aplicação de estrobilurina, as plantas apresentaram alterações fisiológicas que vão desde o aumento no teor de clorofila, incremento na assimilação de nitrogênio via enzima nitrato redutase, alteração no ponto de compensação de CO<sub>2</sub>, redução da síntese de etileno até a defesa a estresses bióticos e abióticos que, conseqüentemente, repercutiram em aumentos significativos no rendimento das culturas (AMARO, 2011; MACEDO, 2012).

#### **2.3.4. Boscalida**

O boscalida é um fungicida pertencente à família das carboxamidas e ao grupo químico das anilidas e, aparentemente, apresenta os mesmos efeitos fisiológicos positivos das estrobilurinas nas plantas, além de fornecer proteção antifúngica preventiva da planta (BASF, 2010). Sua ação protetora e sistêmica é sobre a germinação de esporos, alongamento do tubo polínico, crescimento micelial e esporulação. O boscalida também é

classificado como um inibidor da respiração na célula fúngica, porém, atua sobre o complexo II (TÖFOLI; DOMINGUES, 2007).

Seu modo de ação é por meio da inibição do sítio redutase-succinato-ubiquinona ou do complexo succinato-desidrogenase (SDH) na cadeia respiratória. Este complexo está envolvido em uma parte importante do ciclo do ácido tricarboxílico e da cadeia de transporte de elétrons mitocondrial que catalisa a oxidação tanto do succinato a fumarato, quanto da redução de quinona (STAMMLER *et al.*, 2007).

#### **2.3.4. Hormônios e reguladores vegetais**

Hormônios vegetais são compostos orgânicos não nutrientes, de ocorrência natural, produzido na planta, que em baixas concentrações ( $10^{-4}$ M), promove, inibe ou modifica processos fisiológicos do vegetal; já reguladores vegetais são substâncias sintéticas que aplicadas exogenamente possuem ações similares aos hormônios vegetais (CASTRO, 2008). Seu uso na agricultura tem mostrado aumento da produtividade e facilitação do manejo da cultura, embora sua utilização ainda não seja prática rotineira em culturas que não atingiram alto nível tecnológico (VIEIRA, 2001).

Até pouco tempo acreditava-se existir cinco grupos hormonais, auxinas, giberelinas, citocininas, etileno e ABA. Atualmente, há evidências indicando a existência de hormônios vegetais esteróides, como os brassinosteróides, que possuem ampla gama de efeitos morfológicos no desenvolvimento vegetal (TAIZ; ZEIGER, 2013). Outras substâncias vegetais com atividade análoga são os salicilatos, jasmonatos e poliaminas (DAVIES, 2004).

As giberelinas determinam importantes alterações fisiológicas nas plantas, como a divisão e expansão celular, promovem o crescimento do caule, induzem a germinação de sementes que requerem baixa temperatura ou luz, estimula a produção de enzimas como a  $\alpha$ -amilase na germinação de sementes de cereais, induzem o florescimento, a partenocarpia, a expressão sexual, o desenvolvimento de frutos, o retardamento da senescência, a abscisão e a quebra de dormência de gemas (DAVIES, 2004). A aplicação desse regulador vegetal promove o crescimento do caule, induzindo o aumento significativo na sua altura, o alongamento dos entrenós, a redução na espessura do caule e tamanho da folha, além da coloração verde clara das folhas. Apresentam pouco efeito no crescimento da raiz (TAIZ; ZEIGER, 2013).

Chitarra e Chitarra (2005) evidenciaram o papel dos reguladores vegetais, principalmente, as giberelinas no amadurecimento de frutos, os quais têm sido estudados como retardadores da senescência. Seu uso em limões e tomates demonstram melhoria na qualidade e aparência dos frutos durante o armazenamento.

As citocininas são compostos derivados do t-RNA e são sintetizadas, principalmente, nas raízes e transportadas, provavelmente pelo xilema para outras partes da planta. As citocininas promovem o atraso da senescência foliar. Folhas retiradas da planta mostram envelhecimento acelerado, acompanhado pela decomposição de proteínas e clorofila. Quando folhas isoladas são tratadas com cinetina, esta aparentemente impede a ação das proteases e RNAases da folha, promotoras da senescência (CASTRO, 2008).

As citocininas participam ativamente dos processos de divisão e diferenciação celular, particularmente em cultura de tecidos (TAIZ; ZEIGER, 2013). Além de estimular a divisão celular, a mistura de auxinas e cinetina induz o início da diferenciação celular. Variações nas proporções de auxinas e cinetina colocadas em cultura de tecidos podem influenciar fortemente no tipo de diferenciação celular. Quando a proporção de IAA é superior à de cinetina, certas regiões dos tecidos formam raízes. Proporções maiores de cinetina resultam no desenvolvimento de caules. Estes fatos demonstram que a divisão e diferenciação celular exigem a ação conjunta e harmônica de dois reguladores vegetais: auxina e citocinina.

### **3. OBJETIVOS**

#### **3.1. Objetivo geral**

O presente trabalho teve como objetivo avaliar as características fisiológicas e agronômicas dos efeitos da aplicação de piraclostrobina, boscalida e reguladores vegetais na cultura de alface crespa (*Lactuca sativa* L.) cv. Vera, desde sua germinação, transplante e desenvolvimento vegetativo, bem como na produção final e qualidade das plantas.

#### **3.2. Objetivo específico**

Avaliar os efeitos de reguladores vegetais e fungicidas na taxa de assimilação de CO<sub>2</sub>, taxa de transpiração, teor de clorofila, eficiência do uso da água, superóxido dismutase (SOD), catalase (CAT) e peroxidase (POD) tanto na fase de germinação, quanto após o transplante das plantas ao campo e produção final.

## **4. MATERIAL E MÉTODOS**

### **4.1. Experimento 1- Efeitos fisiológicos de reguladores vegetais, piraclostrobina e boscalida em mudas de alface (*Lactuca sativa* L.) cv. Vera**

#### **4.1.1. Localização do experimento**

O experimento de produção de mudas de alface foi conduzido em casa de vegetação climatizada de vidro do Departamento de Horticultura da Faculdade de Ciências Agrônomicas, da Universidade Estadual Paulista - UNESP, *Campus* de Botucatu-SP. As coordenadas geográficas da região são 22°52'47" latitude S, 48°25'12" longitude W e altitude de 810 m.

A temperatura no interior da estufa foi mantida à aproximadamente 25°C e acima de 60% de umidade relativa do ar. O controle da temperatura foi realizado com termostato eletrônico que monitorava painéis evapotranspirativos CELDEX, confeccionados com placas de celulose MUNTENS, de circulação forçada de ar por exaustores e aquecedores de óleo.

#### 4.1.2. Delineamento experimental

O delineamento experimental foi de 8 tratamentos de quatro repetições, sendo cada tratamento composto por 10 gramas de sementes de alface crespa (*Lactuca sativa* L.) cv. Vera, embebidas por 6 horas, conforme curva de embebição realizada anteriormente. Os tratamentos foram compostos por três diferentes produtos, dois fungicidas e a mistura de reguladores vegetais: boscalida, piraclostrobina e mistura de auxina + giberelina + citocinina: T1- testemunha (embebido em água), T2- boscalida 0,2 g kg<sup>-1</sup> de sementes, T3- piraclostrobina 0,5 g kg<sup>-1</sup> de semente, T4- ácido indolilbutírico (IBA) + GA<sub>3</sub> + cinetina (Kt) 0,5 mL kg<sup>-1</sup> de semente, T5- boscalida (0,2 g kg<sup>-1</sup> de semente) + piraclostrobina (0,5 g kg<sup>-1</sup> de semente), T6- boscalida (0,2 g kg<sup>-1</sup> de semente) + IBA + GA<sub>3</sub> + Kt (0,5 mL kg<sup>-1</sup> de semente), T6- piraclostrobina (0,5 g kg<sup>-1</sup> de semente) + IBA + GA<sub>3</sub> + Kt (0,5 mL kg<sup>-1</sup> de semente), T8- boscalida (0,2 g kg<sup>-1</sup> de semente) + piraclostrobina (0,5 g kg<sup>-1</sup> de semente) + mistura de IBA + GA<sub>3</sub> + Kt (0,5 mL kg<sup>-1</sup> de semente).

Como fonte de piraclostrobina (estrobilurina) foi utilizado o produto comercial Comet®, contendo 250 g kg<sup>-1</sup> do p.a.; para boscalida o produto comercial Cantus®, contendo 500 g kg<sup>-1</sup> do p.a., ambos da empresa BASF S.A. A mistura de reguladores vegetais utilizada foi na forma do produto comercial Stimulate® da Stoller do Brasil, contendo ácido indolilbutírico (IBA - auxina) a 0,005%, ácido giberélico (GA<sub>3</sub> - giberelina) a 0,005% e cinetina (Kt - citocinina) a 0,009%.

As sementes de alface utilizadas no estudo foi da cultivar Vera, da empresa Sakata®. Para cada tratamento foi pesado dez gramas de sementes e colocadas para em bécheres com aeradores, durante 6 horas, em solução dos tratamentos com 200 mL de água destilada, isto é, os produtos dos tratamentos (Tabela 1) foram diluídos em 200 mL de água destilada.

**Tabela 1-** Tratamentos, dosagens e dose aplicadas em 10 gramas de sementes de alface crespa cv. Vera.

	Dose	Dose Aplicada
<b>T1- Testemunha</b>	-	-
<b>T2- Boscalida</b>	0,2 g kg <sup>-1</sup>	0,2 mg g <sup>-1</sup>
<b>T3- Piraclostrobina</b>	0,5 mL kg <sup>-1</sup>	5 µL g <sup>-1</sup>
<b>T4- IBA + GA<sub>3</sub> + Kt</b>	1,5 mL kg <sup>-1</sup>	15 µL g <sup>-1</sup>
<b>T5- Boscalida + Piraclostrobina</b>	0,2 g + 0,5 mL L <sup>-1</sup>	0,2 mg + 5 µL g <sup>-1</sup>
<b>T6- Boscalida + Mistura (IBA + GA<sub>3</sub> + Kt)</b>	0,2 g + 1,5 mL L <sup>-1</sup>	0,2 mg + 1,5 µL g <sup>-1</sup>
<b>T7- Piraclostrobina + Mistura (IBA+GA<sub>3</sub>+Kt)</b>	0,5 mL + 1,5 mL L <sup>-1</sup>	5 µL + 1,5 µL g <sup>-1</sup>
<b>T8-Boscalida+Piraclostrobina+Mistura(IBA+GA<sub>3</sub>+Kt)</b>	0,2g+0,5 mL + 1,5 mL L <sup>-1</sup>	0,2 mg + 0,5 µL + 1,5 µL g <sup>-1</sup>

Após o período de embebição, as sementes foram retiradas dos béqueres e colocadas para germinar em bandejas de poliestireno expandido de 200 células preenchidos com substrato Bioplant Prata®, recomendado para produção de hortaliças, colocando-se uma semente por célula. Cada bandeja foi dividida em 4 repetições de 50 células.

