



UNIVERSIDADE  
ESTADUAL DO  
MARANHÃO



UNIVERSIDADE ESTADUAL DO MARANHÃO – UEMA  
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGROECOLOGIA  
CURSO DE MESTRADO EM AGROECOLOGIA

REGULAÇÃO DA EXPLOSÃO OXIDATIVA, QUALIDADE FISIOLÓGICA DE  
MAMÕES E EFEITO *IN VITRO* DO EXTRATO DA ALGA MARINHA *Ascophyllum*  
*nodosum* SOBRE O FUNGO *Colletotrichum* sp.

LARISSA RAQUEL CARVALHO DIAS

São Luís

2019

**LARISSE RAQUEL CARVALHO DIAS**

**Bióloga**

**REGULAÇÃO DA EXPLOSÃO OXIDATIVA, QUALIDADE FISIOLÓGICA DE  
MAMÕES E EFEITO *IN VITRO* DO EXTRATO DA ALGA MARINHA *Ascophyllum  
nodosum* SOBRE O FUNGO *Colletotrichum* sp.**

Dissertação apresentada à Universidade Estadual do Maranhão, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Agroecologia, para obtenção do título de mestre em Agroecologia.

**Orientador:** Prof. Dr. Fabrício de Oliveira Reis  
**Co – Orientadora:** Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Ilka Márcia Ribeiro de Souza Serra.

**São Luís**

**2019**

Dias, Larisse Raquel Carvalho.

Regulação da explosão oxidativa, qualidade fisiológica de mamões e efeito *in vitro* do extrato da alga marinha *Ascophyllum nodosum* sobre o fungo *Colletotrichum* sp. / Larisse Raquel Carvalho Dias. – São Luís, 2019.

131 f

Dissertação (Mestrado) – Curso de Agroecologia, Universidade Estadual do Maranhão, 2019.

Orientador: Prof. Dr. Fabrício de Oliveira Reis.

Co-orientadora: Profa. Dra. Ilka Márcia Ribeiro de Souza Serra.

1. *Colletotrichum* sp. 2. *Carica papaya*. 3. Controle alternativo. I. Título

CDU: 634.651-29

LARISSA RAQUEL CARVALHO DIAS

REGULAÇÃO DA EXPLOSÃO OXIDATIVA, QUALIDADE FISIOLÓGICA DE  
MAMÕES E EFEITO *IN VITRO* DO EXTRATO DA ALGA MARINHA *Ascophyllum*  
*nodosum* SOBRE O FUNGO *Colletotrichum* sp.

Dissertação apresentada à Universidade Estadual do Maranhão, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Agroecologia, para obtenção do título de mestre em Agroecologia.

**Orientador:** Prof. Dr. Fabrício de Oliveira Reis  
**Co – Orientadora:** Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Ilka Márcia Ribeiro de Souza Serra.

Aprovada em: \_\_\_\_ / \_\_\_\_ / \_\_\_\_

BANCA EXAMINADORA

---

Prof. Dr. Fabrício de Oliveira Reis  
Doutor em Produção Vegetal (UENF)  
Universidade Estadual do Maranhão – UEMA

---

Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Ilka Márcia Ribeiro de Souza Serra  
Doutora em Fitopatologia (UFRPE)  
Universidade Estadual do Maranhão – UEMA

---

Prof. Dr.<sup>a</sup> Dalilla Carvalho Rezende  
Doutora em Fitopatologia (ESALQ-USP)  
Instituto Federal do Sul de Minas Gerais - IFSULDEMINAS

Ao meu amado avohai (avó e pai),

José Ribamar de Sousa Freitas (*in memorian*)

que mesmo não entendendo o porquê da minha ausência ao seu lado, sempre me recebia com todo carinho e apoio do mundo, durante os feriados prolongados. E que por mais que eu tivesse esperanças, no fundo eu sentia que no executar de algum experimento desta dissertação eu receberia a notícia que a gente nunca sabe como vai reagir. E numa tarde de sábado, em meio a contagem de esporos, meu irmão liga aos prantos contando dos últimos suspiros do meu avohai, o maior amor da minha vida. E eu espero que em umas dessas dissertações e teses da vida, a ciência vença a luta contra o câncer, mesmo que esta luta já tenho sido perdida por várias famílias. A esperança de que a Ciência esteja sempre como nossa aliada, me faz querer fazê-la e tê-la como objetivo de vida.

A minha mãe,

Cléa Maria Carvalho Pereira

Aos meus irmãos,

Larisson Antônio Carvalho Pereira e Alisson Francisco Carvalho Pereira

Por todo amor, compreensão e chamadas de vídeos, que me revigoraram, devo a minha fortaleza a vocês.

DEDICO.

Ao meu esposo Carlos Barbosa Dias Jr,  
por também ter sido colaborador do meu processo de construção acadêmica,  
por sempre ter me respeitado, compreendido, apoiado e principalmente confiado.

OFEREÇO.

## AGRADECIMENTOS

A **DEUS**, por ter me levantado sempre, mesmo quando eu achei que não tinha mais forças. Por ter me dado o dom da vida e ter implantado em mim a vontade de lutar por ela.

A **Professora Dra. Ilka Márcia Ribeiro de Souza Serra** que me recebeu de braços abertos, para juntas fazermos o que mais gostamos, pesquisar Fitopatologia, e que sempre me deu o seu melhor, lhe tenho uma imensa admiração.

Ao **Professor Dr. Thiago Anchieta de Melo** pela paciência, ensinamentos repassados, amizade e por ser uma grande inspiração para mim. Sabe professor Thiago... você é um daqueles orientadores que a gente entra com a vida (pesquisa) cheia de nós e sai com ela toda leve e resolvida, suas palavras sempre me fizeram mais firme e forte, sempre que eu via algum obstáculo me lembrava da sua maneira de encarar as coisas! Sou sua fã.

Ao **Professor Dr. Fabrício de Oliveira Reis** pelo apoio, confiança, pela pronta disposição e oportunidade.

Ao **Dr. Candido Athayde Sobrinho**, o meu eterno orientador, a quem eu sempre me refiro com muito orgulho e carinho, a pessoa que me apresentou a Fitopatologia da forma mais encantadora. A quem eu devo a semente do sonho de cursar um mestrado e que me repassou todos os ensinamentos da maneira mais cuidadosa e detalhada, que se preocupou com todo o meu trilhar e a quem considero como um pai científico.

Ao **Professor Dr. Gilson Soares da Silva** pela amizade, pelo grande exemplo que é, pela humildade, espontaneidade e pelas nossas boas conversas pelos corredores dos laboratórios de Fitopatologia (UEMA).

Ao **Professor Dr. Sérgio Florentino Pascholati** pelos ensinamentos gentilmente repassados, por ter me acolhido no Laboratório de Fisiologia e Bioquímica Fitopatológica da ESALQ e ter contribuído de forma altamente significativa para a conclusão das minhas metodologias.

Ao **Ricardo Felipini e Renata (ESALQ)** por toda a ajuda de ajuste no método de análise das enzimas e identificação molecular, vocês surgiram na hora que eu mais precisei, meu muito obrigada.

Aos amigos conquistados na ESALQ: **Carla kudlawiec, Dayson Brandão, Sabrina Holtz, Wesler Marcelino e Angélica**.

A toda equipe do **LAPOC**, em especial **Ausgusto, Thaís Frazão e professor Gusmão**, pela imensurável colaboração e apoio.

Aos colegas de laboratório de Fitopatologia da UEMA: **Tamires Sousa e Adrielly Anchieta; Rayanara, Carla e Andreia (biogatas); Leonardo De Jesus Machado Gois, Luckian, Diego Oliveira** por toda a ajuda que foi muito importante para mim.

**Ruan Íthalo Ferreira** por sempre se dispor a me ajudar mesmo nos fins de semana.

**Ao CNPq** pela concessão da bolsa de estudos.

A minha grande amiga/irmã **Geysa Mesquita**, e meus sobrinhos **Ruy Filho e Ryan Gabriel**, que mesmo distante, emanavam sinceros votos positivos e preocupação com o meu bem-estar, e por serem sempre fonte de amor e felicidade para mim.

Aos meus amigos **Erasmão Ribeiro e Ananda Rosa** (Fitopatologia/EMBRAPA) que sempre me confortaram em dias difíceis e sempre mantinham a prontidão nos seus “socorros”.

Aos meus amigos dos cursos de Mestrado e Doutorado em Agroecologia, **Luís Hernandez, Lesbia** pela contribuição intelectual; **Silver Farfan e Assistony Costa** que foram como anjos enviados por Deus para que eu conseguisse concluir as disciplinas mesmo estando com a perna quebrada; **Mauriana, Franscisneide e Rayssa** por terem sido excelentes companhias em nossos passeios peculiares que sempre eram fonte de alegria e maravilhosas gargalhadas.

Aos funcionários do Programa de Pós-graduação em **Rayanne, Denise, Neto e Nilson**.

**Ao Laboratório de Estudos Avançados em Fitomedicamentos (LEAF) da UFMA**, em especial professora **Claudia Quintino da Rocha e Jessyane Rodrigues do Nascimento** pelo acolhimento e grandes reconhecimentos repassados.

E para todos aqueles que emanaram boas vibrações e foram como luz de reforço nessa estrada.

**OBRIGADA!!!**

Lembre-se de olhar para as estrelas e não para baixo, para seus pés. Nunca desista do trabalho. Trabalho dá significado e propósito, a vida está vazia sem eles. E se você tiver sorte o suficiente para encontrar o amor, não o deixe ir embora.

**Stephen Hawking**

## SUMÁRIO

<b>RESUMO</b> .....	15
<b>ABSTRACT</b> .....	16
<b>1 INTRODUÇÃO GERAL</b> .....	18
<b>1.2 REVISÃO DE LITERATURA</b> .....	21
1.2.1 Frutas frescas .....	21
1.2.2 Cultura do mamão .....	21
1.2.3 Doenças que afetam a cultura do mamão .....	24
1.2.4 Antracnose .....	26
1.2.5 Controle químico .....	28
1.2.6 Controle cultural .....	28
1.2.7 Controle físico .....	28
1.2.8 Produtos alternativos como controle natural de doenças.....	29
1.2.9 Indução de resistência e suas aplicabilidades na pós-colheita.....	30
1.3.0 Extrato da alga marinha <i>Ascophyllum nodosum</i> .....	33
<b>REFERÊNCIAS</b> .....	38
<b>2. Morfofisiologia de <i>Colletotrichum</i> sp. isolado do mamão sob a ação do extrato da alga marinha <i>Ascophyllum nodosum</i></b> .....	48
<b>Resumo</b> .....	49
<b>Abstract</b> .....	50
<b>Introdução</b> .....	51
<b>Material e métodos</b> .....	53
Obtenção do isolado e do produto comercial .....	53
Avaliações <i>in vitro</i> do efeito do produto avaliado sobre o patógeno .....	53
Esporulação do patógeno.....	53
Germinação e adesão do conídio .....	54
Análises estatísticas .....	55
<b>Resultados e Discussão</b> .....	55
Avaliações <i>in vitro</i> do efeito do produto avaliado sobre o patógeno .....	55
Esporulação do patógeno.....	58
Germinação e adesão do conídio .....	60
<b>Referências</b> .....	64
<b>3. Qualidade pós-colheita de mamões tratados com extrato de alga marinha</b> .....	69



<b>Resumo</b> .....	70
<b>Abstract</b> .....	71
<b>Introdução</b> .....	72
<b>Material e métodos</b> .....	73
Análises físicas .....	74
Análises químicas .....	74
Análises estatísticas .....	75
<b>Resultados e Discussão</b> .....	76
Análises físicas .....	76
Análises químicas .....	78
Acidez da polpa .....	78
Acidez total titulável.....	80
Teor de sólidos solúveis .....	82
Teor de carotenoides.....	84
<b>Conclusões</b> .....	85
<b>Referências</b> .....	86
<b>4. Regulação da explosão oxidativa em mamões usando o extrato de <i>Ascophyllum nodosum</i> no manejo contra a antracnose</b> .....	90
<b>Resumo</b> .....	91
<b>Abstract</b> .....	92
<b>Introdução</b> .....	93
<b>Material e métodos</b> .....	94
Obtenção do isolado e do produto comercial .....	94
Avaliação do efeito do produto sobre a severidade de <i>Colletotrichum</i> sp. inoculado nos frutos .....	95
Testes bioquímicos .....	96
Obtenção do extrato proteico.....	96
Proteínas totais.....	96
Atividade da catalase .....	97
Atividade da guaiacol-peroxidase .....	97
Atividade da polifenoloxidase .....	97
Análises estatísticas .....	98
<b>Resultados</b> .....	98
Testes bioquímicos .....	98

Proteínas totais.....	98
Atividade da catalase .....	99
Atividade da guaiacol-peroxidase .....	100
Atividade da polifenoloxidase .....	101
Avaliação do efeito do produto sobre a severidade de <i>Colletotrichum</i> sp. nos frutos .....	102
<b>Discussão</b> .....	104
Severidade de <i>Colletotrichum</i> .....	104
Proteínas totais.....	105
Catalase.....	106
Guaiacol peroxidase .....	107
Polifenoloxidase .....	109
<b>Referências</b> .....	111
<b>5. CONCLUSÕES GERAIS</b> .....	115
ANEXOS .....	116

## LISTA DE FIGURAS

### CAPÍTULO I

**Figura 1:** Pirâmide da doença na pós-colheita em frutos. Baseia-se na interação de quatro elementos: (1) Fungo patogênico, (2) Hospedeiro suscetível, (3) amadurecimento ou senescência e (4) Ambiente favorável. Adaptado de Alkan & Fortes (2015) ..... 25

**Figura 2:** Tratamento em frutos de mamão tendo como agente indutor o extrato da alga marinha *Ascophyllum nodosum*, inoculados com *Colletotrichum* sp. demonstrando perfil dos frutos com resistência induzida ou não, em resposta a antracnose. Adaptado de Pascholati (2011) ..... 31

### CAPÍTULO II

**Figura 1:** Médias de crescimento micelial total do fungo *Colletotrichum* sp. após sete dias de avaliação, em cm, tratados com diferentes concentrações (%) do extrato de *Ascophyllum nodosum*. Médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si (Tukey,  $p \leq 0,05$ ). As barras verticais representam o erro padrão da média e a equação, a análise de regressão polinomial ..... 56

**Figura 2:** Médias de crescimento micelial diário do fungo *Colletotrichum* sp. após sete dias de avaliação em cm, tratados com diferentes concentrações (%) do extrato de *Ascophyllum nodosum*. Médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si (Tukey,  $p \leq 0,05$ ). As barras verticais representam o erro padrão da média e a equação, a análise de regressão polinomial ..... 57

**Figura 3:** Crescimento micelial do fungo *Colletotrichum* sp. submetido a diferentes concentrações (%) do extrato da alga marinha *Ascophyllum nodosum*, após sete dias de avaliação “in vitro” ..... 57

**Figura 4:** Médias de esporulação do fungo *Colletotrichum* sp. após sete dias de avaliação, representado em número de conídios mL<sup>-1</sup> 10<sup>5</sup>, tratados com diferentes concentrações (%) do extrato de *Ascophyllum nodosum*. Médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si (Tukey,  $p \leq 0,05$ ). As barras representam o erro padrão da média e a equação, a análise de regressão polinomial ..... 59

**Figura 5:** Médias de germinação dos propágulos infectivos do fungo *Colletotrichum* sp. após sete dias de crescimento, representado em número de conídios 10<sup>6</sup> mL<sup>-1</sup>, tratados com diferentes concentrações (%) do extrato de *Ascophyllum nodosum*. Médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si (Tukey,  $p \leq 0,05$ ). As barras representam o erro padrão da média e a equação, a análise de regressão polinomial ..... 61

**Figura 6:** Perfil das análises de germinação dos propágulos infectivos do fungo *Colletotrichum* sp. após sete dias de crescimento, representado em número de conídios 10<sup>6</sup> mL<sup>-1</sup>, tratados com diferentes concentrações (%) do extrato de *Ascophyllum nodosum* (B) e separados em (seta): conídios germinados, com tubo germinativo > que o propágulo e

(asterísco) conídios não germinados ou com tubo germinativo < que o propágulo (A, C)  
 ..... 62

**Figura 7:** Porcentagem de adesão dos propágulos infectivos do fungo *Colletotrichum* sp. após sete dias de crescimento, tratados com diferentes concentrações (%) do extrato de *Ascophyllum nodosum*. Médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si (Tukey,  $p \leq 0,05$ ). As barras representam o erro padrão da média e a equação, a análise de regressão polinomial ..... 63

### CAPÍTULO III

**Figura 1:** Valores médios da perda de massa total dos frutos de tratados com diferentes concentrações (%) do extrato de *Ascophyllum nodosum*. Médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si (Tukey,  $p \leq 0,05$ ). As barras representam o erro padrão da média e a equação, a análise de regressão polinomial ..... 77

**Figura 2:** Valores médios de pH dos frutos de mamão tratados com diferentes concentrações (%) do extrato de *Ascophyllum nodosum*. Médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si (Tukey,  $p \leq 0,05$ ). As barras representam o erro padrão da média e a equação, a análise de regressão polinomial ..... 79

**Figura 3:** Valores médios da acidez total titulável expressos em g de ácido cítrico 100 g<sup>-1</sup>, dos frutos de mamão tratados com diferentes concentrações (%) do extrato de *Ascophyllum nodosum*. Médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si (Tukey,  $p \leq 0,05$ ). As barras representam o erro padrão da média e a equação, a análise de regressão polinomial ..... 81

**Figura 4:** Valores médios dos sólidos solúveis totais expressos em °Brix, dos frutos de mamão tratados com diferentes concentrações (%) do extrato de *Ascophyllum nodosum*. Médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si (Tukey,  $p \leq 0,05$ ). As barras representam o erro padrão da média e a equação, a análise de regressão polinomial ..... 82

**Figura 5:** Valores médios do teor de caroteno, dos frutos de mamão tratados com diferentes concentrações (%) do extrato de *Ascophyllum nodosum*. Médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si (Tukey,  $p \leq 0,05$ ). As barras representam o erro padrão da média e a equação, a análise de regressão polinomial ..... 85

### CAPÍTULO IV

**Figura 1:** Média do conteúdo total de proteínas expressas mg de proteína g<sup>-1</sup> de tecido fresco, extraída da casca liofilizada de mamões, cultivar ‘Golden’, tratados com diferentes concentrações (%) do extrato de *Ascophyllum nodosum* e inoculados com o fungo *Colletotrichum* sp. Médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si

(Tukey,  $p \leq 0,05$ ). As barras representam o erro padrão da média e a equação, a análise de regressão polinomial ..... 99

**Figura 2:** Média da atividade enzimática da catalase expressas em unidades de CAT mg de proteína-1, extraída da casca liofilizada de mamões, cultivar ‘Golden’, tratados com diferentes concentrações (%) do extrato de *Ascophyllum nodosum* e inoculados com o fungo *Colletotrichum* sp. (seis dias de crescimento). Médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si (Tukey,  $p \leq 0,05$ ). As barras representam o erro padrão da média e a equação, a análise de regressão polinomial ..... 100

**Figura 3:** Média da atividade enzimática da guaiacol-peroxidase expressas em  $\Delta\text{abs}470\text{nm min}^{-1}$  mg de proteína-1, extraída da casca liofilizada de mamões da cultivar ‘Golden’, tratados com diferentes concentrações (%) do extrato de *Ascophyllum nodosum* e inoculados com o fungo *Colletotrichum* sp. (seis dias de crescimento). Médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si (Tukey,  $p \leq 0,05$ ). As barras representam o erro padrão da média e a equação, a análise de regressão polinomial ..... 101

**Figura 4:** Média da atividade enzimática da polifenoloxidase (POL) expressas em  $\Delta\text{abs}420\text{nm min}^{-1}$  mg de proteína-1, extraída da casca liofilizada de mamões da cultivar ‘Golden’ tratados com diferentes concentrações (%) do extrato de *Ascophyllum nodosum* e inoculados com o fungo *Colletotrichum* sp. (seis dias de crescimento). Médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si (Tukey,  $p \leq 0,05$ ). As barras representam o erro padrão da média e a equação, a análise de regressão polinomial ..... 102

**Figura 5:** Médias das lesões causada pelo fungo *Colletotrichum* sp. em frutos de mamão, cultivar ‘Golden’, representadas em mm, causadas em frutos tratados com diferentes concentrações (%) do extrato de *Ascophyllum nodosum*. Médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si (Tukey,  $p \leq 0,05$ ). As barras representam o erro padrão da média e a equação, a análise de regressão polinomial ..... 103

**Figura 6:** Lesões causadas pelo fungo *Colletotrichum* sp. em frutos de mamão, cultivar ‘Golden’, após 6 dias de inoculação, tratados com diferentes concentrações (%) do extrato de *Ascophyllum nodosum*, e experimento controle tratado somente com água destilada.....103

## LISTA DE TABELAS

### CAPÍTULO I

**Tabela 1:** Uso da alga marinha *A. nodosum* na agricultura como bioestimulante ..... 34

**Tabela 2:** Uso da alga marinha *A. nodosum* em patossistemas/fitopatógeno ..... 36

### CAPÍTULO II

**Tabela 1:** Uso da alga marinha *A. nodosum* em patossistemas/fitopatógeno ..... 51

### CAPÍTULO III

**Tabela 1:** Média total do pH (potencial hidrogeniônico), da Acidez total titulável (ATT) e do teor de sólidos solúveis total (SST) da polpa de frutos de mamão, cultivar ‘Golden’, tratados com doses do extrato da alga marinha *A. nododum* ..... 80

**LISTA DE ANEXOS**

<b>Anexo 1:</b> Curva padrão I BSA (Bovine Serum Albumin) utilizada para quantificação de proteínas pelo método Bradford concentrado, e avaliação da peroxidase, Abs_595. ....	116
<b>Anexo 2:</b> Curva padrão I BSA (Bovine Serum Albumin) utilizada para quantificação de proteínas pelo método Bradford concentrado, e avaliação da catalase, peroxidase e polifenoxidase, Abs_595. ....	117
<b>Anexo 3:</b> Normas das revistas.....	118

## RESUMO

### **REGULAÇÃO DA EXPLOSÃO OXIDATIVA, QUALIDADE FISIOLÓGICA DE MAMÕES E EFEITO *IN VITRO* DO EXTRATO DA ALGA MARINHA *Ascophyllum nodosum* SOBRE O FUNGO *Colletotrichum* sp.**

O mamoeiro (*Carica papaya*), pertence à família Caricaceae, produz durante o ano todo, mantendo a geração de emprego e renda continuamente, ressaltando sua importância social. Porém, os problemas fitossanitários afetam negativamente a produtividade. Na pós-colheita, a antracnose causada por espécies do gênero *Colletotrichum*, se destaca como uma das doenças mais importantes para a cultura. Objetivando estabelecer um método de controle natural como alternativa de manejo agroecológico da doença, foi avaliado o efeito indutor de resistência do extrato da alga marinha *Ascophyllum nodosum*, em diferentes doses, sobre o parasitismo de *Colletotrichum* sp. em mamões, na pós-colheita. Os isolados para a execução dos testes foram obtidos a partir de frutos sintomáticos coletados na CEASA da Ilha de São Luís, MA. Os ensaios consistiram em duas etapas. Na primeira, foi verificado o efeito direto do extrato sobre o fungo. Nesse sentido, foi realizado teste *in vitro*, para avaliação do efeito fungistático do produto. A segunda etapa observou se o extrato da alga tem potencial em induzir resistência em mamões. Assim, os frutos foram tratados com diferentes concentrações do produto, inoculados com o fungo e acompanhados diariamente para a observação da severidade das lesões formadas, nessa ocasião foram realizadas as análises de perda de massa. Ao final desse experimento, a polpa dos frutos foi retirada para análises químicas e as cascas foram retiradas, liofilizadas e destinadas às análises bioquímicas que consistiram em: conteúdo total de proteínas das parcelas, atividade das enzimas catalase, guaiacol peroxidase e polifenoloxidase. O extrato de *A. nodosum*, nos testes *in vitro*, não inibiu o crescimento micelial do fungo, porém as maiores doses usadas influenciaram negativamente na esporulação e germinação do patógeno. Embora o extrato não tenha apresentado efeito contra a severidade de *Colletotrichum* sp. nos frutos, apresentou efeito eliciador para peroxidase e polifenoloxidase, e também demonstrou não influenciar na qualidade pós-colheita dos frutos e ainda retardou o processo de amadurecimento na dose de 1%, como revelado nas análises químicas.

**Palavras-chave:** *Colletotrichum* sp., *Carica papaya*, Controle alternativo.



## ABSTRACT

### **REGULATION OF OXIDATIVE EXPLOSION, PHYSIOLOGICAL QUALITY OF PAPAYA AND IN VITRO EFFECT OF SEAWEED EXTRACT *Ascophyllum nodosum* ABOUT THE FUNGUS *Colletotrichum* sp.**

The papaya (*Carica papaya*), belongs to the family Caricaceae, its production takes place throughout the year, highlighting its social importance, by maintaining the generation of employment and continuously income. However, phytosanitary problems negatively affect productivity. In post-harvest, the anthracnose caused by species of the fungus *Colletotrichum* stands out as one of the most important diseases for the crop. Aiming to establish a natural control method as an alternative for the agroecological management of the disease, the resistance inducing effect of the seaweed *Ascophyllum nodosum* extract will be evaluated, in different doses, on the parasitism of *Colletotrichum* sp. in papayas, in post-harvest conditions. We will obtain the isolates for the execution of the tests from symptomatic fruits present in commercial orchards distributed in the Island of São Luís, MA and the tests will consist of two steps. In the first one, the direct effect of the extract on the fungus will be verified. In this sense, in vitro tests, to evaluate the fungistatic effect of the product and the interference of the extract on the permeability of the plasma membrane of the hypha, will be performed. The second stage of the project aims to observe and determine if the algae extract has the potential to induce resistance in papaya. Thus, the fruits will be treated with different concentrations of the product, inoculated with the fungus and daily accompanied to observe the severity of the possible lesions formed. At the end of the experiment that will evaluate the severity of the disease in the treated fruits, the papaya peels will be removed, lyophilized and destined to the biochemical analyzes. In this phase, the project aim to total protein content of the plots, enzyme activity of catalase, guaiacol peroxidase and polyphenoloxidase. The *A. nodosum* extract, in the in vitro tests, did not inhibit the mycelial growth of the fungus, but the higher doses used negatively influenced the sporulation and germination of the pathogen. Although the extract had no effect against the severity of *Colletotrichum* sp. in the fruits, presented an eliciting effect for peroxidase and polyphenoloxidase, and also showed no influence on the post harvest quality of the fruits and still delayed the ripening process at 1%, as revealed in the chemical analyzes.

**Keywords:** *Colletotrichum* sp., *Carica papaya*, Alternative control.

**CAPÍTULO I**

---

## 1 INTRODUÇÃO GERAL

A cultura do mamão (*Carica papaya*) é representativa para o Brasil, porém como fator limitante à produção dessa fruta, podemos citar doenças causadas por vírus: a mancha anelar, meleira do mamoeiro, amarelo letal do mamoeiro solo e o mosaico do mamoeiro (LIMA et al., 2001; MEISSNER FILHO et al., 2013; VENTURA; REZENDE, 2016), e as causadas por fungos: a antracnose, sendo essa uma das doenças fúngicas de maior importância na pós-colheita, seguida pela pinta-preta, podridão preta, podridão de *Lasioidiplodia*, podridão de *Fusarium*, podridão de *Rhizopus*, Mancha de *Alternária* entre outras (TAVARES et al., 2009; MEISSNER FILHO et al., 2013, VENTURA; REZENDE, 2016).

A antracnose causada pelo fungo *Colletotrichum* spp., é uma doença que acomete várias espécies vegetais incluindo inúmeras culturas de importância econômica (PHOULIVONG et al., 2010). Esta doença é responsável pela podridão na pré e pós-colheita resultando em grandes perdas na produtividade e comercialização de frutas das regiões tropicais e subtropicais (MOTA, 2013). Dentre as podridões que inviabilizam a comercialização e o consumo de frutas na fase de pós-colheita, para a cultura do mamão, a antracnose se destaca (CORRALES; UMAÑA, 2015; ANDRADE; VIEIRA, 2016).

Segundo Barboza et al. (2013), essa doença pode ser encontrada em todas as áreas onde há o cultivo da fruta no mundo. Quando a doença acontece no campo, o intenso ataque do fungo pode levar a planta a morte. Os frutos atacados, ao amadurecerem perdem a durabilidade, e com o tempo se tornam inviáveis para a comercialização e consumo, isto representa grandes perdas da cultura, pois a doença se desenvolve principalmente durante a embalagem, transporte, amadurecimento e comercialização.

O controle para reduzir a incidência desta doença, deve ter início nas plantas no campo e continuar nos frutos na pós-colheita, geralmente ocorre por meio de pulverizações com fungicidas e tratamento hidrotérmico (ALVAREZ; NISHIJIMA, 1987). Essas medidas de controle devem ser realizadas de modo integrado, devido ao fato da doença se manifestar em diferentes partes da planta, os frutos devem ser colhidos antes do amadurecimento e os ferimentos devem ser evitados (BARBOZA et al., 2013).

O aumento eminente da agricultura convencional, trouxe os agrotóxicos, os adubos químicos, o uso de tratores e dentre outros, em substituição as práticas agrossustentáveis como o uso de adubos orgânicos, técnicas milenares de controle de parasita, uso da tração animal dentre outras (PAULUS, 2000). Isso resultou em várias graves consequências tanto para o ambiente quanto para os organismos que nele habitam (ARAÚJO et al., 2012).

Dentre essas consequências, podemos citar a contaminação dos solos, dos corpos hídricos; a insustentabilidade da agricultura: tanto pela resistência das pragas e doenças como pelo elevado custo para aquisição dos produtos químicos; e a insegurança alimentar. Todos esses impactos têm gerado preocupações em vários setores, por isso, muitos pesquisadores vêm buscando cada vez mais resgatar os modos de controle ecologicamente sustentáveis, que geram menos resíduos e são de fácil diluição no ambiente (SANTOS, 2013).

O controle natural ressurgiu como prioridade, por que se pretende minimizar os efeitos causados pelos produtos químicos. A indução de resistência é uma alternativa importante, que pode ser eficiente para a enriquecer as alternativas de controles naturais e fortalecer a qualidade da produção dessa fruteira no país (SANTOS et al., 2017). A viabilidade dessas medidas para uso do produtor precisa ser desenvolvida por meio das pesquisas.

O mecanismo que envolve esse aumento da resistência ou a sua ativação de defesa nas plantas, chama-se de indução de resistência. As moléculas responsáveis por esse processo de indução são denominadas eliciadoras, elas podem ser de origem proteica, lipídica ou polissacarídica (PASCHOLATI; DALIO, 2018).

Nesse sentido, extratos naturais preparados a partir de macroalgas marinhas vêm despontando como alternativa promissora. Esses produtos, em muitos casos, têm ação antifúngica (ABREU et al., 2008; PAULERT et al., 2009; MACHADO et al., 2011; SANGHA et al., 2014), ou têm efeito comprovado sobre plantas, a exemplo do extrato da alga marinha *Ascophyllum nodosum* (L.) Le Jol. que é usado como biorfortificante e bioestimulante de vegetais (SUBRAMANIAN et al., 2011), com vários trabalhos que comprovaram eficiência na melhoria do rendimento e da qualidade de diversos vegetais (COLAPIETRA; ALEXANDER, 2006; KHAN et al., 2012; CARVALHO et al., 2013; ALBUQUERQUE et al., 2014; SILVA et al., 2016).

O extrato também demonstrou ação de induzir o sistema de defesa do vegetal em vários patossistemas (JAYARAMAN et al., 2011; SUBRAMANIAN et al., 2011; FAN et al., 2014; RIBEIRO et al., 2016). No entanto, existem divergências acerca de estudos que envolvem o extrato, e somente as pesquisas mais acuradas serão capazes de oferecer subsídios que possam indicar o uso e as doses ideais para as mais variadas culturas, especialmente na fase de pós-colheita.

Diante do exposto, o objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito indutor de resistência do extrato da alga marinha *Ascophyllum nodosum*, em diferentes doses, sobre o parasitismo de *Colletotrichum* sp. em mamões, na pós-colheita. Para tanto, foi determinado a melhor dose; Avaliado o potencial protetor do produto aplicado nos frutos antes da inoculação do agente

fitopatogênico; Verificado a qualidade física e química dos frutos e a produção de enzimas relacionadas com patogênese (PR-proteínas), oriundas dos processos bioquímicos resultantes da interação alga versus patossistema.

## **1.2 REVISÃO DE LITERATURA**

### **1.2.1 Frutas frescas**

As frutas frescas correspondem a 800 milhões de toneladas na produção mundial, este total é cultivado em cerca de 61,4 milhões de hectares (TREICHEL, 2016). Com relação a essa produção mundial, os países que se destacam por ordem de maior contribuição são: China, Índia e Brasil (CNA BRASIL, 2017).

No Brasil, a produção de frutas frescas tropicais, subtropicais e temperadas, equivale a cerca de 43 milhões de toneladas, distribuídas em torno de 500 variedades. Essa atividade possui grande valor econômico e social, visto que se concentra em áreas de pequenos e médios produtores rurais (KIST et al., 2018).

As estimativas estão favoráveis para o aumento de 5% da produção do Brasil, em 2018, para 45,6 milhões de toneladas, considerando o clima favorável. Houve um declínio na produção de 2017 (43,5 milhões de toneladas) com relação a 2016 (44,8 milhões de toneladas). Apesar do grande potencial que o país possui, a produção nos últimos anos decresceu. Em 2016 a área colhida foi em torno de 2,523 milhões de hectares, equivalente a 2,2% de redução quando comparado com 2015 (KIST et al., 2018).

Essa quantidade mantém o Brasil em terceiro lugar na produção de frutas frescas no mundo. Para manter esses dados serão necessárias novas tecnologias no setor da produção e de pós-colheita. Os dados do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA) apontam um crescimento em 10% para a produção de frutas como o mamão (CNA BRASIL, 2017).

Segundo Kist et al. (2018) a fruticultura nordestina lidera o primeiro lugar das regiões brasileiras que mais exportam, o equivalente a quase 600 mil toneladas de frutas em 2017, este resultado expressivo é liderado pelo estado do Rio Grande do Norte (236,5 mil toneladas) seguido da Bahia (134,1 mil toneladas), Pernambuco (115,4 mil toneladas) e por fim pelo Ceará (107,9 mil toneladas).

### **1.2.2 Cultura do mamão**

O mamão nos últimos anos está sendo produzido em 32.118,00 hectares, sendo responsável por US\$ 43,675 milhões em exportação, o que qualifica o Brasil como o segundo maior produtor mundial da fruta (TREICHEL, 2016; FAO, 2016).

Ainda em nível de Brasil, uma das principais culturas de frutas frescas que se destaca está a do mamão, perdendo apenas para a citricultura e a produção de banana. O Nordeste do país possui grande potencial para o cultivo dessas culturas tropicais, do qual já se destaca no “ranking” nacional, o estado da Bahia lidera esse mercado produzindo cerca de 197.485.580 toneladas de mamão. A comercialização do mamão rendeu 449,909 mil toneladas no país, mantendo a cultura do mamão em terceiro lugar dentre as cinco fruteiras mais comercializadas nas principais Centrais de Abastecimento do País (KIST et al., 2018).

Segundo Costa (2012), no estado do Maranhão a produtividade média do mamão gira em torno de 17.000kg/ha, este autor relata que a área de plantio dessa cultura é crescente no estado, no entanto, a produtividade vem sendo reduzida ao longo dos anos, o que mantém o estado da Bahia como principal fornecedor desse produto para o Maranhão, e ainda sugere que estudos identifiquem os motivos para a perda da produtividade. O pouco incentivo proveniente das políticas públicas do Estado, desvalorizam a produtividade do mamão, o que resulta, consequentemente no uso de baixa tecnologia, que favorece a perda de produtividade durante os vários processos em que o fruto passa até chegar nas prateleiras dos mercados.

As pragas e doenças são responsáveis pela baixa produtividade dessa cultura mesmo em áreas que utilizam maior nível tecnológico (LUCENA, 2016).

A estiagem do Nordeste, outra razão de provável explicação pelos poucos rendimentos da cultura, pode ser contornada com a fruticultura irrigada, essas e outras novas tecnologias serão um investimento, que contribuirá para que os demais estados possam se desenvolver, contribuir e competir, originando mais emprego e renda para a população, e colaborando para o desenvolvimento das populações rurais (LIMA et al., 2001).

O mamoeiro (*Carica papaya*) pertence à família Caricaceae, possui forma de vida arbórea ou arbustiva de substrato terrícola, não é endêmico do Brasil, apenas naturalizado. Está distribuído geograficamente pelo Norte, Nordeste, Centro-Oeste, Sudeste e Sul. Seus domínios fitogeográficos se distribuem pela Amazônia, Caatinga, Cerrado, Mata Atlântica, Pantanal (FLORA DO BRASIL, 2019).

Os frutos do mamoeiro são nutricionalmente importantes, ricos em carotenoides e em vitamina C, são consumidos basicamente “*in natura*”, e ainda em processo de maturação são ricos em papaína, uma enzima bastante utilizada nos setores alimentícios, de cosméticos e farmacêuticos, a exemplo deste último podemos citar a carpaína que caracteriza-se por ser um ativador cardíaco (TRINDADE et al., 2013).

O mamão é um fruto climatérico, ou seja, quando o fruto é destacado da planta no início do processo de maturação esse processo continua mesmo o fruto não estando mais ligado à

planta mãe. Isso ocorre por meio do aumento da respiração e conseqüente aumento na produção de etileno na fase final de crescimento do fruto. A taxa de produção do etileno é considerada alta para este fruto, varia entre 10-100 $\mu$ L/Kg/h. Assim como a taxa de produção de gás carbônico que gira em torno de 80-120 mg/CO<sub>2</sub>/Kg/h (GONÇALVES et al., 2012).

A produção do mamoeiro permanece durante o ano todo, isso ressalta sua importância social, devido a manutenção da geração de emprego e renda continuamente, através dos tratamentos culturais demandados da cultura, o que contribui diretamente para diminuir o êxodo rural (TRINDADE et al., 2013).

O fruto é bastante sensível, pode perder a qualidade facilmente no decorrer das alterações físicas e químicas iminentes ao seu processo natural de senescência e principalmente devido à falta de cuidados no manuseio durante a fase de pós-colheita. Todo esse processo reflete na aceitação desses frutos pelos consumidores, cada vez mais exigentes, do mercado interno e externo (SASAKI et al., 2018).

Atualmente, o tratamento pós-colheita nos frutos para o mercado interno, como o processo de embalagem e transporte adota baixo uso de tecnologia que conseqüentemente resulta em altas perdas da produtividade. Para o mercado externo, o cuidado com os frutos são exemplares, devido as exigências internacionais de controle de qualidade (fitossanitária e quarentenárias) o período da colheita, lavagem, seleção, secagem, embalagem, armazenamento e transporte são realizados com uso de alta tecnologia que resultam em frutos mais preservados e com maior durabilidade. Basicamente, existem dois tratamentos aplicados externamente no fruto que inibe a ação de microrganismos, que é a imersão/aspersão de fungicidas ou de ceras, a escolha do tratamento vai depender da exigência do comprador, tais manejos somados a todo o processo envolvido na pós-colheita maximizam o tempo de prateleira desses frutos. Porém, existem várias pesquisas envolvidas na busca de reduzir os resíduos dos agrotóxicos nesses frutos em função da demanda internacional (SASAKI et al., 2018).