#### 4.1.3. Avaliações realizadas

Os efeitos dos tratamentos foram avaliados através das seguintes características: germinação, índice de velocidade de emergência, crescimento da parte aérea e raiz das mudas de alface, relação parte aérea raiz, massa seca da raiz e da parte aérea, número de folhas, área foliar e atividade das enzimas SOD, CAT E POD.

##### 4.1.3.1. Análises de germinação

As avaliações de emergência das plântulas foram realizadas diariamente, de acordo com Labouriau e Valadares (1976) e considerando como plântulas emergidas, àquelas que apresentavam os cotilédones totalmente livres e normais. A porcentagem de germinação foi calculada utilizando-se a seguinte fórmula:

$$E = (N/A) \cdot 100$$

onde:

E = emergência; N = número total de sementes germinadas; A = número total de sementes colocadas para germinar.

O índice de velocidade de emergência (IVE) foi calculado pelo somatório do número de plantas normais germinadas ( $E_1, E_2, E_3, \dots, E_n$ ) a cada dia, dividido pelo número de dias decorridos ( $N_1, N_2, N_3, \dots, N_n$ ) entre a semeadura e a germinação de acordo com a fórmula descrita por Maguire (1962).

$$IVE = \left(\frac{E_1}{N_1}\right) + \left(\frac{E_2}{N_2}\right) + \left(\frac{E_3}{N_3}\right) + \dots + \left(\frac{E_n}{N_n}\right)$$

#### 4.1.3.2. Atividades enzimáticas

Foram realizadas 2 coletas para as análises enzimáticas, durante a etapa de germinação, aos 7 e 30 DAE (dias após a emergência). Para tanto foram coletadas 10 plantas inteiras e retirada a radícula, posteriormente, foram colocadas em sacos plásticos e embrulhadas em papel alumínio sendo, em seguida, congeladas em nitrogênio líquido para paralisar todas as reações imediatamente e, posteriormente, foram armazenadas em ultra-freezer a  $-80^\circ\text{C}$ .

As avaliações das atividades das enzimas antioxidantes foram realizadas pelos seguintes métodos: superóxido dismutase (SOD) determinada pela metodologia descrita por Beauchamp e Fridovich (1971), apud Bor *et al.* (2003) catalase (CAT) pela metodologia descrita por Chance e Maehly (1955) e peroxidase (POD) pelo método espectrofotométrico proposto por Teisseire e Guy (2000) com algumas modificações (LIMA, 1994).

#### 4.1.3.3. Análises biométricas

As análises de massa seca, crescimento da planta e área foliar foram realizadas 30 dias após a semeadura. Para a análise de massa seca, 5 plantas foram separadas em parte aérea e raiz acondicionadas em sacos de papel e, posteriormente, colocadas em estufa de circulação forçada de ar a temperatura constante de  $72^\circ\text{C}$  até obter massa constante. A massa seca foi medida em balança digital e os dados foram expressos em gramas.

A análise de crescimento da parte aérea e da raiz das mudas de alface foram medidas com o auxílio de régua de 30 cm, sendo os dados expressos em cm. Para a análise de área foliar, todas as folhas de coloração verde de duas plantas representativas de cada parcela foram medidas utilizando-se integrador óptico de área (Area meter – modelo Li

3000, da Li Cor, Lincoln, Nebraska, USA.), sendo os dados obtidos utilizados para calcular o Índice de Área Foliar (IAF) e expressos em  $\text{cm}^3$ .

#### **4.1.3.4. Análises estatísticas**

Os resultados foram submetidos à análise de variância (teste F), sendo as médias comparadas pelo teste Tukey a 5% de probabilidade e quando necessário submetidos à análise de regressão.

## **4.2. Experimento 2 – Efeitos fisiológicos de reguladores vegetais, piraclostrobina e boscalida no desenvolvimento e produção de plantas de alface cv. Vera**

### **4.2.1. Caracterização da área experimental**

O ensaio foi conduzido na Fazenda de Ensino, Pesquisa e Produção São Manuel, localizada no município de São Manuel (SP), pertencente à Faculdade de Ciências Agrônômicas da Universidade Estadual Paulista - UNESP, *Campus* de Botucatu-SP. As coordenadas geográficas são 22° 44' S de latitude, 47° 34' W de longitude e 750 metros de altitude. O clima da região é do tipo mesotérmico subtropical úmido com estiagem na época de inverno (PEEL *et al.*, 2007).

O plantio das mudas foi em ambiente protegido do tipo arco com as seguintes características: 30 m de comprimento, 7 m de largura e pé direito de 3 m, coberto com filme de polietileno de baixa densidade de 150  $\mu\text{m}$  aditivado e fechado nas laterais com tela de sombreamento de 75%.

Amostras de solo foram retiradas do local a 20 cm de profundidade (Tabela 2), no mês de março de 2013, para a análise química do solo e verificar a necessidade de calagem, adubação de plantio e de cobertura.

**Tabela 2** - Resultados da análise química de solo. UNESP/FCA. Botucatu, 2014

CaCl <sub>2</sub>	g/dm <sup>3</sup>	mg/dm <sup>3</sup>	-----mmol <sub>e</sub> /dm <sup>3</sup> -----								mg/dm <sup>3</sup>
6,3	11	133	0	12	2,0	64	10	76	88	87	15
	BORO	COBRE	FERRO	MANGANÊS	ZINCO						
	-----mg/dm <sup>3</sup> -----										
	0,76	1,2	16	12,0	8,8						

Fonte: Laboratório de Fertilidade do Solo - DRN/Ciência do Solo - FCA/UNESP.

Pelos resultados da análise química do solo as adubações de cobertura foram realizadas por meio de fertirrigação, seguindo a recomendação de Trani *et al.* (2011), conforme descrito na Tabela 3.

Fonte: Trani e Carrijo (2004) citando Basseto Junior (2003).

**Tabela 3** - Recomendação de nutrientes para o cultivo de alface em ambiente cultivo protegido, conforme a fase de desenvolvimento da cultura.

Fase de desenvolvimento da alface (dias após plantio)	Quantidade de nutrientes por dia				
	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	Ca	Mg
	-----kg ha <sup>-1</sup> -----				
1 a 15	2,0	2,3	2,0	0,5	0,25
16 a 30	3,7	2,0	2,8	1,0	0,35
31 a 45	2,2	2,5	4,0	2,0	0,55
46 a 60	2,0	0,8	3,0	2,0	0,60
<b>Total de nutrientes por ha</b>	<b>149</b>	<b>114</b>	<b>177</b>	<b>83</b>	<b>26</b>

Para o preparo do solo foi utilizada a enxada rotativa (microtrator) dentro do ambiente protegido e foram construídos 4 canteiros a 0,20 m de altura do nível do terreno, cada canteiro contendo 1,5 m de largura e 28m de comprimento. Cada canteiro foi servido por duas linhas de irrigação e fertirrigação. O transplante foi realizado no dia 29 de novembro de 2013 (30 dias após a semeadura), sendo colocada uma planta por cova com espaçamento de 0,25 x 0,25m.

Para o fornecimento de água no experimento foi utilizado sistema de irrigação localizado por gotejamento, montado com tubos de polietileno e tubos gotejadores autocompensantes. Os tubos gotejadores tinham espaçamento de 20 cm entre os emissores e foram colocadas duas linhas de gotejadores em cada canteiro, com espaçamento de 25 cm entre elas, de maneira que entre duas linhas de plantas existia uma linha com tubo gotejador.

A água de irrigação utilizada no experimento foi captada em um açude próximo ao local e armazenada em caixa d'água, distante, aproximadamente, 80 m do açude. Sua condução foi feita por meio de bombeamento da caixa d'água até os cabeçais de

irrigação e, posteriormente, para os tubos gotejadores. Os cabeçais de controle foram compostos de filtro de disco, regulador de pressão e injetor Venturi, os quais estavam localizados dentro do ambiente protegido

As mudas de alface foram obtidas a partir do 1º experimento, sendo o transplante realizado aos 30 dias após a semeadura.

#### 4.2.2. Delineamento experimental

O delineamento experimental foi em blocos ao acaso, com 8 tratamentos de quatro repetições, sendo cada parcela composta por 16 plantas, em espaçamento de 0,25 x 0,25m utilizando-se as 9 plantas centrais para as análises.

Os tratamentos foram compostos por dois fungicidas de efeitos fisiológicos e a mistura de reguladores vegetais: boscalida, piraclostrobina e auxina + giberelina + citocinina (Tabela 4): T1- testemunha, T2- boscalida 0,15 kg ha<sup>-1</sup>, T3- piraclostrobina 0,4 L ha<sup>-1</sup>, T4- Mistura de ácido indolilbutírico (IBA) + Giberelina (GA<sub>3</sub>) + cinetina (Kt) 0,5 L ha<sup>-1</sup>, T5- boscalida (0,15 kg ha<sup>-1</sup>) + piraclostrobina (0,4 L ha<sup>-1</sup>), T6- boscalida (0,15 kg ha<sup>-1</sup>) + IBA + GA<sub>3</sub> + Kt (0,5 L ha<sup>-1</sup>), T6- piraclostrobina (0,4 L ha<sup>-1</sup>) + IBA + GA<sub>3</sub> + Kt (0,5 L ha<sup>-1</sup>), T8- boscalida (0,15 kg ha<sup>-1</sup>) + piraclostrobina (0,4 L ha<sup>-1</sup>) + IBA + GA<sub>3</sub> + Kt (0,5 L ha<sup>-1</sup>).

As fontes de fungicidas e mistura de reguladores vegetais foram as mesmas do item 4.1.2.

**Tabela 4** – Tratamentos e doses aplicadas em mudas de alface crespa (*Lactuca sativa* L.) cv. Vera. Botucatu, SP, 2013.