O cultivo do mamão necessita de mais pesquisas que envolvam o aperfeiçoamento do manejo na pós-colheita, para uma maior valorização do produto e melhoria da qualidade tanto para nível nacional como para o crescente mercado da exportação, e também para vencer vários problemas que afetam essa cultura, principalmente os fitossanitários (TRINDADE et al., 2013; SANTOS, 2013).



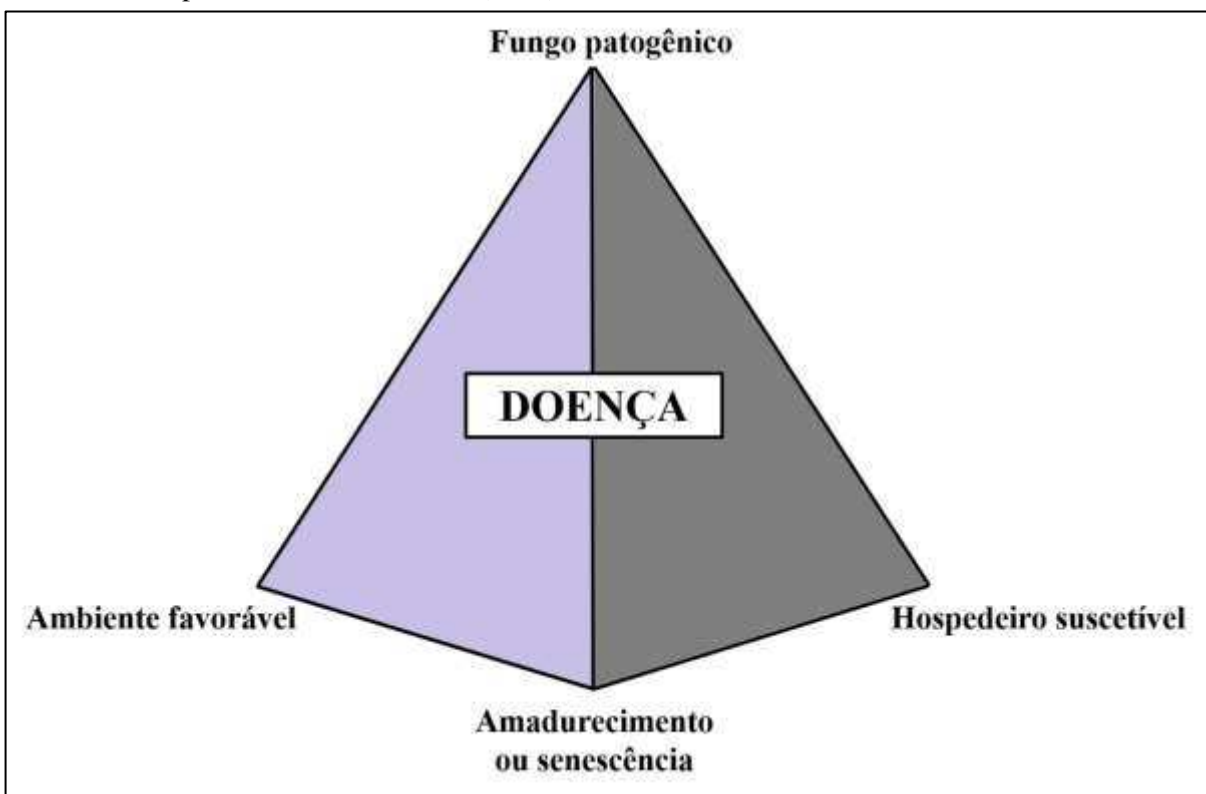
### 1.2.3 Doenças que afetam a cultura do mamão

Os problemas fitossanitários diminuem a qualidade do fruto, encurtam o prazo de consumo e afetam negativamente a produtividade. Têm importância econômica as doenças causadas por vírus, fungos, nematoides e bactérias, ou seja, todos os grupos de fitopatógenos acometem a cultura (HINE et al., 1965; PONTE, 1996).

Especificamente em relação às doenças fúngicas que afetam a cultura, pode-se destacar as que causam podridão de raízes e dos frutos causada pelo oomiceto *Phytophthora palmivora* (Butl.) Butl., (TAVARES et al., 2009), que em épocas chuvosas foi responsável pela perda de 40% a 60% do total de plantas mortas nas propriedades produtoras de mamão no estado do Maranhão (SILVA, 2001). O sintoma de tombamento de mudas, é causado por microrganismos habitantes do solo, tais como o oomiceto *Phyitium* sp. e os fungos *Rhizoctonia solani* e *Fusarium* sp. (OLIVEIRA et al., 2000). E ainda, atacando a parte aérea da planta, pode-se citar a pinta-preta ou varíola e a mancha-de-ascoquita que possui como agente causal *Asperisporium caricae* (Speg.) Maubl. e *Ascochyta carica-papayae* (Tarr.), respectivamente (ALVAREZ & NISHIJIMA, 1987).

Na pós-colheita (Figura 1), muitas doenças são de importância econômica e, dentre elas se destacam como as principais doenças fúngicas: a antracnose, a mancha-chocolate, a podridão de *Phomopsis*, podridão de *Alternaria*, a podridão de *Fusarium* e a podridão de *Rhizopus* (ALVAREZ; NISHIJIMA, 1987).

**Figura 1:** Pirâmide da doença na pós-colheita em frutos. Baseia-se na interação de quatro elementos: (1) Fungo patogênico, (2) Hospedeiro suscetível, (3) amadurecimento ou senescência e (4) Ambiente favorável. Adaptado de Alkan & Fortes (2015).



Fonte: DIAS, (2018).

A esquematização clássica do triângulo da doença, que representa os fatores envolvidos para que ocorra o estabelecimento da doença de planta: um patógeno virulento, um hospedeiro suscetível e um ambiente com condições favoráveis, ganha uma nova adaptação para o estabelecimento da doença na pós-colheita, o processo de amadurecimento (Figura 1) é incluído e pode permitir ou não o estabelecimento da doença, isso ocorre por que durante o amadurecimento e senescência, o fruto se torna mais suscetível devido aos processos fisiológicos que ocorrem. Mas, o manejo na pós-colheita pode contribuir para a uma boa resposta desse fruto (ALKAN; FORTES, 2015).

A antracnose, causada por fungos do gênero *Colletotrichum* spp., se destaca como a doença de etiologia fúngica mais importante para a cultura (PERES, 2002). Espécies deste gênero, são comumente conhecidas em várias partes no mundo por serem causadoras de doenças em diversas frutas (PHOULIVONG et al., 2010; BONETT et al., 2012).

A espécie *C. gloeosporioides*, é a forma anamórfica do fungo *Glomerella cingulata* (Ston) Spaul & Schr., e infecta mais de 1.000 espécies de culturas, sendo responsável por grandes perdas da produtividade que acarretam em sérias consequências para o desenvolvimento econômico e social (PHOULIVONG et al., 2010).

### 1.2.4 Antracnose

Comumente a antracnose é causada por mais de uma espécie em um mesmo hospedeiro, esse complexo de espécies causando a doença dificulta ainda mais o manejo, devido as reações distintas desses patógenos às formas de controle. Desse modo, é fundamental conhecer as espécies envolvidas em causar a doença em cada cultura, por meio da identificação molecular do patógeno (TOZZE JÚNIOR et al., 2015).

Atualmente, pelo menos duas espécies do gênero *Colletotrichum* foram descritas como responsáveis por causar antracnose no mamoeiro, *Colletotrichum plurivorum* (SUN et al., 2019), *Colletotrichum gloeosporioides* (ALVAREZ; NISHIJIMA, 1987; FONSECA et al., 2004; ANDRADE; VIEIRA, 2016; DANTAS et al., 2018). Esses dados podem aumentar com o avanço das pesquisas.

*Colletotrichum gloeosporioides* é o agente causal da antracnose, e de outras doenças denominadas podridão-peduncular e mancha-chocolate. A antracnose se desenvolve em frutos refrigerados ou não, tornando-os inviáveis para consumo, o fungo mantém sua fonte de inóculo através dos restos culturais, principalmente através das folhas. Este possui ainda, a capacidade de penetração tanto através de tecidos sem lesão como através de danos mecânicos ou ainda por insetos vetores (BARBOZA et al., 2013).

A manifestação dos sintomas ocorre durante o amadurecimento do fruto e até que chegue esse momento, o fungo permanece latente. No fruto imaturo, o conídio do patógeno após aderir a superfície epidérmica, germina formando o apressório, esta estrutura possui capacidade de penetrar a cutícula do fruto por meio de atividades enzimáticas extracelulares, após esse processo é formado uma estrutura dendrítica que deposita as estruturas fúngicas (hifas modificadas) nas células epidérmicas e permanecem em estado de latência. Quando o fruto começa o processo de maturação, o fungo reconhece as mudanças fisiológicas da parede celular e da cutícula, por meio de sinais moleculares e passa do estado biotrófico para necrotrófico, em que destrói as células epidérmicas as quais originalmente parasitou e passa a colonizar as áreas de tecidos adjacentes, conseqüentemente, manifestando os sintomas. Ao penetrar por meio de lesões nos frutos verdes este fungo não passa pelo estado biotrófico. (PRUSKY et al., 2013; ALKAN; FORTES, 2015).

O etileno, o ácido jasmônico e o ácido salicílico estão entre os hormônios que promovem o processo natural de amadurecimento nos frutos. Os frutos durante essa fase passam por alterações na parede celular, acúmulo de açúcares, diminuição das respostas induzíveis de defesa e da quantidade de fitoalexinas, alteração do pH, dentre outros (PRUSKY, 1996).

Em frutos imaturos de tomate, a resposta ao parasitismo biotrófico de *C. gloeosporioides* ocorreu principalmente através da biossíntese do ácido jasmônico e etileno. De modo semelhante, no estágio necrotrófico, em frutos maduros o ácido jasmônico aumentou a tolerância a *Colletotrichum* sp., e a baixa sinalização do ácido salicílico, tornou esses frutos menos suscetíveis ao ataque necrotrófico do fungo *C. gloeosporioides*, a baixa expressão do ácido salicílico evita a supressão de defesa do ácido jasmônico. Esta reação depende da NADPH oxidase que é desencadeada a partir da amônia secretada pelo fungo (ALKAN et al., 2014).

O etileno, principalmente em frutos climatérios, possui papel duplo, durante a fase imatura do fruto está relacionado à resistência, porém está envolvido no processo natural de amadurecimento que aumenta a suscetibilidade dos frutos, uma vez que o patógeno sai da fase latente através das alterações fisiológicas decorrentes do amadurecimento e ainda possui a capacidade de induzir a biossíntese desse hormônio. O que irá determinar o fator suscetível ou resistente para esse hormônio será a quantidade mínima e máxima para cada patossistema (ALKAN et al., 2014).

O fungo *Colletotrichum* spp. forma acérvulos subepidérmicos com setas escuras, conidióforos cilíndricos com conídios hialinos, sua forma perfeita *Glomerella cingulata* difere com relação as suas estruturas e reprodução, que é sexuada, pois esta forma possui peritécios marrons, isolados ou em grupos, incrustados em estroma preto, sem paráfises. As ascas contêm no seu interior oito ascósporos, hialinos, unicelulares, cilíndricos e dispostos em tamanho crescente (OLIVEIRA et al., 2000).

Os sintomas da antracnose, doença causada por *Colletotrichum* spp., caracterizam-se por apresentar lesões nas cascas dos frutos, de cor escura em formato arredondado, que podem chegar até 5 cm de diâmetro. Ao redor da mancha, ocorre a formação de um halo de aspecto aquoso, essas manchas se espalham podendo chegar até a polpa do fruto, caracterizando a podridão-mole, a frutificação do fungo concentra-se na parte central da lesão com uma coloração rósea alaranjada (OLIVEIRA et al., 2000; BARBOZA et al., 2013).

De acordo com a literatura, para o controle da antracnose as medidas devem ser manejadas ainda no campo, dentre elas estão o uso de fungicidas, o controle hidrotérmico combinado com o químico e aplicação de ceras garantem um maior tempo de prateleira para os frutos (OLIVEIRA et al., 2000; VENTURA et al., 2003).

### **1.2.5 Controle químico**

As grandes culturas no Brasil dependem, do controle químico para garantir alimentação e rendimentos. Os fungicidas contribuem para a qualidade dos vegetais e durabilidade na fase da pós-colheita. Existe uma preocupação em reduzir os impactos na saúde ambiental e humana resultantes do uso indevido dos agrotóxicos. Para a utilização correta desses produtos no controle de doenças de plantas é necessário conhecer o patógeno, os fatores ambientais envolvidos, o custo/benefício e a forma de manuseio. O uso racional beneficia os princípios de controle como a: exclusão, erradicação, terapia e proteção contra patógenos. Porém o uso indiscriminado culmina no surgimento de microrganismos resistentes, causando graves desequilíbrios ambientais, que na maioria dos casos não possui solução (ZAMBOLIM, 2014).

### **1.2.6 Controle cultural**

O controle cultural que consiste na manipulação de técnicas de manejo afim de melhorar as condições para o hospedeiro e desfavorecer maneiras de sobrevivência do patógeno e tem como medidas a rotação de cultura, uso de insumos livres de contaminação (sementes, adubo, mudas dentre outros), eliminação de plantas doentes, eliminação de restos culturais, de hospedeiros alternativos, melhoria da qualidade do solo por meio da introdução de matéria orgânica, densidade e dentre outros (BEDENDO et al., 2018).

Para isso é necessário conhecer a biologia do patógeno, a planta hospedeira e o ambiente favorável para que a infecção ocorra. Essa forma de controle geralmente é preventiva ou se aplica quando a doença já está estabelecida visando controlar reduzindo a fonte de inóculo inicial. O controle cultural também melhora a eficiência de outras formas de controle (SILVA; ZAMBOLIM, 2014).

### **1.2.7 Controle físico**

O controle físico está associado a utilização de recursos físicos no controle, e entre os mais utilizados está a refrigeração, tratamento térmico, solarização do solo, manipulação de comprimentos de onda, uso de atmosfera controlada, radiação ultravioleta e ionizante (BEDENDO et al., 2018).

Esse método de controle atua diretamente no patógeno, evitando a propagação do inóculo por meio de partes da planta ou até mesmo pela remoção destas partes através podas terapias mecânicas e cirurgia em plantas desenvolvidas. E também atua sobre a fisiologia do hospedeiro como por exemplo, na pós-colheita, pode manter maior resistência do fruto ao retardar o seu processo de maturação. Como exemplo, os frutos do mamoeiro devem ser secos,

retirado-lhes o pedúnculo, posicionados para baixo e embrulhados com papel de seda, estes procedimentos inibem a infecção por *Colletotrichum gloeosporioides* (ZAMBOLIM & JESUS JUNIOR, 2014).

### **1.2.8 Produtos alternativos como controle natural de doenças**

Devido à preocupação cada vez mais crescente, com a qualidade alimentar, com os resíduos químicos que contribuem para a poluição ambiental e ainda com a resistência adquirida pelos fitopatógenos devido ao uso insistente de agrotóxicos, os estudos com produtos alternativos em substituição aos produtos químicos tradicionais têm se tornado uma excelente estratégia para a diminuição desses poluentes (BARBOZA et al., 2013).

E ainda, devemos considerar o oneroso custo do controle químico que, na maioria dos casos beneficia somente os grandes produtores, o que gera, conseqüentemente, uma cadeia desigual de propriedades acumuladas, que mantém o uso do controle químico como prioridade por ser um manejo que prover lucros imediatistas. Porém, o controle integrado aos poucos conquista o seu espaço com a proposta de retomar o grau ecológico de sustentabilidade, considerando que, o processo de resiliência natural necessita que todas as esferas estejam em harmonia (BERGAMIN FILHO; AMORIM, 2018).

A utilização de produtos alternativos teve início há séculos, de modo caseiro, e devido ao menor impacto ambiental e a saúde humana se tornou necessário retomar, comprovar e difundir esses saberes por meio da ciência. Desse modo, a investigação de meios alternativos está sendo cada vez mais valorizada, com o intuito de aprimorar técnicas e ampliar as espécies estudadas em todas as áreas do conhecimento, visando o controle de pragas e doenças (CHOWDHURY; RAHIM, 2009; BONETT et al., 2012).

Existem vários métodos naturais de combate ao ataque de microrganismos. Entre eles podemos citar: o uso de óleo essencial e extrato etanólico com atividades fungitóxicas sobre o fungo *Colletotrichum gloeosporioides* isolados de frutos de mamoeiro (BONETT et al., 2012), óleo de *Mentha arvensis* controlando *Colletotrichum musae* (SOUZA et al., 2018), óleo de soja controlando antracnose em mangas na pós-colheita (JUNQUEIRA et al., 2004), argila silicatada e o extrato da alga *Ulva fasciata* com potencial para o controle da alternariose da cebolinha (ARAÚJO et al., 2012), Calda Bordalesa controlando *Asperisporium caricae* (pinta-preta) do mamoeiro (SANTOS et al., 2017), Quitosana demonstrando propriedades antifúngicas contra *Colletotrichum lindemuthianum* e induzindo resistência no feijoeiro (DI PIERO; GARDA, 2008). *Saccharomyces cerevisiae* e *Bacillus thuringiensis* reduzindo a incidência da antracnose

em frutos de mamão e ácido acético, ácido salicílico e quitosana inibindo o crescimento micelial e a germinação de *Colletotrichum gloeosporioides* (CIA, 2005).

### **1.2.9 Indução de resistência e suas aplicabilidades na pós-colheita**

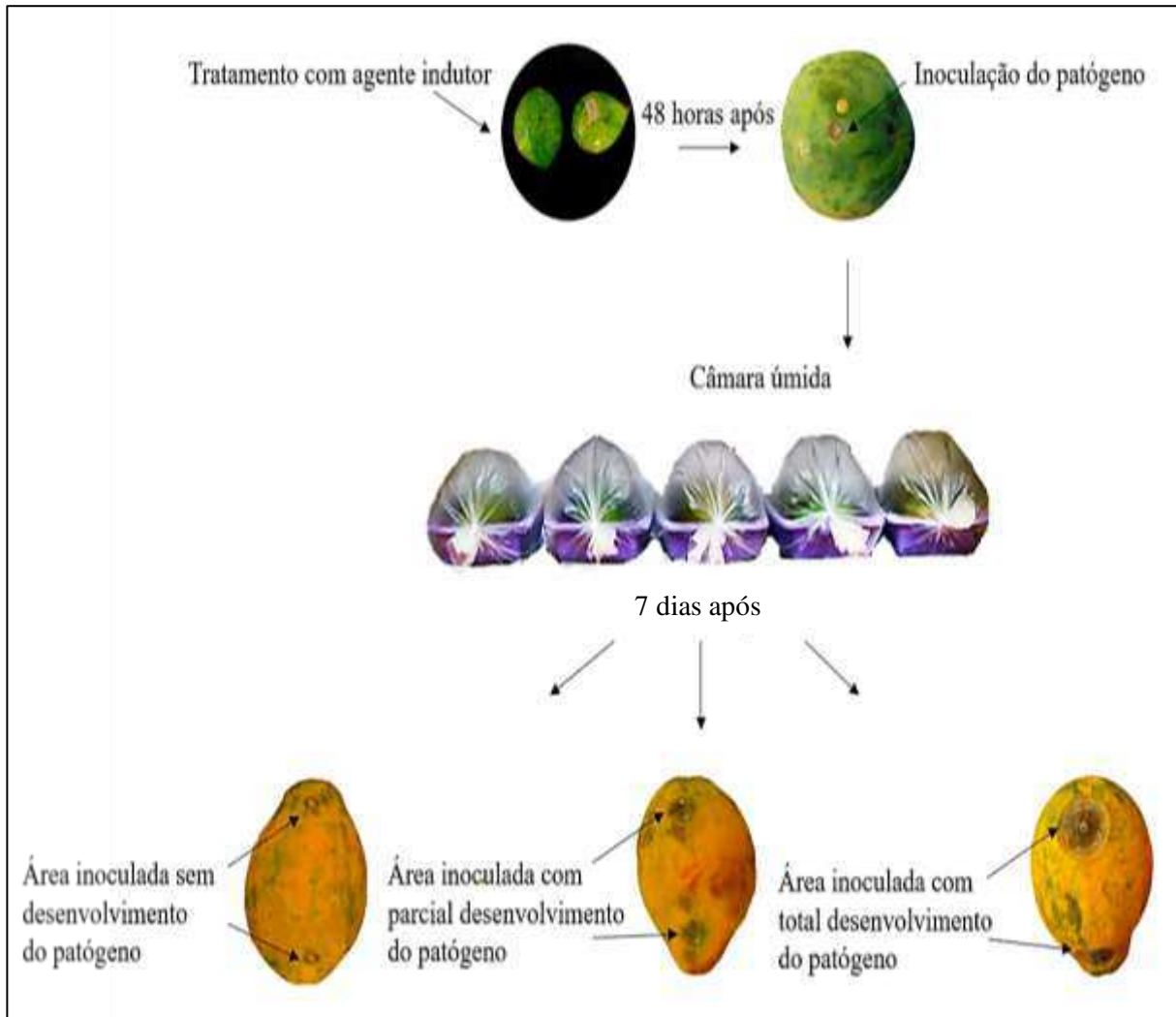
O controle biológico ocorre através de outros organismos (exceto o homem) e tem ação por meio da antibiose, competição, parasitismo, premunização e indução de mecanismos de resistência, este último pode ser estimulado por fatores bióticos e abióticos (BEDENDO et al., 2011).

Induzir resistência em plantas implica no estímulo a fatores existentes no organismo vegetal em provocar reações de defesa, usando como indutor um fator externo (PASCHOLATI; DALIO, 2018).

Resistência vegetal consiste na capacidade que a planta possui de inibir, retardar ou evitar o parasitismo do patógeno (PARLEVLIET, 1997). A resistência nas plantas pode ser inata e/ou estimulada por fatores ambientais e expressa por meio da anatomia, fisiologia e bioquímica (ZAMBOLIM et al., 2014).

Na pós-colheita, a indução de resistência (Figura 2) nos vegetais, também pode ser promovida por meio de agentes bióticos e abióticos, esta tecnologia possui grande potencial para inibição de doenças (VENTURA et al., 2003; REZENDE; MATTOS JR, 2018).

**Figura 2:** Tratamento em frutos de mamão tendo como agente indutor o extrato da alga marinha *Ascophyllum nodosum*, inoculados com *Colletotrichum* sp. demonstrando perfil dos frutos com resistência induzida ou não, em resposta a antracnose. Adaptado de Pascholati (2011).



Fonte: DIAS, (2018).

As plantas possuem mecanismos de resistência classificados como pré-formados, passivos ou constitutivos. Dentre esses mecanismos podemos citar as barreiras estruturais e químicas. E ainda, após a infecção do patógeno, a planta pode expressar mecanismos pós-formados, de forma ativa ou induzida. As barreiras estruturais: formação de lignina, camadas de cortiça e as bioquímicas como as fitoalexinas e espécies reativas de oxigênio, são existentes no organismo vegetal, mas, com a presença do patógeno, estes mecanismos de resistência são ativados e induzidos a um aumento, a partir dos componentes já existentes. Essa indução é estimulada através de moléculas eliciadoras ou agentes indutores (PASCHOLATI; DALIO, 2018).

A resistência induzida pode surgir após uma infecção pelo patógeno ou pode ser ativada como um tratamento preventivo (HAMMERSCHMIDT, 1999).



Fatores de estresse bióticos e abióticos provocam uma superprodução de espécies reativas de oxigênio (EROs) no organismo vegetal, essa produção ocorre principalmente nos cloroplastos (processo de fotossíntese) e nas mitocôndrias (oxigênio consumido na condição escura). Dentre as EROs está o peróxido de hidrogênio ( $H_2O_2$ ), aniôn superóxido ( $O_2^{\cdot-}$ ) entre outros. Esse mecanismo em resposta a condição estressante pode, por exemplo, interferir na patogenicidade de fitopatógenos mas também pode, destruir as células vegetais e causar a morte da planta. Porém, essa explosão oxidativa ativa mecanismos que induzem genes de defesa, e realizam o processo de limpeza através de reações antioxidantes que agem nesse estresse oxidativo, fisiologicamente por meio da atividade bioquímica de enzimas como a peroxidase, catalase, polifenoloxidase, superóxido dismutase (SOARES; MACHADO, 2007; BARBOSA et al., 2014; NASCIMENTO; BARRIGOSI, 2014; PASCHOLATI; DALIO, 2018).

As enzimas antioxidantes catalisam as reações bioquímicas presentes no organismo que ocorrem nos mais variados compartimentos celulares e decompõem as EROs. A catalase (CAT) é encontrada nos peroxissomos, glioxissomos e mitocôndrias. É responsável por eliminar  $H_2O_2$ , convertendo o peróxido de hidrogênio em água ( $H_2O$ ) e oxigênio molecular ( $O_2$ ). O metanol, o etanol, o formaldeído e o ácido fórmico são isoformas da CAT dismutam o  $H_2O_2$  e outros substratos. Esta enzima é particularmente conhecida pela sua eficiência na dismutação em processos com alto índices de explosão oxidativa, operando sem agente redutor (BARBOSA et al., 2014; PASCHOLATI; DALIO, 2018).

A peroxidase (POX) possui muitas isoformas, encontram-se principalmente na parede celular e no vacúolo, a sua atividade indica que houve estresse bioquímico. Esta enzima utiliza compostos fenólicos como doadores de elétrons e oxidam  $H_2O_2$  gerando água como produto, para que a reação catalítica ocorra faz-se necessário a utilização de cofatores redox como grupos prostéticos com um íon metálico (LOCATO et al., 2010; BARBOSA et al., 2014).

A POX além de participar do processo de defesa contra fitopatógenos, também atuam em outros processos no organismo vegetal como a lignificação, a suberização, construção de componentes da parede celular, catabolismo de auxinas, senescência e proteção contra insetos. As peroxidases são classificadas de acordo com suas estruturas e atividades catalíticas, estudos comprovam que as das POX de Classe III são as mais importantes nas respostas de defesa envolvendo fatores bióticos (WAR et al., 2012).

A polifenoloxidase (POL) são metaloenzimas responsáveis pela catálise da reação de monofenóis e *o*-difenois transformando-os em quinonas, esses produtos possuem elevada ação contra microrganismos. Contudo, expressa-se como uma enzima de suma importância na defesa de plantas contra patógenos. E ainda, atuam contra estresses resultantes de fatores abióticos e

como inibidores da alimentação e desenvolvimento de insetos-praga, promovidos pelo bloqueio de aminoácidos essenciais e efeito tóxico (WAR et al., 2012).

Como parte deste sistema de defesa antioxidante, existem os componentes não enzimáticos como os carotenoides, que são moléculas ou metabólitos antioxidantes ocorrentes nos cloroplastos, mitocôndrias e peroxissomos, e também compõem o sistema de defesa vegetal antioxidante contra estresses bióticos e abióticos, capazes de neutralizar os EROs, inibindo a formação de radicais livres, sequestrando-os ou degradando-os afim de evitar a degradação das células vegetais (DAVAR et al., 2013; BARBOSA et al., 2014). Age também na detoxificação de Oxigênio singleto ( $^1\text{O}_2$ ), participam na transferência de energia para os centros das reações e também dissipam energia do estresse fotoxidativo (RESENDE, 2003).

Vários produtos naturais podem ser usados como indutores de resistência. Dentre as matérias prima para a extração desses produtos podemos destacar as algas marinhas, da qual se faz o uso como fertilizantes e bioestimulantes há várias décadas, o que potencializa a proteção de diversas plantas utilizadas na agricultura (SANGHA et al., 2014).

### **1.3.0 Extrato da alga marinha *Ascophyllum nodosum***

Bioestimulantes são uma mistura de aminoácidos, vitaminas, sais minerais e outras moléculas de amplo uso na agricultura, reconhecidos pela capacidade de melhorar o desenvolvimento das plantas (CARVALHO; CAMARGO, 2014). O uso desses compostos tem conquistado sua importância na agricultura devido a necessidade de produtos fitossanitários naturais em substituição ao uso de pesticidas e herbicidas, que tanto geram resíduos que contribuem para a poluição ambiental. Desse modo, os estudos que comprovem a utilização das algas marinhas para este fim, são uma alternativa importante para as problemáticas atuais (SILVA et al., 2016).

No grupo das algas marrons (Phaeophytas) destaca-se a espécie *Ascophyllum nodosum* (L.) Le Jol., encontrada no Hemisfério norte do Oceano Atlântico, especificamente na região do Canadá, nos mares Árticos e no norte da Europa (COLAPIETRA; ALEXANDER, 2006; UGARTE et al., 2006; RODRIGUES, 2008).

Segundo Rodrigues (2008), essa alga sobrevive em condições adversas como temperatura alta, condições de alta salinidade em alta maré, e alta exposição ao sol na maré baixa, desse modo esta espécie pode ter adquirido características de resistência a nível bioquímico, por isso apresenta efeito semelhante as hormônios vegetais, sendo considerada um

aditivo a fertilizantes pelo MAPA, com efeito semelhante aos aminoácidos e notadamente bioestimulantes (Tabela 1).

**Tabela 1:** Uso da alga marinha *A. nodosum* na agricultura como bioestimulante.

<b>Cultura/espécie botânica</b>	<b>Forma de aplicação</b>	<b>Referência (Autor/ano)</b>
Alface e Couve Flor	Extrato	Abetz; Young. (1983).
Uvas de mesa	Suspensão concentrada	Colapietra; Alexander, (2006).
<i>Arabidopsis thaliana</i>	Pó solúvel e concentrado líquido	Rayorath et al. (2008).
<i>Kappaphycus alvarezii</i>	Extrato	Loureiro et al. (2010).
Espinafre ( <i>Spinacia oleracea</i> )	Extrato	Fan et al. (2014).
<i>Arabidopsis thaliana</i>	Extrato	Nair et al. (2012).
Pinheiro	Extrato	MacDonald et al. (2012).
Alfafa	Extrato	Khan et al. (2012).
<i>Arabidopsis thaliana</i>	Extrato	Wally et al. (2013).
Repolho	Extrato	Lola-Luz et al. (2013).
Videiras	Extrato	Albuquerque et al. (2014).
Cajueiro	Extrato	Garcia et al. (2014).
Tomateiro	Extrato	Ali et al. (2015).
Espinafre	Extrato	Xu; Leskovar, (2015).
Soja	Extrato	Martynenko et al. (2016).
Milho	Extrato	Ertani et al. (2018).
Manga	Extrato	Melo et al. (2018).
Tomateiro	Extrato	Goñi et al. (2018).
Tomateiro	Extrato	Stasio et al. (2018).
Uva (fruto)	Extrato	Frioni et al. (2018).

**Fonte:** DIAS, (2018).

Por isso é bastante utilizada há séculos em estudos pelo reconhecido aumento da qualidade dos processos fisiológicos, através da complementação de hormônios de crescimento (auxinas, giberelinas, citocininas, ácido abscísico), aminoácidos (alanina, ácido aspártico e

glutâmico, glicina, isoleucina, leucina, lisina, prolina, tirosina, triptofano e valina), nutrientes importantes (N, P, K, Ca, Mg, S, B, Fe, Mn, Cu e Zn), indução de resistência, promoção da melhoria da qualidade dos frutos e crescimentos das plantas (CRAIGIE, 2010).

Esses estudos têm comprovado a eficiência dos extratos de *A. nodosum* como bioestimulante (Tabela 1), os estudos de Colapietra e Alexander (2006); Albuquerque et al., (2014), mostraram que o extrato dessa alga melhorou o rendimento e qualidade de uvas. Khan et al., (2012), demonstrou crescimento das plantas de alfafa induzido pelo mesmo extrato. Ocorreu um aumento do desempenho agrônômico em porta-exertos de araticum-do-brejo, com o mesmo extrato (SILVA et al., 2016). Fan et al., (2011) usou o mesmo extrato na pré-colheita de espinafre e observou uma melhora no armazenamento e qualidade na pós-colheita.

Carvalho (2013), conclui que o vigor das sementes de feijão (*Phaseolus vulgaris L.*) melhorou após a imergir neste extrato, isso foi observado pelo número de plantas estabelecida no campo e pela redução do tempo de emergência.

Envolvendo patossistemas (Tabela 2), os trabalhos de Jayaraman et al. (2011) conclui que os extratos de algas marinhas melhoram a resistência de pepino contra *Didymella applanata*, *Fusarium oxysporum* e *Botrytis cinérea*, provavelmente pela indução de genes de defesa ou enzimas, estes autores afirmam que o extrato de algas marinhas contribui para um maior nível de resistência, além de promover o crescimento das plantas, e ainda sugerem que outros pesquisadores desenvolvam os estudos em diferentes condições, locais e patossistemas.

E ainda, Subramanian et al. (2011) relataram, em seus estudos, que o extrato de *A. nodosum* induziu por meio de elicidores a resistência de *Arabidopsis thaliana* contra *Pseudomonas Syringae* pv. e *Sclerotinia sclerotiorum*. Ribeiro et al., (2016) observaram em seus resultados que o extrato da alga *A. nodosum* apresentou capacidade de diminuir a agressividade da antracnose em frutos de mamão em pós-colheita.

Esses trabalhos sugerem que os extratos de *A. nodosum* contribuem para o desenvolvimento de vários processos fisiológicos, bioquímicos e genéticos, de forma direta ou indireta, tornando possível as respostas do organismo vegetal. Evidenciando que os compostos bioativos presente no extrato dessa alga tanto favorecem o desenvolvimento da planta quanto induz a resistência contra os estresses bióticos e abióticos (KHAN et al., 2009).

Cosoveanu et al. (2010) enfatizam que seu trabalho é pioneiro para a república da Romênia, embasando a inibição da atividade antifúngica de patógenos transmitidos pela semente a partir de extratos de algas na pré e pós-colheita.

**Tabela 2:** Uso da alga marinha *A. nodosum* em patossistemas/fitopatígeno.

<b>Cultura/espécie botânica</b>	<b>Agente etiológico causador de doenças em plantas</b>	<b>Referência (Autor/ano)</b>
Videira (planta)	<i>Plasmopara viticola</i>	Lizzi et al. (1998).
Pimentão (planta)	<i>Phytophthora capsici</i>	Lizzi et al. (1998).
Cenoura (planta)	<i>Alternaria radicina e Botrytis cinerea</i>	Jayaraj et al. (2008).
<i>Arabidopsis thaliana</i>	<i>Pseudomonas Syringae</i> pv. e <i>Sclerotinia sclerotiorum</i>	Subramanian et al. (2011).
Pepino	<i>Alternaria cucumerinum</i> , <i>Didymella applanata</i> , <i>Fusarium oxysporum</i> e <i>Botrytis cinerea</i>	Jayaraman et al. (2011).
Bioautografia direta e difusão em disco da cultura fúngica	<i>Colletotrichum lagenarium</i> e <i>Aspergillus flavus</i>	Peres et al. (2012).
Pimenta	<i>Colletotrichum gloeosporioides</i>	Gomes; Serra, (2013).
Frutos de caroço*	<i>Monilinia fructicola</i>	Oliari et al. (2014).
Pepino (fruto)	<i>Phytophthora melonis</i>	Abkhoo; Sabbagh, (2015).
Tomate (fruto)	<i>Alternaria solani</i> e <i>Xanthomonas campestris</i> pv <i>vesicatoria</i>	Ali et al. (2016).
Tomate (fruto)	<i>Fusarium oxysporum</i> f. sp. <i>radicis-lycopersici</i>	Panjehkeh; Abkhoo, (2016).
Mamão (fruto)	<i>Colletotrichum gloesporioides</i>	Ribeiro et al. (2016).
Manga (fruto)	<i>Colletotrichum gloesporioides</i>	Melo, (2017).

\*Isolado obtido de cultura pura monospórica de laboratório.

**Fonte:** DIAS, (2018).

Diante do exposto, é fundamental que mais pesquisas através de resultados, possam melhor esclarecer os processos envolvidos e definir as dosagens para uso do extrato nas mais variadas culturas, considerando as peculiaridades de cada espécie vegetal e os seus mecanismos de reação (RODRIGUES, 2008).

Entretanto, poucos trabalhos estão voltados para a indução de resistência utilizando o extrato de *A. nodosum* na pós-colheita, com base no levantamento da literatura, realizado até o presente momento, nenhum trabalho estudou de modo mais detalhado e aprofundado os amplos aspectos dos efeitos desse extrato em frutos de mamão na pós-colheita.

## REFERÊNCIAS

- ABETZ, P.; YOUNG, C. L. The Effect of Seaweed Extract Sprays Derived from *Ascophyllum nodosum* on Lettuce and Cauliflower Crops. **Botanica Marina**, v. 16. p. 487-492. 1983.
- ABKHOO, J.; SABBAGH, S. K. Control of *Phytophthora melonis* damping-off, induction of defense responses, and gene expression of cucumber treated with commercial extract from *Ascophyllum nodosum*. **Journal of Applied phycology**, DOI 10.1007/s10811-015-0693-3. 2015.
- ABREU, G. F., TALAMINI, V.; STADNIK, M. J. Bioprospecção de macroalgas marinhas e plantas aquáticas para o controle da antracnose do feijoeiro. **Summa Phytopathologica**, Botucatu v.34. p. 22-26. 2008.
- ALBUQUERQUE, T. C. S.; ALBUQUERQUE NETO, A. A. R.; EVANGELISTA, T. C. Uso de extrato de algas (*Ascophyllum nodosum*) em videiras, cv. Festival. In: XXIII CONGRESSO DE FRUTICULTURA. Cuiabá. **Resumos...** Cuiabá. 2014.
- ALI N.; FARRELL, A.; RAMSUBHAG, A.; JAYARAMAN, J. The effect of *Ascophyllum nodosum* extract on the growth, yield and fruit quality of tomato grown under tropical conditions. **Journal of Applied Phycology**, DOI 10.1007/s10811-015-0608-3. 2015.
- ALI, N.; RAMKISSOON, A.; RAMSUBHAG.; JAYARAJ, J. *Ascophyllum* extract application causes reduction of disease levels in field tomatoes grown in a tropical environment. **Crop protection**, v.83, p. 67-75, 2016.
- ALKAN, N.; FORTES, A. M. Insights into molecular and metabolic events associated with fruit response to post-harvest fungal pathogens. **Frontiers in Plant Science**, v.6. 889. 2015.
- ALKAN, N.; FRIEDLANDER, G.; MENT, D.; PRUSKY, D.; FLUHR, R. Simultaneous transcriptome analysis of *Colletotrichum gloeosporioides* and tomato fruit pathosystem reveals novel fungal pathogenicity and fruit defense strategies. **New Phytologist**, v. 205, p. 801–815. 2014.
- ALVAREZ, A. M.; NISHIJIMA, W. T. Postharvest diseases of papaya. **Plant Disease**, Saint Paul, v.71, n. 8, p.681-686, 1987.
- ANDRADE, W. P.; VIEIRA, G. H. C. Efeito dos óleos essenciais sobre a antracnose *in vitro* e em frutos de mamoeiro. **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**, v.18, n.1. p.367-372, 2016.
- ARAÚJO, B.; PERUCH, L. A.M.; STADNIK, M. J. Efeito do extrato de alga e da argila silicatada na severidade da alternariose e na produtividade da cebolinha comum (*Allium fistulosum* L.). **Tropical Plant Pathology**, v. 37. p. 363-367. 2012.
- BARBOSA, M. R.; SILVA, M. M. A.; WILLADINO, L.; ULISSES, C.; CAMARA, T. R. I Geração e desintoxicação enzimática de espécies reativas de oxigênio em plantas. **Ciência Rural**, v.44, n.3, 2014.
- BARBOZA, H. T. G.; COSTA, J. B. N.; SOARES, A. G.; SARQUIS, M. I. M. SILVA, O. F. LIRA, A. F. ALCÂNTARA, I. Controle de patógenos pós-colheita de mamão (*Carica papaya* L.) pela utilização das fosforilidrazonas: um estudo de caso. **Revisão anual de patologia de plantas**, v. 21, 2013.