	<b>Dose Aplicada</b>
<b>T1-Testemunha</b>	-
<b>T2-Boscalida</b>	0,15 kg ha <sup>-1</sup>
<b>T3-Piraclostrobina</b>	0,4 L ha <sup>-1</sup>
<b>T4-Mistura (IBA + GA<sub>3</sub> + Kt)</b>	0,5 L ha <sup>-1</sup>
<b>T5-Boscalida + Piraclostrobina</b>	0,15 kg ha <sup>-1</sup> + 0,4 L ha <sup>-1</sup>
<b>T6-Boscalida + Mistura (IBA + GA<sub>3</sub> + Kt)</b>	0,15 kg ha <sup>-1</sup> + 0,5 L ha <sup>-1</sup>
<b>T7-Piraclostrobina + Mistura (IBA + GA<sub>3</sub> + Kt)</b>	0,4 L ha <sup>-1</sup> + 0,5 L ha <sup>-1</sup>
<b>T8-Boscalida+Piraclostrobina+ Mistura (IBA + GA<sub>3</sub> + Kt)</b>	0,15 kg ha <sup>-1</sup> + 0,4 L ha <sup>-1</sup> + 0,5 L ha <sup>-1</sup>

As aplicações dos fungicidas e reguladores vegetais foram realizadas com o uso de pulverizador manual de CO<sub>2</sub> pressurizado, com 0,3 kgf/cm<sup>2</sup>, bicos cônicos,

utilizando-se cortina plástica entre os tratamentos para evitar a deriva e com a adição de adesivo não iônico, Agral® contendo nonil fenoxi poli (etilenoxi) etanol (200 g L<sup>-1</sup>) da empresa de fabricação da Syngenta do Brasil, na proporção de 0,3mL L<sup>-1</sup> de calda.

### 4.2.3. Avaliações realizadas

Os efeitos dos tratamentos foram avaliados por meio das observações das seguintes características: medidas de trocas gasosas, eficiência do uso da água (E.U.A.), conteúdo de clorofila e atividade das enzimas superóxido dismutase, catalase, peroxidase e peroxidação de lipídios realizadas aos 2, 4 e 7 dias após a aplicação dos tratamentos nas plantas de alface. As análises de produção foram realizadas ao final do ciclo da planta, aproximadamente 60 dias após a semeadura, avaliando-se a massa total da planta, massa seca da parte aérea, número de folhas, área foliar e produtividade.

#### 4.2.3.1. Trocas gasosas

As avaliações de trocas gasosas foram realizadas utilizando-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, da Li-Cor). Essas medidas foram realizadas no período das 9:00 às 12:00 h, em dia ensolarado, para determinar como as plantas comportam-se em relação às trocas gasosas. As medidas foram realizadas aos 2, 4 e 7 dias após os tratamentos, selecionando-se 4 plantas de cada tratamento, nas quais foram selecionadas e padronizadas as folhas com limbo totalmente expandido.

As características de trocas gasosas analisadas foram: taxa de assimilação de CO<sub>2</sub> ( $A$ ,  $\mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ ), taxa de transpiração ( $E$ ,  $\text{mmol vapor d'água m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ ), condutância estomática ( $g_s$ ,  $\text{mol m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ ), concentração interna de CO<sub>2</sub> na folha ( $C_i$ ,  $\mu\text{mol CO}_2 \text{ mol ar}^{-1}$ ), eficiência do uso da água e a atividade da eficiência de carboxilação.

As medidas foram calculadas a partir da diferença entre a concentração de CO<sub>2</sub> e o vapor d'água do ar de referência (valor presente na câmara sem a folha) e da amostra (valor com a folha presente na câmara), obtendo-se as concentrações de vapor d'água e CO<sub>2</sub> que foram liberados (transpiração – vapor d'água) e assimilados (assimilação de CO<sub>2</sub>) através dos estômatos das folhas.

Para que não houvesse diferença entre as repetições, a densidade de fluxo de fótons fotossinteticamente ativos (DFFFA) foi medido em cada período de avaliação por um diodo emissor de luz acoplado à câmara de fotossíntese, padronizando a

luminosidade que estava presente no ambiente, a fim de que todas as plantas estivessem sob as mesmas condições de luz. Além disso, foram coletados dados de temperatura e umidade relativa do ar utilizando o próprio aparelho medidor de trocas gasosas.

Foi determinada também curva de resposta de assimilação de CO<sub>2</sub> em relação ao fluxo de fótons fotossinteticamente ativos, na qual há a redução de 2000 até 0  $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ , em intervalos de aproximadamente 300  $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$  até atingir 100  $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$  e, depois, em intervalos de 50  $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$  e, assim, mostrando qual densidade de fluxo de fótons fotossinteticamente ativos ( $\mu\text{mol de fótons m}^{-2} \text{s}^{-1}$ ) seria utilizado durante as avaliações semanais. Através disso, padronizou-se 1500  $\mu\text{mol de fótons m}^{-2} \text{s}^{-1}$ .

A eficiência do uso da água (*EUA*,  $\mu\text{mol CO}_2 (\text{mmol H}_2\text{O})^{-1}$ ) foram determinadas mediante a relação entre assimilação de CO<sub>2</sub> e taxa de transpiração (*A/E*), descrita por Berry e Downton (1983), a eficiência de carboxilação (*A/Ci*) foi determinada através da relação entre taxa de assimilação de CO<sub>2</sub> e concentração interna de CO<sub>2</sub> na folha.

#### **4.2.3.2. Clorofila**

O teor de clorofila foi determinado com clorofilômetro, (modelo Chlorophyll Meter SPAD-502, Minolta Co., Japão), amostrando 5 folhas maduras da região mediana da planta por tratamento, em valores de unidade SPAD.

#### **4.2.3.3. Análises bioquímicas**

Foram realizadas três coletas para as análises enzimáticas aos 2, 4 e 7 e 14 dias após tratamento, coletando-se 4 folhas de cada tratamento, as quais foram selecionadas e padronizadas com limbo totalmente expandido. Estas folhas foram colocadas em sacos plásticos e embrulhadas em papel alumínio, sendo em seguida congeladas em nitrogênio líquido para paralisar todas as reações imediatamente e, posteriormente, armazenadas em ultrafreezer a -80°C.

As avaliações das atividades das enzimas antioxidantes foram realizadas pelos mesmos métodos descritos no item 4.1.3.2.

#### **4.2.3.4. Produção**

As análises de produção foram realizadas aos 30 DAT sendo coletadas 4 plantas por parcela, sendo avaliadas a massa fresca da parte aérea (folhas), a

massa seca da parte aérea (folhas), número de folhas, área foliar, diâmetro do caule e produtividade.

A massa fresca da parte aérea foi determinada pela pesagem em balança digital, da parte aérea das plantas (folhas), sendo os dados expressos em gramas.

A massa seca da parte aérea (em g) foi obtida através da secagem da parte aérea (folhas) das plantas avaliadas para massa fresca, acondicionadas em sacos de papel e colocadas em estufa de circulação forçada de ar a temperatura de 72°C, até massa constante.

O diâmetro do caule (em mm) foi determinado com o auxílio de paquímetro digital (modelo Mitutoyo, serie 500).

A produtividade ( $\text{kg ha}^{-1}$ ) foi calculada através dos dados de massa fresca da planta transformados em massa por área ( $\text{kg ha}^{-1}$ ), considerando a densidade de plantio utilizada (0,25 x 0,25m) e considerando o hectare como 8.000  $\text{m}^2$ , para extrair o espaçamento entre os canteiros.

## **5. RESULTADOS E DISCUSSÃO**

### **5.1. Experimento 1– Efeitos fisiológicos de reguladores vegetais, piraclostrobina e boscalida em mudas de alface cv. Vera**

A germinação de sementes de alface no primeiro dia após a semeadura apresentou maior porcentagem de emergência (Tabela 5) no tratamento das sementes com boscalida (T2), diferenciando-se estatisticamente dos demais tratamentos. Nota-se também que os tratamentos com o piraclostrobina (T3) e com a mistura de boscalida + piraclostrobina + mistura (IBA + GA3 + Kt) (T8) apresentaram as menores porcentagens de emergência, fato que pode estar relacionado à exposição prolongada à pré-embebição das sementes. Isso ocorre por que durante a hidratação (principalmente, em sementes com teor de água inferior a 11%), há necessidade do reparo dos componentes celulares naturalmente danificados com a desidratação, durante a maturação da semente (MARCOS FILHO, 2005).

**Tabela 5** – Médias das porcentagens de emergência (PE) de sementes de alface crespa cv. Vera embebidas em diferentes soluções de fungicidas e reguladores vegetais aos 1, 3, 5 e 7 dias após a semeadura (DAS). UNESP/FCA, Botucatu, 2013.

	1 DAS	3 DAS	5 DAS	7 DAS
<b>T1-Testemunha</b>	9,0bc	91,0abcd	96,5a	96,5a
<b>T2-Boscalida</b>	26,0a	93,0abc	95,0a	98,5a
<b>T3-Piraclostrobina</b>	1,5de	95,0a	98,0a	98,0a
<b>T4-Mistura (IBA + GA<sub>3</sub> + Kt)</b>	4,3bc	88,0cd	87,5b	88,5b
<b>T5-Boscalida + Piraclostrobina</b>	5,0cde	97,0a	98,0a	98,0a
<b>T6-Boscalida + Mistura (IBA + GA<sub>3</sub> + Kt)</b>	12,0b	47,5ab	96,5a	96,5a
<b>T7-Piraclostrobina + Mistura (IBA + GA<sub>3</sub> + Kt)</b>	8,0bcd	88,0bcd	88,0b	88,0b
<b>T8-Boscalida+Piraclostrobina+ Mistura (IBA + GA<sub>3</sub> + Kt)</b>	0,0e	82,0c	85,0b	85,0b
DMS	2,70	3,73	2,13	2,19
CV (%)	25,66	3,50	1,97	2,00