- BEDENDO, P. I.; MASSOLA JR, N. S.; AMORIN, L. Controles cultural e físico de doenças de plantas. In: AMORIM, L.; REZENDE, J. A. M.; BERGAMIN FILHO, A. **Manual de Fitopatologia: princípios e conceitos**. São Paulo: Agronômica Ceres. p. 275-287. 2018.
- BEDENDO, P. I.; MASSOLA JR, N. S.; AMORIN, L. Controle biológico de doenças de plantas. In: AMORIM, L.; REZENDE, J. A. M.; BERGAMIN FILHO, A. **Manual de Fitopatologia: princípios e conceitos**. São Paulo: Agronômica Ceres. p. 383-387. 2011.
- BERGAMIN FILHO, A.; AMORIM, L. MANEJO INTEGRADO DE DOENÇAS. In: AMORIM, L., REZENDE, J. A. M., BERGAMIN FILHO, A. **Manual de Fitopatologia: princípios e conceitos**. São Paulo: Agronômica Ceres. p. 303-309. 2018.
- BONETT, L. P.; MULLER, G. M.; WESSLING, C. R.; GAMELLO, F. P. Extrato etanólico de representantes de cinco famílias de plantas e óleo essencial da família Asteraceae sobre o fungo *Colletotrichum gloeosporioides* coletados de frutos de mamoeiro (*Carica papaya* L.) **Revista Brasileira de Agroecologia**, v. 7, n. 3, p. 116–125, 2012.
- CARVALHO, M. E. A.; CAMARGO, P. R. C. **Extratos de algas e suas aplicações na agricultura**. Piracicaba: ESALQ - Divisão de Biblioteca, /, 2014. 58 p.
- CARVALHO, M. E. A. **Efeitos do extrato de *Ascophyllum nodosum* sobre o desenvolvimento e produção de cultivos**. 2013. Dissertação (Mestrado em Fisiologia e Bioquímica de Plantas) Universidade de São Paulo Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Piracicaba, 2013.
- CIA, P. Avaliação de agentes bióticos e abióticos na indução de resistência e no controle da antracnose (*Colletotrichum gloeosporioides*) em mamão (*Carica papaya*). 2006. 197p. Tese (Doutorado em Fitopatologia) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2005.
- CRAIGIE, J. S. Seaweed extract stimuli in plant science and agriculture. **Journal of Applied Phycology**, 23(3), 371–393. doi:10.1007/s10811-010-9560-4. 2010.
- CHOWDHURY, M.; RAHIM, M. Integrated Crop Management to Control Anthracnose (*Colletotrichum gloeosporioides*) of Mango. **Journal of Agriculture Rural Development**, v. 7, n. 1, p. 1–55, 2009.
- COLAPIETRA, M.; ALEXANDER, A. Effect of foliar fertilization on yield and quality of table grapes. **Acta Horticulturae**, v. 721, p. 213–218, 2006.
- CNA BRASIL – Fruticultura Balanços 2016/ Perspectivas 2017. Disponível em: <[http://www.cnabrasil.org.br/sites/default/files/sites/default/files/uploads/10\\_fruticultura.pdf](http://www.cnabrasil.org.br/sites/default/files/sites/default/files/uploads/10_fruticultura.pdf)> Acesso em: 04 de maio de 2017.
- CORRALES, V. G.; UMAÑA, G. Efecto de ceras como complemento a la inmersión hidrotérmica sobre la calidad en la fruta de papaya (*Carica papaya* L. HÍBRIDO POCOCÍ). **Agronomía Costarricense**, v. 39. p. 91-105. 2015.
- COȘOVEANU, A.; AXINE, O.; IACOMI, B. Antifungal activity of macroalgae extracts. **Scientific Papers**, v. 53, 2010.
- COSTA, I. J. N.; OLIVEIRA, E. B.; SANTOS, G. A.; SILVA, J. R.; OLIVEIRA JUNIOR, C. E. A.; MOURA, M. C. C. L. Aspectos evolutivos da produção e comercialização do mamão



no Maranhão. In: 64 Reunião Anual (RA) da Sociedade Brasileira para o Progresso da Ciência – SBPC. Maranhão. Resumos. São Luís. 2012.

DANTAS, A. M. M.; NASCIMENTO, S. R. C.; CRUZ, B. L. S.; SILVA, F. H. A.; AMBRÓSIO, M. M. Q.; SENHOR, R. F. Alternative control of post-harvest diseases in Tainung 1 papaya. **Pesquisa Agropecuaria**, v. 48, n. 1, p. 29-35. 2018.

DAVAR, R.; DARVISHZADEH, R.; MAJD, A. Changes in antioxidant systems in sunflower partial resistant and susceptible lines as affected by *Sclerotinia sclerotiorum*. **Biologia**, v.68, p. 821-829, 2013.

DI PIERO, R. M.; GARDA, M. V. Quitosana reduz a severidade da antracnose e aumenta a atividade de glucanase em feijoeiro-comum. **Pesquisa Agropecuaria Brasileira**, v.43, n.9, p.1121-1128. 2008.

ERTANI, A.; FRANCIOSO, O.; TINTI, A.; SCHIAVON, M.; PIZZEGHELLO, D.; NARDI, S. Evaluation of Seaweed Extracts From *Laminaria* and *Ascophyllum nodosum* spp. as Biostimulants in *Zea mays* L. Using a Combination of Chemical, Biochemical and Morphological Approaches Front. **Plant Science**, v. 9. p. 428. 2018.

FAN, D.; KANDASAMYA, S.; HODGES, D. M. B; CRITCHLEY, A.T.; PRITHIVIRAJ, B. Pre-harvest treatment of spinach with *Ascophyllum nodosum* extract improves post-harvest storage and quality. **Scientia Horticulturae**, v. 170. p. 70–74. 2014.

FAN, D.; HODGES, M.; ZHANG, J.; KIRBY, C. W.; JI, X.; Locke, S. J.; CRITCHLEY, A. T.; PRITHIVIRAJ, B. Commercial extract of the brown seaweed *Ascophyllum nodosum* enhances phenolic antioxidant content of spinach (*Spinacia oleracea*) which protects *Caenorhabditis elegans* against oxidative and thermal stress. **Food Chemistry**, v. 124. p. 195–202. 2011.

FRIONI, T.; SABBATINIB, P.; TOMBESIC, S.; NORRIED, J.; PONIC, S.; GATTIC M.; PALLIOTTIA, A. Effects of a biostimulant derived from the brown seaweed *Ascophyllum nodosum* on ripening dynamics and fruit quality of grapevines. **Scientia Horticulturae** 232 97–106. 2018.

FLORA DO BRASIL. *Caricaceae in Flora do Brasil 2020 em construção*. Jardim Botânico do Rio de Janeiro. Disponível em: <http://floradobrasil.jbrj.gov.br/reflora/floradobrasil/FB22405>>. Acesso em: 31 Mar. 2017.

FONSECA, M. J. O.; LEAL, N. R.; CENCI, S. A. Padrão de ocorrência de doenças em mamão armazenado sob atmosfera controlada. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 26, n. 3, p. 547-549, 2004.

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS (FAO). **Produção mundial de frutas frescas**. 2016. Available at: <www.fao.org>. Access on: 06 Set. 2018.

GARCIA, K. G. V.; SILVA, C. P.; CUNHA, C. S. M.; NASCIMENTO, C. D. V.; TOSTA, M. S. Extrato da alga *Ascophyllum nodosum* (L.) no desenvolvimento de portaenxertos de cajueiro. **Enciclopédia biosfera**, v.10, p.18. 2014.

GOMES, E. C.; SERRA, I. M. R. S. Eficiência de produtos naturais no controle de *Colletotrichum gloeosporioides* em pimenta na pós colheita. **Summa Phytopathologica, Botucatu**, vol. 39, n. 4, 290-292, 2013.

GONÇALVES, E. D.; PIMENTEL, R. M. A.; LIMA, L. C. O.; CASTRICINI, A.; ZAMBON, C. R.; ANTUNES, L. E. C.; TREVISAN, R. **Manutenção da qualidade pós-colheita das pequenas frutas**. Informe agropecuário. v. 33. n. 268. 2012.

GOÑI, O.; QUILLE, P.; O'CONNEL, S. *Ascophyllum nodosum* extract biostimulants and their role in enhancing tolerance to drought stress in tomato plants. **Plant Physiology and Biochemistry**, v. 126. p. 63–73. 2018.

HAMMERSCHMIDT, R. Induced disease resistance: how do induced plants stop pathogens? **Physiological and Molecular Plant Pathology**, v. 55. p. 77-84. 1999.

HINE, R.B., HOTZMANN, O.V. & RAABE, R.D. **Diseases of papaya (*Carica papaya* L.) in Hawaii, Gainesville Florida**. Agriculture Experimentation Station Bull, UF. Technical Bulletin, 136. 1965.

JAYARAJ, J.; WAN, A.; RAHMAN, M.; PUNJA, Z. K. Seaweed extract reduces foliar fungal diseases on carrot. **Crop Protection**, v. 27. p. 1360– 1366. 2008.

JAYARAMAN, J.; NORRIE, J.; PUNJA, Z. K. Commercial extract from the brown seaweed *Ascophyllum nodosum* reduces fungal diseases in greenhouse cucumber. **Journal of Applied Phycology**, v. 23, n. 3, p. 353–361, 2011.

JUNQUEIRA, N. T. VI.; CHAVES, R. C.; NASCIMENTO, A. C.; RAMOS, V. H. V.; PEIXOTO, J. R.; JUNQUEIRA, L. P. Efeito do óleo de soja no controle da antracnose e na conservação da manga Cv. Palmer em pós-colheita. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 26, n. 2, p. 222-225. 2004.

KHAN, W.; ZHAI, R. B.; SOULEIMANOV, A. C.; CRITCHLEY, A. T.; SMITH, C. D. L.; PRITHIVIRAJ, B. Commercial Extract of *Ascophyllum nodosum* Improves Root Colonization of Alfalfa by Its Bacterial Symbiont *Sinorhizobium meliloti*. **Communications in Soil Science and Plant Analysis**, v. 43, n. 18, p. 2425–2436, 2012.

KHAN, W.; RAYIRATH U. P.; SUBRAMANIAN, S.; JITHESH, M. N.; RAYORATH, P.; HODGES, D. M.; CRITCHLEY, A. T.; CRAIGIE S.; NORRIE J.; PRITHIVIRAJ, B. Seaweed extracts as biostimulants of plant growth: Review. **Chemik**, v. 67, n. 7, p. 636–641, 2009.

KIST, B. B. et al. **Anuário brasileiro da fruticultura**. Santa Cruz do Sul: Editora Gazeta Santa Cruz, 88 p. 2018.

LIMA, R. C. A. J.; LIMA, A. A.; SOUZA JR, M. T.; PIO-RIBEIRO, G.; ANDRADE, G. P. Etiologia e estratégias de controle de viroses do mamoeiro no Brasil. **Fitopatologia Brasileira**, v. 26, n. 4, p. 689–702, 2001.

LIZZI, Y.; COULOMB, C.; COULOMB, P.J.; COULOMB, P.O.; POLIAN, C. L'algue face au Mildiou: que avenir? *Phytoma*, Paris, v.508, p. 29-30, 1998.

LOCATO, V. et al. Reactive oxygen species and ascorbateglutathione interplay in signaling and stress responses. In: GUPTA, S.D. Reactive oxygen species and antioxidants in higher plants. **Science Publishers**, p.45-64. 2010.

LOLA-LUZ, T.; HENNEQUART, F.; GAFFNEY, M. Enhancement of phenolic and flavonoid compounds in cabbage (*Brassica oleraceae*) following application of commercial seaweed

extracts of the brown seaweed (*Ascophyllum nodosum*). **Agricultural and Food Science**, v. 22. p. 288–295. 2013.

LOUREIRO, R. R.; REIS, R. P.; CRITCHLEY, A. T. In vitro cultivation of three *Kappaphycus alvarezii* (Rhodophyta, Areschougiaceae) variants (green, red and brown) exposed to a commercial extract of the brown alga *Ascophyllum nodosum* (Fucaceae, Ochrophyta). **Journal of Applied Phycology**, v. 22. p. 101–104. 2010.

LUCENA, C. C. **Polos de produção de mamão no Brasil**. Embrapa Mandioca e Fruticultura, Cruz das Almas, BA: 2016. 47 p.

MACDONALD J. E.; HACKING J.; WENG Y.; NORRIE, J. Root growth of containerized lodgepole pine seedlings in response to *Ascophyllum nodosum* extract application during nursery culture. **Canadian Journal of Plant Science**, v. 92. p. 1207–1212. 2012.

MACHADO, L. P.; BISPO, W. M. S.; MATSUMOTO S. T.; REIS, F. O.; SANTOS R. B. OLIVEIRA JR, L. F. G. Triagem de macroalgas com potencial antifúngico no controle *in vitro* da antracnose do mamoeiro (*Carica papaya* l.) **Revista Brasileira de Agrociência**, Pelotas. v.17, n.4-4. p.463-467. 2011.

MARTYNENKO, A.; SHOTTON, K.; ASTATKIE, T.; PETRASH, G.; FOWLER, C.; NEILY, W.; CRITCHLEY, A. T. Thermal imaging of soybean response to drought stress: the effect of *Ascophyllum nodosum* seaweed extract. **Springer Plus**, v.5. p.1393. 2016.

MEISSNER FILHO P. E.; OLIVEIRA, A. A. R.; PRATA, C. H. S.; SANTOS FILHO, R. H. P.; JUNGHANS, D. T.; BARBOSA, C. J.; COSTA, D. C. (2013). Doenças. In: DANTAS J. L. L.; JUNGHANS, D. T., LIMA, J. F. **Mamão: o produtor pergunta, a Embrapa responde**. 2 ed. – Brasília, DF: Embrapa, 170 p. 2013.

MELO, T. A. **Efeito do extrato da alga marinha *Ascophyllum nodosum* e do fosfito de potássio na morfofisiologia do fungo *Colletotrichum gloesporioides* na indução de resistência em mangas ‘Tommy Athkins’ contra a antracnose e em características físicas e químicas desses frutos**. 2017. Tese (Doutorado em Fitopatologia) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2017.

MELO, T. A.; SERRA, I. M. R. S.; SOUSA, A. A.; SOUSA, T. Y. O.; PASCHOLATI, S. F. Effect of *Ascophyllum nodosum* seaweed extract on post-harvest ‘Tommy Atkins’ mangoes. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 40, n. 3. 2018.

MOTA, S. F. **Variabilidade de *Colletotrichum* spp. no feijoeiro comum**. Dissertação (mestrado) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, UFLA, 2013.

NAIR P.; KANDASAMY S.; ZHANG, J.; JI, XIUHONG.; KIRBY, C.; BENKEL, B.; HODGES M. D.; CRITCHLEY, A. T.; HILTZ, D.; PRITHIVIRAJ, B. Transcriptional and metabolomics analysis of *Ascophyllum nodosum* mediated freezing tolerance in *Arabidopsis thaliana*. **BMC Genomics**, v. 13. 643. doi:10.1186/1471-2164-13-643. 2012.

NASCIMENTO, J. B.; BARRIGOSI, J. A. F. O papel das enzimas antioxidantes na defesa das plantas contra insetos herbívoros e fitopatógenos. **Agrarian academy**, v.1, n.01; p. 234. 2014.

OLIARI, I. C. R.; BARCELOS, R. A.; FEDRIGO, K.; GARCIA, C.; MARCHI, T., BOTELHO, R. V. Extrato de alga no controle *in vitro* de *Monilinia fructicola*. **Cadernos de Agroecologia**, v. 9. 2014.

- OLIVEIRA, A. A.; NASCIMENTO, A. S.; BARBOSA, C. J. SANTOS FILHO, H. P.; MEISSNER FILHO, P. E. **Doenças do mamoeiro**. In: RITZINGER, C. H. S. P.; Souza, J. S. (Org.) Mamão: fitossanidade. Brasília, DF: Embrapa Comunicação para Transferência de Tecnologia, v. 11, p. 37-46. 2000.
- PANJEHKEH, N.; ABKHO, J. Extract from the brown seaweed *Ascophyllum nodosum* as an elicitor of resistance to *Fusarium oxysporum* f. sp. *radicis-lycopersici* in tomato. **Biotechnol Letters**, DOI 10.1007/s10529-016-2061-z. 2016.
- PARLEVLIET, J. E. Present concepts in breeding for disease resistance. *Fitopatologia Brasileira*, v. 22, p.7-15. 1997.
- PASCHOLATI, S. F.; DALIO, R. J. D. Fisiologia do parasitismo: como as plantas se defendem dos patógenos. In: Amorim, L., Rezende, J. A. M., Bergamin Filho, A. **Manual de Fitopatologia: princípios e conceitos**. São Paulo: Agronômica Ceres. p. 424-450. 2018.
- PAULERT, R. et al. Effects of sulfated polysaccharide and alcoholic extracts from green seaweed *Ulva fasciata* on anthracnose severity and growth of common bean (*Phaseolus vulgaris* L.). **Journal of Plant Diseases and Protection**, v. 116, n. 6, p. 263–270, 2009.
- PAULUS, G., MULLER, A. M., BARCELLOS, L. A. R. **Agroecologia aplicada: práticas e métodos para uma agricultura de base ecológica**. EMATER, Porto Alegre, p. 86. 2000.
- PERES, J. C. F.; CARVALHO, L. R. D.; GONÇALEZ, E.; BERIAN, L. O. S.; FELICIO, J. D. Evaluation of antifungal activity of seaweed extracts. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 36. p. 294-299. 2012.
- PERES, N. A. R. et al. Identification and characterization of *Colletotrichum* spp. affecting fruit after harvest in Brazil. **Journal of Phytopathology**, v. 150, n. 3, p. 128–134, 2002.
- PHOULIVONG, S. et al. *Colletotrichum gloeosporioides* is not a common pathogen on tropical fruits. **Fungal Diversity**, v. 44, p. 33–43, 2010.
- PONTE, J.J. **Clínica de doenças de plantas**. Edições UFC. Fortaleza. 1996.
- PRUSKY, D. Pathogen quiescence in postharvest diseases. **Annual Review of Phytopathology**, v. 34, p. 413–434. 1996.
- PRUSKY, D.; ALKAN, N.; MENGISTE, T.; FLUHR, R. Quiescent and necrotrophic lifestyle choice during postharvest disease development. **Annual Review of Phytopathology**, v. 51. p. 155–76. 2013.
- RAYORATH, P.; JITHESH, M.N.; FARID, A.; KHAN, W.; PALANISAMY, R.; HANKINS, S.D.; CRITCHLEY, A.T.; PRITHIVIRAJ, B.; Rapid bioassays to evaluate the plant growth promoting activity of *Ascophyllum nodosum* (L.) Le Jol. using a model plant, *Arabidopsis thaliana* (L.) Heynh. **Journal of Applied Phycology**, v.20. p. 423–429. 2008.
- RESENDE, M. L. V.; SALGADO, S. M. L.; CHAVES, Z. M. Espécies Ativas de Oxigênio na Resposta de Defesa de Plantas a Patógenos. **Fitopatologia brasileira**, v. 28. 2003.
- REZENDE, J. A. M.; MATTOS JR, D. Doenças abióticas e injúrias. In: Amorim, L., Rezende, J. A. M., Bergamin Filho, A. **Manual de Fitopatologia: princípios e conceitos**. São Paulo: Agronômica Ceres. p. 377-386. 2018.

RIBEIRO, J. G.; SERRA, I. M. R. S.; ARAÚJO, M. U. P. Uso de produtos naturais no controle de antracnose causado por *Colletotrichum gloeosporioides* em mamão. **Summa Phytopathologica**, v. 42, n. 2, p. 160-164. 2016.

RODRIGUES, J. D. Biorreguladores, aminoácidos e extratos de algas: verdades e mitos. UNESP. Botucatu, SP. 2008.

SANGHA, J. S. et al. Seaweeds (Macroalgae) and their extracts as contributors of plant productivity and quality the current status of our understanding. **Elsevier**, v. 71. 2014.

SANTOS, P. H. D. **Produtos alternativos no controle de doenças fúngicas em folha e fruto de mamoeiro**. Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal) - Centro de Ciências e Tecnologias Agropecuárias da Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, Rio de Janeiro, 2013.

SANTOS, P. H. D.; SILVEIRA, S. F.; VIVAS, M.; CARVALHO, B. M.; PEREIRA, M. G. Alternative control to black spot disease in papaya genotypes. **Summa Phytopathologica**, v. 43, n. 1, p. 60-62, 2017.

SASAKI, F. F. C.; PEREIRA, M. E. C.; MORAIS, P. L. D.; ALMEIDA, G. V. B.; TERAQ, D.; OSTER, A. H.; CERQUEIRA, T. S. **Manejo pós-colheita e desenvolvimento de tecnologias para aplicação em pós-colheita para redução do uso de agrotóxicos em mamão**. VII simpósio do papaya brasileiro. Produção e sustentabilidade hídrica. 20 p. 2018.

SILVA, G. S. Podridão das raízes e dos frutos do mamoeiro. In: LUZ, E. D. M. N.; SANTOS, A. F. dos; MATSUOKA, K.; BEZERRA, J. L. (Eds.). **Doenças causadas por Phytophthora no Brasil**. Campinas: Rural, p.413-432. 2001.

SILVA, C. C.; ARRAIS, Í. G.; ALMEIDA, J. P. N.; DANTAS, L. L. de G. R. FRANCISCO S. O.; MENDONÇA, V. Extrato da alga *Ascophyllum nodosum* (L.) Le Jolis na produção de porta-enxertos de *Annona glabra* L. **Revista de Ciências Agrárias**, v. 39, n. 2, p. 234-241. 2016.

SILVA, M. B.; ZAMBOLIM, L. Controle cultural de doenças de plantas. In: ZAMBOLIM, L.; JESUS JÚNIOR, W. C.; RODRIGUES, F. Á. **O essencial da Fitopatologia: controle de doenças de plantas**. Minas Gerais: UFV. p. 337-352. 2014.

SOARES, A. M. S.; MACHADO, O. L. T. Defesa de plantas: Sinalização química e espécies reativas de oxigênio. **Revista Trópica**, v.1, p. 9, 2007.

SOUZA, G. H. S.; PAIVA, G. F.; BARBIERI, T. P. O. M.; SILVA, B. V. S.; GONÇALVES, F. J. T. Efeito de Óleos Essenciais Sobre o Crescimento Micelial de *Colletotrichum musae*. **Cadernos de Agroecologia**, v. 13, n. 2, 2018.

STASIO, E. D.; OOSTEN, M. J. V.; SILLETTI, S.; RAIMONDI, G.; DELL' AVERSAN, E.; CARILLO, P.; MAGGIO, A. *Ascophyllum nodosum*-based algal extracts act as enhancers of growth, fruit quality, and adaptation to stress in salinized tomato plants. **Journal of Applied Phycology**, <https://doi.org/10.1007/s10811-018-1439-9>. 2018.

SUBRAMANIAN, S. et al. Extracts of the marine brown macroalga, *Ascophyllum nodosum*, induce jasmonic acid dependent systemic resistance in *Arabidopsis thaliana* against *Pseudomonas syringae* pv. tomato DC3000 and *Sclerotinia sclerotiorum*. **European Journal of Plant Pathology**, v. 131, n. 2, p. 237–248, 2011.

- SUN, Y.C.; DAMM, U.; HUANG, C.J. *Colletotrichum plurivorum*, the causal agent of anthracnose fruit rot of papaya in Taiwan. **Plant Disease**, <http://dx.doi.org/10.1094/PDIS-08-18-1423-PDN>. 2019.
- TAVARES, G. M. et al. Indução de resistência do mamoeiro à podridão radicular por indutores bióticos e abióticos. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 44, n. 11, p. 1416–1423, 2009.
- TOZZE JÚNIOR, H. J.; FIRMINO, A. C.; FISCHER, I. H.; FURTADO, E. L.; MASSOLA JÚNIOR, N. S. Caracterização de isolados de *Colletotrichum* spp. associados às frutíferas no Estado de São Paulo. **Summa Phytopathologica**, v. 41, n. 4, p. 270-280, 2015.
- TREICHEL, M. et al. **Anuário brasileiro da fruticultura**. Santa Cruz do Sul: Editora Gazeta Santa Cruz, 88 p. 2016.
- TRINDADE, A. V. et al. **Mamão: o produtor pergunta, a Embrapa responde**. In: DANTAS, J. L. L.; JUNGHANS, D. T.; Lima, J. F (Eds.). 2 ed. Brasília, DF: Embrapa. 170 p. 2013.
- UGARTE, R. A., SHARP, G., & MOORE, B. Changes in the brown seaweed *Ascophyllum nodosum* (L.) Le Jol. Plant morphology and biomass produced by cutter rack harvests in southern New Brunswick, Canada. **Journal of Applied Phycology**, v. 18, p. 351–359. 2006.
- VENTURA, J. A.; COSTA, H.; TATAGIBA, J. S. Manejo das doenças do mamoeiro. In: MARTINS, D. S.; COSTA, A. F. S (Eds.). **A cultura do mamoeiro: tecnologias de produção**. Vitória, Incaper, p. 231-308. 2003.
- VENTURA, J. A.; REZENDE, J. A. M. Doenças do mamoeiro. In: Amorim, L.; Rezende, J. A. M.; Bergamin Filho, A.; CAMARGO, L. E. A. **Manual de Fitopatologia: Doenças das Plantas Cultivadas**. Minas Gerais: Agronômica Ceres. p. 497-509. 2016.
- WALLY, O. S. D.; CRITCHLEY, A. T.; HILTZ, D.; CRAIGIE, JAMES S.; HAN, X.; ZAHARIA, L. I.; ABRAMS, S. R.; PRITHIVIRAJ, B. Regulations of phytohormone biosynthesis and accumulation in *Arabidopsis* following treatment with commercial extract from the marine macroalga *Ascophyllum nodosum*. **Journal of Plant Growth Regulation**, v. 32. p 324–339. 2013.
- WAR, A. R.; PAULRAJ, M. G.; AHMAD, T.; BUHROO, A. A.; HUSSAIN, B.; IGNACIMUTHU, S.; SHARMA H. C. Mechanisms of plant defense against insect herbivores. **Plant Signaling & Behavior**, v. 7. p. 1306-1320. 2012.
- XU, C.; LESKOVAR., D. Effects of *A. nodosum* seaweed extracts on spinach growth, physiology and nutrition value under drought stress. **Scientia Horticulturae**, v. 183. p. 39–47. 2015.
- ZAMBOLIM, L.; DUARTE, H. S. S.; RODRIGUES, F. Á. Resistência de plantas a doenças. In: ZAMBOLIM, L.; JESUS JÚNIOR, W. C.; RODRIGUES, F. Á. **O essencial da Fitopatologia: controle de doenças de plantas**. Minas Gerais: UFV. p. 337-352. 2014.
- ZAMBOLIM, L. Controle químico de doenças de plantas. In: ZAMBOLIM, L.; JESUS JÚNIOR, W. C.; RODRIGUES, F. Á. **O essencial da Fitopatologia: controle de doenças de plantas**. Minas Gerais: UFV. p. 337-352. 2014.

ZAMBOLIM, L.; JESUS JR, W. C. Controle físico de doenças de plantas. In: ZAMBOLIM, L.; JESUS JÚNIOR, W. C.; RODRIGUES, F. Á. **O essencial da Fitopatologia**: controle de doenças de plantas. Minas Gerais: UFV. p. 337-352. 2014.

## CAPÍTULO II

---

**Morfofisiologia de *Colletotrichum* sp. isolado do mamão sob a ação do extrato da alga marinha *Ascophyllum nodosum***

Artigo escrito de acordo com as normas da revista “European Journal of Plant Pathology”



1 **2. Morfofisiologia de *Colletotrichum* sp. isolado do mamão sob a ação do extrato da alga**  
2 **marinha *Ascophyllum nodosum***

3 Larisse Raquel Carvalho Dias<sup>1\*</sup>,

4 Thiago Anchieta de Melo<sup>1</sup>,

5 Renata Aparecida dos Santos Brito<sup>2</sup>,

6 Ruan Ithalo Ferreira Santos<sup>1</sup>,

7 Fabrício de Oliveira Reis<sup>1</sup>,

8 Ilka Márcia Ribeiro de Souza Serra<sup>1</sup>

9  
10 <sup>1</sup>Universidade Estadual do Maranhão, Departamento de Química e Biologia, Cidade  
11 Universitária Paulo VI, CEP. 65055-970 - Caixa Postal 09 - São Luís/MA, Brasil

12 <sup>2</sup>Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz-ESALQ/USP, Departamento de Fitopatologia  
13 e Nematologia, Avenida Pádua Dias 11 - Agronomia, 13418-900 Piracicaba/SP, Brasil.

14 \*Autor correspondente: [larisse.rcp@gmail.com](mailto:larisse.rcp@gmail.com) ; phone: +55 (86) 988391244

15

16

17

18

19

20

21

22

23

24

25

26

27

28 **Resumo**

29 A antracnose causada por fungos do gênero *Colletotrichum*, é responsável por grandes perdas  
30 de produtividade na pós-colheita para a cultura do mamão. *Ascophyllum nodosum* possui  
31 propriedades capazes de interferir em fitopatossistemas. Com isso, o objetivo desse estudo foi  
32 avaliar o efeito do extrato da alga marinha *A. nodosum* sobre a morfofisiologia do  
33 *Colletotrichum* spp. Os isolados para a execução dos testes foram obtidos a partir de frutos  
34 sintomáticos coletados em feiras da Ilha de São Luís, MA. Foi verificado o efeito direto do  
35 extrato sobre o fungo, em testes *in vitro*, para avaliação do efeito fungistático do produto. O  
36 extrato de *A. nodosum*, nos testes *in vitro*, não inibiu o crescimento micelial do fungo. Porém  
37 as maiores doses usadas influenciaram negativamente a esporulação e germinação do patógeno.  
38 Estes dados demonstraram que o produto tem potencial para controle de *Colletotrichum* sp. No  
39 entanto, mais pesquisas a cerca da influência desse extrato sobre a fisiologia do microrganismo  
40 devem ser elucidados.

41 **Key words:** *Carica papaya* · Controle alternativo · Phaeophytas · Antracnose

42

43

44

45

46

47

48

49

50

51

52

53

54 **Abstract**

55 The anthracnose caused by fungi of the genus *Colletotrichum*, is responsible for large losses of  
56 post-harvest productivity for the papaya crop. *Ascophyllum nodosum* has properties capable of  
57 interfering with phytopathological systems. Therefore, the objective of this study was to  
58 evaluate the effect of the extract of the seaweed *A. nodosum* on the morphology of  
59 *Colletotrichum* spp. The isolates for the tests were obtained from symptomatic fruits collected  
60 at farms on the island of São Luís, MA. The direct effect of the extract on the fungus was verified,  
61 in vitro tests, to evaluate the fungistatic effect of the product. The extract of *A. nodosum*, in the  
62 in vitro tests, did not inhibit fungal mycelial growth. But the higher doses used negatively  
63 influenced sporulation and germination of the pathogen. These data demonstrated that the  
64 product has potential for control of *Colletotrichum* spp. However, further research into the  
65 influence of this extract on the physiology of the microorganism should be elucidated.

66 **Key words:** *Carica papaya* · Alternative control · Phaeophytas · Anthracnose

67

68

69

70

71

72

73

74

75

76

77

78

79

80

## 81 **Introdução**

82 A antracnose causada por fungos do gênero *Colletotrichum*, é uma das mais importantes  
83 doenças na pós-colheita para a cultura do mamão (Alvarez e Nishijima, 1987; Peres, 2002),  
84 pois é responsável por encurtar o tempo de prateleira dos frutos e aceitação pelos consumidores  
85 causando perdas significativas da produtividade prejudicando o desenvolvimento econômico e  
86 social (Phoulivong et al. 2010).

87 O fruto do mamoeiro está entre as principais frutas consumidas e exportada pelo Brasil.  
88 É produzida principalmente pela região nordeste do país, que garante a comercialização de  
89 449,909 mil toneladas do fruto, o que mantém o país em destaque no ranking mundial na  
90 produção do mamão (Kist et al. 2018).

91 Os sintomas da antracnose, doença causada por *Colletotrichum* sp., caracterizam-se por  
92 apresentar lesões nas cascas dos frutos, de cor escura em formato arredondado, que podem  
93 chegar até 5 cm de diâmetro. Ao redor da mancha, ocorre a formação de um halo de aspecto  
94 aquoso, essas manchas se espalham podendo chegar até a polpa do fruto, caracterizando a  
95 podridão-mole, a frutificação do fungo concentra-se na parte central da lesão com uma  
96 coloração rósea alaranjada (Oliveira et al. 2000; Barboza et al. 2013).

97 De acordo com a literatura, para o controle da antracnose estão o uso de fungicidas, o  
98 controle hidrotérmico combinado com o químico e aplicação de ceras preservando os frutos por  
99 maior tempo dos ataques de microrganismos (Oliveira et al. 2000; Ventura, 2003).

100 O uso de produtos naturais na fitopatologia ressurgiu com uma alternativa promissora  
101 com o intuito de mitigar os danos provocados pelo uso indiscriminado de agrotóxicos (Barboza  
102 et al. 2013). Desse modo, a investigação de meios alternativos está sendo cada vez mais  
103 valorizada, com o intuito de aprimorar técnicas e ampliar as espécies estudadas em todas as  
104 áreas do conhecimento, visando o controle de pragas e doenças (Chowdhury e Rahim 2009;  
105 Bonett et al. 2012).

106 O grupo das algas marrons possuem aminoácidos, vitaminas, sais minerais e outras  
107 moléculas de amplo uso na agricultura pela capacidade de interferir no desenvolvimento das  
108 plantas (Carvalho e Castro 2014). A alga marinha *Ascophyllum nodosum* é uma representante  
109 desse grupo, com propriedades bioestimulantes reconhecidas em Alface e Couve Flor  
110 (Abetz e Young, 1983), Uvas de mesa (Colapietra e Alexander 2006), Pinheiro (MacDonald et  
111 al. 2012), Espinafre (Xu e Leskovar, 2015) e Tomateiro (Stasio et al. 2018).

112 Pesquisas envolvidas em atestar o potencial do extrato de *A. nodosum* em diversos  
113 patossistemas são crescentes (Tabela 1).

114 Tabela 1: Uso da alga marinha *A. nodosum* em patossistemas/fitopatógeno.

<b>Cultura/espécie botânica</b>	<b>Agente etiológico causador de doenças em plantas</b>	<b>Referência (Autor/ano)</b>
Videira (planta)	<i>Plasmopara viticola</i>	Lizzi et al. (1998).
Pimentão (planta)	<i>Phytophthora capsici</i>	Lizzi et al. (1998).
Cenoura (planta)	<i>Alternaria radicina e Botrytis cinerea</i>	Jayaraj et al. (2008).
<i>Arabidopsis thaliana</i>	<i>Pseudomonas Syringae</i> pv. e <i>Sclerotinia sclerotiorum</i>	Subramanian et al. (2011).
Pepino	<i>Alternaria cucumerinum,</i> <i>Didymella applanata, Fusarium oxysporum e Botrytis cinerea</i>	Jayaraman; Norrie e Punja (2011).
Bioautografia direta e difusão em disco da cultura fúngica	<i>Colletotrichum lagenarium e Aspergillus flavus</i>	Peres et al. (2012).
Pimenta	<i>Colletotrichum gloeosporioides</i>	Gomes e Serra (2013).
Frutos de caroço*	<i>Monilinia fructicola</i>	Oliari et al. (2014).
Pepino (fruto)	<i>Phytophthora melonis</i>	Abkhoo e Sabbagh (2015).
Tomate (fruto)	<i>Alternaria solani e Xanthomonas campestris pv vesicatoria</i>	Ali et al. (2016).
Tomate (fruto)	<i>Fusarium oxysporum f. sp. radicis-lycopersici</i>	Panjehkeh e Abkhoo, (2016).
Mamão (fruto)	<i>Colletotrichum gloesporioides</i>	Ribeiro et al. (2016).
Manga (fruto)	<i>Colletotrichum gloesporioides</i>	Melo, (2017).

115 \*Isolado obtido de cultura pura monospórica de laboratório.

116 **Fonte:** DIAS, (2018).

117 Esses trabalhos sugerem que os extratos de *A. nodosum* contribuem para o  
118 desenvolvimento de vários processos fisiológicos, bioquímicos e genéticos, de forma direta ou  
119 indireta, tornando possível as respostas do organismo vegetal. Evidenciando que os compostos

120 bioativos presente no extrato dessa alga tanto favorecem o desenvolvimento da planta quanto  
121 induz a resistência contra os estresses bióticos e abióticos (Khan et al. 2009).

122 Diante do exposto, o objetivo desse estudo foi avaliar o efeito fungistático do extrato da  
123 alga marinha *Ascophyllum nodosum* sobre o agente etiológico da antracnose em mamões *in*  
124 *vitro* e *in vivo* na pós-colheita.

## 125 **Material e métodos**

### 126 **Obtenção do isolado e do produto comercial**

127 O patógeno para a execução dos testes foi isolado a partir de frutos de mamões  
128 sintomáticos obtidos em feiras da Ilha de São Luís, MA. Estes frutos foram levados ao  
129 Laboratório de Fitopatologia da Universidade Estadual do Maranhão, UEMA, São Luís – MA,  
130 submetidos ao processo de higienização, isolamento e repicagem para obtenção de cultura pura.  
131 Frutos sadios foram inoculados e, após aparecimento de sintomas e sinais do patógeno, um  
132 novo isolamento foi feito, concluindo o Postulado de Koch.

133 O extrato da alga *Ascophyllum nodosum* foi obtido comercialmente, possui como  
134 matéria prima além da espécie algal, o ácido cítrico como estabilizante e hidróxido de potássio.  
135 O potencial hidrogeniônico (pH) é 8, com 6% de carbono orgânico total.

### 136 **Avaliações *in vitro* do efeito do produto avaliado sobre o patógeno**

137 Os isolados do fungo *Colletotrichum* sp., obtidos conforme supracitado, foram  
138 repicados para placas de Petri contendo meio de cultivo BDA (batata-dextrose-ágar), com as  
139 diferentes concentrações do produto (0,0; 0,1; 0,3; 0,5 e 1,0%). Sendo a dose 0 (zero), o controle  
140 negativo.

141 Após preparadas, as placas foram incubadas em câmara tipo BOD, a 25°C, fotoperíodo  
142 de 12 h, e medidas diariamente, em sentidos diametralmente opostos, com o auxílio de um  
143 paquímetro. O final do experimento se deu quando em uma das parcelas o fungo alcançou o  
144 bordo da placa, e logo após foi determinado o crescimento micelial diametral total, em cm, a  
145 taxa de crescimento diário do fungo, em cm/h, e o efeito dos tratamentos sobre a esporulação.

### 146 **Esporulação do patógeno**

147 Este parâmetro foi avaliado após o término da avaliação de crescimento *in vitro* das  
148 placas tratadas conforme descrito anteriormente, a suspensão foi obtida por placa  
149 individualmente, em 20 ml de água destilada e autoclavada, onde as estruturas do patógeno

150 foram raspadas com o auxílio de uma alça de Drigalski, filtrada em gaze estéril e padronizada  
151 em todos os tratamentos para a proporção de conídios  $\text{mL}^{-1} \times 10^4$ . A contagem do número de  
152 conídios foi realizada com auxílio de um hemacitômetro tipo Neubauer.

### 153 **Germinação e adesão do conídio**

154 Para avaliar o efeito do extrato sobre a germinação e capacidade de adesão do propágulo  
155 infectivo do fungo *Colletotrichum* sp., um disco de 5 mm de diâmetro com estruturas do  
156 patógeno, foi repicado para placas de Petri contendo meio de cultivo BDA (batata-dextrose-  
157 ágar) em 5 repetições nas diferentes concentrações do extrato de algas (0,0; 0,1; 0,3; 0,5 e  
158 1,0%). Sendo a dose 0 (zero), o controle negativo. Após preparadas, as placas foram incubadas  
159 em câmara tipo BOD, a 25°C, fotoperíodo de 12 h. O final do experimento se deu sete dias após  
160 a repicagem, quando houve esporulação e o crescimento atingiu o bordo da placa em uma das  
161 parcelas. Logo após as placas foram incubadas em câmara fria para estacionamento do  
162 desenvolvimento fúngico e eliminar a diferença de temperatura entre os tratamentos.

163 A suspensão para análises da germinação e adesão do isolado testado foi obtida  
164 conforme descrito para esporulação, e o efeito dos tratamentos sobre esses parâmetros foi  
165 quantificado conforme Melo (2017), onde 20 ml da suspensão de conídios dos tratamentos  
166 foram ajustadas, individualmente, para a proporção  $\text{mL}^{-1} \times 10^4$  e logo em seguida, a suspensão  
167 ajustada foi vertida em placas de Petri de poliestireno, previamente delimitadas com áreas  
168 medindo  $1\text{mm}^2$  de diâmetro. Essas placas foram incubadas em câmara do tipo BOD em  
169 temperatura média de  $25 \pm 2^\circ\text{C}$  e fotoperíodo de 12 h, por 24 h.

170 Transcorrido esse tempo as placas foram cuidadosamente transportadas para leitura dos  
171 conídios germinados, com auxílio da microscopia de luz, onde procedeu-se com a contagem de  
172 50 conídios em cada uma das 4 áreas (polares), totalizando 200 conídios por parcela  
173 experimental que foram classificados em: (A) conídios germinados, com tubo germinativo  
174 maior do que o comprimento do propágulo; (B) conídios não germinados ou com tubo  
175 germinativo menor do que o comprimento do propágulo.

176 Para a análise da interferência do produto sobre a adesão, a suspensão foi obtida  
177 conforme as preparações supracitadas, a contagem dos propágulos se deu em cinco campos  
178 (quatro polares e um central) e os mesmos foram separados quanto ao: (A) número de conídios  
179 antes e (B) após a lavagem das placas, por 5 s, em água corrente.

## 180 Análises estatísticas

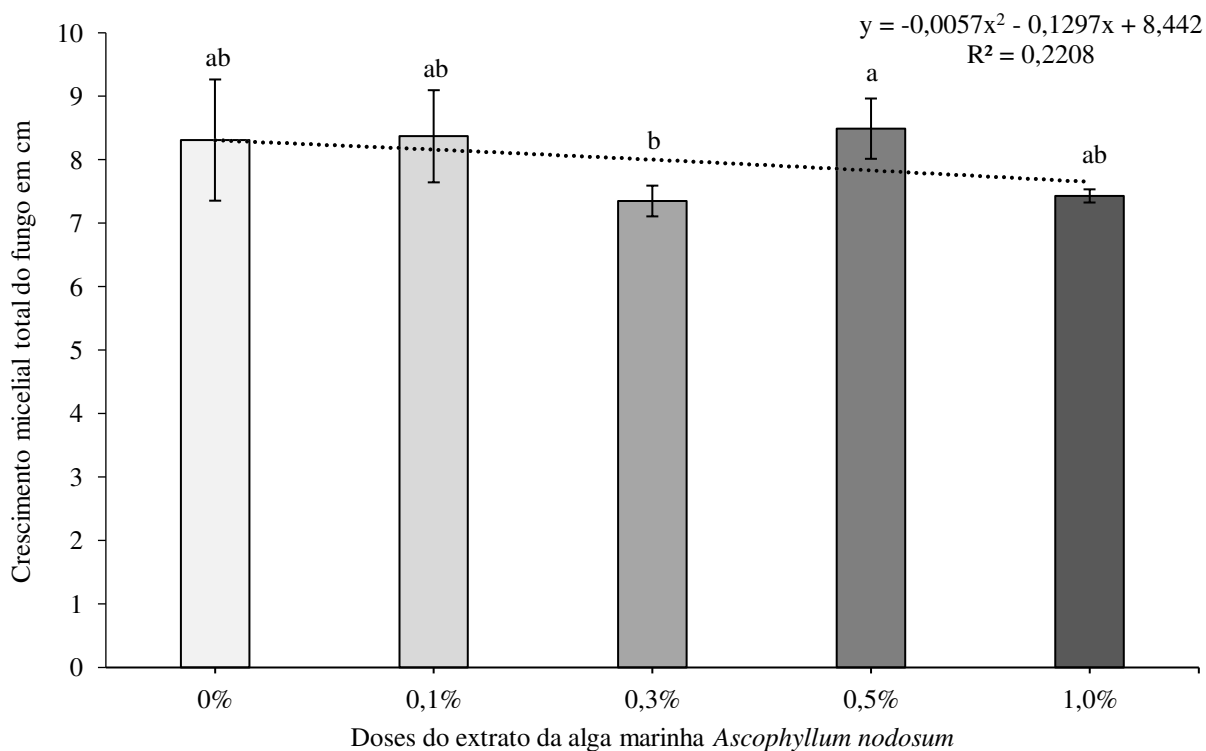
181 O teste de crescimento micelial, foi conduzido em delineamento inteiramente  
 182 casualizado totalizando cinco tratamentos, em cinco repetições. Os testes de esporulação,  
 183 germinação e adesão do *Colletotrichum* sp., foram conduzidos em delineamento inteiramente  
 184 casualizado sendo cinco tratamentos, em quatro repetições.

185 Os dados resultantes dessas análises foram submetidos à análise de variância e as médias  
 186 comparadas pelo teste de Tukey considerando o  $p \leq 0,05$  (Godoy, 2001). E ainda, submetidos  
 187 à análise de regressão (Toledo e Ovalle 2008).

## 188 Resultados e Discussão

### 189 Avaliações *in vitro* do efeito do produto avaliado sobre o patógeno

190 O efeito das doses crescentes do extrato de *Ascophyllum nodosum* não interferiram na  
 191 diminuição do perfil de crescimento micelial total do fungo *Colletotrichum* sp., o crescimento  
 192 foi estimulado, e na dose de 0,5% houve um estímulo ainda maior quando comparada  
 193 estatisticamente com a dose 0,3%, existe baixa correlação entre essas variáveis indicado pela  
 194 análise de regressão polinomial, cujo o valor de  $R^2 = 0,22$  (Fig. 1).

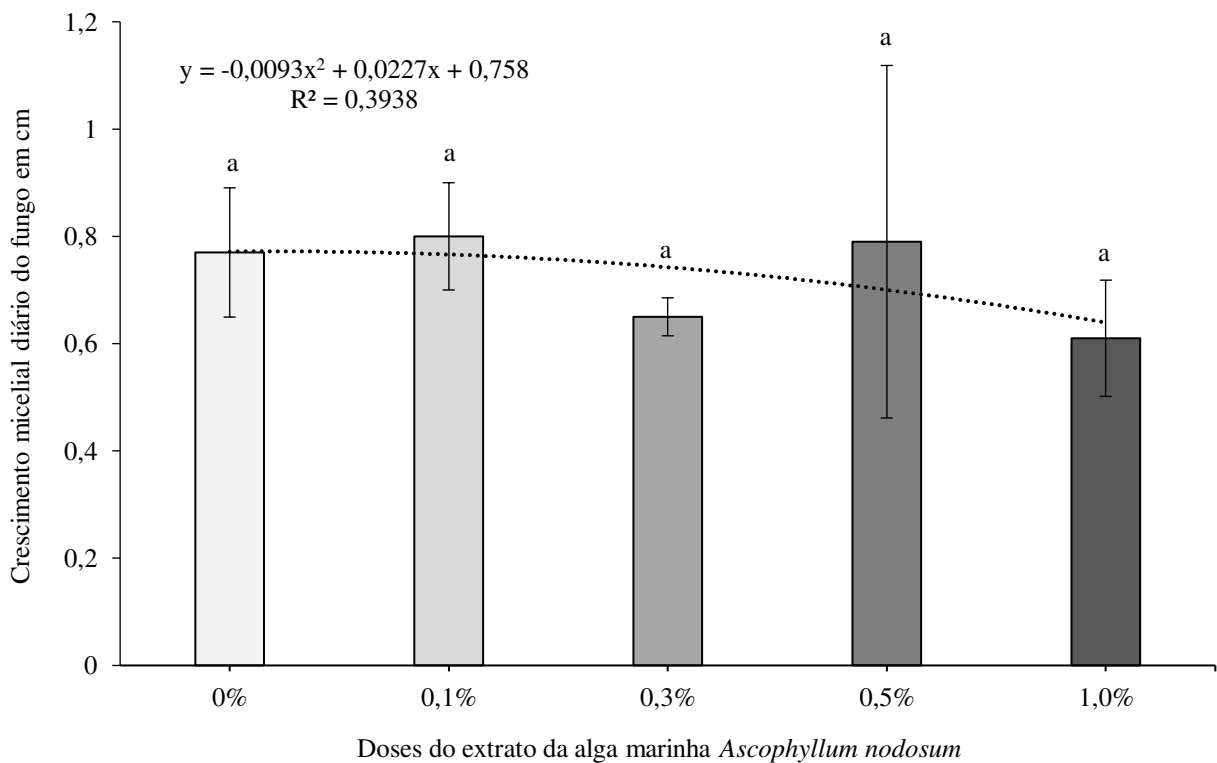


195 **Fig. 1** Médias de crescimento micelial total do fungo *Colletotrichum* sp. após sete dias de avaliação, em cm,  
 196 tratados com diferentes concentrações (%) do extrato de *Ascophyllum nodosum*. Médias seguidas pela mesma letra



197 não diferem estatisticamente entre si (Tukey,  $p \leq 0,05$ ). As barras verticais representam o erro padrão da média e  
 198 a equação, a análise de regressão polinomial. **Fonte:** Dados originais da pesquisa.

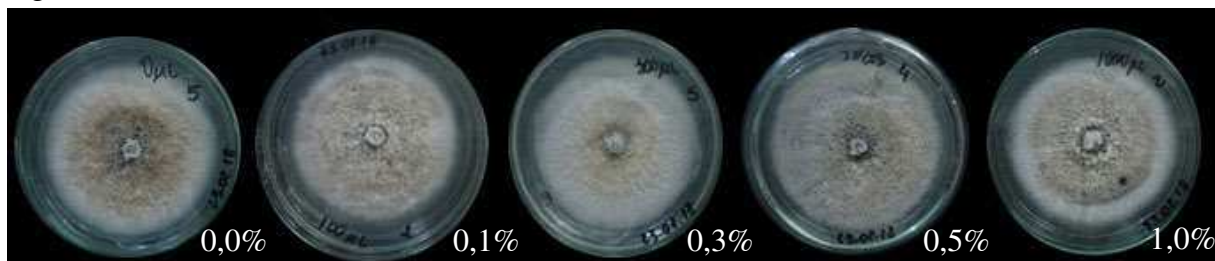
199 As doses do extrato de *A. nodosum* não interferiram no crescimento micelial diário do  
 200 fungo patógeno, visto que o tratamento controle e os demais tratamentos não diferiram  
 201 estatisticamente, assim como não houve diferença estatística entre os tratamentos que  
 202 receberam concentrações diferentes do extrato. E ainda, a análise de regressão polinomial  
 203 expressa baixa correlação entre as variáveis independente (doses do extrato) e dependente  
 204 (crescimento micelial total do fungo) quando o valor de  $R^2$  expressa 0,3938 conforme mostra  
 205 os resultados na Figura 2.



206 **Fig. 2** Médias dos dois últimos dias do crescimento micelial do fungo *Colletotrichum* sp. após sete dias de  
 207 avaliação em cm, tratados com diferentes concentrações (%) do extrato de *Ascophyllum nodosum*. Médias seguidas  
 208 pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si (Tukey,  $p \leq 0,05$ ). As barras verticais representam o erro  
 209 padrão da média e a equação, a análise de regressão polinomial. **Fonte:** Dados originais da pesquisa.

210 Os resultados estatísticos confirmam o perfil de crescimento visualizado ao final da  
 211 análise *in vitro*, didaticamente representadas na Figura 6, uma placa foi utilizada para

212 representar o comportamento geral das repetições dos diferentes tratamentos com extrato da  
 213 alga e tratamento controle.



214 **Fig. 3** Crescimento micelial do fungo *Colletotrichum* sp. submetido a diferentes concentrações (%) do extrato da  
 215 alga marinha *Ascophyllum nodosum*, após sete dias de avaliação “in vitro”. **Fonte:** DIAS, (2018).

216 Ao observar o perfil das colônias nos diferentes tratamentos por sete dias, podemos  
 217 afirmar que o extrato não inibiu o crescimento micelial, discordando de Paiva et al. (2017) que  
 218 testou o extrato comercial de *A. nodosum* nas concentrações de 0; 5; 10; 20 e 40 mL L<sup>-1</sup> e  
 219 observou a inibição do crescimento micelial de *Rhizopus Stolonifer* a partir da dose 0,5%.

220 Ribeiro et al. (2016) usaram 40 e 60 mL L<sup>-1</sup> de extrato de *A. nodosum* e observaram uma  
 221 inibição do crescimento fúngico de *C. gloeosporioides* nos tratamentos que receberam as  
 222 dosagens do extrato quando comparados com a testemunha, esses dados discordam dos nossos  
 223 resultados, vale ressaltar que a maior dose utilizada em nossas pesquisas foi de 10 mL L<sup>-1</sup> o que  
 224 pode explicar os resultados contrastantes para ambas as pesquisas.

225 Peres et al. (2012) obtiveram o extrato etanólico de *A. nodosum* a 95% e verificaram  
 226 substâncias inibidoras do crescimento de *Colletotrichum lagenarium*. Esses resultados  
 227 contrastam com o efeito promotor do crescimento encontrados em nossos resultados, porém,  
 228 vale ressaltar que em nossas pesquisas utilizou-se o extrato comercial Acadian<sup>®</sup>, este produto  
 229 possui características químicas diferentes do extrato obtido de forma alcoólica.

230 Os resultados desta pesquisa são justificados pela maior disponibilidade de carbono  
 231 orgânico, água e nutrientes minerais disponibilizados pelas doses do extrato introduzido no  
 232 meio de cultura ao qual o patógeno se desenvolveu, essas condições proporcionaram ótimas  
 233 condições de crescimento para essa cultura fúngica (Craigie, 2010; Pascholati e Dalio 2018;  
 234 Ertani et al. 2018).

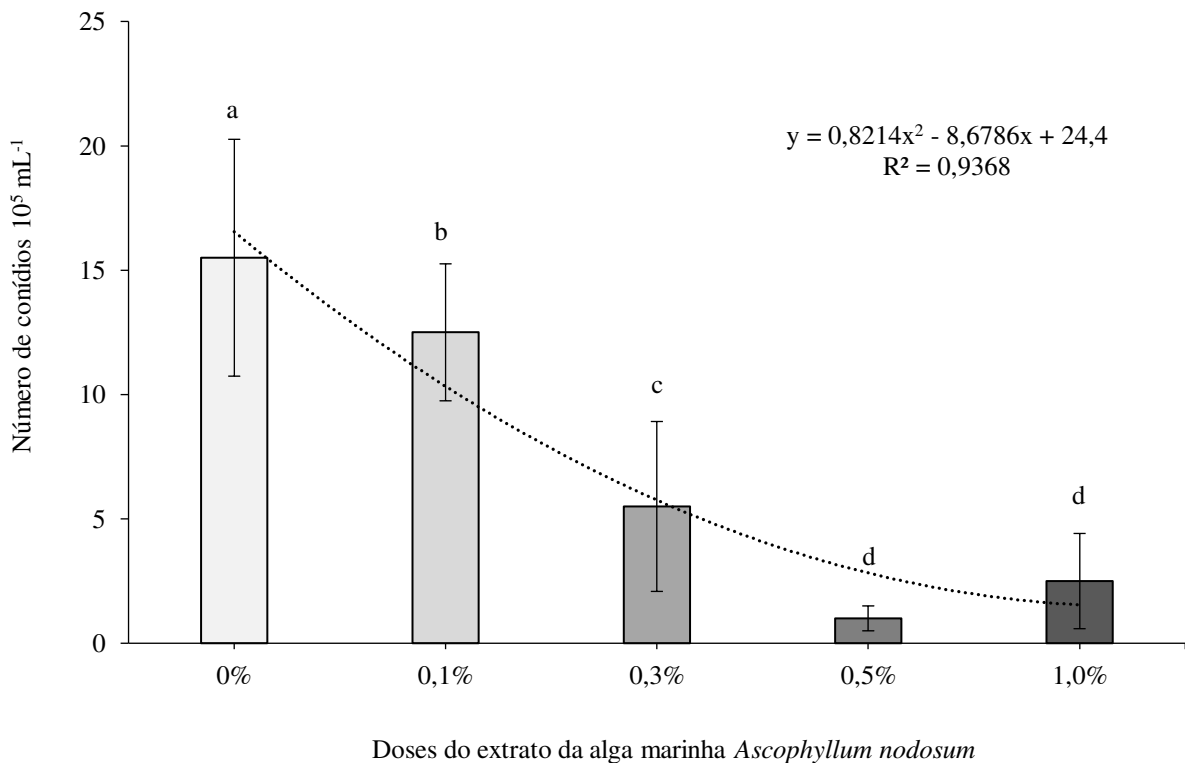
235 Nossos resultados corroboram os resultados descritos por Melo (2017), que ao analisar  
 236 o crescimento micelial do *Colletotrichum gloeosporioides* isolado de Manga, observou o  
 237 mesmo comportamento e ainda detectou, por meio de microscopia de eletrônica de varredura,  
 238 um grande adensamento das hifas proporcionado pelo efeito promotor ao crescimento,  
 239 provocados significativamente pelas doses de 0,5% e 1,0%. O aumento desse parâmetro  
 240 também foi observado para o crescimento fúngico de *Monilinia fructicola* nos trabalhos de

241 Oliari et al. (2014), corroborando os nossos resultados, onde também não houve diferença  
 242 estatística entre os tratamentos com a doses de *A. nodosum* e o experimento controle.

### 243 **Esporulação do patógeno**

244 Com o interesse de melhor elucidar os efeitos do extrato para este patossistema  
 245 procedeu-se com os testes de esporulação, germinação e adesão.

246 Ao avaliar a quantidade de esporos resultante dos ensaios supracitados, observou-se que  
 247 a medida que aumentam as doses do extrato ocorreu um declínio na quantidade de conídios  
 248 produzidos ao final do ensaio, essas variáveis estão altamente correlacionadas ( $R^2 = 0,9368$ ) e  
 249 todos os tratamentos diferem estatisticamente da testemunha, com destaque para o tratamento  
 250 com a dose de 0,5%, que expressa a menor quantidade de conídios produzidos e não difere  
 251 estatisticamente da dose de 1,0%, na qual foi utilizado o dobro do extrato da alga. Isso remete  
 252 para uma possível indicação, o uso da dose de 0,5% como a mais eficaz, também do ponto de  
 253 vista econômico (Fig. 4).



254 **Fig. 4** Médias de esporulação do fungo *Colletotrichum* sp. após sete dias de avaliação, representado em número  
 255 de conídios mL<sup>-1</sup> 10<sup>5</sup>, tratados com diferentes concentrações (%) do extrato de *Ascophyllum nodosum*. Médias  
 256 seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si (Tukey,  $p \leq 0,05$ ). As barras representam o erro  
 257 padrão da média e a equação, a análise de regressão polinomial.

258 **Fonte:** Dados originais da pesquisa.

259 Oliari et al. (2014) ao avaliar as doses 0,1; 0,2; 0,3 e 0,4 mL L<sup>-1</sup> do extrato de *A.*  
260 *nodosum*, observaram que essas doses não diferiram estatisticamente do tratamento controle e  
261 não interferiram na esporulação de *Monilinia fructicola*, esses autores ainda sugerem que  
262 maiores estudos sejam realizados acerca do potencial efeito do extrato de algas marinhas sobre  
263 fitopatógenos.

264 Melo (2017), ao verificar o efeito *in vitro* do extrato de *A. nodosum* sobre a esporulação  
265 de *C. gloeosporioides* isolado de manga, concluiu que houve um aumento da esporulação  
266 diretamente proporcional ao aumento das doses do extrato, e uma diferença estatística  
267 significativa para a dose de 1,0%. Estes resultados são exatamente o oposto dos resultados  
268 encontrados para este parâmetro em nossas pesquisas, devemos considerar que nosso isolado  
269 de *Colletotrichum* sp. é proveniente de frutos de mamões e as respostas podem variar de acordo  
270 com a patogenicidade fúngica envolvida em cada cultura.

271 Alamino et al. (2013) concluiu que os eliciadores comerciais: harpina, uma proteína  
272 produzida por bactérias e o composto sintético acibenzolar-S-metílico (ASM) reduziram a  
273 esporulação de *C. gloeosporioides* em comparação à testemunha, em 60% e 50%,  
274 respectivamente, corroborando com nossos resultados que demonstra capacidade de  
275 interferência por eliciadores na fisiologia fúngica.

276 As dosagens crescentes do extrato, com base nas análises estatísticas, explicam em 93%  
277 a redução da esporulação nas placas, provavelmente o incremento com o extrato de *A. nodosum*,  
278 que dispõe de características químicas ideais para o heterotrofismo fúngico, como já  
279 supracitado (Craigie, 2010; Pascholati e Dalio 2018; Ertani et al. 2018), proporcionou a este  
280 patógeno condições estáveis de sobrevivência, o que pode ter postergado o seu processo de  
281 esporulação em função das doses crescentes da alga disponível na condição *in vitro*,  
282 considerando o patossistema e as condições experimentais envolvidas nesta pesquisa.

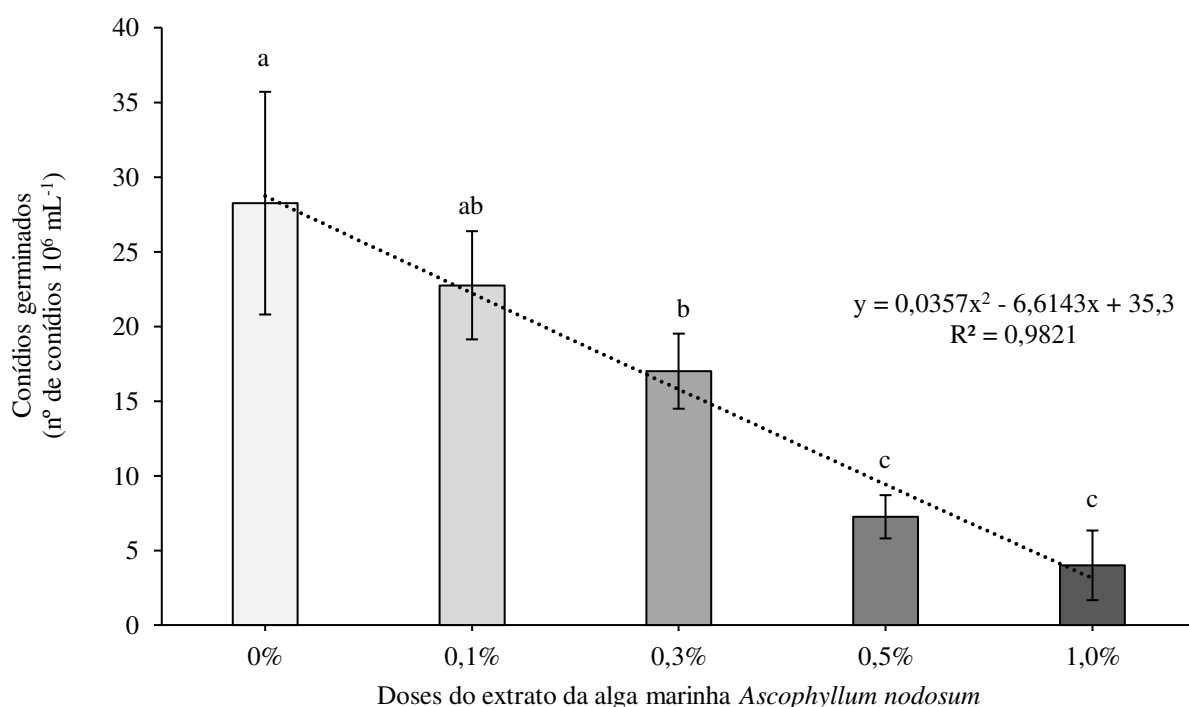
283 A formação de esporos necessita dos múltiplos sinais ambientais ou de condições para  
284 desenvolvimento como: temperatura, luminosidade e alimento disponível, que são  
285 fundamentais para estimular os mecanismos intrínsecos que iniciam e controlam a esporulação  
286 fúngica (Griffin, 1994).

287 Para avaliar se houve atividade fungicida e fungistática do extrato sobre o patógeno,  
288 uma maior investigação acerca das características morfológicas e fisiológicas das hifas  
289 conidiogênicas devam ser realizadas, já que a técnica utilizada nesta pesquisa não permite essa  
290 conclusão. Hornsey e Hide (1976) destacam que existe uma variação na produção de  
291 substâncias antimicrobianas presente em algas marinhas, incluindo *A. nodosum*, e sugerem que

292 os estudos acerca desse potencial devem abranger análises durante o ano todo, em meio ao  
 293 comportamento fisiológico natural da alga e as variações climáticas peculiares do ambiente na  
 294 qual esteja inserida.

### 295 **Germinação e adesão do conídio**

296 Na avaliação da germinação os resultados evidenciaram que a medida que as doses do  
 297 extrato aumentam ocorre um declínio na germinação dos propágulos infectivos do fungo  
 298 quando comparado com a testemunha. Essas variáveis estão altamente correlacionadas ( $R^2 =$   
 299  $0,9821$ ) pela análise de regressão polinomial, que demonstra o efeito inibidor das dosagens do  
 300 extrato sobre a germinação dos conídios. Com destaque para o tratamento com a dose de 0,5 %  
 301 que apresenta a menor taxa de germinação relacionada ao menor consumo do extrato, e também,  
 302 quando comparado com a testemunha (tratamento sem a dose do extrato). Esses resultados estão  
 303 expressos na Figura 5.



304 **Fig. 5** Médias de germinação dos propágulos infectivos do fungo *Colletotrichum* sp. após sete dias de crescimento,  
 305 representado em número de conídios  $10^6 \text{ mL}^{-1}$ , tratados com diferentes concentrações (%) do extrato de  
 306 *Ascophyllum nodosum*. Médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si (Tukey,  $p \leq 0,05$ ).  
 307 As barras representam o erro padrão da média e a equação, a análise de regressão polinomial. **Fonte:** Dados  
 308 originais da pesquisa.

309 A capacidade de esporulação, germinação e adesão estão diretamente relacionadas com  
 310 o sucesso da transmissão da doença (Alkan et al. 2014).

311 Podemos inferir que o extrato tem efeito inibidor de germinação (Fig. 6). Esses dados  
 312 corroboram o descrito por Melo (2017), que testou as mesmas dosagens do extrato para o  
 313 patossistema Manga *versus* *C. gloesporioides*, e também observou um declínio da germinação  
 314 com o aumento das doses.

315 As algas marinhas são ricas em compostos biologicamente ativos incluindo  
 316 polissacarídeos, carotenóides, ficobilinas, ácidos graxos, vitaminas, esteróis, tocoferol,  
 317 Ficocianinas e dentre outros (Kadam et al. 2016). Dentre os polissacarídeos encontrados nas  
 318 algas pardas, inclusive em *A. nodosum*, as fucanas e laminarinas possuem vários mecanismos  
 319 que agem em função da atividade biológica (Khan et al. 2009; Ali et al. 2015; Goñi et al. 2016).

320 Provavelmente as fucanas, estão envolvidas no efeito inibidor de germinação,  
 321 apresentado pelo extrato, sobre os propágulos infectivos do *Colletotrichum* sp., evidenciado  
 322 nesta pesquisa (Melo, 2017).

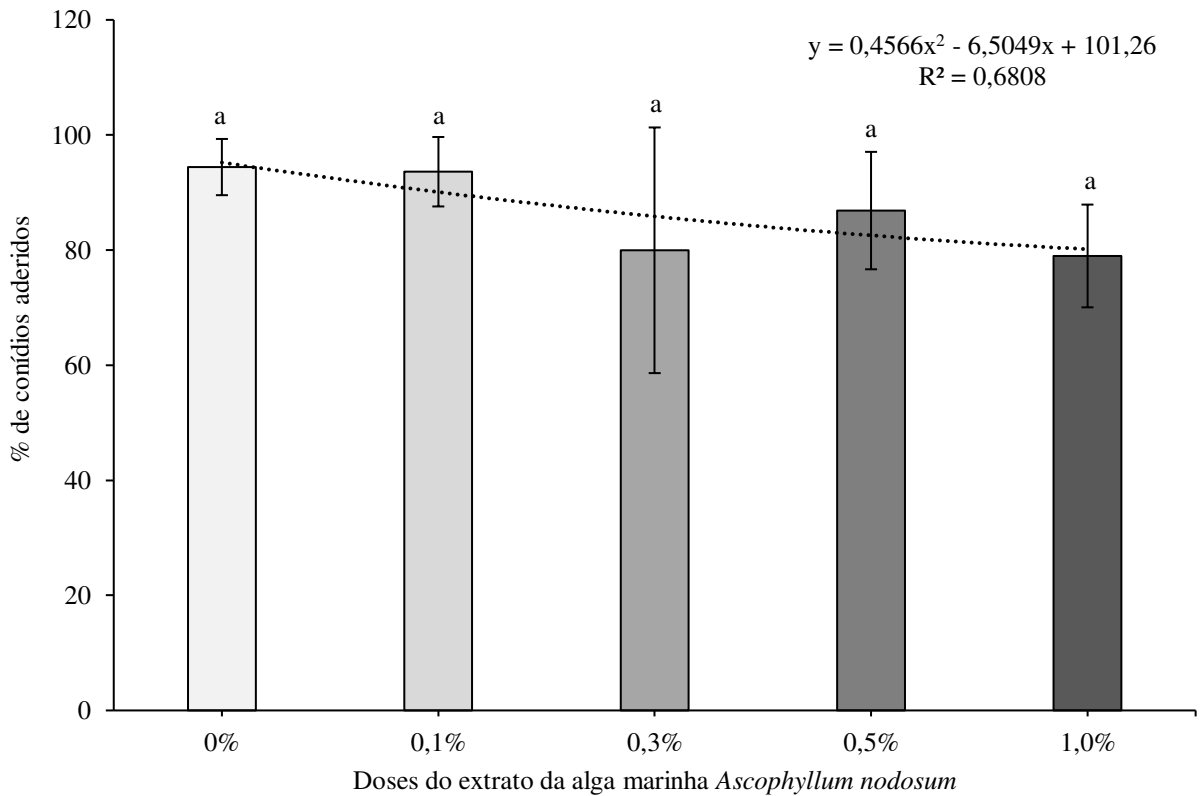


323  
 324 **Fig. 6** Perfil das análises de germinação dos propágulos infectivos do fungo *Colletotrichum* sp. após sete dias de  
 325 crescimento, representado em número de conídios  $10^6 \text{ mL}^{-1}$ , tratados com diferentes concentrações (%) do extrato  
 326 de *Ascophyllum nodosum* (B) e separados em (seta): conídios germinados, com tubo germinativo > que o propágulo  
 327 e (asterísco) conídios não germinados ou com tubo germinativo < que o propágulo (A, C).  
 328 **Escalas:** (A) 100µm; (B) 50µm e (C) 200µm. **Fonte:** Dias, (2018).

329 As doses crescentes do extrato não demonstraram interferência sobre a capacidade de  
 330 adesão dos propágulos infectivos do fungo, para as condições em que estes ensaios foram  
 331 conduzidos, não houve diferença estatística entre os tratamentos e a testemunha, estas variáveis

332 estão medianamente correlacionadas pela análise de regressão polinomial ( $R^2 = 0,6808$ ). Estes  
 333 resultados estão representados na Figura 7.

334



335 **Fig. 7** Porcentagem de adesão dos propágulos infectivos do fungo *Colletotrichum* sp. após sete dias de crescimento,  
 336 tratados com diferentes concentrações (%) do extrato de *Ascophyllum nodosum*. Médias seguidas pela mesma letra  
 337 não diferem estatisticamente entre si (Tukey,  $p \leq 0,05$ ). As barras representam o erro padrão da média e a equação,  
 338 a análise de regressão polinomial. **Fonte:** Dados originais da pesquisa.

339 O processo de infecção bem sucedido causado por *Colletotrichum* sp., se inicia após a  
 340 deposição dos esporos sobre o tecido suscetível do hospedeiro, a partir do qual irá ocorrer  
 341 estímulos físicos e químicos, com conseqüente formação do tubo germinativo e sua  
 342 diferenciação em apressório, esta estrutura especializada é fundamental para adesão deste fungo  
 343 juntamente com as substâncias adesivas que são emitidas ao longo do tubo germinativo, todas  
 344 essas etapas são fundamentais para adesão do patógeno ao hospedeiro e estabelecimento da  
 345 doença (Amorin e Pascholati, 2018).

346 Como evidenciado nos resultados de germinação, as doses do extrato inibiram o  
 347 processo de germinação, isso conseqüentemente interfere na formação do tubo germinativo e  
 348 do apressório nos esporos, a ausência dessas estruturas pode ter influenciado na expressividade  
 349 da adesão. Outro fator que pode explicar a igualdade dos resultados é a ausência de estímulo

350 pelo fator hospedeiro, visto que os experimentos foram conduzidos em placas de poliestireno,  
351 embora responda em partes a exigências deste patógeno que necessita primariamente como  
352 forma de adesão apenas o tigmotropismo (topografia de superfície) e a rigidez, os componentes  
353 existentes na superfície da plantas possuem peculiaridades fundamentais para estimular a  
354 capacidade de adesão dos esporos de *Colletotrichum* sp. (Amorim e Pascholati, 2018).

355       Esses resultados discordam dos resultados descritos por Melo (2017), que, ao verificar  
356 o efeito das doses de *A. nodosum* sobre a adesão dos esporos de *Colletotrichum gloeosporioides*,  
357 constatou que os tratamentos com o extrato inibiram a adesão dos conídios quando comparados  
358 ao controle.

359       Lizzi et al. (1998); Jayaraman; Norrie e Punja (2011); Peres et al. (2012); Subramanian  
360 et al. (2011); Abkhoo e Sabbagh (2015); Ribeiro et al. (2016); Panjehkeh e Abkhoo (2016); Ali  
361 et al. (2016), todos esses autores avaliaram o efeito de *A. nodosum* em seus trabalhos, porém,  
362 não avaliaram o efeito desse extrato sobre a esporulação, germinação e adesão em condições *in*  
363 *vitro* dos fungos que pesquisaram, esses estudos objetivaram, no geral, a avaliação do efeito  
364 indutor de resistência desse extrato.

365

366

367

368

369

370

371

372

373

374

375

376

377

378



379 **Referências**

- 380 Abetz, P., & Young, C. L. (1983). The Effect of Seaweed Extract Sprays Derived from  
381 *Ascophyllum nodosum* on Lettuce and Cauliflower Crops. *Botanica Marina*, 16, 487-492.
- 382 Abkhoo, J., & Sabbagh, S. K. (2015). Control of *Phytophthora melonis* damping-off,  
383 induction of defense responses, and gene expression of cucumber treated with commercial  
384 extract from *Ascophyllum nodosum*. *Journal of Applied phycology*,  
385 <https://doi.org/10.1007/s10811-015-0693-3>.
- 386 Alamino, D. A, Cabral, V. B, Danner, M. A, Marchese, J. (2013). Indução de resistência à  
387 podridão-amarga em maçãs pelo uso de eliciadores em pós-colheita. *Pesquisa agropecuária*,  
388 48, 249-254.
- 389 Ali, N., Farrell, A., Ramsubhag, A., & Jayaraman, J. (2015). The effect of *Ascophyllum*  
390 *nodosum* extract on the growth, yield and fruit quality of tomato grown under tropical  
391 conditions. *Journal of Applied Phycology*, <https://doi.org/10.1007/s10811-015-0608-3>.
- 392 Ali, N., Ramkissoon, A., Ramsubhag., & Jayaraj, J. (2016). *Ascophyllum* extract application  
393 causes reduction of disease levels in field tomatoes grown in a tropical environment. *Crop*  
394 *protection*, 83, 67-75.
- 395 Alkan, N., Friedlander, G., Ment, D., Prusky, D., & Fluhr, R. (2014). Simultaneous  
396 transcriptome analysis of *Colletotrichum gloeosporioides* and tomato fruit pathosystem  
397 reveals novel fungal pathogenicity and fruit defense strategies. *New Phytologist*, 205, 801–  
398 815.
- 399 Alvarez, A. M., & Nishijima, W. T. (1987). Postharvest diseases of papaya. *Plant Disease*, 71  
400 (8), 681-686.
- 401 Amorim, L., & Pascholati, S. F. (2018). Ciclo de relações patógeno-hospedeiro. In: Amorim,  
402 L., Rezende, J. A. M., Bergamin Filho, A (Ed.), *Manual de Fitopatologia: princípios e*  
403 *conceitos*. p. 46-68. São Paulo: Agronômica Ceres.
- 404 Barboza, H. T. G., Costa, J. B. N., Soares, A. G., Sarquis, M. I. M., Silva, O. F., Lira, A. F., &  
405 Alcântara, I. (2013). Controle de patógenos pós-colheita de mamão (*Carica papaya* L.) pela  
406 utilização das fosforilidrazonas: um estudo de caso. *Revisão anual de patologia de plantas*,  
407 21, 345-386.
- 408 Bonett, L. P., Muller, G. M., Wessling, C. R., & Gamello, F. P. (2012). Extrato etanólico de  
409 representantes de cinco famílias de plantas e óleo essencial da família Asteraceae sobre o  
410 fungo *Colletotrichum gloeosporioides* coletados de frutos de mamoeiro (*Carica papaya* L.)  
411 *Revista Brasileira de Agroecologia*, 7 (3), 116–125.
- 412 Campos, A. D., Ferreira, A. G., Hampe, M. M. V., Antunes, I. F., Brancão, N., Silveira, E. P.,  
413 Osório, V. A., & Augustin, E. (2004). Atividade de peroxidase e polifenoloxidase na  
414 resistência do feijão à antracnose. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 39, 637-643.
- 415 Carvalho, M. E. A. & Castro, P. R. C. (2014). Extratos de algas e suas aplicações na  
416 agricultura. Piracicaba: ESALQ - Divisão de Biblioteca.
- 417 Craigie, J. S. (2010). Seaweed extract stimuli in plant science and agriculture. *Journal of*  
418 *Applied Phycology*, <https://doi.org/10.1007/s10811-010-9560-4>.
- 419 Colapietra, M., & Alexander, A. (2006). Effect of foliar fertilization on yield and quality of  
420 table grapes. *Acta Horticulturae*, 721, 213–218.