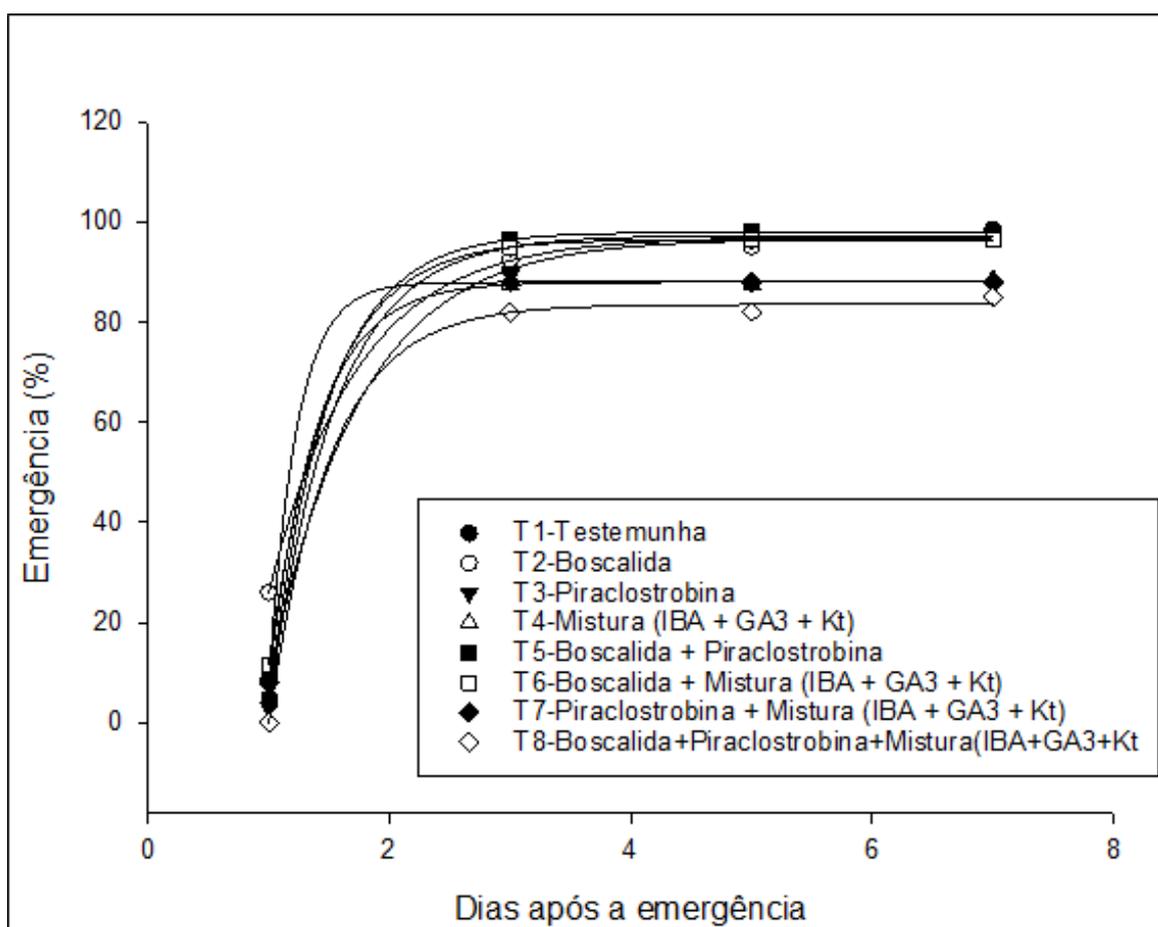


Figura 1 – Médias da porcentagem de emergência de sementes de alface crespa cv. Vera embebidas em diferentes soluções de fungicidas e reguladores vegetais aos 1, 3, 5 e 7 dias após a semeadura (DAS). UNESP/FCA, Botucatu, 2013.

**Tabela 6** – Equações das médias da porcentagem de emergência obtidas através da análise de regressão.

	Equações de regressão	R <sup>2</sup>
<b>T1-Testemunha</b>	$y = -236,2787 + 332,9980 * (1 - \exp(-1,3283 * x))$	1,0000
<b>T2-Boscalida</b>	$y = -178,2906 + 275,3083 * (1 - \exp(-1,3531 * x))$	0,9986
<b>T3-Piraclostrobina</b>	$y = -502,2946 + 599,5916 * (1 - \exp(-1,8498 * x))$	0,9998
<b>T4-Mistura (IBA + GA<sub>3</sub> + Kt)</b>	$y = -903,4737 + 991,4785 * (1 - \exp(-2,5234 * x))$	0,9999
<b>T5-Boscalida + Piraclostrobina</b>	$y = -637,4315 + 735,4437 * (1 - \exp(-2,0624 * x))$	1,0000
<b>T6-Boscalida + Mistura (IBA + GA<sub>3</sub> + Kt)</b>	$y = -637,4315 + 735,4437 * (1 - \exp(-2,0624 * x))$	1,0000
<b>T7-Piraclostrobina + Mistura (IBA + GA<sub>3</sub> + Kt)</b>	$y = -6097,9505 + 6185,9549 * (1 - \exp(-4,3480 * x))$	1,0000
<b>T8-Boscalida+Piraclostrobina+ Mistura (IBA + GA<sub>3</sub> + Kt)</b>	$y = -520,1615 + 603,7051 * (1 - \exp(-1,9777 * x))$	0,9991

Os tratamentos com reguladores vegetais (T4), apesar de conterem reguladores do grupo das citocininas (cinetina) e giberelinas (GA<sub>3</sub> - ácido giberélico), que apresentam efeitos comprovados na germinação de sementes, estes apresentaram valores menores para análise de emergência e índice de velocidade de emergência (Tabela 6), isto possivelmente, pode ter ocorrido pela quantidade de produto utilizado no tratamento que pode ter sido fitotóxico. Vieira e Santos (2005) comprovaram em estudo com doses da mistura de reguladores vegetais (auxina + giberelina + citocinina) em sementes de algodão, que doses elevadas dessa mistura provocaram efeitos prejudiciais na emergência das sementes, provavelmente, devido há algum desequilíbrio hormonal durante os processos metabólicos da germinação.

**Tabela 7** - Índice de velocidade de emergência (IVE) em sementes de alface crespa cv. Vera embebidas em diferentes soluções de fungicidas e reguladores vegetais aos 7 dias após a semeadura. UNESP/FCA, Botucatu 2013.

	IVE
<b>T1-Testemunha</b>	35,88bc
<b>T2-Boscalida</b>	44,95a
<b>T3-Piraclostrobina</b>	33,98c
<b>T4-Mistura (IBA + GA<sub>3</sub> + Kt)</b>	33,90c
<b>T5-Boscalida + Piraclostrobina</b>	35,13c
<b>T6-Boscalida + Mistura (IBA + GA<sub>3</sub> + Kt)</b>	38,13b
<b>T7-Piraclostrobina + Mistura (IBA + GA<sub>3</sub> + Kt)</b>	33,75c
<b>T8-Boscalida+Piraclostrobina+ Mistura (IBA + GA<sub>3</sub> + Kt)</b>	27,94d
DMS	2,60
CV (%)	3,14

\* Médias na coluna, seguidas de mesma letra, não diferem significativamente entre si pelo teste Tukey a 5% de probabilidade.

Os tratamentos com boscalida, apresentaram maiores valores do índice de velocidade de emergência. Esta rápida emergência favorece o estabelecimento da cultura, reduzindo os riscos, uma vez que as etapas de germinação e emergência das mudas podem ser afetadas por micro-organismos e condições ambientais adversas (MENEZES *et al.*, 2006).

**Tabela 8** - Massa seca da parte aérea (Mspa), massa seca de raízes (Msr), crescimento do sistema radicular (Cr), crescimento da parte aérea (Cpa), relação parte aérea/raiz (Rpa/r) e índice de área foliar (Iaf) em mudas de alface crespa cv. Vera embebidas em diferentes soluções de fungicidas e reguladores vegetais aos 30 dias após a semeadura. UNESP/FCA, Botucatu. 2013.

	Mspa	Msr	Cpa	Cr	Rpa/r	Iaf
<b>T1-Testemunha</b>	0,26ab	0,12c	6,83	3,50	1,88	17,85ab
<b>T2-Boscalida</b>	0,30ab	0,19ab	6,64	3,83	1,72	20,09ab
<b>T3-Piraclostrobina</b>	0,27ab	0,18ab	6,29	3,71	1,68	18,13ab
<b>T4-Mistura (IBA + GA<sub>3</sub> + Kt)</b>	0,33a	0,22a	6,27	3,83	1,63	13,93b
<b>T5-Boscalida + Piraclostrobina</b>	0,27ab	0,16bc	6,50	3,75	1,69	19,01ab
<b>T6-Boscalida + Mistura (IBA + GA<sub>3</sub> + Kt)</b>	0,20b	0,19bc	6,35	3,50	1,80	26,12a
<b>T7-Piraclostrobina + Mistura (IBA + GA<sub>3</sub> + Kt)</b>	0,33a	0,15bc	7,33	4,20	1,78	20,15ab
<b>T8-Boscalida+Piraclostrobina+ Mistura (IBA + GA<sub>3</sub> + Kt)</b>	0,34a	0,19ab	7,14	3,80	1,87	24,32a
DMS	0,1	0,05	1,63	1,1	0,61	9,27
CV (%)	15,26	13,64	10,96	12,38	14,99	19,85

Médias na coluna, seguidas de mesma letra, não diferem significativamente entre si pelo teste Tukey a 5% de probabilidade.

Nos tratamentos com a mistura de reguladores vegetais (RV) isoladamente, RV + piraclostrobina e RV + boscalida + piraclostrobina as plantas de alface apresentaram a maior massa seca de parte aérea e o tratamento com RV isoladamente a maior massa seca de raiz (Tabela 8). Para o IAF, os tratamentos com RV + boscalida e RV + boscalida + piraclostrobina foram àqueles que apresentaram os maiores valores. Em ensaio realizado com a mistura de auxina + giberelina + citocinina na cultura de algodoeiro, Vieira e Castro (2002) observaram incremento do crescimento e desenvolvimento do algodoeiro pelo efeito desses reguladores vegetais na promoção da divisão celular, que pode também favorecer a absorção de água e nutrientes pelas plantas. As auxinas, giberelinas e citocininas são grupos hormonais que promovem tanto o alongamento como a divisão celular, o que é evidenciado pelo aumento do comprimento da célula e do número de células (TAIZ, ZEIGER, 2013).

A aplicação de boscalida e piraclostrobina nas sementes de alface apresentou ação bioativadora sobre o crescimento, vigor e desenvolvimento das plântulas, fato demonstrado pelos valores das análises biométricas (Tabela 8). Esses resultados estão de acordo com Dal Molin *et al.* (2011) que relataram que a aplicação de boscalida e piraclostrobina em sementes de cebola, aumentou o índice de área foliar, altura da plântula e massa seca.

As análises de massa seca da parte aérea e da raiz apresentaram valores maiores no tratamento com a mistura de reguladores vegetais (Tratamento 4), apesar de não haver diferença estatística entre os demais tratamentos, esse fato contrastou com o resultado obtido na análise de área foliar, onde o tratamento com essa mistura demonstrou menor área, e os tratamentos com boscalida (T2, T5, T6 e T8) os maiores valores médios, esse fato possivelmente pode ter ocorrido pela ação do boscalida na eficiência do uso da água, deixando as folhas mais túrgidas, quando comparado com os demais tratamentos.

**Tabela 9** - Atividade da enzima superóxido dismutase (SOD, U mg<sup>-1</sup> de proteína) em mudas de alface cv. Vera embebidas em diferentes soluções de fungicidas e reguladores vegetais aos 7 e 30 dias após a semeadura. UNESP/FCA, Botucatu. 2013.

<b>Tratamentos</b>	<b>7 DAS</b>	<b>30 DAS</b>
<b>T1-Testemunha</b>	964,5 e	2647,1
<b>T2-Boscalida</b>	1517,2 d	2760,0
<b>T3-Piraclostrobina</b>	1592,8 d	2001,3
<b>T4-Mistura (IBA + GA<sub>3</sub> + Kt)</b>	1998,6 b	1980,6
<b>T5-Boscalida + Piraclostrobina</b>	1710,3 c	1922,5
<b>T6-Boscalida + Mistura (IBA + GA<sub>3</sub> + Kt)</b>	1725,8 c	1808,6
<b>T7-Piraclostrobina + Mistura (IBA + GA<sub>3</sub> + Kt)</b>	2127,2 a	2060,4
<b>T8-Boscalida+Piraclostrobina+ Mistura (IBA + GA<sub>3</sub> + Kt)</b>	857,6 f	1831,3
DMS	90,78	20,88
CV (%)	2,48	20,88

Médias na coluna, seguidas de mesma letra, não diferem entre si, pelo teste de Tukey (5% probabilidade).

**Tabela 10** - Atividade da enzima catalase (CAT,  $\mu\text{Kat } \mu\text{g}^{-1}$  de proteína) em mudas de alface cv. Vera embebidas em diferentes soluções de fungicidas e reguladores vegetais aos 7 e 30 dias após a semeadura. UNESP/FCA, Botucatu. 2013.

<b>Tratamentos</b>	<b>7 DAS</b>	<b>30 DAS</b>
<b>T1-Testemunha</b>	9,3 e	19,2 a
<b>T2-Boscalida</b>	14,1 b	16,6 ab
<b>T3-Piraclostrobina</b>	6,2 f	8,3 b
<b>T4-Mistura (IBA + GA<sub>3</sub> + Kt)</b>	14,6 b	12,4 ab
<b>T5-Boscalida + Piraclostrobina</b>	11,6 d	12,8 ab
<b>T6-Boscalida + Mistura (IBA + GA<sub>3</sub> + Kt)</b>	12,7 c	8,1 b
<b>T7-Piraclostrobina + Mistura (IBA + GA<sub>3</sub> + Kt)</b>	19,5 a	9,8 ab
<b>T8-Boscalida+Piraclostrobina+ Mistura (IBA + GA<sub>3</sub> + Kt)</b>	6,2 f	8,7 b
DMS	0,92	10,09
CV (%)	3,36	36,01

Médias na coluna, seguidas de mesma letra, não diferem entre si, pelo teste de Tukey (5% probabilidade).

**Tabela 11** - Atividade da enzima peroxidase (POD,  $\mu\text{mol de purpurogalina min}^{-1} \text{mg}^{-1}$  de proteína) em mudas de alface cv. Vera embebidas em diferentes soluções de fungicidas e reguladores vegetais aos 7 e 30 dias após a semeadura. UNESP/FCA, Botucatu. 2013.

<b>Tratamentos</b>	<b>7 DAS</b>	<b>30 DAS</b>
<b>T1-Testemunha</b>	16,7 ab	16,7
<b>T2-Boscalida</b>	11,6 bcd	11,7
<b>T3-Piraclostrobina</b>	10,7 cd	15,8
<b>T4-Mistura (IBA + GA<sub>3</sub> + Kt)</b>	14,2 abc	13,9
<b>T5-Boscalida + Piraclostrobina</b>	13,3 abc	14,9
<b>T6-Boscalida + Mistura (IBA + GA<sub>3</sub> + Kt)</b>	15,7 abc	16,9
<b>T7-Piraclostrobina + Mistura (IBA + GA<sub>3</sub> + Kt)</b>	7,4 d	14,7
<b>T8-Boscalida+Piraclostrobina+ Mistura (IBA + GA<sub>3</sub> + Kt)</b>	18,2 a	15,2
DMS	5,25	12,98
CV (%)	16,66	36,69

Médias na coluna, seguidas de mesma letra, não diferem entre si, pelo teste de Tukey (5% probabilidade).

A aplicação da mistura de reguladores vegetais com fungicidas influenciou o sistema antioxidativo enzimático constatado na primeira avaliação (7 DAS), pois a atividade das enzimas antioxidativas, superóxido dismutase (SOD), catalase (CAT) e peroxidase (POD), foram maiores nos tratamentos com a mistura de piraclostrobina + RV, boscalida + piraclostrobina + RV e piraclostrobina + RV, respectivamente (Tabela 9, 10 e 11), agindo na proteção contra o estresse, possivelmente, causado pelo desenvolvimento das mudas de alface.

Na segunda avaliação aos 30 DAS, apenas a a atividade da catalase nos tratamentos com fungicidas e reguladores vegetais foi menor que na testemunha, provavelmente, por esses tratamentos aumentarem a atividade dessas enzimas reduzindo o estresse oxidativo, logo após a germinação das sementes, aos 7 DAS. Esses resultados mostram que o efeito desses tratamentos com fungicidas e reguladores vegetais atuaram aos 7 DAS e que foram mais efetivos aos 30 DAS.

## 5.2. Experimento 2 – Efeitos fisiológicos de reguladores vegetais, piraclostrobina e boscalida no desenvolvimento e produção de plantas de alface cv. ‘Vera’

Aos 2 e 7 DAT plantas de alface tratadas com piraclostrobina + mistura (IBA + GA<sub>3</sub> + Kt) e boscalida + piraclostrobina + mistura (IBA + GA<sub>3</sub> + Kt) apresentaram os maiores valores de índice SPAD (Tabela 12), possivelmente apresentando maiores teores de clorofila, o que poderia refletir num aumento da eficiência das variáveis de trocas gasosas, o que não foi observado neste trabalho. Aos 4 DAT o tratamento com boscalida isolado foi aquele que apresentou o maior índice SPAD. Grossmann & Retzlaff (1997) em um experimento de trigo, provou que as estrobilurinas inibem a síntese de etileno através da redução da atividade da ácido-1-aminociclopropano 1-carboxílico-sintase (ACC), enzima chave na síntese de etileno. O etileno é um hormônio que está envolvido na degradação da clorofila (TAIZ; ZEIGER, 2013) e a redução na atividade do etileno pode atrasar a degradação da clorofila, prolongar a atividade fotossintética e a manutenção do sistema antioxidativo (GROSSMANN & RETZLAFF, 1999). Os dados da tabela 12 concordam com Dunne (2005), no qual as estrobilurinas melhoraram o metabolismo do nitrogênio e inibiram a síntese do etileno, além de retardar o amarelecimento das folhas pela degradação da clorofila, atrasando a senescência.

**Tabela 12** - Índice SPAD em folhas de plantas de alface cv. Vera tratadas com fungicidas e reguladores vegetais aos 2, 4 e 7 dias após o tratamento. UNESP/FCA, Botucatu. 2013.

	2 DAA*	4 DAA*	7 DAA*
<b>T1-Testemunha</b>	9,1b	11,4bc	11,1bc
<b>T2-Boscalida</b>	10,5ab	13,3a	12,2abc
<b>T3-Piraclostrobina</b>	9,7ab	9,6d	11,0bc
<b>T4-Mistura (IBA + GA<sub>3</sub> + Kt)</b>	10,3ab	12,9ab	11,2abc
<b>T5-Boscalida + Piraclostrobina</b>	9,6ab	12,5ab	12,4ab
<b>T6-Boscalida + Mistura (IBA + GA<sub>3</sub> + Kt)</b>	11,3ab	12,4ab	12,1abc
<b>T7-Piraclostrobina + Mistura (IBA + GA<sub>3</sub> + Kt)</b>	12,6a	12,2ab	12,7a
<b>T8-Boscalida+Piraclostrobina+ Mistura (IBA + GA<sub>3</sub> + Kt)</b>	12,3a	10,0cd	10,7c
DMS	3,08	1,62	1,52
CV (%)	12,36	5,89	5,56

Médias na coluna, seguidas de mesma letra, não diferem entre si, pelo teste de Tukey (5% probabilidade).

A aplicação da mistura de piraclostrobina + RV (Tabela 13) apresentaram alta atividade da enzima SOD aos 2 DAT. Aos 4 DAT todos os tratamentos com fungicidas e reguladores vegetais apresentaram valores menores que a testemunha, esse fato pode ter sido ocasionado pelo efeito dos produtos aplicados, que diminuíram a ação das enzimas antioxidantes. Já aos 7 e 14 DAT não houve efeito dos tratamentos no aumento da atividade dessa enzima.

**Tabela 13** - Atividade da enzima superóxido dismutase (SOD, U mg<sup>-1</sup> de proteína), em mudas de alface cv. Vera tratadas com soluções de fungicidas e reguladores vegetais aos 2, 4, 7 e 14 dias após o tratamento. UNESP/FCA, Botucatu. 2013.

	2 DAT	4 DAT	7 DAT	14 DAT
<b>T1-Testemunha</b>	1297,94c	2353,92a	1428,90	1525,55
<b>T2-Boscalida</b>	1370,98bc	2120,70ab	1183,43	1526,54
<b>T3-Piraclostrobina</b>	1312,24c	1514,56abc	1572,62	1072,66
<b>T4-Mistura (IBA + GA<sub>3</sub> + Kt)</b>	1186,67c	1735,94abc	1422,86	1280,75
<b>T5-Boscalida + Piraclostrobina</b>	1066,59c	1418,16bc	1794,52	2260,74
<b>T6-Boscalida + Mistura (IBA + GA<sub>3</sub> + Kt)</b>	1183,12c	1286,58bc	1352,35	1352,68
<b>T7-Piraclostrobina + Mistura (IBA + GA<sub>3</sub> + Kt)</b>	2157,73a	1183,88c	1487,87	1142,81
<b>T8-Boscalida+Piraclostrobina+ Mistura (IBA + GA<sub>3</sub> + Kt)</b>	2138,29ab	1015,83c	1327,22	1489,95
DMS	779,16	851,27	975,43	1890,79
CV (%)	22,72	23,02	28,79	55,42

Médias na coluna, seguidas de mesma letra, não diferem entre si, pelo teste de Tukey (5% probabilidade).