- 421 Ertani, A., Francioso, O., Tinti, A., Schiavon, M., Pizzeghello, D., & Nardi, S. (2018).  
422 Evaluation of Seaweed Extracts From *Laminaria* and *Ascophyllum nodosum* spp. as  
423 Biostimulants in *Zea mays* L. Using a Combination of Chemical, Biochemical and  
424 Morphological Approaches *Front. Plant Science*, 9, 428.
- 425 Griffin, D. H. (1994). *Fungal physiology*. New York.
- 426 Godoy, C. V. (2001). SASM - Agri: Sistema para análise e separação de médias em  
427 experimentos agrícolas pelos métodos Scoft - Knott, Tukey e Duncan. *Revista Brasileira de*  
428 *Agrocomputação*, 1 (2) 18-24.
- 429 Gomes, E. C., & Serra, I. M. R. S. (2013). Eficiência de produtos naturais no controle de  
430 *Colletotrichum gloeosporioides* em pimenta na pós-colheita. *Summa Phytopathologica*, 39  
431 (4), 290-292.
- 432 Goñi, O., Fort, A., Quille, P., Mckeown, P. C., Spillane, C., & O'connell, S. (2016).  
433 Comparative Transcriptome Analysis of Two *Ascophyllum nodosum* Extract Biostimulants:  
434 Same Seaweed but Different. *Journal of agricultural and food chemistry*,  
435 <https://doi10.1021/acs.jafc.6b00621>.
- 436 Hornsey, I. S., & Hide, D. (1976). The production of antimicrobial compounds by british  
437 marine algae seasonal variation in production of antibiotics. *European journal of Phycology*,  
438 11, 63-67.
- 439 Jayaraj, J., Wan, A., Rahman, M., & Punja, Z. K. (2008). Seaweed extract reduces foliar  
440 fungal diseases on carrot. *Crop Protection*, 27, 1360– 1366.
- 441 Jayaraman, J., Norrie, J., & Punja, Z. K. (2011). Commercial extract from the brown seaweed  
442 *Ascophyllum nodosum* reduces fungal diseases in greenhouse cucumber. *Journal of Applied*  
443 *Phycology*, 23 (3), 353–361.
- 444 Kadam, S. U., Alvarez, C., Tiwari, B. K., & O'donnell, C. P. (2016). Extraction and  
445 characterization of protein from Irish brown seaweed *Ascophyllum nodosum*. *Food Research*  
446 *International*, <https://doi: 10.1016/j.foodres.2016.07.018>.
- 447 Khan, W., Rayirath U. P., Subramanian, S., Jithesh, M. N., Rayorath, P., Hodges, D. M.,  
448 Critchley, A. T., Craigie S.; Norrie J.; Prithiviraj, B. (2009). Seaweed extracts as  
449 biostimulants of plant growth: Review. *Chemik*, 67 (7), 636–641.
- 450 Kist, B. B. (2018). *Anuário brasileiro da fruticultura*. Santa Cruz do Sul: Editora Gazeta  
451 Santa Cruz.
- 452 Lizzi, Y., Coulomb, C., Coulomb, P.J., Coulomb, P.O., & Polian, C. (1998). L'algue face au  
453 Mildiou: que avenir? *Phytoma*, 508, 29-30.
- 454 Macdonald, J. E., Hacking J., Weng Y., & Norrie, J. (2012) Root growth of containerized  
455 lodgepole pine seedlings in response to *Ascophyllum nodosum* extract application during  
456 nursery culture. *Canadian Journal of Plant Science*, 92, 1207–1212.
- 457 Pascholati, S. F., & Dalio, R. J. D. (2018). Fisiologia do parasitismo: como os patógenos  
458 atacam as plantas. In: Amorim, L., Rezende, J. A. M., Bergamin Filho, A (Ed.), *Manual de*  
459 *Fitopatologia: princípios e conceitos*. p. 543-592. São Paulo: Agronômica Ceres.
- 460 Melo, T. A. Efeito do extrato da alga marinha *Ascophyllum nodosum* e do fosfito de potássio  
461 na morfofisiologia do fungo *Colletotrichum gloeosporioides* na indução de resistência em

- 462 mangas ‘Tommy Athkins’ contra a antracnose e em características físicas e químicas desses  
463 frutos. 2017. Tese (Doutorado em Fitopatologia) – Escola Superior de Agricultura Luiz de  
464 Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba.
- 465 Oliari, I. C. R., Barcelos, R. A., Fedrigo, K., Garcia, C., Marchi, T., & Botelho, R. V. (2014).  
466 Extrato de alga no controle *in vitro* de *Monilinia fructicola*. *Cadernos de Agroecologia*, 9, 1-  
467 5.
- 468 Oliveira, A. A.; Nascimento, A. S.; Barbosa, C. J. Santos Filho, H. P.; & Meissner Filho, P. E.  
469 (2000). Doenças do mamoeiro. In: Ritzinger, C. H. S. P.; Souza, J. S. (Org.), *Mamão:  
470 fitossanidade*. p. 37-46. Brasília, DF: Embrapa Comunicação para Transferência de  
471 Tecnologia.
- 472 Paiva, K. D., Rezende, D. C., Santos, T. A., Martins, F. A., & Vilas boas, B. M. (2017).  
473 Extrato da alga *Ascophyllum nodosum* sobre crescimento micelial de *Rhizopus stolonifer*  
474 agente causal da podridão mole em frutos de morangueiro. In VI Simpósio de Pós-graduação  
475 IFSULDEMINAS-Pouso Alegre – MG.  
476 <https://jornada.ifsuldeminas.edu.br/index.php/jcmch4/jcmch4/paper/viewFile/3380/2577>.  
477 Acessado em 30 de janeiro de 2019.
- 478 Panjehkeh, N., & Abkhoo, J. (2016). Extract from the brown seaweed *Ascophyllum nodosum*  
479 as an elicitor of resistance to *Fusarium oxysporum* f. sp. *radicis-lycopersici* in tomato.  
480 *Biotechnol Letters*, <https://doi.org/10.1007/s10529-016-2061-z>.
- 481 Pascholati, S. F. & Dalio, R. J. D. (2018). Fisiologia do parasitismo: como as plantas se  
482 defendem dos patógenos. In: Amorim, L., Rezende, J. A. M., Bergamin Filho, A. *Manual de  
483 Fitopatologia: princípios e conceitos*. São Paulo: Agronômica Ceres.
- 484 Peres, J. C. F., Carvalho, L. R. D., Gonzalez, E., Berian, L. O. S., & Felicio, J. D. (2012).  
485 Evaluation of antifungal activity of seaweed extracts. *Ciência e Agrotecnologia*, 36, 294-299.
- 486 Peres, N. A. R., Carvalho, L. R., Gonzalez, E., Berian, L. O. S., & Felicio, J. D. (2002).  
487 Identification and characterization of *Colletotrichum* spp. affecting fruit after harvest in  
488 Brazil. *Journal of Phytopathology*, 150 (3): 128–134.
- 489 Phoulivong, S., Cai, L., Chen, H., Mckenzie, E. H.C., Abdelsalam, K., Chukeatitrot, E., &  
490 Hyde, K. D. (2010). *Colletotrichum gloeosporioides* is not a common pathogen on tropical  
491 fruits. *Fungal Diversity*, 44, 33–43.
- 492 Prusky, D. (1996). Pathogen quiescence in postharvest diseases. *Annual Review  
493 of Phytopathology*, 34, 413–434.
- 494 Ribeiro, J. G., Serra, I. M. R. S., & Araújo, M. U. P. (2016) Uso de produtos naturais no  
495 controle de antracnose causado por *Colletotrichum gloeosporioides* em mamão. *Summa  
496 Phytopathologica*, 42 (2), 160-164.
- 497 Stasio, E. D., Oosten, M. J. V., Silletti, S., Raimondi, G., Dell’aversan, E., Carillo, P.,  
498 Maggio, A. (2018). *Ascophyllum nodosum*-based algal extracts act as enhancers of growth,  
499 fruit quality, and adaptation to stress in salinized tomato plants. *Journal of Applied  
500 Phycology*, <https://doi.org/10.1007/s10811-018-1439-9>.
- 501 Subramanian, S., Sangha, J. S. Gray, B. A., Singh, R. P., Hiltz, D., Critchley, A. T.,  
502 Prithiviraj, B. (2011). Extracts of the marine brown macroalga, *Ascophyllum nodosum*, induce  
503 jasmonic acid dependent systemic resistance in *Arabidopsis thaliana* against *Pseudomonas*

- 504 syringae pv. tomato DC3000 and *Sclerotinia sclerotiorum*. *European Journal of Plant*  
505 *Pathology*, 131, 237–248.
- 506 Toledo, G. L., Ovalle, I. I. (2008). *Estatística Básica*. São Paulo: Atlas.
- 507 Ventura, J. A., Costa, H., Tatagiba, J. S. (2003). Manejo das doenças do mamoeiro. In:  
508 Martins, D. S., Costa, A. F. S (Eds.). *A cultura do mamoeiro: tecnologias de produção*. p.  
509 231-308. Vitoria, Incaper.
- 510 Xu, C., Leskovar, D. (2015). Effects of *A. nodosum* seaweed extracts on spinach growth,  
511 physiology and nutrition value under drought stress. *Scientia Horticulturae*, 183, 39–47.
- 512
- 513
- 514
- 515
- 516
- 517
- 518
- 519
- 520
- 521
- 522
- 523
- 524
- 525

### CAPÍTULO III

---

#### **Qualidade pós-colheita de mamões tratados com extrato de alga marinha**

Artigo escrito de acordo com as normas da revista “Ciência e Agrotecnologia”

### 3. Qualidade pós-colheita de mamões tratados com extrato de alga marinha

Larisse Raquel Carvalho Dias<sup>1\*</sup>,  
Thiago Anchieta de Melo<sup>2</sup>,  
Ilka Márcia Ribeiro de Souza Serra<sup>2</sup>,  
Fabrício de Oliveira Reis<sup>2</sup>,  
Jessyane Rodrigues do Nascimento<sup>3</sup>,  
Claudia Quintino da Rocha<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Universidade Estadual do Maranhão, Pós-graduação em Agroecologia, MA, Brasil

<sup>2</sup>Universidade Estadual do Maranhão, Departamento de Química e Biologia, MA, Brasil

<sup>3</sup>Universidade Federal do Maranhão, Departamento de Química, MA, Brasil

\*Autor correspondente: [larisse.rcp@gmail.com](mailto:larisse.rcp@gmail.com)

## Resumo

O Brasil é o segundo maior produtor mundial de mamão, essa cultura perde apenas para a citricultura e produção de banana. Contudo, ainda existem perdas expressivas de rendimentos dessa cultura, principalmente na fase pós-colheita. Com isso, o objetivo desse trabalho foi verificar o efeito das doses do extrato da alga marinha *Ascophyllum nodosum* na melhoria da qualidade pós-colheita de mamões. Os frutos foram obtidos na CEASA da Ilha de São Luís MA, Brasil tratados com concentrações do extrato (0%, 0,1%, 0,3%, 0,5% e 1,0%) e armazenadas por 10 dias a  $24 \pm 2$  ° C, nessa ocasião foram realizadas as análises de perda de massa. A polpa dos frutos foi retirada para análises químicas que consistiram em: pH, acidez total titulável, teor de sólidos solúveis totais e teor de carotenoides. Os experimentos foram conduzidos em delineamento inteiramente casualizado, com quatro repetições sendo a unidade experimental foi composta por dois frutos. O extrato preservou a qualidade pós-colheita permitida para consumo dos frutos e ainda retardou o processo de amadurecimento na dose de 0,1% e não alterou o teor de carotenoides presente nos frutos. Apesar dos resultados satisfatórios, a perda de massa expressiva nos tratamentos com a alga, não permite atestar o uso do extrato da alga marinha *A. nodosum* na pós-colheita de mamões. Maiores investigações acerca dessa interação, assim como outras doses devem ser investigadas. Este é o primeiro estudo que caracteriza a qualidade física e química de mamões sob efeito do extrato da alga marinha *A. nodosum* na pós-colheita.

**Palavras-chave:** Tratamento alternativo, *Carica papaya*, Phaeophytas, *Ascophyllum nodosum*.

## **Abstract**

Brazil is the second largest producer of papaya, this crop loses only for citrus and banana production. However, there are still significant losses of yields of this crop, especially in the post-harvest phase. Therefore, the objective of this work was to verify the effect of the doses of the seaweed *Ascophyllum nodosum* extract on the improvement of post-harvest quality of papaya. The fruits were obtained at CEASA of the Island of São Luís MA, Brazil treated with extract concentrations (0%, 0.1%, 0.3%, 0.5% and 1.0%) and stored for 10 days at  $24 \pm 2$  ° C, the mass loss analysis was performed. The fruit pulp was removed for chemical analyzes that consisted of: pH, titratable total acidity, total soluble solids content and carotenoid content. The experiments were conducted in DIC, with four replicates, the experimental unit was composed of two fruits. The extract preserved the post-harvest quality allowed for fruit consumption and delayed the ripening process at 0.1% and did not alter the carotenoid content present in the fruits. Despite the satisfactory results, the loss of expressive mass in the treatments with the seaweed does not allow to certify the use of the seaweed extract *A. nodosum* in the post-harvest of papaya. Further investigations of this interaction, as well as other doses, should be investigated. This is the first study that characterizes the physical and chemical quality of papaya under the effect of the extract of the seaweed *A. nodosum* in the post-harvest.

**Key words:** Alternative treatment. *Carica papaya*. Phaeophytas. *Ascophyllum nodosum*.



## **Introdução**

O mamão (*Carica papaya* L.) é uma das principais frutas consumidas no Brasil, sendo também uma das culturas mais produzidas. No ano de 2017 rendeu 449,909 mil toneladas, estando atrás somente da citricultura e da produção de banana. Para o mercado internacional é responsável por rendimentos em cerca de US\$ 43,675 milhões, mantendo o Brasil na segunda posição no ranking mundial de produção do mamão. A região nordeste é destaque no “ranking” nacional, tendo como principal contribuinte o estado da Bahia, que produz cerca de 197.485.580 toneladas de mamão (KIST et al., 2018).

Porém, esse fruto pode facilmente perder a qualidade na pós-colheita durante o seu processo natural de maturação e principalmente devido à inexistência de manejo adequado durante essa fase. Todo esse processo reflete na aceitação desses frutos pelos consumidores, cada vez mais exigentes, do mercado interno e principalmente, externo. Para avaliar se o fruto está dentro dos padrões exigido para consumo, após receber um tratamento em estudo pode-se avaliar a acidez total titulável, o potencial hidrogeniônico, o teor de sólidos solúveis e o teor carotenoides, já que existem valores reconhecidos como desejáveis ao paladar do consumidor (AMARAL et al., 2017).

O manejo na pós-colheita do mamão, dá-se basicamente pelo uso de fungicidas, que visam preservar esses frutos do ataque de microrganismos e minimizar o processo natural de senescência. No entanto, os resíduos dos agrotóxicos são rigidamente fiscalizados pelo mercado externo, e conseqüentemente, pesquisadores dedicam-se a minimizar esses resíduos para adequação às demandas internacionais (RUGGIERO et al., 2011).

O uso de biocompostos, que são facilmente degradados pela natureza, ressurge como necessidade para mitigar os efeitos do uso desorientado de agrotóxico. Os Resíduos provenientes desses produtos geram desequilíbrio ambiental, que perpassam pela contaminação do solo, recursos hídricos, de alimentos e dentre outros (BARBOZA et al., 2013).

Desse modo, pesquisas que desenvolvam o potencial uso de produtos naturais para manutenção da qualidade na pós-colheita e que conservem as características físicas e químicas contribuirão para o preenchimento dessa lacuna nacional existente acerca do manejo de diversas culturas (MELO et al., 2018).

A alga marinha *Ascophyllum nodosum* (L.) Le Jol., é originária do norte Canadense e Europeu, pertencente ao grupo das Phaeophytas (CRAIGIE, 2010). O extrato dessa alga, além de ser um produto natural, têm demonstrado diversos efeitos bioestimulador nas mais variadas culturas de interesse econômico, por aumentar a resistência a patógenos através da indução resistência em *Arabidopsis thaliana* (SUBRAMANIAN et al., 2011) estimular a produção de antioxidantes, como as antocianinas, em uvas (FRIONI et al., 2018), melhoria das da resistência de plantas de soja ao estresse hídrico (MARTYNENKO et al., 2016) e das qualidades físicas e químicas de mangas na pós-colheita (MELO et al., 2018).

Estas pesquisas indicam o potencial promissor do extrato de *A. nodosum* para estudos na pós-colheita, área ainda pouco ou nunca pesquisada para determinadas culturas de importância agrícola.

Diante do exposto, o objetivo desse trabalho foi verificar o efeito das diferentes doses do extrato da alga marinha *A. nodosum* na melhoria da qualidade pós-colheita de mamões.

## **Material e métodos**

Os mamões da variedade ‘Golden’ foram obtidos na CEASA (Central de Abastecimento de São Luís) e selecionados quanto a mesma origem, tamanho e estágio de maturação (tipo 2). O estágio de maturação tipo 2 se caracteriza por conter 25% da superfície da casca amarela, rodeada de verde-claro, segundo Oliveira (2002).

Em seguida, no Laboratório de Pós-colheita da UEMA os frutos foram, inicialmente, higienizados com água corrente, sabão neutro, logo após ficaram de molho por 30 min em água

destilada+hipoclorito (300 ppm) na tentativa de suprimir a incidência de microrganismos saprófitos e em seguida, postos para secar naturalmente separados em bandejas com dupla camada de papel toalha esterilizado em autoclave.

Após a secagem, os frutos foram mergulhados, por 5 minutos, em preparações do produto comercial testado, acrescidas de Tween 20® (1,0%), nas seguintes concentrações: extrato da alga *Ascophyllum nodosum* (0,0, 0,1, 0,3, 0,5 e 1,0%), o tratamento controle foi mergulhado somente em água destilada. Os tratamentos foram condicionados à  $24\pm 2^{\circ}\text{C}$  e fotoperíodo de 12 h, por 10 dias.

### **Análises físicas**

A massa fresca total dos frutos foram tomadas assim que os frutos chegaram no laboratório e depois a cada 3 dias, totalizando 3 análises ao final do décimo dia, com o auxílio de uma balança digital com capacidade máxima de 2000 g e precisão de 0,1g. O valor final foi expresso em porcentagem de massa fresca perdida.

### **Análises químicas**

Para estas análises, após 10 dias, a polpa da unidade experimental (dois frutos por bandeja) foi triturada em liquidificador sem sementes e sem diluição, até a obtenção de uma massa uniformemente pastosa, que foi devidamente identificados e congeladas em freezer ( $-15^{\circ}\text{C}$ ), a polpa foi extraída de todos os tratamento no mesmo dia, a fim de evitar diferenças entre os tratamentos por tempo de coleta.

A polpa dos frutos tratados conforme supracitado foram submetidos a:

- Acidez da polpa: determinado em triplicatas por meio de um pHmetro, com aproximadamente 5g de polpa diluída em 60 ml de água destilada, os valores foram tomados logo após a estabilização no leitor;

- Acidez total titulável: determinada em triplicatas por meio de um pHmetro e titulometria com NaOH expressa em g de ácido cítrico  $100\text{g}^{-1}$  de polpa após a análise da acidez da polpa;
- Teor de sólidos solúveis: medido em refratômetro digital (NOVA DR30) em triplicata e expresso em °Brix;
- Teor de carotenoides: extração realizada segundo Rodriguez-Amaya (2001), 30 ml de acetona foi adicionado na polpa liofilizada, e a cada 48 h havia uma nova adição de acetona, até que a polpa perdesse a pigmentação laranja resultando num total de 4 adições de acetona. O extrato acetônico foi transferido para uma câmara exaustora onde permaneceu até a total evaporação do solvente (48h). A leitura da absorbância no espectrofotômetro foi feita em triplicatas, onde o branco foi o solvente, seguida das leituras das repetições, contendo 150  $\mu\text{L}$  do extrato, realizado em triplicatas, com a máxima proteção possível conta a luz, afim de evitar interferência na quantidade dos compostos. O teor de carotenoides foi determinado segundo a Equação:

$$\text{Teor de carotenoides (mg } 100\text{ g}^{-1}) = \frac{A \times V \times 1.000.000}{A_{1\text{cm}}^{1\%} \times M \times 100}$$

Sendo: A = absorbância da solução no comprimento de onda de 450 nm para o betacaroteno; V = volume final da solução;  $A_{1\text{cm}}^{1\%}$  = coeficiente de absorvidade molar de um pigmento em um determinado solvente específico (2592 para o betacaroteno) e M = massa da amostra tomada para a análise (RODRIGUEZ-AMAYA, 2001).

### **Análises estatísticas**

Os testes de análises físicas e químicas foram conduzidos em delineamento inteiramente casualizado totalizando 5 tratamentos, em 5 repetições. A unidade experimental foi representada por uma bandeja contendo 2 frutos.

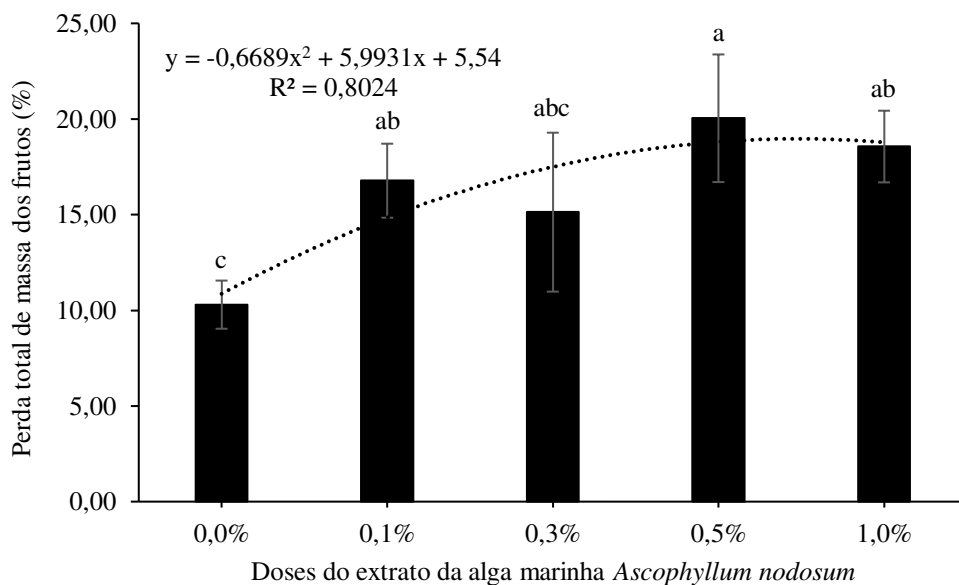
Os dados resultantes das análises supracitadas, foram submetidos às análises de variância e as médias comparadas pelo teste de Tukey considerando o  $p \leq 0,05$  (GODOY, 2001). E ainda, submetidos à análise de regressão polinomial (TOLEDO; OVALLE, 2008).

## **Resultados e Discussão**

### **Análises físicas**

O resultado do percentual de massa fresca dos frutos mostrou que, nos tratamentos que receberam as doses do extrato da alga 0,1%, 0,3%, 0,5% e 1,0% houve uma maior perda (16,77%, 15,13%, 20,04% e 18,56% respectivamente), quando comparada ao tratamento controle que apresentou perda de apenas 10,29%. Com destaque para o tratamento com a dose 0,5% que causou uma perda de massa dobrada com relação a perda expressa pelo tratamento controle. Indicando um ponto negativo para interação extrato de *A. nodosum* versus fruto. Estas variáveis estão significativamente relacionadas entre si, uma vez que o valor de  $R^2 = 0,8024$  na equação polinomial (Figura 1). Desse modo, outros estudos podem vir a contribuir para o fortalecer ou contrapor os resultados aqui obtidos.

Figura 1: Valores médios da perda de massa total dos frutos de mamão tratados com diferentes concentrações (%) do extrato de *Ascophyllum nodosum*. Médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si (Tukey,  $p \leq 0,05$ ). As barras representam o erro padrão da média e a equação, a análise de regressão polinomial.



Fonte: Dados originais da pesquisa.

A maturação dos frutos climatéricos na pós-colheita ocorre devido ao processo de respiração das células e oxidações bioquímicas, e ainda pode ser acelerada ou postergada por meio da ação de tratamentos durante a fase pós-colheita. A perda de massa no período após a colheita é um processo normal de senescência/maturação do fruto, devido a atividades metabólicas como a mudança do estágio fenológico do fruto, que ocorre devido aos processos de aumento da respiração celular e atividades enzimáticas (MELO et al., 2018).

Considerando a capacidade do extrato em induzir processos bioquímicos, como demonstrado em plantas de tomate (ALI et al., 2016; PANJEHKEH; ABKHOO, 2016) e notada ação bioestimulante como comprovado em repolho (LOLA-LUZ et al., 2013), espinafre (XU; LESKOVAR, 2015) e em milho (ERTANI et al., 2018) é justificável observamos essa maior na perda de massa em função dos tratamentos que receberam o extrato da alga, provavelmente

acelerado por esse manejo. Esse aspecto não é desejável do ponto de vista econômico, por influenciar negativamente nos rendimentos.

Para o tratamento na pós-colheita com as mesmas doses do extrato usadas neste trabalho, em mangas, Melo et al. (2018) observou uma redução da perda de massa nos frutos tratados quando comparados ao experimento controle, sendo a dose 0,1% a mais eficaz em agregar nesse parâmetro. O autor sugere que novos estudos sejam realizados afim de firmar o uso dessas concentrações, o que nos permitiu afirmar sobre a divergência com os nossos resultados.

### **Análises químicas**

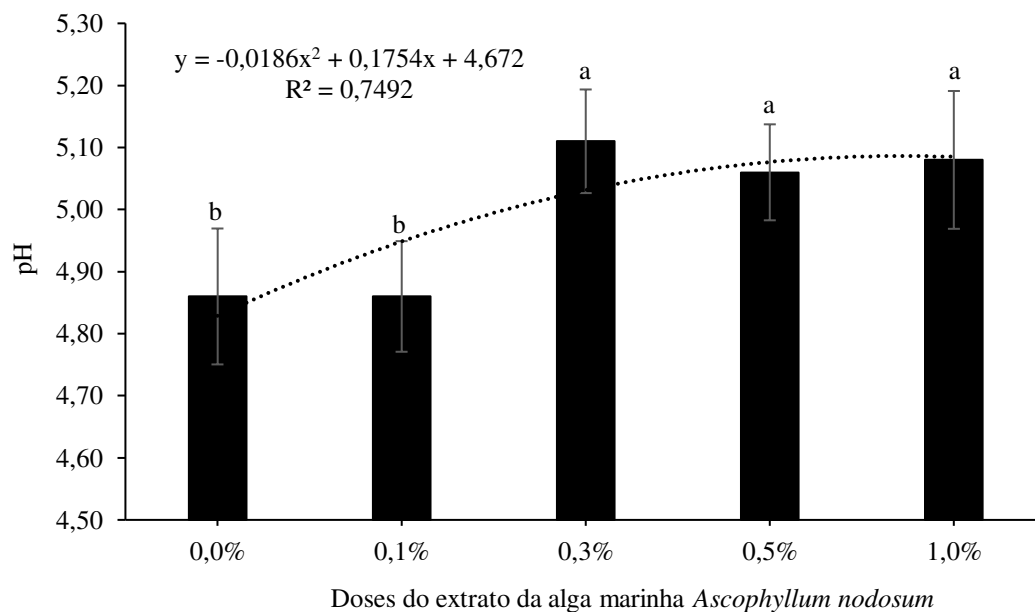
#### **Acidez da polpa**

O potencial hidrogeniônico (pH) em frutos na pós-colheita nos revela uma característica do fruto que nos ajudam a inferir sobre atividade de enzimas, aspectos do sabor, estado de maturação e condições de sobrevivência microbiológicas que indicam acidez, neutralidade ou alcalinidade (ALKAN; FORTES, 2015).

Ao analisar o pH dos frutos tratados com o extrato, observamos que somente as doses 0,3%, 0,5% e 1,0% diferiram estatisticamente do tratamento controle, porém não divergiram estatisticamente entre si. O pH dos frutos e as doses do extrato estão fortemente correlacionados considerando o valor de  $R^2 = 0,7492$ , demonstrado na equação polinomial (Figura 2).

Figura 2: Valores médios de pH dos frutos de mamão tratados com diferentes concentrações (%) do extrato de *Ascophyllum nodosum*. Médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si (Tukey,  $p \leq 0,05$ ).

As barras representam o erro padrão da média e a equação, a análise de regressão polinomial.



Fonte: Dados originais da pesquisa.

O pH e o teor de açúcar se relacionam e determinam o sabor da fruta. Geralmente quando os açúcares totais aumentam, o ácido orgânico diminui e pH aumenta (ALKAN; FORTES, 2015).

Durante o processo de maturação na pós-colheita, a metabolização de ácidos orgânicos é o fator responsável pelo declínio da acidez e consequentemente aumento do pH em alguns frutos (CONEGLIAN, 1993). Isso provavelmente ocorreu no presente trabalho, visto que os perfis de comportamento do pH e acidez são inversamente proporcionais.

Amaral et al. (2017), ao avaliarem frutos de mamões (cultivar Sunrise Solo) tratados com sais fosfitos combinados com atmosfera modificada, evidenciaram perfis de pós-colheita como o pH (4,9 a 5,7) e ATT (média de 0,1 g de polpa de ácido cítrico 100g<sup>-1</sup>) semelhantes aos encontrados nesta pesquisa (Tabela 1). Os autores ainda ressaltam, que esses valores estão de acordo com os perfis indicado para consumo, segundo o Ministério da Agricultura, o que nos permite atestar o potencial do uso da alga *A. nodosum* para tratamento de mamões na pós-



colheita, para este parâmetro, uma vez que este produto não interfere no padrão de qualidade exigido quanto aos valores de pH e ATT.

Tabela 1: Média total do pH (potencial hidrogeniônico), da Acidez total titulável (ATT) e do teor de sólidos solúveis total (SST) da polpa de frutos de mamão, cultivar ‘Golden’, tratados com doses do extrato da alga marinha *A. nododum*.

<b>Tratamentos (mL/L)</b>	<b>pH</b>	<b>ATT</b>	<b>SST</b>
<b>Controle (0%)</b>	4,9 b	0,149 a	7,33 ab
<b>0,1%</b>	4,9 b	0,158 a	7,06 b
<b>0,3%</b>	5,1 a	0,126 b	9,63 a
<b>0,5%</b>	5,1 a	0,115 b	9,21 ab
<b>1,0%</b>	5,1 a	0,123 b	8,95 ab
<b>CV%</b>	1,93%	8,61%	7,03%

Médias seguidas pela mesma letra na vertical não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

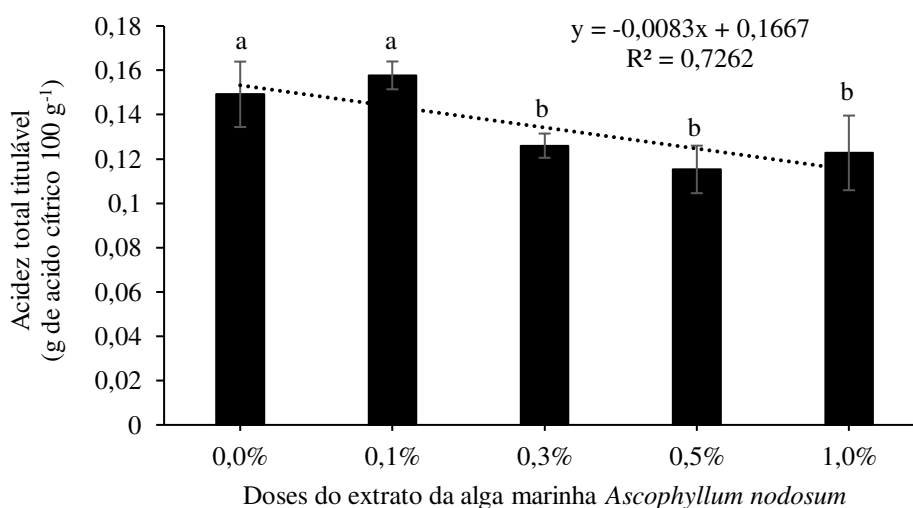
O pH acidificado, embora tenha aumentado a partir da dose 0,3%, os valores se mantiveram entre os padrões de acidez indicada para consumo, segundo o Ministério da Agricultura (Amaral et al. 2017), o que nos evidencia que não houve alteração desse parâmetro pelo tratamento com a alga, qualificando-o nesse aspecto, para o uso na pós-colheita.

### **Acidez total titulável**

Os resultados para acidez total titulável demonstraram um padrão de comportamento inverso ao revelado na análise do pH, os tratamentos 0,3%, 0,5% e 1,0% tiveram um declínio dessa atividade quando comparado com tratamento controle, diferindo estatisticamente, porém estes tratamentos não divergiram estatisticamente entre si. Este parâmetro está correlacionado

com as dosagens do extrato considerando o valor de  $R^2 = 0,7262$ , demonstrado na equação polinomial (Figura 3).

Figura 3: Valores médios da acidez total titulável expressos em g de ácido cítrico  $100\text{ g}^{-1}$ , dos frutos de mamão tratados com diferentes concentrações (%) do extrato de *Ascophyllum nodosum*. Médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si (Tukey,  $p \leq 0,05$ ). As barras representam o erro padrão da média e a equação, a análise de regressão polinomial.



Fonte: Dados originais da pesquisa.

Em frutos climatérios, após a colheita ocorre um aumento da taxa de respiração que está positivamente correlacionada com o aumento da produção de etileno, processo responsável pelo amadurecimento dos frutos (AMARANTE et al., 2009).

O processo de maturação envolve o consumo de ácidos no processo metabólico, conseqüentemente ocorre um declínio da acidez quanto mais maduros os frutos se apresentarem (ARGENTA et al., 2001; ALKAN; FORTES, 2015), podemos inferir que, para este parâmetro, os tratamentos com as doses do extrato a partir da dose 0,3% indicaram amadurecimento dos frutos.

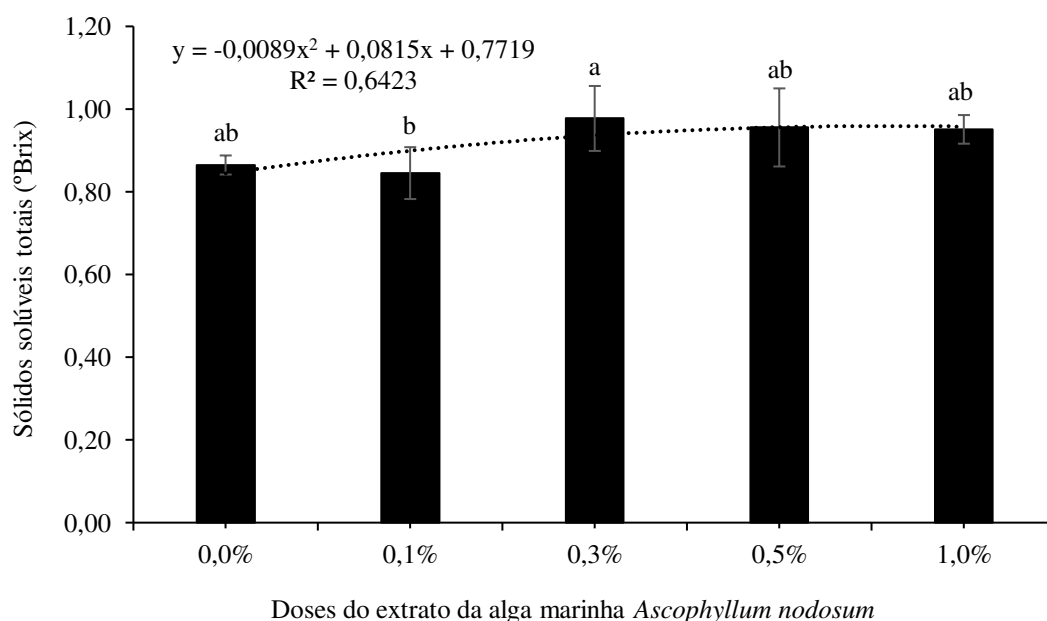
Amaral et al. (2017) encontraram valores de ATT constantes ao avaliar frutos de mamões (cv. Sunrise Solo) tratados com sais fosfitos combinados com atmosfera modificada. Em nossos resultados houve um declínio a partir da dose 0,3% o que difere com os dados desses

autores, porém, eles afirmam que é comum haver um declínio na acidez em alguns casos, decorrente do processo de maturação.

### Teor de sólidos solúveis

Os resultados observados no teor de sólidos solúveis revelaram que, embora possamos observar uma tendência de aumento no teor de sólidos solúveis totais para os tratamentos que receberam as doses da alga em relação ao tratamento controle, apenas o tratamento com a dose 0,1% e 0,3% apresentaram-se estatisticamente diferentes com uma menor e maior expressividade, respectivamente, quando comparados ao tratamento controle (Figura 4).

Figura 4: Valores médios dos sólidos solúveis totais expressos em °Brix, dos frutos de mamão tratados com diferentes concentrações (%) do extrato de *Ascophyllum nodosum*. Médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si (Tukey,  $p \leq 0,05$ ). As barras representam o erro padrão da média e a equação, a análise de regressão polinomial.



Fonte: Dados originais da pesquisa.

A tendência do aumento de SST encontrados nesta pesquisa, diferem dos resultados obtidos por Melo et al. (2018), que em estudos com manga, observou uma diminuição dos SST nos tratamentos que receberam dosagens do extrato de *A. nodosum* nas mesmas concentrações utilizadas em nosso trabalho.

Silva et al. (2014), ao estudarem SST em morangos, concluíram que as plantas fertirrigadas com o extrato de *A. nodosum*, deram origem a frutos com baixo TSS quando comparados a aplicação via foliar, em que houve um aumento do TSS nos frutos. Podemos inferir que o fruto em contato direto com o extrato, como o realizado neste trabalho, contribuiu para o aumento do SST encontrado em nossos resultados na dose 0,3%.

O processo de maturação do mamão inicia-se de forma centrífuga, onde o processo natural e auto-catalítico da formação de etileno resulta na expressão de menor acidez e maior teor de sólidos solúveis, indicando uma relação inversamente proporcional desses parâmetros, tais características foram observadas em nossos resultados e expressos nos gráficos 3 e 4 (ARAÚJO et al., 2016).

Segundo Figueredo Neto (2013), o teor de sólidos solúveis é um importante índice de maturação (ocorre um aumento dos SST conforme a maturação do fruto), quando este sendo maior expresso indica um maior grau de maturação do fruto, considerando a menor expressividade para este parâmetro no tratamento para a dose a 0,1% , remete a idéia de retardo na maturação, o que a nível de pós-colheita é uma excelente característica pois permite uma maior durabilidade do produto favorecendo maiores rendimentos econômicos.