Para a atividade da enzima catalase (CAT) (Tabela 14) houve efeito dos tratamentos aos 14 DAT, apresentando o tratamento com a mistura de piraclostrobina + RV e boscalida + piraclostrobina + RV a maior atividade nas 4 avaliações realizadas. Além disso, aos 2 DAT o tratamento com a mistura de boscalida e RV também apresentou alta atividade da CAT e aos 4 DAT, o tratamento com piraclostrobina isolada. Assim, o aumento da atividade dessas enzimas antioxidativas pelos tratamentos com fungicidas e reguladores vegetais mostra que as plantas de alface utilizaram todas as rotas de eliminação de espécies reativas de oxigênio (EROs), provenientes do estresse causado pelo transplante das mudas. Segundo Macedo (2012) a enzima SOD é a primeira na linha de defesa contra o estresse, produzindo substrato para a ação da CAT conseguindo assim, controlar o estresse das plantas, portanto, a aplicação da mistura de piraclostrobina, boscalida e reguladores vegetais funciona como um ativador do sistema antioxidativo, controlando os níveis de estresse oxidativo da planta, refletindo na maior taxa fotossintética e produção de frutos (AMARO, 2011).

**Tabela 14** - Atividade da enzima catalase (CAT,  $\mu\text{Kat } \mu\text{g}^{-1}$  de proteína) em mudas de alface cv. Vera tratadas com soluções de fungicidas e reguladores vegetais aos 2, 4, 7 e 14 dias após o tratamento. UNESP/FCA, Botucatu. 2013.

	2			
	DAT	4 DAT	7 DAT	14 DAT
<b>T1-Testemunha</b>	2,34e	0,33d	0,50c	0,68abc
<b>T2-Boscalida</b>	3,33d	3,04a	0,73b	0,64bc
<b>T3-Piraclostrobina</b>	7,24b	1,56c	0,86b	0,41cd
<b>T4-Mistura (IBA + GA<sub>3</sub> + Kt)</b>	1,38f	2,15b	0,46c	0,60bc
<b>T5-Boscalida + Piraclostrobina</b>	8,63a	3,09a	1,31a	0,96a
<b>T6-Boscalida + Mistura (IBA + GA<sub>3</sub> + Kt)</b>	8,54a	1,40c	0,81b	0,75ab
<b>T7-Piraclostrobina + Mistura (IBA + GA<sub>3</sub> + Kt)</b>	2,63e	1,49c	0,83b	0,71ab
<b>T8-Boscalida+Piraclostrobina+ Mistura (IBA + GA<sub>3</sub> + Kt)</b>	4,76c	2,28b	0,47c	0,27d
DMS	0,59	0,40	0,16	0,30
CV (%)	5,18	8,99	9,34	20,51

Médias na coluna, seguidas de mesma letra, não diferem entre si, pelo teste de Tukey (5% probabilidade).

**Tabela 15** - Atividade da enzima peroxidase (POD,  $\mu\text{mol}$  de purpurogalina  $\text{min}^{-1} \text{mg}^{-1}$  de proteína) em mudas de alface cv. Vera tratadas com soluções de fungicidas e reguladores vegetais aos 2, 4, 7 e 14 dias após o tratamento. UNESP/FCA, Botucatu. 2013.

	2 DAT	4 DAT	7 DAT	14 DAT
<b>T1-Testemunha</b>	9,83bc	13,88ab	11,92b	7,62cd
<b>T2-Boscalida</b>	8,84bc	16,65a	11,93b	11,21ab
<b>T3-Piraclostrobina</b>	10,20bc	9,38b	9,55bc	9,65bc
<b>T4-Mistura (IBA + GA<sub>3</sub> + Kt)</b>	9,00bc	11,53ab	15,38a	7,50cd
<b>T5-Boscalida + Piraclostrobina</b>	8,28c	11,43ab	10,73b	12,41a
<b>T6-Boscalida + Mistura (IBA + GA<sub>3</sub> + Kt)</b>	11,19ab	13,27ab	7,91c	7,12d
<b>T7-Piraclostrobina + Mistura (IBA + GA<sub>3</sub> + Kt)</b>	10,29bc	17,35a	10,37bc	8,63cd
<b>T8-Boscalida+Piraclostrobina+ Mistura (IBA + GA<sub>3</sub> + Kt)</b>	13,24a	12,38ab	9,31bc	7,85cd
DMS	2,81	5,94	2,65	2,20
CV (%)	11,88	19,19	10,39	10,44

Médias na coluna, seguidas de mesma letra, não diferem entre si, pelo teste de Tukey (5% probabilidade).

Pode-se observar ainda que, nas últimas avaliações ocorreu redução nos valores das atividades das enzimas analisadas (Tabelas 13, 14 e 15), mostrando decréscimo no estresse oxidativo das plantas de alface, possivelmente esse fato indica uma

aceleração do desenvolvimento das plantas que refletiu na maior produção final das plantas de alface.

A mistura de reguladores vegetais e a mistura de boscalida e piraclostrobina apresentaram maior taxa de assimilação de CO<sub>2</sub> (Tabela 16) aos 4 DAT. Pode-se verificar que esse aumento na taxa de assimilação de CO<sub>2</sub> promovido pela utilização de reguladores vegetais refletiu no maior acúmulo de massa seca de folhas, principalmente, quando estes foram aplicados em conjunto com a piraclostrobina e, também, no maior acúmulo de massa seca de raiz (Tabela 21).

**Tabela 16** - Taxa de assimilação de CO<sub>2</sub> ( $A$ ,  $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ ) das plantas de alface cv. Vera com aplicação de fungicidas e reguladores vegetais aos 2, 4 e 7 dias após o tratamento. UNESP/FCA, Botucatu. 2013.

	2 DAT	4 DAT	7 DAT
<b>T1-Testemunha</b>	9,77	7,49ab	9,1a
<b>T2-Boscalida</b>	12,13	8,24ab	9,5a
<b>T3-Piraclostrobina</b>	11,60	8,34ab	7,72
<b>T4-Mistura (IBA + GA<sub>3</sub> + Kt)</b>	11,51	10,87a	11,17
<b>T5-Boscalida + Piraclostrobina</b>	12,51	5,38b	11,99
<b>T6-Boscalida + Mistura (IBA + GA<sub>3</sub> + Kt)</b>	13,90	9,01ab	12,48
<b>T7-Piraclostrobina + Mistura (IBA + GA<sub>3</sub> + Kt)</b>	10,44	7,61ab	11,07
<b>T8-Boscalida+Piraclostrobina+ Mistura (IBA + GA<sub>3</sub> + Kt)</b>	12,26	7,74ab	12,40
DMS	8,45	5,11	6,38
CV(%)	30,68	27,01	25,52

Médias nas colunas, seguidas de mesma letra, não diferem significativamente entre si, pelo teste Tukey a 5% de probabilidade.

O tratamento com o fungicida boscalida também apresentou o maior valor para condutância estomática aos 4 DAT, levando à maior transpiração (Tabela 17), mas sem ter incremento na taxa fotossintética.

**Tabela 17** - Condutância estomática ( $g_s$ , mol m<sup>-2</sup> s<sup>-1</sup>) das plantas de alface cv. Vera com aplicação de fungicidas e reguladores vegetais aos 2, 4 e dias após o tratamento. UNESP/FCA, Botucatu. 2013.

	2 DAT	4 DAT	7 DAT
<b>T1-Testemunha</b>	0,18	0,18ab	0,20
<b>T2-Boscalida</b>	0,19	0,22a	0,27
<b>T3-Piraclostrobina</b>	0,21	0,19ab	0,21
<b>T4-Mistura (IBA + GA<sub>3</sub> + Kt)</b>	0,15	0,20ab	0,23
<b>T5-Boscalida + Piraclostrobina</b>	0,19	0,19ab	0,22
<b>T6-Boscalida + Mistura (IBA + GA<sub>3</sub> + Kt)</b>	0,25	0,15b	0,29
<b>T7-Piraclostrobina + Mistura (IBA + GA<sub>3</sub> + Kt)</b>	0,11	0,17ab	0,22
<b>T8-Boscalida+Piraclostrobina+ Mistura (IBA + GA<sub>3</sub> + Kt)</b>	0,18	0,17ab	0,28
DMS	0,15	0,05	0,13
CV(%)	36,44	13,85	23,75

Médias nas colunas, seguidas de mesma letra, não diferem significativamente entre si, pelo teste Tukey a 5% de probabilidade.

O tratamento com a mistura de reguladores vegetais aos 4 DAT também apresentou a maior eficiência de carboxilação (Tabela 21) e o mesmo tratamento foi aquele que apresentou a maior taxa de assimilação de CO<sub>2</sub> (Tabela 16) e maior acúmulo de matéria seca nas folhas (Tabela 22), ou seja, a maior produção de fotoassimilados foi revertido numa maior produção de biomassa, gerando uma maior produção de alface.

Não houve efeito significativo dos tratamentos sobre a concentração interna de CO<sub>2</sub> e sobre a eficiência do uso de água.

**Tabela 18** – Médias da concentração interna de CO<sub>2</sub> na folha ( $C_i$ ,  $\mu\text{mol mol}^{-1}$ ) das plantas de alface cv. Vera com aplicação de fungicidas e reguladores vegetais aos 2, 4 e dias após o tratamento. UNESP/FCA, Botucatu. 2013.

	2 DAT	4 DAT	7 DAT
<b>T1-Testemunha</b>	229	286	275
<b>T2-Boscalida</b>	214	282	298
<b>T3-Piraclostrobina</b>	259	288	301
<b>T4-Mistura (IBA + GA<sub>3</sub> + Kt)</b>	208	220	279
<b>T5-Boscalida + Piraclostrobina</b>	232	306	272
<b>T6-Boscalida + Mistura (IBA + GA<sub>3</sub> + Kt)</b>	245	264	282
<b>T7-Piraclostrobina + Mistura (IBA + GA<sub>3</sub> + Kt)</b>	220	281	262
<b>T8-Boscalida+Piraclostrobina+ Mistura (IBA + GA<sub>3</sub> + Kt)</b>	236	281	279
DMS	100,71	97,76	58,18
CV(%)	18,65	15,13	8,84

Médias nas colunas, seguidas de mesma letra, não diferem significativamente entre si, pelo teste Tukey a 5% de probabilidade.