Contudo, considerando que os valores reais expressos para este resultado, que variaram entre 7 e 9 e, comparando com os valores encontrados por outros autores que estudaram o mesmo parâmetro em mamões na pós-colheita, com variação entre 10 e 13 (AMARAL et al., 2017; BARRERA et al., 2015). Podemos inferir que a expressividade do SST está abaixo da

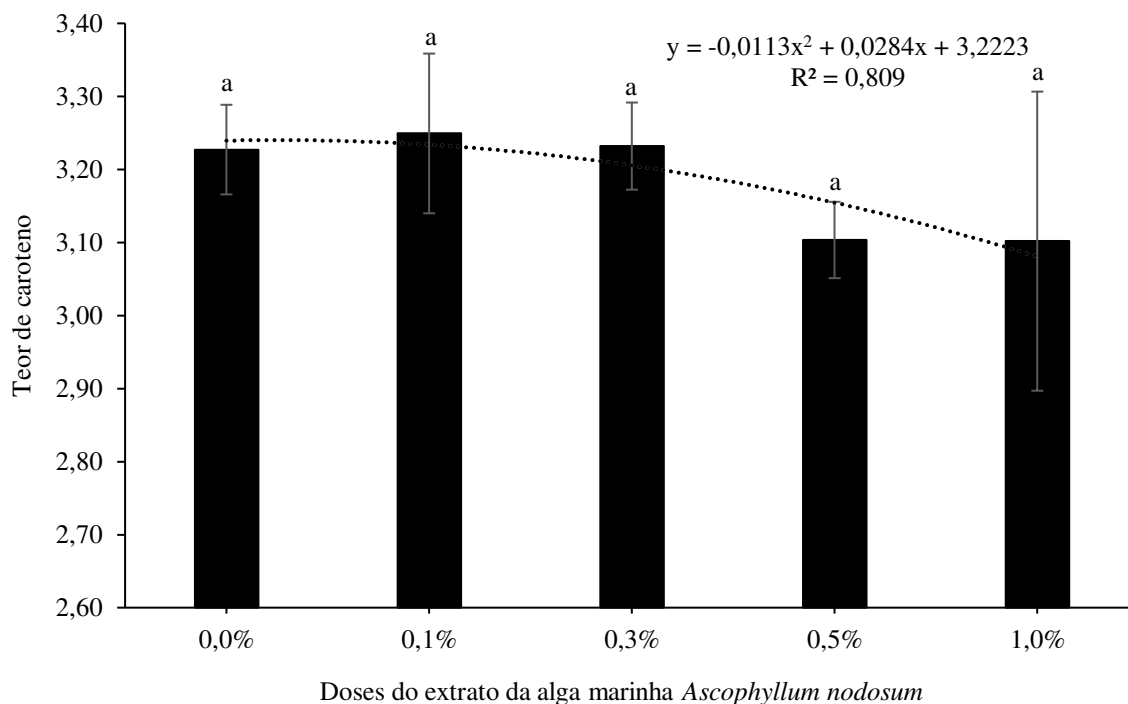
média geral, o que indica que houve um retardo no processo de maturação desses frutos, já que quanto maior SST, maior é o seu grau de maturação (ARAÚJO et al., 2016).

### **Teor de carotenoides**

Com relação ao teor de carotenoides, os resultados demonstraram que não existe diferença estatística entre os tratamentos. Estes resultados estão fortemente correlacionados com as doses do extrato da alga como demonstrado no  $R^2 = 0,809$ , revelado na equação polinomial (Figura 5).

Os carotenoides são importantes antioxidantes que contribuem para o controle de radicais livres, essas moléculas são consideradas indispensáveis no auxílio à saúde humana (BARBOSA et al., 2014; DAVAR et al., 2013). Uma das características de destaque para os frutos do mamoeiro é a riqueza dessas moléculas (TRINDADE et al., 2013). Considerando que, o tratamento com o extrato de *A. nodosum* não interferiu no teor de carotenoides disponível nos frutos, podemos inferir que, esse é um aspecto favorável para o uso do extrato dessa alga no tratamento pós-colheita desses frutos. E com base na literatura, até o presente momento esse parâmetro ainda não havia sido investigado, para as interações envolvendo tratamentos na pós-colheita de mamões.

Figura 5: Valores médios do teor de caroteno, dos frutos de mamão tratados com diferentes concentrações (%) do extrato de *Ascophyllum nodosum*. Médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si (Tukey,  $p \leq 0,05$ ). As barras representam o erro padrão da média e a equação, a análise de regressão polinomial.



Fonte: Dados originais da pesquisa.

Análises químicas são de suma importância na perspectiva da patologia na pós-colheita pois nos indica se o extrato em estudo, preserva a qualidade no processo de maturação. Por meios dos produtos resultante dos processos bioquímicos, durante a respiração, e que influem no nível de acidez, no teor de sólidos solúveis, na acidez total e no teor de carotenoides podemos detectar a eficiência do uso do extrato de *A. nodosum* (AMARANTE et al., 2009).

## Conclusões

As doses do extrato promoveram a perda de massa, na dose 0,5% houve o dobro da perda quando comparada ao tratamento controle. Não interferiram no padrão de qualidade exigido para o consumo dos frutos, considerando os valores de pH e ATT. Com base nos valores de pH e SST, a dose de 0,1% retardou no processo de maturação dos frutos. E ainda, o extrato não

altera o teor de carotenoides nos frutos do mamoeiro. A maioria dos nossos resultados nos permitem atestar o potencial do extrato para tratamento de mamões na pós-colheita. No entanto, maiores investigações acerca da perda de massa em função dos tratamentos com a alga, deve ser investigado. Considerando as condições experimentais envolvidas nesta pesquisa e os resultados da perda de massa, o produto não pode ser indicado para tratamento na pós-colheita de mamões. Este é o primeiro estudo que caracteriza a qualidade física e química de mamões sob efeito do extrato da alga marinha *Ascophyllum nodosum* na pós-colheita.

## Referências

- ALI, N. et al. *Ascophyllum* extract application causes reduction of disease levels in field tomatoes grown in a tropical environment. **Crop protection**, 8: 67-75, 2016.
- ALKAN, N.; FORTES. A. M. Insights into molecular and metabolic events associated with fruit response to post-harvest fungal pathogens. **Frontiers in Plant Science**, 6 (889): 2015.
- AMARAL, D. D. et al. Frequency of quiescent fungi and post-harvest alternative management of stem end rot in papaya1 frequency of quiescent fungi and post-harvest alternative management of stem end rot in papaya. **Revista Caatinga, Mossoró**, 30 (3): 786–793, 2017.
- AMARANTE, C. V. T.; STEFFENS, C. A.; ESPÍNDOLA, B. P. Preservação da qualidade pós-colheita de araçá-vermelho através do tratamento com 1-metilciclopropeno e do acondicionamento em embalagens plásticas, sob refrigeração. **Revista Brasileira de Fruticultura**, 31 (4): 969-976, 2009.
- ARAÚJO, N. O. et al. Spatial variation of physicochemical characteristics in Formosa papaya fruits. **Idesia**, 34 (5): 5-9, 2016.
- ARGENTA, L.C.; MATTHEIS, J.; FAN, X. Retardamento da maturação de maçãs ‘Fuji’ pelo tratamento com 1-MCP e manejo da temperatura. **Revista Brasileira de Fruticultura**, 23 (2): 270-273, 2001.
- BARBOSA, M. R. et al. Geração e desintoxicação enzimática de espécies reativas de oxigênio em plantas. **Ciência Rural**, 44 (3): 453-460, 2014.
- BARBOZA, H. T. G. et al. Controle de patógenos pós-colheita de mamão (*Carica papaya* L.) pela utilização das fosforilidrazonas: um estudo de caso. **Revisão anual de patologia de plantas**, 21 (2): 344-386, 2013.

- BARRERA, E. et al. A coating of chitosan and propolis extract for the postharvest treatment of papaya (*Carica papaya* L. cv. Hawaiiiana). **Revista Faculdade Nacional de Agronomia**, 68 (2): 7667-7678, 2015.
- CONEGLIAN, R. C. C.; RODRIGUES, J. D. Efeito da aplicação de etileno no pH, acidez, índice refratométrico e açúcares totais de frutos de manga, colhidos em estágio pré-climatérico. **Scientia agrícola**, 50 (2): 185-192, 1993.
- CRAIGIE, J. S. Seaweed extract stimuli in plant science and agriculture. **Journal of Applied Phycology**, 23 (3): 371–393, 2010.
- DAVAR, R.; DARVISHZADEH, R.; MAJD, A. Changes in antioxidant systems in sunflower partial resistant and susceptible lines as affected by *Sclerotinia sclerotiorum*. **Biologia**, 68 (5): 821-829, 2013.
- ERTANI, A. et al. Evaluation of Seaweed Extracts From *Laminaria* and *Ascophyllum nodosum* spp. as Biostimulants in *Zea mays* L. Using a Combination of Chemical, Biochemical and Morphological Approaches Front. **Plant Science**, 9 (428): 1-13, 2018.
- FIGUEIREDO NETO, A. et al. Avaliação pós-colheita de mamão variedade ‘Formosa’ submetido a danos mecânicos e ensaios de compressão durante o armazenamento. **Revista Ciências Técnicas Agropecuárias**, 22 (2): 5-10, 2013.
- FRIONI, T. et al. Effects of a biostimulant derived from the brown seaweed *Ascophyllum nodosum* on ripening dynamics and fruit quality of grapevines. **Scientia Horticulturae**, 232: 97–106, 2018.
- GODOY, C. V. SASM - Agri : Sistema para análise e separação de médias em experimentos agrícolas pelos métodos Scoft - Knott, Tukey e Duncan. **Revista Brasileira de Agrocomputação**, 1 (2): 18-24, 2001.
- KIST, B. B. et al. **Anuário brasileiro da fruticultura**. Santa Cruz do Sul: Editora Gazeta, 2018. 88 p.
- LOLA-LUZ, T.; HENNEQUART, F.; GAFFNEY, M. Enhancement of phenolic and flavonoid compounds in cabbage (*Brassica oleraceae*) following application of commercial seaweed extracts of the brown seaweed (*Ascophyllum nodosum*). **Agricultural and Food Science**, 22 (2): 288–295, 2013.
- MARTYNENKO, A. et al. Thermal imaging of soybean response to drought stress: the effect of *Ascophyllum nodosum* seaweed extract. **Springer Plus**, 5 (393): 1-14, 2016.
- MELO, T. A. et al. Effect of *Ascophyllum nodosum* seaweed extract on post-harvest ‘Tommy Atkins’ mangoes. **Revista Brasileira de Fruticultura**, 40 (3): 1-12, 2018.
- OLIVEIRA, M. A. B. et al. Caracterização do estágio de maturação do papaia ‘GOLDEN’ em função da cor. **Revista Brasileira de Fruticultura**, 24 (2): 559-561, 2002.



PANJEHKEH, N.; ABKHOO, J. Extract from the brown seaweed *Ascophyllum nodosum* as an elicitor of resistance to *Fusarium oxysporum* f. sp. *radicis-lycopersici* in tomato. **Biotechnol Letters**, DOI 10.1007/s10529-016-2061-z. 2016.

RODRIGUEZ-AMAYA, D. B. **A guide to carotenoid analysis in foods**. Washington DC: ILSI Press, 2001. 64p.

RUGGIERO, C.; MARIN, S. L. D.; DURIGAN, J. F. Mamão, uma história de sucesso. **Revista Brasileira de Fruticultura**, 33 (1): 76-82, 2011.

SILVA, J. F. et al. Otimização da aplicação de um bio-estimulante para o aumento da produtividade e qualidade do morango. **Actas Portuguesas de Horticultura**, 1 (23): 380-388, 2014.

SUBRAMANIAN, S. et al. Extracts of the marine brown macroalga, *Ascophyllum nodosum*, induce jasmonic acid dependent systemic resistance in *Arabidopsis thaliana* against *Pseudomonas syringae* pv. tomato DC3000 and *Sclerotinia sclerotiorum*. **European Journal of Plant Pathology**, 131 (2): 237–248, 2011.

TOLEDO, G. L., OVALLE, I. I. **Estatística Básica**. 2. ed. São Paulo: Atlas. 2008. 459 p.

XU, C.; LESKOVAR., D. Effects of *A. nodosum* seaweed extracts on spinach growth, physiology and nutrition value under drought stress. **Scientia Horticulturae**, 183 (2): 39–47, 2015.

## CAPÍTULO IV

---

### **Regulação da explosão oxidativa em mamões usando o extrato de *Ascophyllum nodosum* no manejo contra a antracnose**

Artigo escrito de acordo com as normas da revista “Tropical Plant Pathology”

1 **4. Regulação da explosão oxidativa em mamões usando o extrato de *Ascophyllum nodosum***  
2 **no manejo contra a antracnose**

3 Larisse Raquel Carvalho Dias<sup>1\*</sup>,

4 Thiago Anchieta de Melo<sup>2</sup>,

5 Fabrício de Oliveira Reis<sup>2</sup>,

6 Ilka Márcia Ribeiro de Souza Serra<sup>2</sup>

7  
8 <sup>1</sup>Universidade Estadual do Maranhão, Programa de pós-graduação em Agroecologia, Cidade  
9 Universitária Paulo VI, CEP. 65055-970 - Caixa Postal 09 - São Luís/MA, Brasil

10 <sup>2</sup>Universidade Estadual do Maranhão, Departamento de Química e Biologia, Cidade  
11 Universitária Paulo VI, CEP. 65055-970 - Caixa Postal 09 - São Luís/MA, Brasil

12 \*Autor correspondente: [larisse.rcp@gmail.com](mailto:larisse.rcp@gmail.com)

13

14

15

16

17

18

19

20

## 21 **Resumo**

22 Objetivando estabelecer um método de controle natural como alternativa de manejo  
23 agroecológico para a antracnose, foi avaliado o efeito indutor de resistência do extrato da alga  
24 marinha *Ascophyllum nodosum*, sobre o parasitismo de *Colletotrichum* sp. em mamões, na pós-  
25 colheita. O isolado e os frutos para a execução dos testes foram obtidos na cidade de São Luís,  
26 MA, Brasil. Os frutos foram imersos por cinco minutos em diferentes concentrações do extrato  
27 de *A. nodosum* (0,0; 0,1; 0,3; 0,5 e 1,0%) e 48 h após foram inoculados discos (5mm) contendo  
28 as estruturas fúngicas. O diâmetro das lesões foi medido diariamente em sentidos ortogonais  
29 com auxílio de um paquímetro. O experimento contou com cinco repetições por tratamento e  
30 foi conduzido em delineamento inteiramente casualizado. Para avaliação de alterações  
31 bioquímicas, as cascas dos frutos foram coletadas e liofilizadas. Quantificou-se o conteúdo total  
32 de proteínas, atividade da catalase (CAT), guaiacol peroxidase (POX) e polifenoloxidase  
33 (POL). O extrato *A. nodosum* causou alterações no metabolismo oxidativo em mamões, desde  
34 a menor dose testada. Porém, essas alterações não resultaram em controle da antracnose.

35 **Palavras-chave:** *Carica papaya*, *Colletotrichum* sp., Phaeophyceae, Pós-colheita

36

37

38

39

40

41 **Abstract**

42 Aiming to establish a natural control method as an alternative for the agroecological  
43 management of the disease, the resistance - inducing effect of the extract of the seaweed  
44 *Ascophyllum nodosum* on the parasitism of *Colletotrichum* sp. in papayas, in the post-harvest.  
45 The isolates and the fruits for the tests were obtained in the city of São Luís, MA, Brazil. The  
46 fruits were immersed for five minutes in different concentrations of *A. nodosum* extract (0.0,  
47 0.1, 0.3, 0.5 and 1.0%) and 48 hours after inoculating disks (5 mm) containing fungal structures.  
48 The diameter of the lesions was measured daily in orthogonal directions with the aid of a  
49 pachymeter. The experiment had five replicates per treatment and was conducted in a  
50 completely randomized design. For the evaluation of biochemical changes, fruit peels were  
51 collected and lyophilized. The total protein content, catalase activity (CAT), guaiacol  
52 peroxidase (POX) and polyphenoloxidase (POL) were quantified. The extract *A. nodosum*  
53 caused changes in the oxidative metabolism in papaya, from the lowest dose tested. However,  
54 these changes do not result in anthracnose control.

55 **Key words:** *Carica papaya*, *Colletotrichum* sp., Phaeophyceae, Post-harvest

56

57

58

59

60

61

## 62 **Introdução**

63 O mamão (*Carica papaya*) é uma das frutas mais produzidas e consumidas no Brasil, a  
64 comercialização do mamão rendeu 449,909 mil toneladas, mantendo a cultura do mamão em  
65 terceiro lugar dentre as cinco fruteiras mais comercializada nas principais Centrais de  
66 Abastecimento (Kist et al., 2018). Porém, os rendimentos da produtividade podem declinar  
67 devido ao uso de baixa tecnologia, condições climáticas desfavoráveis à cultura, ocorrência de  
68 pragas e de doenças (Lucena, 2016).

69 A antracnose é uma das doenças mais importantes economicamente, e que acomete as  
70 mais diversas culturas (Phoulivong et al., 2010; Bonett et al., 2012), incluindo a do mamão  
71 (Barboza et al., 2013). Na pós-colheita, a antracnose é responsável por diminuir o tempo de  
72 prateleira dos frutos e aceitação pelos consumidores (Alvarez e Nishijima, 1987; Ventura e  
73 Rezende, 2016).

74 A manifestação dos sintomas ocorre durante o amadurecimento do fruto e até que  
75 chegue esse momento, o fungo permanece latente. No fruto imaturo, o conídio do patógeno  
76 após aderir a superfície epidérmica, germina formando o apressório, esta estrutura possui  
77 capacidade de penetrar a cutícula intacta do fruto por meio de atividades enzimáticas  
78 extracelulares. Quando o fruto começa o processo de maturação, o fungo reconhece as  
79 mudanças fisiológicas da parede celular e da cutícula, por meio de sinais moleculares e passa  
80 do estado biotrófico para necrotrófico, em que destrói as células epidérmicas as quais  
81 originalmente parasitou e passa a colonizar as áreas de tecidos adjacentes, conseqüentemente,  
82 manifestando os sintomas (Prusky et al., 2013; Alkan e Fortes, 2015).

83 Contudo, as plantas possuem vários mecanismos de defesas. Dentre estes ocorrem a  
84 formação de barreiras estruturais através de espécies reativas de oxigênio (EROS), que são  
85 ativados após a infecção do patógeno. Essa explosão oxidativa ativa mecanismos que induzem

86 genes de defesa, e que realizam o processo de limpeza através de reações antioxidantes, que  
87 ocorrem fisiologicamente, por meio da atividade bioquímica de enzimas como a peroxidase,  
88 catalase, polifenoloxidase e superóxido dismutase, que agem combatendo o estresse oxidativo  
89 (Soares e Machado, 2007; Barbosa et al., 2014; Nascimento e Barrigossi, 2014; Pascholati e  
90 Dalio, 2018).

91 O uso de produtos naturais, com potencial aplicabilidade na fitopatologia, ressurge com  
92 uma alternativa promissora objetivando mitigar os danos à saúde ambiental e humana,  
93 provocados pelo uso indiscriminado de agrotóxicos (Bonett et al., 2012; Barboza et al., 2013).

94 A alga marinha *Ascophyllum nodosum* é reconhecida por ter efeito bioestimulante da  
95 melhoria do desempenho agrônômico de espécies vegetais (Colapietra e Alexander, 2006;  
96 Subramanian et al., 2011; Khan et al., 2012; Silva et al., 2016), e está cada vez mais frequente  
97 os estudos que atestam o potencial dessa alga em patossistemas das mais variadas culturas  
98 (Jayaraman et al., 2011; Subramanian et al., 2011; Fan et al., 2014; Ribeiro et al., 2016).

99 Portanto, o objetivo desse trabalho foi avaliar potencial efeito indutor de resistência do  
100 extrato da alga marinha *Ascophyllum nodosum* sobre o parasitismo de *Colletotrichum* sp. em  
101 mamões, na pós-colheita.

## 102 **Material e métodos**

### 103 **Obtenção do isolado e do produto comercial**

104 O patógeno para a execução dos testes foi isolado a partir de frutos de mamões  
105 sintomáticos coletados em feiras da Ilha de São Luís, MA. Estes frutos foram levados ao  
106 Laboratório de Fitopatologia da Universidade Estadual do Maranhão, UEMA, São Luís – MA,  
107 submetidos ao processo de higienização, isolamento e repicagem para obtenção de cultura pura.  
108 Frutos sadios foram inoculados e, após aparecimento de sintomas e sinais do patógeno, um

109 novo isolamento foi feito, concluindo o Postulado de Koch. O extrato da alga *Ascophyllum*  
110 *nodosum* foi obtido comercialmente.

### 111 **Avaliação do efeito do produto sobre a severidade de *Colletotrichum* sp. inoculado nos** 112 **frutos**

113 Os mamões da cultivar ‘Golden’ foram obtidos na CEASA (Central de Abastecimento  
114 de São Luís) e selecionados quanto a mesma origem, tamanho e estágio de maturação (tipo  
115 dois). O estágio de maturação tipo dois se caracteriza por conter 25% da superfície da casca  
116 amarela, rodeada de verde-claro, segundo Oliveira (2002).

117 Em seguida, no Laboratório de pós-colheita da UEMA os frutos foram, inicialmente,  
118 higienizados com água corrente, sabão neutro, e logo após ficaram de molho por 30 min em  
119 água destilada+hipoclorito (300 ppm) com o objetivo de suprimir a incidência de  
120 microrganismos saprófitos e em seguida, secos naturalmente separados em bandejas com dupla  
121 camada de papel tolha esterilizado.

122 Após a secagem, os frutos foram mergulhados por 5 minutos em preparações do produto  
123 comercial testado (extrato da alga *Ascophyllum nodosum*), acrescidas de Tween 20 1,0%, nas  
124 seguintes concentrações: 0,0, 0,1, 0,3, 0,5 e 1,0%, o tratamento controle foi mergulhado  
125 somente em água destilada. As doses propostas foram aplicadas 24 e 48 h antes da inoculação  
126 do patógeno. Transcorridos esses tempos, os isolados vigorosos, previamente repicados e  
127 obtidos dos frutos conforme supracitado, foram inoculados nos frutos de mamões através de  
128 dois discos de aproximadamente 5mm de diâmetro contendo estruturas fúngicas, por meio de  
129 ferimentos em dois pontos equidistantes. Em seguida, os frutos depois de tratados e inoculados,  
130 foram postos em câmara úmida por 48 h e, após esse período, foram tomadas medidas das lesões  
131 diariamente quanto ao desenvolvimento com o auxílio de um paquímetro digital durante sete  
132 dias. Os tratamentos foram condicionados à 24±2°C e fotoperíodo de 12 h, por 10 dias.



### 133 **Testes bioquímicos**

134 Após o término da avaliação do crescimento fúngico nos frutos (sete dias após a  
135 inoculação do *Colletotrichum* sp.), as cascas foram retiradas e congeladas em freezer (-15°C),  
136 para o processo de liofilização e posterior análises bioquímicas no Laboratório de Fisiologia e  
137 Bioquímica Fitopatológica da ESALQ-USP.

### 138 **Obtenção do extrato proteico**

139 As amostras das cascas dos frutos, após liofilização, foram pesadas e maceradas com  
140 nitrogênio líquido, seguida da adição de 5 mL do tampão de extração fosfato de potássio 100  
141 mM (pH 6,0) com o massa inicial da casca a 1g, que em testes prévios logo revelaram uma alta  
142 concentração das proteínas no primeiro tratamento, sendo necessário vários testes para ajuste,  
143 chegando na massa de 0,025g para 5 mL do tampão de extração. Este preparo foi centrifugado  
144 a 20.000 g por 30 min, a 4°C. Os sobrenadantes obtidos foram conservados em freezer (-15°C)  
145 e utilizados para a determinação de proteínas totais, guaiacol peroxidase (POX), catalase (CAT)  
146 e polifenoloxidase (PFO).

### 147 **Proteínas totais**

148 O conteúdo de proteínas totais das cascas dos frutos tratados, foram quantificados de  
149 acordo com Bradford (1976). Para isso, 20 µL de extrato proteico, recebeu 780 µL do tampão  
150 fosfato de potássio 100 mM (pH 6,0) e 200 µL do reagente de Bradford. Após 10 min, a  
151 absorbância foi determinada a 595 nm. A concentração de proteínas foi determinada com base  
152 na curva padrão de ASB e expressa em equivalentes de mg de albumina de soro bovino (ASB)  
153 g<sup>-1</sup> de amostra.

**154 Atividade da catalase**

155 A mistura de reação para determinar a atividade de CAT foi composta por uma solução  
156 contendo: 25  $\mu\text{L}$  de  $\text{H}_2\text{O}_2$  em 10 mL de tampão fosfato de potássio 100 mM (pH 6,0), mantida  
157 a 25°C sendo a reação iniciada pela adição de 25  $\mu\text{L}$  de extrato proteico em 1000  $\mu\text{L}$  da solução.  
158 A redução da absorbância foi medida em espectrofotômetro a 240 nm, resultante da degradação  
159 do  $\text{H}_2\text{O}_2$ , monitorada por 1 min e os valores registrados a cada 20 segundos. Os resultados  
160 foram expressos em unidades de CAT  $\text{mg de proteína}^{-1}$ , sendo uma unidade correspondente à  
161 decomposição de 1  $\mu\text{mol}$  de  $\text{H}_2\text{O}_2$  por min, nas condições do ensaio (Azevedo, 1998).

**162 Atividade da guaiacol-peroxidase**

163 A atividade da enzima guaiacol peroxidase foi determinada através da mistura de uma  
164 solução com 2,900  $\mu\text{L}$  contendo guaiacol comercial (2,3 mM) e peróxido de hidrogênio ( $\text{H}_2\text{O}_2$ )  
165 a 2,9 mM diluído em tampão fosfato de potássio 100 mM (pH 6,0) e 40  $\mu\text{L}$  do extrato proteico,  
166 mantida a 31°C. A reação que consistiu na conversão do guaiacol em tetraguaiacol pela enzima  
167 guaiacol peroxidase. A reação foi monitorada por 2 min, com as medidas de densidade ótica  
168 tomadas a cada 20s. Os resultados foram expressos em  $\Delta \text{ abs } 470 \text{ nm min}^{-1} \text{ mg}^{-1}$  de proteína  
169 (Roncato e Pascholati, 1998).

**170 Atividade da polifenoloxidase**

171 Para determinar a atividade da polifenoloxidase usou-se a conversão de pirocatecol em  
172 quinona, onde: 900  $\mu\text{L}$  de pirocatecol (20 mM) em tampão fosfato de potássio 100 mM (pH  
173 6,0), mantido a 30°C que recebeu 100  $\mu\text{L}$  do extrato proteico. A reação foi monitorada em  
174 espectrofotometria direta a 420 nm por 3 min, sendo as medidas das absorbâncias registradas a  
175 cada 90s. Os resultados foram expressos em  $\Delta \text{ abs } 420 \text{ nm min}^{-1} \text{ mg de proteína}^{-1}$  (Duangmal e  
176 Apenten, 1999).

## 177 **Análises estatísticas**

178 Os ensaios de severidade foram conduzidos em delineamento inteiramente casualizado  
179 totalizando cinco tratamentos, em cinco repetições. A unidade experimental foi representada  
180 por uma bandeja contendo dois frutos. A expressão das enzimas catalase, peroxidase e  
181 polifenoloxidase nas cascas dos mamões tratados com *A. nodosum* foram conduzidas em  
182 triplicatas.

183 Os dados resultantes dessas análises supracitadas, foram submetidos às análises de  
184 variância e as médias comparadas pelo teste de Tukey considerando o  $p \leq 0,05$  (Godoy, 2001).  
185 E ainda, submetidos à análise de regressão polinomial (Toledo e Ovalle, 2008).

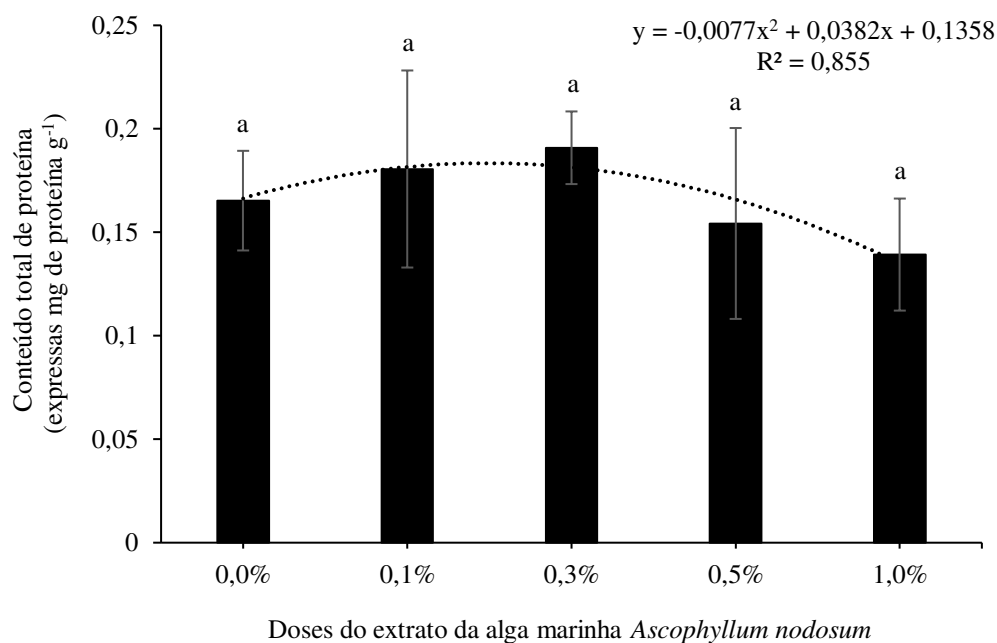
## 186 **Resultados**

### 187 **Testes bioquímicos**

#### 188 **Proteínas totais**

189 O conteúdo total de proteínas expressos não diferiram estatisticamente entre os  
190 tratamentos. Esse foi o efeito da variável independente, que responde em 85% do total de  
191 proteínas expressas, fortemente correlacionadas como demonstrado pelo valor de  $R^2 = 0,855$  na  
192 figura 1.

193

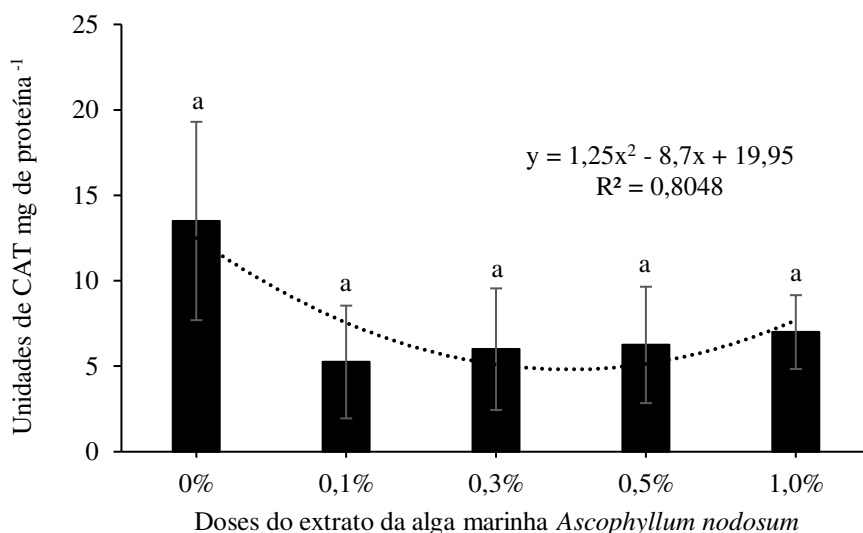


194 **Fig. 1** Média do conteúdo total de proteínas expressas mg de proteína g<sup>-1</sup> de tecido fresco, extraída da casca  
 195 liofilizada de mamões, cultivar ‘Golden’, tratados com diferentes concentrações (%) do extrato de *Ascophyllum*  
 196 *nodosum* e inoculados com o fungo *Colletotrichum* sp. Médias seguidas pela mesma letra não diferem  
 197 estatisticamente entre si (Tukey,  $p \leq 0,05$ ). As barras representam o erro padrão da média e a equação, a análise  
 198 de regressão polinomial. **Fonte:** Dados originais da pesquisa.

### 199 Atividade da catalase

200 A atividade enzimática da catalase, revelou que, para as condições experimentais em  
 201 que estes testes foram conduzidos e para este patossistema, não houve diferença estatística entre  
 202 os tratamentos, como expressos na Figura 2. O efeito dos tratamentos é em função da variável  
 203 resposta, já que as variáveis estão fortemente correlacionadas entre si ( $R^2 = 0,8048$ ).

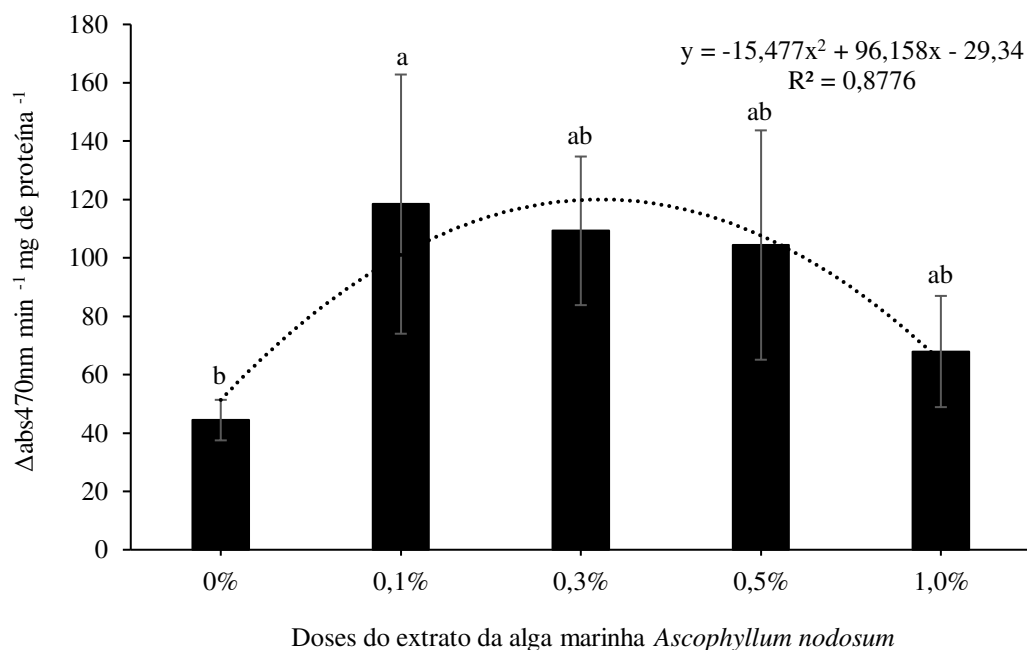
204



205 **Fig. 2** Média da atividade enzimática da catalase expressas em unidades de CAT mg de proteína<sup>-1</sup>, extraída da  
 206 casca liofilizada de mamões, cultivar ‘Golden’, tratados com diferentes concentrações (%) do extrato de  
 207 *Ascophyllum nodosum* e inoculados com o fungo *Colletotrichum* sp. (seis dias de crescimento). Médias seguidas  
 208 pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si (Tukey,  $p \leq 0,05$ ). As barras representam o erro padrão da  
 209 média e a equação, a análise de regressão polinomial. **Fonte:** Dados originais da pesquisa.

### 210 **Atividade da guaiacol-peroxidase**

211 A expressão da enzima guaiacol-peroxidase (POX), obtida a partir do extrato proteico da casca  
 212 dos frutos tratados e inoculados, revelou uma tendência de maior atividade nos tratamentos que  
 213 receberam diferentes doses do extrato e menor no tratamento controle. A concentração 0,1%  
 214 diferiu estatisticamente do tratamento controle, e também, foi o tratamento de maior expressão  
 215 desta enzima quando comparado com os demais tratamentos, nos quais houve um sensível  
 216 decréscimo para a expressividade da guaiacol peroxidase. O efeito das doses do extrato está  
 217 altamente correlacionado com esta expressividade enzimática, considerando o  $R^2 = 0,8776$  da  
 218 equação polinomial, embora não tenha apresentado um perfil de expressão crescente. O que  
 219 permite inferir que a dose de 0,1% foi, estatisticamente, a melhor eliciadora da atividade  
 220 enzimática da guaiacol peroxidase para este patossistema (Fig. 3).



221 **Fig. 3** Média da atividade enzimática da guaiacol-peroxidase expressas em  $\Delta\text{abs}470\text{nm min}^{-1} \text{ mg de proteína}^{-1}$ ,  
 222 extraída da casca liofilizada de mamões da cultivar 'Golden', tratados com diferentes concentrações (%) do extrato  
 223 de *Ascophyllum nodosum* e inoculados com o fungo *Colletotrichum* sp. (seis dias de crescimento). Médias seguidas  
 224 pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si (Tukey,  $p \leq 0,05$ ). As barras representam o erro padrão da  
 225 média e a equação, a análise de regressão polinomial. **Fonte:** Dados originais da pesquisa.

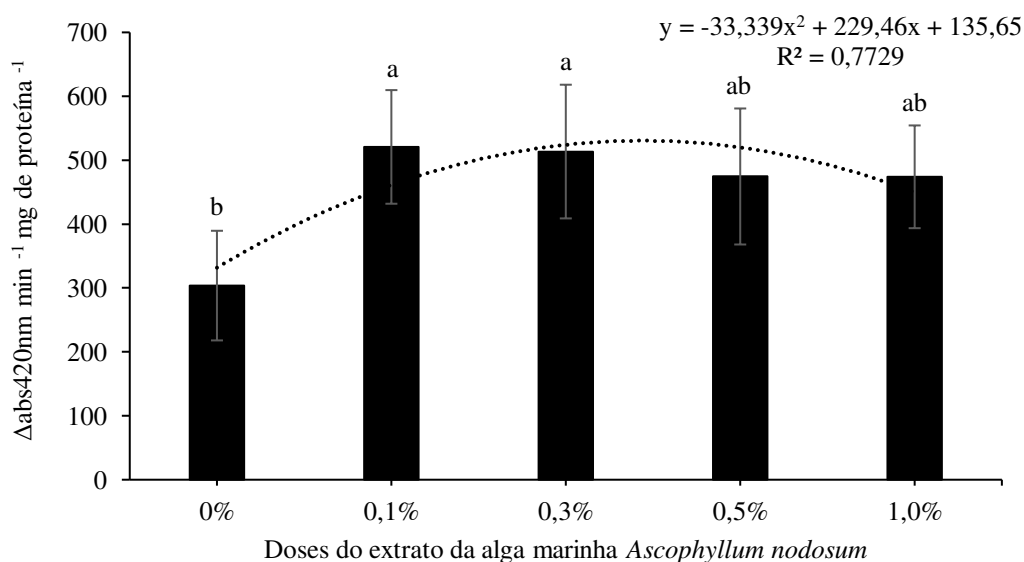
### 226 Atividade da polifenoloxidase

227 O perfil enzimático para polifenoloxidase (POL), nesse patossistema e para essas  
 228 condições experimentais, foi expressivo nos tratamentos que receberam as diferentes  
 229 concentrações do extrato da alga, visto que a tendência de expressividade desta enzima foi  
 230 maior nestes tratamentos quando comparados ao tratamento controle.