**Tabela 19** - Taxa de transpiração ( $E$ ,  $\text{mmol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ ) das plantas de alface cv. Vera com aplicação de fungicidas e reguladores vegetais aos 2, 4 e 7 dias após o tratamento. UNESP/FCA, Botucatu. 2013.

	2 DAT	4 DAT	7 DAT
<b>T1-Testemunha</b>	5,18ab	5,18ab	5,24
<b>T2-Boscalida</b>	5,37ab	5,98a	6,90
<b>T3-Piraclostrobina</b>	6,38ab	4,82ab	5,09
<b>T4-Mistura (IBA + GA<sub>3</sub> + Kt)</b>	5,04ab	5,01ab	5,81
<b>T5-Boscalida + Piraclostrobina</b>	6,26ab	5,05ab	5,87
<b>T6-Boscalida + Mistura (IBA + GA<sub>3</sub> + Kt)</b>	8,00a	4,69b	6,58
<b>T7-Piraclostrobina + Mistura (IBA + GA<sub>3</sub> + Kt)</b>	4,30b	5,73ab	6,52
<b>T8-Boscalida+Piraclostrobina+ Mistura (IBA + GA<sub>3</sub> + Kt)</b>	5,80ab	5,49ab	7,57
DMS	3,36	2,02	3,15
CV(%)	22,84	15,52	21,75

Médias nas colunas, seguidas de mesma letra, não diferem significativamente entre si, pelo teste Tukey a 5% de probabilidade.

**Tabela 20** - Eficiência do uso da água ( $A/E$ ,  $\mu\text{molCO}_2 (\text{mmol H}_2\text{O})^{-1}$ ) das plantas de alface cv. Vera com aplicação de fungicidas e reguladores vegetais aos 2, 4 e 7 dias após o tratamento. UNESP/FCA, Botucatu. 2013.

	2 DAT	4 DAT	7 DAT
<b>T1-Testemunha</b>	2,21a	1,67a	1,73a
<b>T2-Boscalida</b>	2,30a	1,57a	1,37a
<b>T3-Piraclostrobina</b>	1,87a	1,67a	1,51a
<b>T4-Mistura (IBA + GA<sub>3</sub> + Kt)</b>	2,55a	3,02a	1,92
<b>T5-Boscalida + Piraclostrobina</b>	2,07a	1,10a	2,07a
<b>T6-Boscalida + Mistura (IBA + GA<sub>3</sub> + Kt)</b>	1,80a	1,98a	1,99a
<b>T7-Piraclostrobina + Mistura (IBA + GA<sub>3</sub> + Kt)</b>	2,63a	1,33a	1,76a
<b>T8-Boscalida+Piraclostrobina+ Mistura (IBA + GA<sub>3</sub> + Kt)</b>	2,29a	1,43a	1,63a
DMS	1,66	1,01	0,92
CV(%)	30,91	28,46	22,68

Médias nas colunas, seguidas de mesma letra, não diferem significativamente entre si, pelo teste Tukey a 5% de probabilidade.

**Tabela 21** - Eficiência de carboxilação (*A/Ci*) das plantas de alface cv. Vera com aplicação de fungicidas e reguladores vegetais aos 2, 4 e 7 dias após o tratamento. UNESP/FCA, Botucatu. 2013.

	2 DAT	4 DAT	7 DAT
<b>T1-Testemunha</b>	0,040a	0,018b	0,034a
<b>T2-Boscalida</b>	0,043a	0,030ab	0,033a
<b>T3-Piraclostrobina</b>	0,045a	0,037ab	0,026a
<b>T4-Mistura (IBA + GA<sub>3</sub> + Kt)</b>	0,042a	0,044a	0,041a
<b>T5-Boscalida + Piraclostrobina</b>	0,056a	0,018b	0,045a
<b>T6-Boscalida + Mistura (IBA + GA<sub>3</sub> + Kt)</b>	0,049a	0,033ab	0,044a
<b>T7-Piraclostrobina + Mistura (IBA + GA<sub>3</sub> + Kt)</b>	0,041a	0,028ab	0,042a
<b>T8-Boscalida+Piraclostrobina+ Mistura (IBA + GA<sub>3</sub> + Kt)</b>	0,061a	0,029ab	0,046a
DMS	0,03	0,02	0,02
CV(%)	29,73	32,49	32,49

Médias nas colunas, seguidas de mesma letra, não diferem significativamente entre si, pelo teste Tukey a 5% de probabilidade.

Como pode ser observado na Tabela 12 o tratamento com piraclostrobina foi aquele que apresentou a maior produção de alface, 30,0 t/ha, aumento de 100% em comparação à testemunha.

**Tabela 22** – Massa fresca da parte aérea (Mfa - g), diâmetro do caule (Dia. - cm), número de folhas por planta (NF), índice de área foliar (IAF – cm<sup>3</sup>), massa seca das folhas (Msf - g), massa seca do sistema radicular (MsR - g) e produtividade (Prod. – t/ha) das plantas de alface cv. Vera aos 30 dias após o tratamento de fungicidas e reguladores vegetais. UNESP/FCA, Botucatu. 2013.

	MF	Dia.	NF	AF	Mspa	MSr	Prod.
<b>T1-Testemunha</b>	88,7	21,2	26	1964	10,46ab	1,70ab	12,5c
<b>T2-Boscalida</b>	158,6	24,6	32	3312	12,02ab	1,86ab	21,5a
<b>T3-Piraclostrobina</b>	150,2	31,1	38	3210	9,78ab	1,76ab	24,0a
<b>T4-Mistura (IBA + GA<sub>3</sub> + Kt)</b>	141,6	23,5	30	2935	13,06a	2,23a	14,1bc
<b>T5-Boscalida + Piraclostrobina</b>	162,8	22,4	29	4262	10,60ab	1,61ab	19,7ab
<b>T6-Boscalida + Mistura (IBA + GA<sub>3</sub> + Kt)</b>	161,2	25,4	32	3650	8,21b	1,49b	20,6a
<b>T7-Piraclostrobina + Mistura (IBA + GA<sub>3</sub> + Kt)</b>	163,5	23,0	30	4169	13,22a	1,83ab	21,0a
<b>T8-Boscalida+Piraclostrobina+ Mistura (IBA + GA<sub>3</sub> + Kt)</b>	154,2	23,0	31	4246	13,52a	1,85ab	20,4a
DMS	129,14	14,98	16,15	2129,16	4,14	0,63	13,71
CV(%)	39,74	26,97	23,58	42,8	15,56	15,04	13,76

Médias nas colunas, seguidas de mesma letra, não diferem significativamente entre si, pelo teste Tukey a 5% de probabilidade.

A aplicação da mistura de reguladores vegetais influenciou positivamente nas características produtivas avaliadas, uma vez que apresentaram maior

massa seca de folhas e raiz, que não refletiu numa maior produção por hectare (Tabela 21). Os reguladores vegetais presentes na mistura, como a auxina e a giberelina, influenciam no alongamento celular e na divisão celular (TAIZ; ZEIGER, 2013), fato representado pelos altos valores de área foliar, massa seca da raiz e massa seca da parte aérea.

Os tratamentos com os fungicidas, piraclostrobina e boscalida, sejam isolados ou em mistura, apresentaram valores de produção elevados quando comparados à testemunha. Esse fato ocorreu, possivelmente, em função das altas taxas de assimilação de CO<sub>2</sub>, disponibilizando mais fotoassimilados, reduzindo o estresse oxidativo pelo aumento da atividade das enzimas antioxidativas. Esses resultados também foram encontrados na produção de pepino japonês enxertado e tratados com boscalida (AMARO, 2011) e na produção de melão rendilhado, no qual os tratamentos com os fungicidas apresentaram melhores resultados de produção (MACEDO, 2012). Em experimento com trigo, Beck *et al.* (2002) também relataram que a aplicação de piraclostrobina, aumenta a atividade fotossintética e fluorescência da clorofila, além de retardar a senescência, resultando em maior produção. Esse fato ocorreu possivelmente em função das altas taxas de assimilação de CO<sub>2</sub>, disponibilizando mais fotoassimilados, alta atividade da nitrato redutase, fixando o nitrogênio utilizado na produção.

## **6. CONSIDERAÇÕES FINAIS**

Considerando os resultados obtidos e nas concentrações e condições utilizadas, a aplicação de reguladores vegetais, por embebição em sementes de alface pode causar fitotoxicidade.

A aplicação de boscalida aumenta a velocidade de emergência das sementes de alface.

Apesar de não haver diferenças estatísticas nas análises biométricas, entre os tratamentos com fungicidas e reguladores vegetais, a aplicação de boscalida apresentou valores médios maiores que os valores apresentados pela testemunha.

## **7. CONCLUSÃO**

Pelos resultados obtidos e nas condições deste trabalho pode-se concluir que a aplicação de boscalida em sementes de alface ‘Vera’ aumentou a velocidade de emergência, o vigor das plantas e reduziu o tempo para o desenvolvimento de mudas de alface em bandeja.

A aplicação de fungicidas, piraclostrobina e boscalida, aumentaram a produção final de alface.

## 8. BIBLIOGRAFIA

AMARO, A. C. E. **Efeitos fisiológicos de fungicidas no desenvolvimento de plantas de pepino japones enxertadas e não enxertadas em ambiente protegido.** Faculdade de Ciências Agrônômicas, Univerdidade Estadual Paulista. Botucatu, p. 86. 2011.

BARROSO, G. M. et al. **Sistemática de Angiospermas do Brasil.** Viçosa: Imprensa Universitária, Universidade Federal de Viçosa., v. 3, 1991. 237-314 p.

BARTLETT, D. W. et al. Understanding the strobilurin fungicides. **Pesticide Outlook**, v. 12, p. 143-148, 2001.

BEAUCHAMP, C.; FRIDOVICH, I. Superoxide dismutase: improved assays and applicable to acrylamide gels. **Analytical Biochemistry**, 44, 1971. 276-287.

BERRY, J. A.; DOWNTON, W. J. S. Photosynthetic response and adaptation to high temperature in desert plants. **Plant Physiology**, n. 75, p. 364-368, 1983.

BOR, M.; ÖZDEMİR, F.; TÜRKAN, I. he effect of salt stress on lipid peroxidation and antioxidants in leaves of sugar beet *Beta vulgaris* L. and wild beet *Beta maritima* L. **Plant Science**, 164, 2003. 74-77.

CALBO, A. G. Alface. **EMBRAPA**, 2012. Disponível em: <[http://www.cnph.embrapa.br/laborato/pos\\_colheita/alface.htm](http://www.cnph.embrapa.br/laborato/pos_colheita/alface.htm)>. Acesso em: 1 junho 2013.  
CARVALHO, J. E. et al. Cobertura morcot do solo no cultivo de alface Cv. Regina 2000, em Ji-Paraná/RO. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 29, n. 5, p. 935-939, 2005.