231 A concentração de 0,1% poderia ser a melhor dose indicada, por ser estatisticamente, a  
 232 que mais induziu a expressividade da polifenoloxidase associado a eficácia de consumir menor  
 233 quantidade de produto usado. Essa tendência é a mesma observada para a enzima guaiacol  
 234 peroxidase, o que reforça a teoria de que para este patossistema, esta dose seria o tratamento  
 235 mais eficiente, porém maiores pesquisas deverão ser realizadas acerca da interação desse

236 eliciador *versus* o patossistema estudado, considerando que não houve redução na severidade  
 237 da antracnose nos frutos.

238 As doses do extrato da alga estão correlacionadas com a atividade enzimática da  
 239 polifenoloxidase expressas em  $\Delta_{\text{abs}420\text{nm}} \text{ min}^{-1} \text{ mg de proteína}^{-1}$ , considerando que o valor de  $R^2$   
 240 = 0,7729 na equação polinomial (Fig. 4).

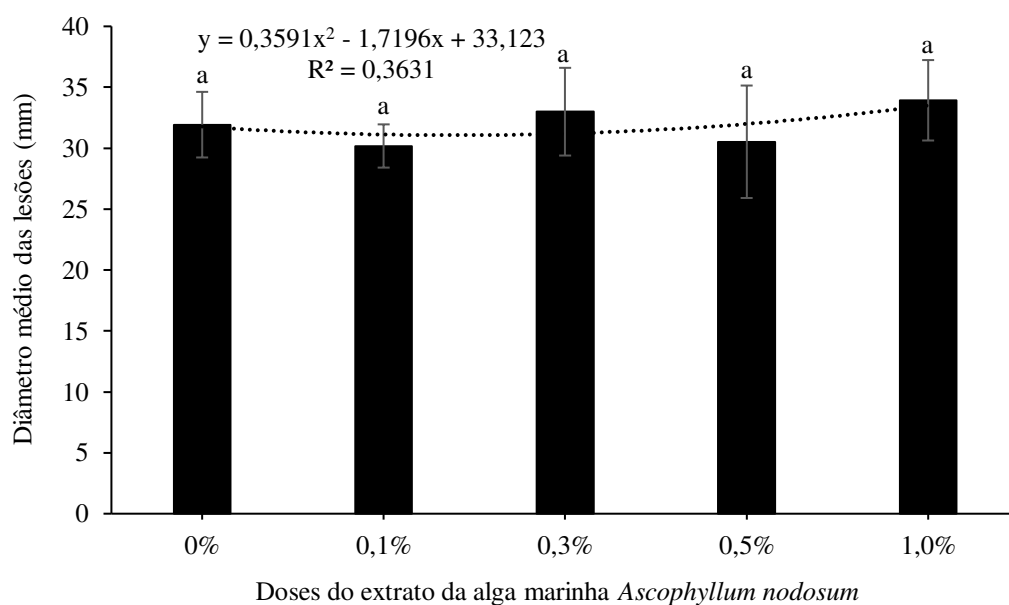


241 **Fig. 4** Média da atividade enzimática da polifenoloxidase (POL) expressas em  $\Delta_{\text{abs}420\text{nm}} \text{ min}^{-1} \text{ mg de proteína}^{-1}$ ,  
 242 extraída da casca liofilizada de mamões da cultivar 'Golden' tratados com diferentes concentrações (%) do extrato  
 243 de *Ascophyllum nodosum* e inoculados com o fungo *Colletotrichum* sp. (seis dias de crescimento). Médias seguidas  
 244 pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si (Tukey,  $p \leq 0,05$ ). As barras representam o erro padrão da  
 245 média e a equação, a análise de regressão polinomial. **Fonte:** Dados originais da pesquisa.

#### 246 **Avaliação do efeito do produto sobre a severidade de *Colletotrichum* sp. nos frutos**

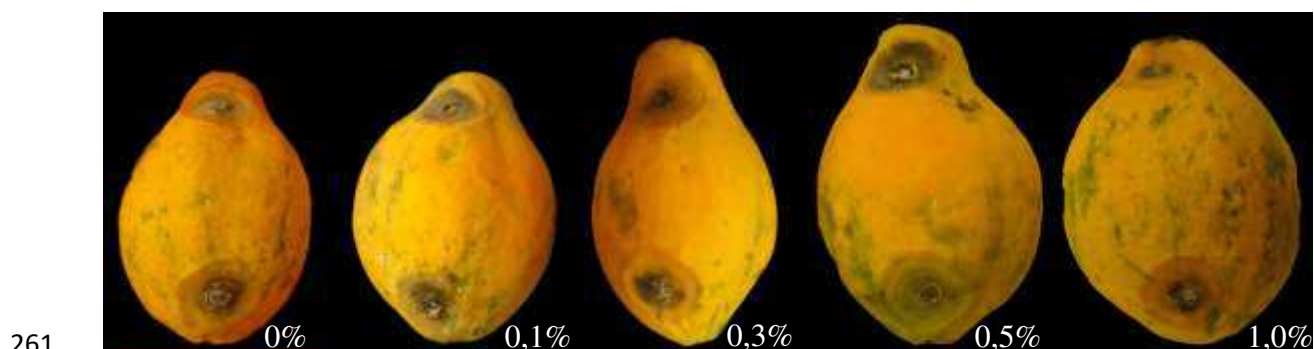
247 Para esta variável, e para as condições experimentais em que esta pesquisa foi  
 248 conduzida, os tratamentos não diferiram estatisticamente entre si e nem entre a testemunha, no  
 249 que se refere a inibição das lesões nos frutos tratados com diferentes doses do extrato da alga.

250 O baixo valor de ( $R^2 = 0,3631$ ) expresso na equação polinomial, indica que as concentrações  
 251 utilizadas pouco interferiram no diâmetro médio das lesões (Fig. 5).



252 **Fig. 5** Médias das lesões causada pelo fungo *Colletotrichum* sp. em frutos de mamão, cultivar ‘Golden’,  
 253 representadas em mm, causadas em frutos tratados com diferentes concentrações (%) do extrato de *Ascophyllum*  
 254 *nodosum*. Médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si (Tukey,  $p \leq 0,05$ ). As barras  
 255 representam o erro padrão da média e a equação, a análise de regressão polinomial. **Fonte:** Dados originais da  
 256 pesquisa.

257 Os resultados estatísticos confirmaram o perfil de crescimento observado ao final da  
 258 análise das medições, didaticamente representadas na figura 6, um fruto foi utilizado para  
 259 representar o comportamento geral das unidades experimentais e repetições dos diferentes  
 260 tratamentos com extrato da alga e tratamento controle.



261



262 **Fig. 6** Lesões causadas pelo fungo *Colletotrichum* sp. em frutos de mamão, cultivar 'Golden', após 6 dias de  
263 inoculação, tratados com diferentes concentrações (%) do extrato de *Ascophyllum nodosum*, e experimento  
264 controle tratado somente com água destilada. **Fonte:** DIAS, (2018).

## 265 **Discussão**

266 Esta pesquisa relacionou as respostas bioquímicas dos frutos de mamoeiro com a  
267 severidade demonstrada pelo patógeno, e explica, com base em interpretações científicas o  
268 resultado da interação extrato *versus* patossistema.

### 269 **Severidade de *Colletotrichum* sp.**

270 Ali et al. (2016) observaram a redução da incidência da doença causadas por *Alternaria*  
271 *solani* e *Xanthomonas campestris* pv *vesicatoria* em plantas de tomate, com aplicação foliar de  
272 0,5% do extrato de *A. nodosum*, essa dosagem também influenciou no aumento de rendimento  
273 dos frutos gerados por essas plantas, em até 42%. Gomes e Serra (2013) observaram que a  
274 imersão dos frutos de pimenta em solução na concentração de 100 mL L<sup>-1</sup> do produto Acadian®,  
275 48 horas antes da inoculação de *Colletotrichum gloeosporioides*, reduziram a severidade das  
276 lesões, esses resultados contrastam com os obtidos por nossa pesquisa.

277 Nossos resultados também discordam dos dados de Ribeiro et al. (2016), estes autores  
278 observaram um efeito inibidor do extrato de *A. nodosum* em lesões causadas por inoculação do  
279 *Colletotrichum gloeosporioides* nos frutos de mamões, porém, cabe ressaltar que a época de  
280 aplicação do produto (72 horas antes da inoculação), a dosagem utilizada (40 mL L<sup>-1</sup>), a cultivar  
281 (Sunrise) e o isolado fúngico diferem dos utilizados na nossa pesquisa, como demonstrado a  
282 seguir: aplicação do produto 48 h antes da inoculação, dose máxima utilizada (10 mL L<sup>-1</sup>),  
283 cultivar 'Golden' e o isolado de *Colletotrichum* sp. foi obtido para fins desta pesquisa, isolados  
284 de frutos sintomáticos cultivar 'Golden'.

285 A ineficiência do extrato em inibir a severidade de *Colletotrichum* sp. constatada nesta  
286 pesquisa pode ser explicada pela baixa dosagem utilizada, pelo método de inoculação utilizado,  
287 e pela alta capacidade de virulência observada em ensaios prévios com o patógeno isolado,  
288 inclusive, esse fator foi o diferencial para a escolha deste isolado em relação aos demais obtidos  
289 durante a pesquisa.

290 Considerando o método de inoculação utilizado, podemos afirmar que o patógeno teve  
291 fácil acesso aos tecidos do hospedeiro o que favorece o seu estágio necrotrófico, a ausência do  
292 estágio biotrófico resulta numa interação desfavorável ao hospedeiro que provavelmente não  
293 pôde reconhecer o fungo e ativar a biossíntese de ácidos graxos, de cutina e de ceras, uma das  
294 maneiras utilizadas pelo hospedeiro para efetivar respostas de defesa contra o patógeno em  
295 questão (Alkan e Fortes, 2015).

296 Além disso, o processo natural de amadurecimento do mamão, um fruto climatérico,  
297 envolve a ação de fitohormônios como etileno e o ácido abscísico, que promovem a senescência  
298 dos frutos, e também ativam os mecanismos de colonização dos patógenos necrotróficos como  
299 o *Colletotrichum* sp. Qualquer alteração responsável por manter o patógeno latente durante a  
300 fase imatura do fruto como: a redução da quantidade de fitoalexinas induzidas; aumento da  
301 expressão de enzimas responsáveis pelo amolecimento/amadurecimento de frutas carnudas  
302 (Poligalacturonase, pectinases, pectatolases,  $\beta$ -galactosidase, celulase), ocorrem com o  
303 processo de maturação e dificultam a resistência dos frutos a patógenos, uma vez que, quanto  
304 mais maduros estiverem os frutos maior será a suscetibilidade ao ataque de microrganismos  
305 (Prusky, 1996; Alkan et al., 2014).

### 306 **Proteínas totais**

307 Fatores bióticos e abióticos, externos ao organismo vegetal, podem provocar respostas  
308 metabólicas nas plantas e interferir, aumentando ou diminuindo o conteúdo de proteínas (Piza

309 et al. 2003; Soares e Machado, 2007; Nascimento e Barrigossi, 2014). Embora, seja reconhecida  
310 a capacidade que polissacarídeos algais possuem de estimular o acúmulo de proteínas (Vera et  
311 al. 2011), para esse patossistema, o extrato de *A. nodosum* não interferiu no processo dinâmico  
312 proteico, visto que não diferiu do tratamento controle.

313 Alamino et al. (2013) observou que não houve diferença estatísticas na expressividade  
314 de proteínas totais entre seus tratamentos com eliciadores e a testemunha, mas detectou  
315 diferenças numéricas e estatísticas na resposta a enzimas estress oxidativas, corroborando com  
316 nossas pesquisas.

### 317 **Catalase**

318 A atividade enzimática da catalase, para as condições em estes testes foram conduzidos,  
319 não foi incrementada pelos tratamentos com a alga nos frutos. Davar et al. (2013) observaram  
320 um aumento significativo da atividade da catalase (CAT) em resposta a infecção por *Sclerotinia*  
321 *sclerotiorum* no caule e nas folhas em cultivares resistentes de plantas de girassol e uma  
322 diminuição dessa atividade em cultivar suscetível, após 6 horas de inoculação.

323 Com base na pesquisa desses autores, não podemos afirmar que não houve  
324 expressividade desta enzima em nossos experimentos. Podemos sugerir que a pouca  
325 representatividade da CAT e a insignificância estatística entre os tratamentos, podem ser  
326 explicados pelo tempo em que foi avaliado essa atividade, é provável que a enzima tenha sido  
327 expressa e reagido (reduzido) no decorrer do experimento, que durou por mais de sete dias, e o  
328 não incremento desse parâmetro também se justifica pela alta suscetibilidade apresentada pelos  
329 frutos frente ao parasitismo de *Colletotrichum* sp. Maiores testes acerca desse parâmetro e desse  
330 patossistema precisam ser investigados.

331 Cabe ressaltar que, a interação patógeno/hospedeiro/agente indutor/condições  
332 ambientais incluem efeitos que permitem interações altamente complexas, que dependem das  
333 características do patógeno e do hospedeiro que se influenciam mutuamente e de modo  
334 diferente em cada tipo de patossistema (Davar et al., 2013).

335 Melo (2017) observou que as doses do extrato de *A. nodosum* nas concentrações de  
336 0,3%; 0,5% e 1% induziram a atividade da CAT e aumentaram a capacidade antioxidativa das  
337 mangas em resposta ao parasitismo de *C. gloeosporioides*, aos 3, 6, 9 e 12 dias após a inoculação  
338 do patógeno. Essa resposta, como já supracitado, não foi a mesma observada nesta pesquisa  
339 para o patossistema mamão *versus Colletotrichum* sp.

340 A baixa atividade da CAT, nos frutos de mamão infectados, não inibiu a atividade do  
341 peróxido de hidrogênio (H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>) que causa destruição celular e pouca resistência do hospedeiro  
342 ao parasitismo (Soares e Machado 2007; Jindrichová et al. 2011), esse fato justifica a  
343 suscetibilidade observada nos testes de severidade *in vivo* desta pesquisa.

#### 344 **Guaiacol peroxidase**

345 O produto acresce a atividade das enzimas guaiacol peroxidase e polifenoloxidase nesta  
346 pesquisa. Sendo a concentração de 0,1% a melhor eliciadora. Porém, essa expressão não foi o  
347 suficiente para suprimir a patogenicidade de *Colletotrichum* sp. nos frutos de mamões.

348 Vários autores correlacionaram o aumento expressivo da Peroxidase, induzido por  
349 tratamentos com o extrato de *A. nodosum*, e inibindo a severidade da doença em outros  
350 patossistemas (Lizzi et al., 1998; Jayaraj et al., 2008; Ali et al., 2015). Davar et al. (2013)  
351 observaram expressão de maior atividade da guaiacol peroxidase em plantas de girassol que  
352 demonstraram resistência a *Sclerotinia sclerotiorum*, 6 horas após a inoculação. Melo (2017),  
353 que observou um efeito da dose de 1,0% em todos os períodos avaliados, como a melhor

354 indutora desta enzima em frutos de manga contra o parasitismo de *C. gloeosporioides*, esses  
355 dados diferem dos resultados obtidos em nossa pesquisa.

356 A peroxidase é uma enzima antioxidante que contribui para o controle de espécies  
357 reativas de oxigênio (EROs) nas plantas (Barbosa et al., 2014), e para o fortalecimento de  
358 parede celular e lignina. Essas características lhe atribui o papel importante de defesa das  
359 plantas ao ataque de patógenos (Asada, 1974). O aumento de sua atividade também está  
360 relacionado com ferimento causado nos frutos e indica oxidação de compostos fenólicos e  
361 produção de lignina em resposta, produzidas através da comunicação celular que ativam de  
362 células vizinhas (Souza et al. 1999; Campos et al., 2004).

363 Alamino et al. (2013) relacionaram a redução da severidade em frutos de maçãs com o  
364 processo de indução de resistência sistêmica adquirida, provocada pelo aumento da atividade  
365 da enzima peroxidase em resposta ao parasitismo de *C. gloeosporioides*.

366 Felipini; Di Piero (2009), na tentativa de induzir resistência em frutos de maçãs contra  
367 *Colletotrichum acutatum*, observaram que houve aumento da atividade de peroxidases para o  
368 reparo do tecido lesionado, mas que essa expressão da enzima não foi devido ao tratamento  
369 com o eliciador. Nos permitindo inferir que mesmo que a enzima seja expressa e permaneça  
370 elevada, nem sempre agirá em função da inibição da severidade patogênica, garantindo  
371 resistência induzida (Dalisay e Kuc, 1995).

372 Embora tenha sido eliciada uma resposta enzimática para Peroxidase (POX)  
373 significativamente diferente do controle na dose de 0,1%, não foi o suficiente para suprimir a  
374 patogenicidade de *Colletotrichum* sp. nos frutos de mamões.

**375 Polifenoloxidase**

376 Melo (2017) observou maior expressividade da polifenoloxidase à medida em que  
377 aumentava as doses de *A. nodosum*, esse autor avaliou esse comportamento ao 3, 6, 9 e 12 dia  
378 de coleta, em que essa resposta se manteve. Jayaraj et al. (2008) tratou plantas de cenoura com  
379 extrato de *A. nodosum* e observou aumento estável da atividade enzimática da polifenoloxidase  
380 prolongado por até 72 horas e um consequente acúmulo de compostos fenóis no organismo  
381 vegetal.

382 Ali et al. (2016) também observaram valores significativamente maiores desta enzima  
383 e acúmulo de fenóis em plantas de tomate tratadas com *A. nodosum* quando comparadas ao  
384 controle e afirmaram que o extrato atuou com eliciador de resistência nessas plantas, contra a  
385 severidade das doenças foliares causadas por *Alternaria solani* e *Xanthomonas campestris* pv  
386 *vesicatoria*, a dose de 0,5% foi capaz de reduzir as doenças em até 63% e 44%, respectivamente.  
387 Esses autores também investigaram os níveis transcritos de genes marcadores e observaram  
388 uma regulação positiva do ácido jasmônico e etileno em favorecimento das vias de defesa.

389 Subramanian et al. (2011) observaram respostas de defesas em plantas de *Arabidopsis*  
390 *thaliana* tratadas com *A. nodosum* contra a *Pseudomonas syringae* pv *tomato* e *Sclerotinia* sp.  
391 promovidas pelo do ácido jasmônico.

392 O ácido jasmônico, ácido salicílico e etileno são considerados os principais responsáveis  
393 pela ativação e controle dos mecanismos que envolvem a resistência sistêmica induzida, esta  
394 resistência ocorre sistematicamente em locais diferentes a região de ataque do patógeno  
395 (Senthilraja et al., 2013; Ali et al., 2015).

396           Kauss e Jeblick (1996) trataram plantas de pepino com ácido salicílico e observaram  
397 uma rápida formação de peróxido de hidrogênio nos tecidos em resposta a uma das espécies  
398 reativas de oxigênio capaz de destruir patógenos e células vegetais.

399           Dentre os polissacarídeos encontrados em *A. nodosum*, as fucanas e laminarinas são  
400 responsáveis pela resposta eliciadora, por estimularem o acúmulo do ácido salicílico e proteínas  
401 relacionadas à patogênese (Klarzynski et al., 2003).

402           Embora tenha sido eliciada uma resposta enzimática para polifenoloxidase (POX),  
403 significativamente diferente do controle na dose de 0,1% e 0,3%, não foi o suficiente para  
404 suprimir a patogenicidade de *Colletotrichum* sp. nos frutos de mamões, podemos inferir que  
405 deve existir um equilíbrio de expressividade no teor dos fitohormônios (etileno, ácido abscísico  
406 e ácido jasmônico) e produção de lignina para que a resposta de defesa seja efetiva contra o  
407 patógeno, porém, as interações ocorrentes no processo natural de amadurecimento do mamão,  
408 não favoreceram esse processo, estes hormônios ao promoverem a senescência dos frutos,  
409 favoreceram os mecanismos de colonização do patógeno.

410           Além disso, o *Colletotrichum* sp. aumenta seu parasitismo necrotrófico por secretar  
411 amônia que ativa a NADPH oxidase, que resulta em explosão oxidativa e destruição das células  
412 vegetais (Alkan e Fortes, 2015). Este comportamento de liberação de amônia pelo fungo  
413 *Colletotrichum* sp., se deve ao seu potencial alcalinizante, que é induzido em ambientes ácidos,  
414 que é o caso do fruto do mamão, onde o pH varia de 4,9 a 5,1 (Alkan et al., 2008).

415           Contudo, a agressividade patogênica deste fungo pode variar nos diferentes  
416 patossistemas, isto é possível considerando a sua grande variabilidade genética (Andrade et al.,  
417 2007). Constabel e Ryan (1998) afirmam que a intensidade de indução da polifenoloxidase  
418 também é variável entre as famílias e espécies de plantas.

419 Este é o primeiro estudo que caracteriza a interação bioquímica de mamões sob efeito  
420 do extrato da alga marinha *Ascophyllum nodosum* na pós-colheita. Portanto, o uso de maiores  
421 dosagens do extrato deve ser investigado, visto que não houve redução na severidade da  
422 antracnose nos frutos. Isso evidencia que o produto não pode ser indicado para o tratamento  
423 dessa doença no mamão, considerando as condições experimentais envolvidas nesta pesquisa.  
424 Outras pesquisas devem ser desenvolvidas acerca dos mecanismos envolvidos nessa interação:  
425 eliciador versus o patossistema estudado para maiores esclarecimentos.

## 426 Referências

- 427 Alamino DA, Cabral VB, Danner, MA, Marchese J (2013) Indução de resistência à  
428 podridão-amarga em maçãs pelo uso de eliciadores em pós-colheita. Pesquisa agropecuária  
429 48: 249-254.
- 430 Ali N, Farrell A, Ramsubhag A, Jayaraman J (2015) The effect of *Ascophyllum nodosum*  
431 extract on the growth, yield and fruit quality of tomato grown under tropical conditions.  
432 Journal of Applied Phycology 0608-3: 1-10.
- 433 Ali N, Ramkissoon A, Ramsubhag A, Jayaraj J (2016) *Ascophyllum* extract application causes  
434 reduction of disease levels in field tomatoes grown in a tropical environment. Crop protection  
435 83: 67-75.
- 436 Alkan N, Fortes AM (2015) Insights into molecular and metabolic events associated with fruit  
437 response to post-harvest fungal pathogens. Frontiers in Plant Science 6: 889.
- 438 Alkan N, Friedlander G, Ment D, Prusky D, Fluhr R (2014) Simultaneous transcriptome  
439 analysis of *Colletotrichum gloeosporioides* and tomato fruit pathosystem reveals novel fungal  
440 pathogenicity and fruit defense strategies. New Phytologist 205: 801–815.
- 441 Alkan N, Fluhr R, Sherman A, Prusky D (2008) Role of ammonia secretion and pH  
442 modulation on pathogenicity of *Colletotrichum coccodes* on tomato fruit. Molecular Plant  
443 Microbe Interactions 21: 1058–1066.
- 444 Alvarez AM, Nishijima WT (1987) Postharvest diseases of papaya. Plant Disease 71: 681-  
445 686.
- 446 Andrade EM, Uesugi CH, Ueno B, Ferreira MASV (2007) Caracterização Morfo-cultural e  
447 Molecular de Isolados de *Colletotrichum gloeosporioides* patogênicos ao mamoeiro.  
448 Fitopatologia Brasileira 32: 21-31.
- 449 Asada K, Takahashi M, Nagate M (1974) Assay and inhibitors of spinach superoxide  
450 dismutase. Agriculture and Biological Chemistry 38: 471-473.



- 451 Azevedo RA, Alas RM, Smith EJ, Lea OJ (1998) Response of antioxidant enzymes to transfer  
452 from elevated carbon dioxide to air and ozone fumigation, in the leaves and roots of wild-type  
453 and a catalase-deficient mutant of barley. *Physiologia plantarum* 104: 280-292.
- 454 Barbosa MR, Silva MMA, Willadino L, Ulisses C, Camara TRI (2014) Geração e  
455 desintoxicação enzimática de espécies reativas de oxigênio em plantas. *Ciência Rural* 44: 3.
- 456 Barboza HTG, Costa JBN, Soares, AG, Sarquis MIM, Silva, OF, Lira AF, Alcântara, I (2013)  
457 Controle de patógenos pós-colheita de mamão (*Carica papaya* L.) pela utilização das  
458 fosforilidrazonas: um estudo de caso. *Revisão anual de patologia de plantas* 21: 344-386.
- 459 Bonett LP, Muller GM, Wessling CR, Gamello FP (2012) Extrato etanólico de representantes  
460 de cinco famílias de plantas e óleo essencial da família Asteraceae sobre o fungo  
461 *Colletotrichum gloeosporioides* coletados de frutos de mamoeiro (*Carica papaya* L.) *Revista*  
462 *Brasileira de Agroecologia* 7:116–125.
- 463 Bradford MM. A rapid and sensitive method for the quantitation of microgram quantities of  
464 protein utilizing the principle of protein-dye binding (1976) *Analytical Biochemistry* 72: 248-  
465 257.
- 466 Campos AD, Ferreira AG, Hampe MMV, Antunes IF, Brancão N, Silveira, EP, Osório VA,  
467 Augustin E (2004) Atividade de peroxidase e polifenoloxidase na resistência do feijão à  
468 antracnose. *Pesquisa Agropecuária Brasileira* 39: 637-643.
- 469 Colapietra M, Alexander A (2006) Effect of foliar fertilization on yield and quality of table  
470 grapes. *Acta Horticulturae* 721: 213–218.
- 471 Constabel CP, Ryan CA (1998) A survey of wound- and methyl jasmonate-induced leaf  
472 polyphenol oxidase in crop plants. *Phytochemistry* 47: 50-75.
- 473 Dalisay RF, Kuc JA. Persistence of reduced penetration by *Colletotrichum lagenarium* into  
474 cucumber leaves with induced systemic resistance and its relation to enhanced peroxidase and  
475 chitinase activities. *Physiological and Molecular Plant Pathology* 47: 329–338.
- 476 Davar R, Darvishzadeh R, Majd A (2013) Changes in antioxidant systems in sunflower partial  
477 resistant and susceptible lines as affected by *Sclerotinia sclerotiorum*. *Biologia* 68: 821-829.
- 478 Duangmal K, Apenten RKO (1999) A comparative study of polyphenol oxidases from taro  
479 gene family in *Arabidopsis thaliana*. *Journal of Integrative Plant Biology* 50: 1318-1326.
- 480 Fan D, Kandasamy S, Hodges DMB, Critchley AT, Prithiviraj B (2014) Pre-harvest  
481 treatment of spinach with *Ascophyllum nodosum* extract improves post-harvest storage and  
482 quality. *Scientia Horticulturae* 170: 70–74.
- 483 Felipini RB, di piero RM (2009) Redução da severidade da podridão-amarga de maçã em  
484 pós-colheita pela imersão de frutos em quitosana. *Pesquisa Agropecuária Brasileira* 44: 1591-  
485 1597.
- 486 Godoy CV. SASM - Agri: Sistema para análise e separação de médias em experimentos  
487 agrícolas pelos métodos Scott - Knott, Tukey e Duncan (2001) *Revista Brasileira de*  
488 *Agrocomputação* 1: 18-24.
- 489 Gomes EC, Serra IMRS (2013) Eficiência de produtos naturais no controle de *Colletotrichum*  
490 *gloeosporioides* em pimenta na pós-colheita. *Summa Phytopathologica* 39: 290-292.

- 491 Jayaraj J, Wan A, Rahman M, Punja ZK (2008) Seaweed extract reduces foliar fungal  
492 diseases on carrot. *Crop Protection* 27: 1360– 1366.
- 493 Jayaraman J, Norrie J, Punja ZK. Commercial extract from the brown seaweed *Ascophyllum*  
494 *nodosum* reduces fungal diseases in greenhouse cucumber (2011) *Journal of Applied*  
495 *Phycology* 23: 353–361.
- 496 Jindrichová B, Fodor J, Sindelárová M, Burketová L, Valentová O. (2011) Role of hydrogen  
497 peroxide and antioxidant enzymes in the interaction between a hemibiotrophic fungal  
498 pathogen, *Leptosphaeria maculans*, and oilseed rape. *Environmental and Experimental Botany*  
499 72: 149 -156.
- 500 Kauss H, Jeblick W (1996) Influence of salicylic acid on the induction of competence for  
501 H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> elicitation: comparison of ergosterol with other elicitors. *Plant Physiology* 111: 755–  
502 763.
- 503 Khan W, Zhai RB, Souleimanov AC, Critchley AT, Smith CDL, Prithiviraj B (2012)  
504 Commercial Extract of *Ascophyllum nodosum* Improves Root Colonization of Alfalfa by Its  
505 Bacterial Symbiont *Sinorhizobium meliloti*. *Communications in Soil Science and Plant*  
506 *Analysis* 43: 2425–2436.
- 507 Kist BB (2018) Anuário brasileiro da fruticultura. Santa Cruz do Sul, Editora Gazeta Santa  
508 Cruz.
- 509 Klarzynski O, Descamps V, Plesse B, Yvin J C, Kloareg B, Fritig B (2003) Sulfated fucan  
510 oligosaccharides elicit defense responses in tobacco and local and systemic resistance against  
511 tobacco mosaic virus. *Molecular Plant-Microbe Interactions* 16: 115-122.
- 512 Lizzi Y, Coulomb C, Coulomb PJ, Coulomb PO, Polian C (1998) L’algue face au Mildiou:  
513 que avenir? *Phytoma* 508: 29-30.
- 514 Lucena CC (2016) Polos de produção de mamão no Brasil. 1<sup>a</sup> ed. Cruz das Almas, Bahia.  
515 Embrapa Mandioca e Fruticultura.  
516
- 517 Melo TA (2017) Efeito do extrato da alga marinha *Ascophyllum nodosum* e do fosfito de  
518 potássio na morfofisiologia do fungo *Colletotrichum gloeosporioides* na indução de resistência  
519 em mangas ‘Tommy Athkins’ contra a antracnose e em características físicas e químicas  
520 desses frutos. Tese Doutorado, Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade  
521 de São Paulo, Piracicaba, BRASIL.
- 522 Nascimento JB, BARRIGOSI JAF (2014) O papel das enzimas antioxidantes na defesa das  
523 plantas contra insetos herbívoros e fitopatógenos. *Agrarian academy* 1: 234.
- 524 Oliveira MAB, Vianni R, Souza G, Araújo RTM (2002) Caracterização do estágio de  
525 maturação do papaia ‘GOLDEN’ em função da cor. *Revista Brasileira de Fruticultura* 24:  
526 559-561.
- 527 Pascholati SF, Dalio RJD (2018) Fisiologia do parasitismo: como as plantas se defendem dos  
528 patógenos. In: Amorim L, Rezende JAM, Bergamin Filho A (Eds.) *Manual de Fitopatologia:*  
529 *princípios e conceitos*. São Paulo: Agronômica Ceres. p. 424-450.
- 530 Phoulivong S, Cai L, Chen H, Mckenzie EHC, Abdelsalam K, Chukeatirot E, Hyde KD  
531 (2010) *Colletotrichum gloeosporioides* is not a common pathogen on tropical fruits. *Fungal*  
532 *Diversity* 44: 33–43.

- 533 Piza IMT, Lima GPP, Brasil OG (2003) Atividade de peroxidase e níveis de proteínas em  
534 plantas de abacaxizeiro micropropagadas em meio salino. *Revista Brasileira Agrociência* 9:  
535 361-366.
- 536 Prusky D. Pathogen quiescence in postharvest diseases. *Annual Review of Phytopathology*  
537 34: 413–434 1996.
- 538 Prusky D, Alkan N, Mengiste T, Fluhr R (2013) Quiescent and necrotrophic lifestyle choice  
539 during postharvest disease development. *Annual Review of Phytopathology* 51: 155–76.
- 540 Ribeiro JG, Serra IMRS, Araújo MUP (2016) Uso de produtos naturais no controle de  
541 antracnose causado por *Colletotrichum gloeosporioides* em mamão. *Summa Phytopathologica*  
542 42: 160-164.
- 543 Roncato MC, Pascholati SF (1998) Alterações na atividade e no perfil eletroforético da  
544 peroxidase em folhas de milho (*Zea mays*) e sorgo (*Sorghum bicolor*) tratadas com levedura  
545 (*Saccharomyces cerevisiae*). *Scientia Agricola* 55: 395-402.
- 546 Senthilraja G, Anand T, Kennedy JS, Raguchander T, Samiyappan R (2013) Plant growth  
547 promoting rhizobacteria (PGPR) and entomopathogenic fungus bioformulation enhance the  
548 expression of defense enzymes and pathogenesisrelated proteins in groundnut plants against  
549 leafminer insect and collar rot pathogen. *Physiological and Molecular Plant Pathology* 82:  
550 10– 19.
- 551 Silva CC, Arrais ÍG, Almeida JPN, Dantas LLGR, Francisco SO, Mendonça V (2016) Extrato  
552 da alga *Ascophyllum nodosum* (L.) Le Jolis na produção de porta-enxertos de *Annona glabra*  
553 L. *Revista de Ciências Agrárias* 39: 234-241.
- 554 Soares AMS, Machado OLT (2007) Defesa de plantas: Sinalização química e espécies  
555 reativas de oxigênio. *Revista Trópica* 1: 9.
- 556 Souza ALB, Chitarra MIF, Chitarra AB, Machado JC (1999) Respostas bioquímicas em  
557 tecidos de pêsego ferido mecanicamente e tratado com CaCl<sub>2</sub> no local da injúria. *Ciência e*  
558 *Agrotecnologia* 23: 658-666.
- 559 Subramanian S, Sangha, JS, Gray, BA, Singh, RP, Hiltz D, Critchley AT, Prithiviraj B (2011)  
560 Extracts of the marine brown macroalga, *Ascophyllum nodosum*, induce jasmonic acid  
561 dependent systemic resistance in *Arabidopsis thaliana* against *Pseudomonas syringae* pv.  
562 tomato DC3000 and *Sclerotinia sclerotiorum*. *European Journal of Plant Pathology* 131: 237–  
563 248.
- 564 Toledo GL, Ovalle II (2008) *Estatística Básica*. 2. ed. São Paulo: Atlas.
- 565 Vera J, Castro J, Gonzalez A, Moenne A (2011) Seaweed polysaccharides and derived  
566 oligosaccharides stimulate defense responses and protection against pathogens in plants.  
567 *Marine Drugs* 9: 2514-2525.
- 568 Ventura JÁ, Rezende JAM (2016) Doenças do mamoeiro. In: Amorim L, Rezende JAM,  
569 Bergamin Filho A, Camargo LEA. *Manual de Fitopatologia: Doenças das Plantas Cultivadas*.  
570 Minas Gerais: Agronômica Ceres. p. 497-509.

## 5. CONCLUSÕES GERAIS

### *In vitro*

As doses do extrato de *A. nodosum* não interferem na diminuição do perfil de crescimento micelial total e diário do patógeno, e nem sobre a capacidade de adesão dos propágulos infectivos do fungo, nas condições em que estes ensaios foram conduzidos.

No entanto, o extrato inibe a esporulação e germinação, sendo a dose 0,5% a mais eficiente, considerando o ponto de vista econômico e as condições em que estes ensaios foram realizados.

### *In vivo*

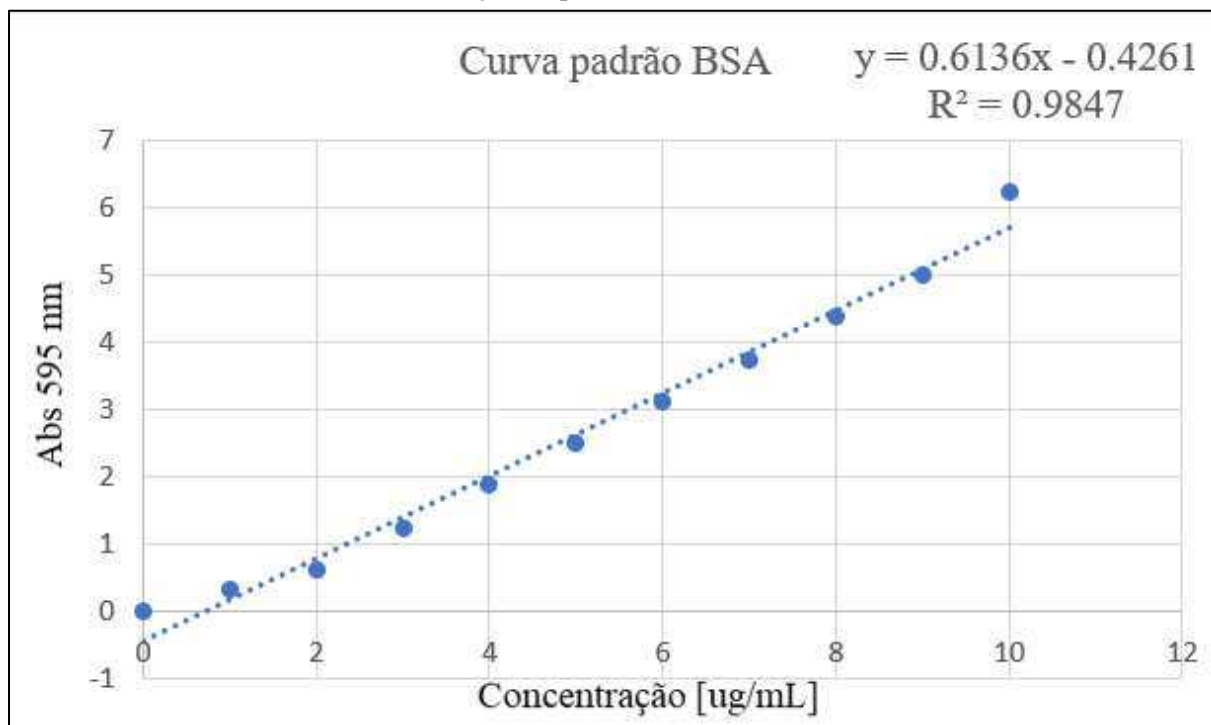
Não foi detectada atividade da catalase nos frutos tratados com o extrato. O produto acresce a atividade das enzimas guaiacol peroxidase e polifenoloxidase. Sendo a concentração de 0,1% a melhor eliciadora. Porém, essa expressão não foi o suficiente para suprimir a patogenicidade de *Colletotrichum* sp. nos frutos de mamões, para as condições em estes testes foram conduzidos.

O uso da alga *A. nodosum* não interfere no padrão de qualidade exigido para o consumo, quanto aos valores de pH e ATT. A dose 0,3%, em SST, demonstra que houve um retardo no processo de maturação dos frutos, o que a nível de pós-colheita é uma excelente característica, pois permite uma maior durabilidade dos frutos nas prateleiras, resultando em maiores rendimentos econômicos. O extrato de *A. nodosum* não altera o teor de carotenoides nos frutos do mamoeiro.