CASTRO, P. R. C. Revisão sobre hormônios vegetais. **ESALQ/USP**, 2008. Disponível em: <<http://pt.scribd.com/doc/3319812/Hormonios-Vegetais>>. Acesso em: 12 junho 2013.

CASTRO, P. R. C.; VIEIRA, E. L. **Aplicações de reguladores vegetais na agricultura tropical**. Guaíba: Livraria e Editora Agropecuária, 2001. 132 p.

CATANEO, A. C. et al. **Ação do inseticida Cruiser sobre a germinação do soja em condições de estresse**. CONGRESSO BRASILEIRO DE SOJA. Londrina: Embrapa Soja[. 2006. p. 90.

CHANCE, B.; MAEHLY, A. C. Assay of catalase and peroxidases. **Methods Enzymol**, v. 2, p. 764-755, 1955.

CHITARRA, M. I. F.; CHITARRA, A. B. **Pós-colheita de frutas e hortaliças: fisiologia e manuseio**. 2. ed. Lavras: UFLA, 2005. 785 p.

DAL MOLIN, H.; RODRIGUES, H. C. S.; MENEGHELO, G. E. **Efeito de fungicidas na qualidade de sementes e mudas de cebola**. Congresso de iniciação científica. [S.l.]: [s.n.]. 2011.

DAVIES, P. J. **Plant Hormones: Biosynthesis, Signal Transduction, Action!** 3. ed. [S.l.]: Kluwer Academic Publishers, v. 14, 2004.

FAGAN, E. B. **A cultura da soja: modelo de crescimento e aplicação de estrobilurina.** Escola Superior de Agronomia ESALQ/USP. Piracicaba, p. 84. 2007.

FILGUEIRA, F. A. R. **Novo manual de olericultura: agrotecnologia moderna na produção e comercialização de hortaliças.** Viçosa: UFV, 2003. 402 p.

GHINI, R.; KIMATI, H. **Resistência de fungos a fungicidas.** Jaguariúna: EMBRAPA Meio Ambiente, 2002. 78 p.

GOTO, R.; TIVELLI, S. W. **Produção de hortaliças em ambiente protegido: Condições Subtropicais.** São Paulo: Fundação Editora da UNESP, 1998. 319 p.

GROSSMANN, K.; KWIATKOWSKI, J.; CARPAR, G. Regulation of phytohormone levels, leaf senescence and transpiration by the strobilurin kresoxim-methyl in wheat (*Triticum aestivum*). **Journal of Plant Physiology**, Stuttgart, v. 154, p. 805-808, 1999.

GROSSMANN, K.; RETZLAFF, G. Bioregulatory effects of the fungicidal strobilurin kresoxim-methyl in wheat (*Triticum aestivum*). **Pesticide Science**, 50, 1997. 11-20. Disponível em: <[http://seedquest.securesites.net/id/b/basf/vitality/articles/Strobilurin\\_Kresoximmethyl\\_in\\_Wheat.pdf](http://seedquest.securesites.net/id/b/basf/vitality/articles/Strobilurin_Kresoximmethyl_in_Wheat.pdf)>. Acesso em: 12 fevereiro 2012.

IEA. Estatísticas de Produção da Agropecuária Paulista. **Instituto de Economia Agronomica**, 2013. Disponível em: <[http://ciagri.iea.sp.gov.br/nia1/subjectiva.aspx?cod\\_sis=1&idioma=1](http://ciagri.iea.sp.gov.br/nia1/subjectiva.aspx?cod_sis=1&idioma=1)>. Acesso em: 02 outubro 2013.

KÖEHLE, H. et al. Physiological effects of strobilurin fungicide F 500 on plants. **Biochem Soe Trans**, 20, 1994. 65.

LABOURIAU, L. G.; VALADARES, M. B. On the germination of seeds of *Calotropis procera*. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, Rio de Janeiro, v. 48, p. 263-284, 1976.

LIMA, G. P. P. **Efeito do cálcio sobre o teor de poliaminas e atividade da peroxidase e redutase de nitrato em calos de arroz (*Oryza sativa* L. cv. IAC 4440)**. Instituto de Biociências, Universidade Estadual Paulista. Botucatu, p. 85. 1994.

LINDER, S. A proposal for the use of standardized methods for chlorophyll determinations in ecological and ecophysiological investigations. **Physiologia Plantarum**, Copenhagen, v. 32, p. 154-156, 1974.

MACEDO, A. C. **Efeitos fisiológicos de fungicidas no desenvolvimento de plantas de melão rendilhado, cultivadas em ambiente protegido**. Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista. Botucatu, p. 65. 2012.

MARCOS FILHO, J. **Fisiologia de sementes de plantas cultivadas**. Piracicaba: FEALQ, 2005. 495 p.

MCDONALD, M. D.; KHAN, A. A. Acid scarification and protein synthesis during seed germination. **Agronomy Journal**, Madison, v. 2, n. 75, p. 111-114, 1983.

MELLO, J. C. et al. Efeito do cultivo orgânico e convencional sobre a vida-de-prateleira de alface americana (*Lactuca sativa* L.) minimamente processada. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 23, n. 3, p. 75-145, set./dez. 2003.

MENEZES, N. L. et al. ASSOCIAÇÃO DE TRATAMENTOS PRÉ-GERMINATIVOS EM SEMENTES DE ALFACE. **Revista da FZVA**, Uruguaiana, v. 13, n. 1, p. 1-11, 2006.

MOU, B. Lettuce. In: PROENZ, J.; NUEZ, F. **Vegetables I: Asteraceae, Brassicaceae, Cheonopiaceae, and Cucurbitaceae**. New York: Springer Science + Business Media, 2008. p. 75-118.

NADAL, R.; GUIMARÃES, D. R.; BIASI, J. **Olericultura em Santa Catarina: Aspectos técnicos e econômicos**. Florianópolis: EMPASC, 1986. 197 p.

NETO, F. B. et al. Qualidade nutricional de cenoura e alface cultivadas em Mossoró-RN em função da densidade populacional. **Horticultura Brasileira**, 24, out.-dez. 2006. 476-480.

OLIVEIRA, R. F. D. Efeito fisiológico do F 500 na planta de soja e milho. **Atualidades Agrícolas – BASF**, São Paulo, p. 9-11, 2005.

PEEL, A. L.; FINLAYSON, B. L.; MCMAHON, T. A. Updated world map of the Köppen-Geiger climate classification. **Hydrology and Earth System Sciences**, v. 11, p. 1633-1644, 2007.

RODRIGUES, L. N. et al. **Avaliação de cultivares de alface crespa para a região de Manaus**. CONGRESSO BRASILEIRO DE OLERICULTURA, 47. Porto Seguro: ABH. 2007.

SÁ, C. R. L. et al. Condutividade elétrica e embebição em sementes de três variedades de alface (*Lactuca sativa* L.). **Associação Brasileira de Horticultura**, 2005. Disponível em: <[http://www.abhorticultura.com.br/biblioteca/arquivos/Download/Biblioteca/45\\_0471.pdf](http://www.abhorticultura.com.br/biblioteca/arquivos/Download/Biblioteca/45_0471.pdf)>. Acesso em: 12 junho 2013.

SANTOS, H. S. **Efeito de sistemas de manejo do solo e de métodos de plantio na produção de alface da alface (*Lactuca sativa* L.) em abrigo com solo naturalmente infestado com *Meloidogyne javânica***. UFLA. Lavras, p. 88. 1995.

SANTOS, C. A. C. et al. STIMULATE®NA GERMINAÇÃO DE SEMENTES, EMERGÊNCIA E VIGOR DE PLÂNTULAS DE GIRASSOL. **Bioscience Journal**, Uberlândia, v. 29, n. 2, p. 605-616, mar/abr. 2013.

SETÚBAL, J. W.; SILVA, A. M. R. Avaliação do comportamento de alface de verão em condições de calor no município de Teresina-PI. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 10, n. 1, p. 69, 1992.

SGANZERLA, E. **Nova agricultura; a fascinante arte de cultivar com os plásticos**. Porto Alegre: Petroquímico Triunfo, 1997. 303 p.

SILVEIRA, J. et al. Quem é o consumidor brasileiro de frutas e hortaliças? **Hortifruti Brasil**, Piracicaba, p. 8-23, 2011.

SIRTOLI, L. F. **Fisiologia do pepineiro japonês, com e sem enxertia, tratado com fungicida boscalida**. Faculdade de Ciências Agronômicas da UNESP – Campus de Botucatu. Botucatu, p. 105. 2012.

Stammler, G.; Benzinger, G.; Speakman, J. A rapid and reliable method for monitoring the sensitivity of *Sclerotinia sclerotiorum* to boscalid. **Journal of Phytopathology**, v. 155, p. 746-748, 2007.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. 4. ed. Porto Alegre: Artmed, 2013. 820 p.

TEISSEIRE, H.; GUY, V. Cooper-induced changes in antioxidant enzymes activities in fronds of duckweed (*Lemna minor*). **Plant Science**, Limerick, v. 153, n. 1, p. 65-72, 2000.

VIEIRA, E. L. **Ação de bioestimulante na germinação de sementes, vigor de plântulas, crescimento radicular e produtividade de soja (*Glycine max (L.) Merrill*), feijoeiro (*Phaseolus vulgaris L.*) e arroz (*Oryza sativa L.*)**. Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”; Universidade de São Paulo. Piracicaba., p. 122. 2001.

VIEIRA, E. L.; CASTRO, P. R. C. **Ação de stimulate no desenvolvimento inicial de plantas de algodoeiro (*Gossypium hirsutum L.*)**. Piracicaba: Departamento de Ciências Biológicas, 2002. 3 p.

VIEIRA, E. L.; SANTOS, G. C. M. Efeito de bioestimulante no crescimento e desenvolvimento inicial de plantas de algodoeiro. **Magistra**, Cruz das almas, v. 30, n. 3, p. 124-130, set/dez 2005.

VIGGIANO, J. Produção de sementes de alface. In: CASTELLANE, P. D. **Produção de sementes de hortaliças**. Jaboticabal: FCAV/FUNEP, 1990.

YPEMA, H. L.; GOLD, R. E. Kresoxym-methyl modification of a naturally occurring compound to produce a new fungicide. **Plant Disease**, Saint Paul, v. 83, p. 4-19, 1999.