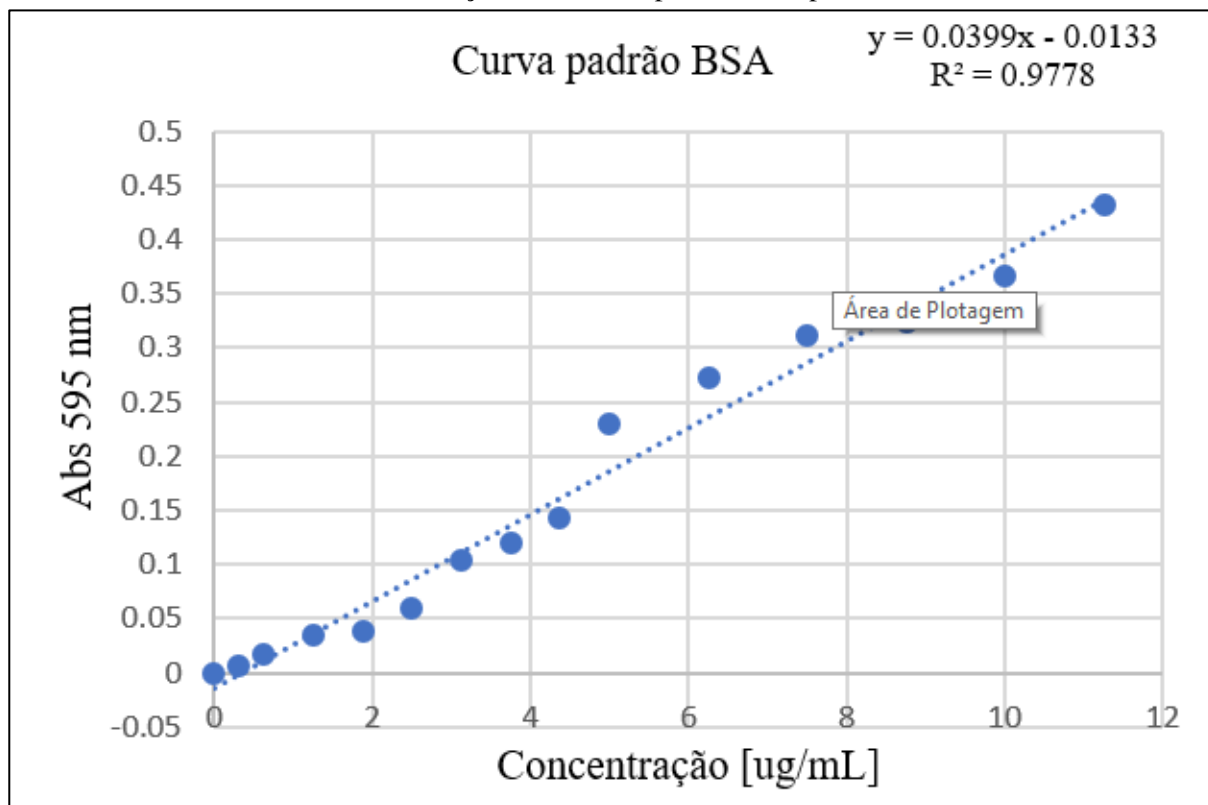
Contudo, não houve redução na severidade da antracnose nos frutos e um aumento expressivo de perda de massa fresca para o tratamento com a dose de 0,5% do extrato, o produto não pode ser indicado para o tratamento dessa doença no mamão na pós-colheita, considerando as condições experimentais envolvidas nesta pesquisa. O uso de maiores dosagens do extrato e melhores esclarecimentos acerca dos mecanismos envolvidos na fisiologia do patógeno devem ser investigados.

## ANEXOS

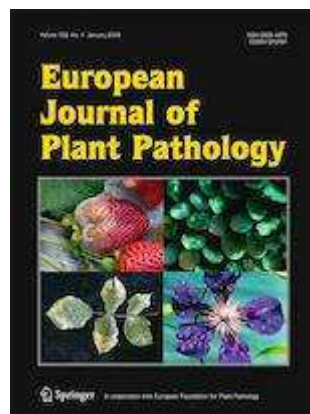
**Anexo 1:** Curva padrão I BSA (Bovine Serum Albumin) utilizada para quantificação de proteínas pelo método Bradford concentrado, e avaliação da peroxidase, Abs\_595.



**Anexo 2:** Curva padrão I BSA (Bovine Serum Albumin) utilizada para quantificação de proteínas pelo método Bradford concentrado, e avaliação da catalase, peroxidase e polifenoloxidase, Abs<sub>595</sub>.



### **Anexo 3: Normas das revistas**



#### **Sequências**

As sequências devem ser depositadas no GenBank, o alinhamento completo dos conjuntos de dados deve ser submetido ao TreeBASE e um número do Mycobank deve ser adicionado para novas espécies e mudanças taxonômicas. Por favor envie Sequências como Material Suplementar Eletrônico no estágio de revisão.

#### **Tipos de artigos**

Todas as contribuições devem ser enviadas em inglês e estão sujeitas a revisão por pares.

Trabalhos de pesquisa descrevendo pesquisas originais devem abordar problemas biológicos. Devem conter uma hipótese nova e bem formulada, uma abordagem experimental sólida, resultados que confirmem ou rejeitem a hipótese e que ofereçam uma visão inovadora do corpo de conhecimento existente. Os trabalhos de pesquisa não devem exceder vinte páginas de texto impresso, incluindo tabelas, figuras e referências (uma página de texto impresso = aproximadamente 600 palavras).

#### **Submissão de manuscrito**

A submissão de um manuscrito implica: que o trabalho descrito não tenha sido publicado antes; que não está sob consideração para publicação em nenhum outro lugar; que sua publicação tenha sido aprovada por todos os coautores, se houver, bem como pelas autoridades responsáveis - tacitamente ou explicitamente - no instituto onde o trabalho foi realizado. O editor não será considerado legalmente responsável por eventuais reclamações de compensação.

#### **Permissões**

Os autores que desejarem incluir figuras, tabelas ou passagens de texto que já tenham sido publicados em outro local deverão obter permissão do proprietário dos direitos autorais para o formato impresso e on-line e incluir provas de que tal permissão foi concedida ao enviar seus artigos. Qualquer material recebido sem tal evidência será assumido como originário dos autores.

#### **Submissão Online**

Por favor, siga o hiperlink “Enviar on-line” à direita e faça o upload de todos os seus arquivos do manuscrito seguindo as instruções dadas na tela.

#### **Anotações importantes**

Após o envio, os endereços de e-mail de todos os autores serão solicitados. Ao final do processo de submissão, o autor correspondente receberá um e-mail de confirmação e todos os co-autores serão contatados automaticamente para confirmar sua afiliação ao trabalho submetido.

Por favor, note que é obrigatório usar a numeração de linhas para o manuscrito. Se um manuscrito não tiver números de linha, ele será devolvido ao autor.

### **Folha de rosto**

A página de título deve incluir:

O nome do (s) autor (es)

Um título conciso e informativo

A (s) afiliação (ões) e endereço (s) do (s) autor (es)

O endereço de e-mail e o (s) número (s) de telefone do autor correspondente

Se disponível, a ORCID de 16 dígitos do (s) autor (es)

### **Abstrato**

Por favor, forneça um resumo de 150 a 250 palavras. O resumo não deve conter abreviações indefinidas ou referências não especificadas.

### **Palavras-chave**

Por favor, forneça 4 a 6 palavras-chave que podem ser usadas para fins de indexação.

### **Texto**

Formatação de texto

Os manuscritos devem ser enviados no Word. Use uma fonte normal e simples (por exemplo, Times Roman de 10 pontos) para o texto. Use itálico para ênfase. Use a função de numeração automática de páginas para numerar as páginas. Não use funções de campo. Use paradas de tabulação ou outros comandos para recuos, não a barra de espaço.

Use a função de tabela, não planilhas, para criar tabelas.

Use o editor de equações ou MathType para equações.

Salve seu arquivo em formato docx (Word 2007 ou superior) ou em formato doc (versões mais antigas do Word).

Manuscritos com conteúdo matemático também podem ser enviados no LaTeX.

Pacote macro LaTeX (zip, 182 kB)

### **Abreviaturas**

Abreviaturas devem ser definidas na primeira menção e usadas consistentemente a partir de então.

### **Notas de rodapé**

Notas de rodapé podem ser usadas para fornecer informações adicionais, que podem incluir a citação de uma referência incluída na lista de referências. Eles não devem consistir apenas de uma citação de referência, e nunca devem incluir os detalhes bibliográficos de uma referência. Eles também não devem conter números ou tabelas.

Notas de rodapé para o texto são numeradas consecutivamente; aqueles para tabelas devem ser indicados por letras minúsculas sobrescritas (ou asteriscos para valores de significância e outros dados estatísticos). Notas de rodapé para o título ou os autores do artigo não recebem símbolos de referência.

Sempre use notas de rodapé em vez de notas de fim.

### **Agradecimentos**



Agradecimentos de pessoas, subvenções, fundos, etc. devem ser colocados em uma seção separada na página de título. Os nomes das organizações de financiamento devem ser escritos por extenso.

### **Estilo científico**

Por favor, use sempre sinais e símbolos internacionalmente aceitos para unidades, unidades do SI.

Os nomes dos gêneros e espécies devem estar em itálico.

Observação adicional Terminologia

Escrevendo o nome do vírus da planta, por favor, use as regras ICTV:

Em itálico apenas para o nome da espécie.

### **Referências**

#### **Citação**

Cite referências no texto por nome e ano entre parênteses. Alguns exemplos:

A pesquisa de negociação abrange muitas disciplinas (Thompson, 1990).

Este resultado foi posteriormente contradito por Becker e Seligman (1996).

Este efeito tem sido amplamente estudado (Abbott 1991; Barakat et al. 1995; Kelso e Smith 1998; Medvec et al. 1999).

#### **Lista de referência**

A lista de referências deve incluir apenas trabalhos que são citados no texto e que foram publicados ou aceitos para publicação. Comunicações pessoais e obras inéditas só devem ser mencionadas no texto. Não use notas de rodapé ou notas de fim como substituto de uma lista de referências.

As entradas da lista de referências devem ser alfabetizadas pelos sobrenomes do primeiro autor de cada trabalho.

#### **artigo de jornal**

Harris, M., Karper, E., Stacks, G., Hoffman, D. DeNiro, R., Cruz, P. et ai. (2001). Escrevendo laboratórios e a conexão de Hollywood. *Journal of Film Writing*, 44 (3), 213-245.

#### **Artigo por DOI**

Slifka, M. K., & Whitton, J. L. (2000) Implicaes clicas da produo desregulada de citocinas. *Journal of Molecular Medicine*, <https://doi.org/10.1007/s001090000086>

#### **Livro**

Calfee, R. C. e Valencia, R. R. (1991). Guia da APA para preparação de manuscritos para publicação de periódicos. Washington, DC: Associação Americana de Psicologia.

#### **Capítulo de livro**

O'Neil, J. M., & Egan, J. (1992). Jornadas de gênero e homens de gênero: Metáfora para a cura, transição e transformação. Em B. R. Wainrib (Ed.), *Questões de gênero ao longo do ciclo de vida* (págs. 107–123). Nova Iorque: Springer.

#### **Documento on-line**

Abou-Allaban, Y., Dell, M.L., Greenberg, W., Lomax, J., Peteet, J., Torres, M., & Cowell, V. (2006). Compromissos religiosos / espirituais e prática psiquiátrica. Documento de recursos. Associação Americana de Psiquiatria. [http://www.psych.org/edu/other\\_res/lib\\_archives/archives/200604.pdf](http://www.psych.org/edu/other_res/lib_archives/archives/200604.pdf). Acessado em 25 de junho de 2007.

Os nomes dos periódicos e os títulos dos livros devem estar em itálico.

Para os autores que usam o EndNote, o Springer fornece um estilo de saída que suporta a formatação de citações no texto e lista de referência.

Estilo EndNote (zip, 3 kB)

### **Tabelas**

Todas as tabelas devem ser numeradas usando algarismos arábicos.

As tabelas devem sempre ser citadas em texto em ordem numérica consecutiva.

Para cada tabela, forneça uma legenda da tabela (título) explicando os componentes da tabela.

Identifique qualquer material publicado anteriormente, fornecendo a fonte original na forma de uma referência no final da legenda da tabela.

As notas de rodapé das tabelas devem ser indicadas por letras minúsculas sobrescritas (ou asteriscos para valores de significância e outros dados estatísticos) e incluídas abaixo do corpo da tabela.

### **Submissão Eletrônica de Figuras**

Forneça todas as figuras eletronicamente.

Indique qual programa gráfico foi usado para criar o trabalho artístico.

Para gráficos vetoriais, o formato preferido é EPS; para meios-tons, use o formato TIFF. Arquivos MSOffice também são aceitáveis.

Gráficos vetoriais contendo fontes devem ter as fontes incorporadas nos arquivos.

Nomeie seus arquivos de figura com "Fig" e o número da figura, por exemplo, Fig1.eps.

### **Numeração de Figuras**

Todas as figuras devem ser numeradas usando algarismos arábicos.

As figuras devem ser sempre citadas em texto em ordem numérica consecutiva.

As partes da figura devem ser indicadas por letras minúsculas (a, b, c, etc.).

Se um apêndice aparecer em seu artigo e contiver uma ou mais figuras, continue a numeração consecutiva do texto principal. Não numere os números do apêndice,

"A1, A2, A3, etc." Os números em apêndices on-line (material suplementar eletrônico) devem, no entanto, ser numerados separadamente.

### **Legenda das figuras**

Cada figura deve ter uma legenda concisa descrevendo com precisão o que a figura descreve. Inclua as legendas no arquivo de texto do manuscrito, não no arquivo de figura.

As legendas das figuras começam com o termo Fig. Em negrito, seguido pelo número da figura, também em negrito.

Nenhuma pontuação deve ser incluída após o número, nem qualquer pontuação deve ser colocada no final da legenda.

Identifique todos os elementos encontrados na figura na legenda da figura; e use caixas, círculos, etc., como pontos de coordenadas em gráficos.

Identifique o material publicado anteriormente, fornecendo a fonte original na forma de uma citação de referência no final da legenda da figura.

### **Figura de colocação e tamanho**

As figuras devem ser enviadas separadamente do texto, se possível. Ao preparar suas figuras, dimensione as figuras para ajustá-las na largura da coluna. Para a maioria dos periódicos, os números devem ter 39 mm, 84 mm, 129 mm ou 174 mm de largura e não mais de 234 mm. Para livros e revistas do tamanho de livros, os números devem ter 80 mm ou 122 mm de largura e não mais de 198 mm.

### **Acessibilidade**

A fim de dar às pessoas de todas as habilidades e incapacidades acesso ao conteúdo das suas figuras, certifique-se de que

Todas as figuras têm legendas descritivas (usuários cegos poderiam então usar um software de texto para fala ou um hardware de texto para Braille)

Os padrões são usados em vez de ou em adição às cores para transmitir informações (usuários daltônicos poderiam então distinguir os elementos visuais)

Qualquer figura de figura tem uma taxa de contraste de pelo menos 4,5: 1

### **Material Suplementar Eletrônico**

Springer aceita arquivos multimídia eletrônicos (animações, filmes, áudio, etc.) e outros arquivos suplementares para serem publicados on-line, juntamente com um artigo ou capítulo de um livro. Esse recurso pode adicionar dimensão ao artigo do autor, pois certas informações não podem ser impressas ou são mais convenientes em formato eletrônico.

Antes de enviar conjuntos de dados de pesquisa como material suplementar eletrônico, os autores devem ler a política de dados de pesquisa da revista. Encorajamos os dados de pesquisa a serem arquivados nos repositórios de dados sempre que possível.

### **Submissão**

Forneça todo o material suplementar em formatos de arquivo padrão.

Por favor, inclua em cada arquivo as seguintes informações: título do artigo, nome do periódico, nomes dos autores; afiliação e endereço de e-mail do autor correspondente.

Para acomodar os downloads de usuários, lembre-se de que arquivos de tamanho maior podem exigir tempos de download muito longos e que alguns usuários podem ter outros problemas durante o download.

Áudio, Vídeo e Animações

Proporção: 16: 9 ou 4: 3

Tamanho máximo do arquivo: 25 GB

Duração mínima do vídeo: 1 seg

Formatos de arquivo suportados: avi, wmv, mp4, mov, m2p, mp2, mpg, mpeg, flv, mxf, mts, m4v, 3gp

### **Texto e Apresentações**

Envie seu material em formato PDF; Os arquivos .doc ou .ppt não são adequados para a viabilidade a longo prazo.

Uma coleção de figuras também pode ser combinada em um arquivo PDF.

### **Planilhas**

As planilhas devem ser enviadas como arquivos .csv ou .xlsx (MS Excel).

Formatos Especializados

Formatos especializados, como .pdb (químico), .wrl (VRML), .nb (caderno Mathematica) e .tex também podem ser fornecidos.

#### Coletando Múltiplos Arquivos

É possível coletar vários arquivos em um arquivo .zip ou .gz.

#### Numeração

Se fornecer qualquer material suplementar, o texto deve mencionar especificamente o material como uma citação, semelhante a figuras e tabelas.

Consulte os arquivos suplementares como "Recurso on-line", por exemplo, "... conforme mostrado na animação (Recurso on-line 3)", "... dados adicionais são fornecidos no Recurso on-line 4".

Nomeie os arquivos consecutivamente, por exemplo "ESM\_3.mpg", "ESM\_4.pdf".

#### Legendas

Para cada material suplementar, forneça uma legenda concisa descrevendo o conteúdo do arquivo.

#### Processamento de arquivos suplementares

Material suplementar eletrônico será publicado como recebido do autor sem qualquer conversão, edição ou reformatação.

#### Acessibilidade

Para permitir que pessoas com todas as habilidades e deficiências acessem o conteúdo de seus arquivos suplementares, certifique-se de que

O manuscrito contém uma legenda descritiva para cada material suplementar

Os arquivos de vídeo não contêm nada que pisque mais de três vezes por segundo (para que os usuários propensos a ataques causados por esses efeitos não sejam colocados em risco)

#### Responsabilidades Éticas dos Autores

Esta revista está empenhada em defender a integridade do registro científico. Como membro da Comissão de Ética na Publicação (COPE), a revista seguirá as diretrizes da COPE sobre como lidar com possíveis atos de má conduta.

Os autores devem abster-se de deturpar resultados de pesquisa que possam prejudicar a confiança na revista, o profissionalismo da autoria científica e, finalmente, todo o esforço científico. A manutenção da integridade da pesquisa e sua apresentação podem ser alcançadas seguindo as regras da boa prática científica, que incluem:

O manuscrito não foi submetido a mais de um periódico para consideração simultânea.

O manuscrito não foi publicado anteriormente (parcial ou integralmente), a menos que o novo trabalho se refira a uma expansão do trabalho anterior (favor fornecer transparência sobre a reutilização de material para evitar a sugestão de reciclagem de texto (“auto-plágio”)).

Um único estudo não é dividido em várias partes para aumentar a quantidade de submissões e submetê-las a vários periódicos ou a um periódico ao longo do tempo (por exemplo, “publicação de salame”).

Nenhum dado foi fabricado ou manipulado (incluindo imagens) para apoiar suas conclusões

Nenhum dado, texto ou teorias de outros são apresentados como se fossem do próprio autor (“plágio”). Devem ser dados agradecimentos apropriados a outras obras (isso inclui material que é copiado de perto (quase textualmente), resumido e / ou parafraseado), aspas são usadas para copiar textualmente o material e as permissões são garantidas para o material que é protegido por direitos autorais.

**Nota importante: a revista pode usar software para rastrear plágio.**

O consentimento para enviar foi recebido explicitamente de todos os co-autores, bem como das autoridades responsáveis - tacitamente ou explicitamente - no instituto / organização onde o trabalho foi realizado, antes de o trabalho ser submetido.

Os autores cujos nomes aparecem na submissão contribuíram suficientemente para o trabalho científico e, portanto, compartilham a responsabilidade coletiva e a responsabilidade pelos resultados.

Os autores são fortemente aconselhados a garantir o grupo de autores correto, o autor correspondente e a ordem dos autores no momento da submissão. Mudanças de autoria ou na ordem dos autores não são aceitas após a aceitação de um manuscrito.

Adicionar e / ou excluir autores e / ou alterar a ordem dos autores no estágio de revisão pode ser justificadamente justificado. Uma carta deve acompanhar o manuscrito revisado para explicar o motivo da (s) alteração (ões) e o papel da contribuição do (s) autor (es) adicionado (s) e / ou excluído (s). Documentação adicional pode ser necessária para apoiar o seu pedido.

Solicitações de adição ou remoção de autores como resultado de disputas de autoria após aceitação são honradas após notificação formal pelo instituto ou órgão independente e / ou quando houver concordância entre todos os autores.

A pedido, os autores devem estar preparados para enviar documentação ou dados relevantes, a fim de verificar a validade dos resultados. Isso pode estar na forma de dados brutos, amostras, registros, etc. Informações confidenciais na forma de dados confidenciais proprietários são excluídas.

Se houver suspeita de má conduta, a revista realizará uma investigação seguindo as diretrizes da COPE. Se, após investigação, a alegação parecer suscitar preocupações válidas, o autor acusado será contactado e terá a oportunidade de abordar a questão. Se a má conduta foi estabelecida além de qualquer dúvida, isso pode resultar na implementação do Editor-chefe das seguintes medidas, incluindo, mas não limitado a:

Se o artigo ainda estiver sob consideração, ele poderá ser rejeitado e devolvido ao autor.

Se o artigo já tiver sido publicado on-line, dependendo da natureza e gravidade da infração, será feita uma errata com o artigo ou, em casos graves, ocorrerá a retratação completa do artigo. A razão deve ser dada na nota de errata ou de retratação publicada. Observe que a retração significa que o papel é mantido na plataforma, com marca d'água "retraída" e a explicação para a retração é fornecida em uma nota vinculada ao artigo com marca d'água. A instituição do autor pode ser informada.



## **INSTRUÇÕES AOS AUTORES**

### **Formulários e preparação de manuscritos**

1. Os conceitos e conclusões incluídos nos trabalhos são de inteira responsabilidade dos autores.
2. Ciência e Agrotecnologia é uma revista científica editada trimestralmente pela Editora da Universidade Federal de Lavras (Editora UFLA). Publica trabalhos científicos nas áreas de Ciências Agrárias, Zootecnia e Veterinária, Ciência e Tecnologia de Alimentos, Economia e Administração do Agronegócio, Engenharia Rural, elaborados por pesquisadores de comunidades científicas nacionais e internacionais. A submissão de um manuscrito a este periódico exige que ele não tenha sido publicado nem esteja sob consideração para publicação em outro lugar. Após a aceitação para publicação, os autores atribuem à revista direitos autorais completos do manuscrito em todos os idiomas e países.

3. Processo de publicação: Os manuscritos submetidos serão encaminhados ao corpo editorial para serem inicialmente avaliados em termos de relevância comparativa para outros trabalhos da mesma área que foram submetidos para publicação. Se for considerado relevante, o trabalho será submetido a revisores cegos. Se aprovado e se necessário, o manuscrito pode retornar ao autor correspondente para correções. Se as correções não forem retornadas dentro do prazo exigido, o processo de publicação será automaticamente cancelado. As correções solicitadas não atendidas sem justificativa também podem levar à anulação. Após estas revisões, o manuscrito receberá correções de nomenclatura científica, inglês, referências e português. Após essas correções, o manuscrito será editado e publicado.

4. Custo da publicação: O custo para publicação é de US \$ 15,00 (quinze dólares) por página editada (página impressa no formato final) até seis páginas e US \$ 30,00 (trinta dólares) para cada página adicional. Uma taxa não reembolsável de US \$ 30,00 (trinta dólares) deve ser paga no momento do envio, que será descontado do custo final do manuscrito editado (formato final). Na apresentação, o recibo do depósito bancário ou transferência bancária (a pagar ao FUNDECC / Livraria, Banco do Brasil, Agência 0364-6; Conta número 75.353-X) deve ser enviado em anexo no campo “Upload de Arquivo”.

5. Os manuscritos devem ser submetidos eletronicamente ([www.editora.ufla.br](http://www.editora.ufla.br)), redigidos em inglês e utilizar apenas abreviações e nomenclaturas convencionais, sem abreviaturas no título. Os manuscritos devem ser editados usando o programa Microsoft Word para Windows em papel tamanho A4 (21 cm x 29,7cm), espaço duplo usando fonte Times New Roman, tamanho 12, com uma margem de 2,5 cm no lado esquerdo e direito, e na parte superior e margens mais baixas, cabeçalho e nota de rodapé. O manuscrito não deve exceder no máximo 25 páginas e uma carta deve ser enviada ao Editor solicitando sua publicação.

Todos os autores devem assinar a carta de submissão, contendo o nome completo do autor sem abreviações, grau de título e endereço de trabalho (rua, número, código postal, cidade, estado, país e e-mail). No envio, este documento deve ser anexado no campo “Carta de Apresentação”. Qualquer outra inserção, exclusão ou alteração na ordem dos autores deve ser informada por um documento assinado por todos os autores (incluindo o autor excluído, se for o caso).

6. Cada manuscrito deve ser organizado no seguinte formato:

- a) TÍTULO (letras maiúsculas) suficientemente claro; conspícuo e completo, sem abreviações e palavras supérfluas, escrito em inglês e português. Recomenda-se começar com o termo que representa o aspecto mais importante, com outros termos em diminuição de importância;
- b) Nome (s) completo (s) do (s) autor (es) (sem abreviaturas) no lado direito com um nome abaixo do primeiro. O manuscrito deve ter no máximo 6 (seis) autores;
- c) ABSTRACT deve ser escrito continuamente em um parágrafo e não deve exceder 250 palavras. Pelo menos, deve conter uma breve introdução, objetivo (s) e principais resultados,
- d) ÍNDICE TERMOS com 3 a 5 palavras-chave que expressem o conteúdo do trabalho e sejam diferentes daquelas utilizadas no título e separadas por vírgula;
- e) RESUMO (resumo traduzido para o português);
- f) TERMOS PARA INDEXAÇÃO (termos indexados traduzidos para o português);
- g) INTRODUÇÃO (incluindo revisão de literatura e objetivos);
- h) MATERIAL E MÉTODOS;
- i) RESULTADOS E DISCUSSÃO (pode incluir tabelas e figuras);
- j) CONCLUSÃO (S);
- k) RECONHECIMENTO (S) (opcional) com estilo escrito sério e claro, indicando o (s) motivo (s) do (s) reconhecimento (s);

1) REFERÊNCIAS (sem citações de teses, dissertações e / ou resumos).

7. NOTA LEGAL: Deve conter título de trabalho (MS, PhD, Dr, etc), instituição de trabalho com endereço completo (rua, número, CEP, caixa postal, cidade, estado, país) e e-mail do correspondente. autor.

8. TABELAS: Devem conter um título claro e conciso, sendo explicativo. Tabelas não devem conter linhas verticais. As linhas horizontais devem separar o título dos dados apresentados e na parte inferior da tabela. Tabelas devem ser feitas no Microsoft Word (tabela - tabela de inserção), com cada valor inserido em uma única célula, localizada centralmente.

9. FOTOGRAFIAS, GRÁFICOS, FIGURAS, SÍMBOLOS OU FÓRMULAS CONTIDAS NO PAPEL DEVEM SEGUIR AS REGRAS ABAIXO:

As figuras listadas acima devem ser inseridas após sua citação no texto e também enviadas em arquivos separados anexados ao campo ARQUIVOS DE MANUSCRITOS.

9.1. As fotografias podem ser coloridas ou em preto e branco, claras e com contraste, inseridas no texto após sua citação e também em um arquivo separado, salvo na extensão “TIFF” ou “JPEG” com resolução de 300 dpi. As cópias de imprensa só publicam fotografias em preto e branco.

9.2. As figuras podem ser coloridas ou em preto e branco, claras e com contraste, inseridas no texto após a citação e também em um arquivo separado, salvo na extensão “TIFF” ou “JPEG” com resolução de 300 dpi. Eles devem ser descritos usando fonte Times New Roman, tamanho 10, sem negrito, sem caixa de texto e organizados em ordem. As cópias de imprensa só publicam figuras em preto e branco.

9.3. Os gráficos devem ser inseridos no texto após a citação. Os gráficos devem ser descritos preferencialmente no Excel, utilizando fonte Times New Roman, tamanho 10, sem negrito, salvos em extensão XLS e transformados em arquivos TIFF ou JPG com resolução de 300 dpi.

9.4. Símbolos e Fórmula Química devem ser apresentados usando um processador de texto que permite edição para o Adobe InDesign CS6 (ex: MathType), mantendo seu layout original.

10. CITAÇÃO NO TEXTO PELO SISTEMA ALFABÉTICO (AUTOR DATA)

Dois autores: Davis e Jones (2014).

Três autores: Silva, Pazeto e Vieira (2013).

Mais de três autores: Ribeiro et al. (2014).

Nota: Quando dois autores da mesma obra são citados, devem ser separados por “e”, se não estiverem incluídos na sentença, devem ser separados por “;”. Outras citações no mesmo texto, devem apresentar os autores em ordem alfabética de seus sobrenomes, seguidos de data e separados por “;”: Araújo (2010); Nunes Junior (2011); Pereira (2012) e Souza (2013).

11. REFERÊNCIAS: Todas as referências e suas citações corretas no texto são de responsabilidade do (s) autor (es).

Informação geral:

- O nome do periódico deve estar completamente escrito (sem abreviações) em negrito.

- Todas as referências devem listar o volume da revista, edição (entre parênteses), páginas inicial e final e ano de publicação.

- As referências devem ser colocadas em ordem alfabética, alinhadas à esquerda e simples espaçadas em uma referência e espaçadas duplas entre as referências.

EXEMPLOS (TIPOS MAIS COMUNS).

PAPEL DO JORNAL:

- até três autores:

PINHEIRO, A. C. M. ; NUNES, C. A. ; VIETORIS, V. Sensomaker: uma ferramenta para caracterização sensorial de produtos alimentares. *Ciência e Agrotecnologia*, 37 (3): 199-201, 2013.

-Mais de três autores:

MENEZES, M. de de et al. Abordagem de mapeamento digital de solos baseada em lógica fuzzy e conhecimento de especialistas em campo. *Ciência e Agrotecnologia*, 37 (4): 287-298, 2013.

#### LIVRO

a) livro completo:

FERREIRA, D.F. Estatística multivariada. Lavras: Editora UFLA, 2008. 672p.

b) Capítulo de livro com autores específicos:

BERGEN, W.G. ; MERKEL, R.A. Acréscimo de proteínas. Em: PEARSON, A.M. ; DUTSON, T.R. Regulação do crescimento em animais de produção: avanços na pesquisa de carnes. Londres: Elsevier Science, 1991. v.7, p.169-202.

c) Capítulo do livro sem autores específicos:

JUNQUEIRA, L.C. ; CARNEIRO, J. Tecido muscular. Em: \_\_\_\_\_. Histologia básica. 11.ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2008. 524p.

#### DISSERTAÇÃO E TESE:

Não deve ser citado.

#### RESUMOS PUBLICADOS EM CONGRESSOS OU OUTROS EVENTOS:

Não deve ser citado.

#### DOCUMENTOS ELETRÔNICOS:

Os estudos publicados apenas online são referenciados de acordo com as regras específicas para cada tipo de documento, com a adição das informações de endereço eletrônico apresentadas em (<>) precedidas da expressão “Disponível em” e a data em que o documento foi acessado, precedido pela expressão : “Acessado em:”. Nota: Não é recomendado fazer referência a material eletrônico de curta duração na web. De acordo com os padrões internacionais, a divisão do endereço eletrônico no final da linha deve ser sempre após a barra (/).

a) LIVRO COMPLETO:

TAKAHASHI, T. (Coord.). Tecnologia em foco. Brasília, DF: Socinfo / MCT, 2000. Disponível em: <http // www.socinfo.org.br>. Acesso em: 22 de agosto de 2000.

b) PARTE DE UM LIVRO

TAKAHASHI, T. Mercado, trabalho e oportunidades. Em: \_\_\_\_\_. Sociedade do conhecimento no Brasil: livro verde. Brasília, DF: Socinfo / MCT, 2000. cap.2. Disponível em: <http://www.socinfo.gov.br>. Acesso em: 22 de agosto de 2000.

c) PAPEL JORNAL (ACESSO ONLINE):

AVELAR, A.E.de; REZENDE, D.C.de. Hábitos alimentares fora do lar: um estudo de caso em Lavras MG. **Organizações Rurais & Agroindustriais**. 15(1):137-152, 2013. Available at: <<http://revista.dae.ufla.br/index.php/ora/article/view/652>> Accessed on: August, 18, 2014.





### **Escopo e política**

O objetivo da Tropical Plant Pathology, revista internacional bimestral da Sociedade Brasileira de Fitopatologia, é publicar resultados de pesquisas sobre aspectos fundamentais e aplicados da fitopatologia. Contribuições nas áreas de micologia, bacteriologia, virologia, nematologia, epidemiologia, interações patógeno-hospedeiro, genética de fitopatógenos, patologias fisiológicas e de plantas moleculares, doenças pós-colheita e não infecciosas e outros tópicos ou estratégias que promovam a proteção de plantas são bem-vindos.

Manuscritos sobre triagem de produtos sintéticos ou naturais e resistência a patógenos só podem ser aceitos como artigo de pesquisa se fornecerem informações adicionais sobre modos de ação ou mecanismos de resistência.

A TPP não publicará manuscritos baseados apenas na avaliação de produtos fitofarmacêuticos. Pesquisas de doenças ou patógenos e primeiros relatos de doenças de plantas devem ser submetidas como uma “comunicação breve” e serão publicadas somente se forem de especial relevância (grande cultura hospedeira, grande relevância de quarentena).

Os manuscritos devem relatar resultados oriundos de experimentos que se repetiram no tempo para garantir a consistência dos achados, a menos que os resultados da pesquisa sejam de natureza não-quantitativa. Isto deve ser particularmente observado para experimentos de campo.

### **Os manuscritos devem ser escritos em inglês**

Inicialmente, os manuscritos serão verificados pelos editores para conformidade com o escopo do periódico e, em seguida, serão atribuídos a um Editor de Seção. O Editor de Seção supervisionará o processo de revisão e será responsável pela decisão final. A aceitação é baseada na qualidade do trabalho, no reconhecimento de uma contribuição significativa para o campo e na apresentação geral do manuscrito.

### **Submissão de trabalhos**

Os manuscritos são submetidos ao TPP através do sistema ScholarOne Online, gratuitamente (<http://mc04.manuscriptcentral.com/tpp-scielo>).

Antes de submeter um manuscrito, os autores devem ter preparado cuidadosamente os seguintes itens:

- a) Uma carta de apresentação, que afirma claramente que (i) todos os autores aprovaram a submissão do manuscrito; (ii) os resultados não foram publicados ou não estão sob consideração para publicação em outro lugar; (iii) autores transferem direitos autorais para a Sociedade Brasileira de Fitopatologia. Um autor correspondente deve ser claramente indicado e será responsável por toda a correspondência entre o Conselho Editorial e os autores;
- b) Um arquivo incluindo o texto principal, tabelas e legendas de figuras, preparado em Word (.doc ou .docx) ou RTF (.rtf);
- c) Arquivos individuais contendo uma figura cada, preparados como arquivos TIFF ou JPEG em alta resolução (pelo menos 300 dpi).

O não cumprimento destas diretrizes levará à rejeição imediata de manuscritos.

O Conselho Editorial espera que os autores garantam que o idioma seja corrigido antes do envio. A correção de idioma não será realizada pelos Editores ou pelo Editor de Seção, e os manuscritos serão devolvidos aos autores se o idioma exigir correção.

## Tipos de artigos

### 1 Artigo de Pesquisa

Os manuscritos devem ser preparados em um espaço de 12 pontos em espaço duplo, incluindo a seção Referências, apêndices, tabelas e legendas de figuras. A configuração da página deve ser A4 com margens de 2,5 cm e marcada com números de página e linha consecutivos, começando pela folha de rosto.

Os elementos a seguir devem começar em uma nova página e serem ordenados conforme listados abaixo:

a) A página do título deve conter: um título conciso e informativo; os nomes dos autores (primeiro e último nome completo); a afiliação institucional dos autores ou onde a pesquisa foi realizada, incluindo departamento, instituição, código postal, cidade, estado ou província e país (note que a afiliação deve ser aquela em que o autor estava conectado quando o trabalho foi realizado - caso o autor mudou para um endereço de trabalho diferente, isso pode ser indicado separadamente como "endereço atual"); afiliações diferentes são indicadas com números sobrescritos; o nome do autor correspondente com endereço de e-mail. O autor correspondente é a pessoa responsável por verificar as provas da página, providenciar o pagamento de ilustrações coloridas e quaisquer outras tarefas relacionadas ao processamento do manuscrito.

b) O resumo deve ser um único parágrafo que não exceda 200 palavras e resume os principais resultados e conclusões do estudo. Não deve conter referências.

c) **Palavras-chave:** até seis palavras-chave devem ser incluídas, e estas devem diferir das palavras mencionadas no título. Estes devem começar com os nomes científicos dos hospedeiros e patógenos envolvidos no estudo (ou os mais relevantes) em ordem alfabética e serem seguidos pelas outras palavras-chave, também em ordem alfabética.

d) O texto deve ser o mais sucinto possível e inclui os seguintes elementos:

**Introdução:** Descrição do histórico que levou ao estudo e a hipótese que está sendo testada, caso isso se aplique.

**Material e Métodos:** Descrição detalhada das etapas seguidas pelos autores, permitindo ao leitor repetir o trabalho se estiver disposto a fazê-lo. Evite, sempre que possível, simplesmente consultar outra publicação para uma descrição completa da metodologia. Os métodos estatísticos devem ser explicados no final desta seção.

**Resultados:** A repetição indevida em textos e tabelas deve ser evitada. Comentários sobre a significância dos resultados são apropriados, mas discussões mais amplas devem fazer parte da seção Discussão.

**Discussão:** As conclusões do estudo devem ser colocadas no contexto dos dados publicados relevantes. Idéias apresentadas em outras publicações não devem ser incluídas apenas para aumentar o tamanho do manuscrito. Alguns manuscritos podem exigir diferentes formatos para melhor adequar seu conteúdo. Isso será avaliado caso a caso.

**Citações de texto:** os artigos devem ser referidos pelos sobrenomes dos autores e pela data de publicação; citações com dois autores devem incluir os dois nomes; em citações com três ou mais autores, nomeie o primeiro autor e use et al. Liste duas ou mais referências na mesma citação em ordem cronológica, separadas por ponto e vírgula.

Quando dois ou mais trabalhos em uma citação foram publicados no mesmo ano, liste-os em ordem alfabética pelo sobrenome do primeiro autor. Para duas ou mais obras do (s) mesmo (s) autor (es) em uma citação, liste-as cronologicamente, com os anos separados por vírgulas. (Exemplo: Barreto et al., 2006a, 2006b, 2008).

Somente artigos publicados ou publicados devem ser citados. No caso de “Comunicação pessoal” ou “Resultados não publicados”, todos os contribuintes devem ser listados por iniciais e sobrenome (et al. Não devem ser usados).

**Números:** no texto, os números nove ou abaixo devem ser escritos, exceto como parte de uma data, uma fração ou decimal, uma porcentagem ou uma unidade de medida. Use algarismos arábicos para números maiores que nove. Evite começar uma frase com um número, mas se fizer isso, escreva o número. URLs para programas, dados ou outras fontes devem ser listados no texto ou como uma nota de rodapé. URLs para citações de publicações em revistas eletrônicas devem aparecer na seção Referências.

e) Reconhecimentos devem ser um único parágrafo que segue imediatamente a seção Discussão e inclui referências para conceder apoio ou qualquer contribuição técnica ou intelectual.

f) As referências devem ser ordenadas alfabeticamente pelo sobrenome do primeiro autor. Referências com o mesmo primeiro autor devem ser ordenadas da seguinte forma: primeiro, como autor único em ordem cronológica; segundo, com apenas um co-autor em ordem alfabética pelo segundo autor; e terceiro, referências com mais de dois co-autores, em ordem alfabética pelo segundo ou autores subsequentes. Os títulos de periódicos não devem ser abreviados.

Os autores devem evitar a citação de teses, anais de congressos ou relatórios técnicos, principalmente por razões de acessibilidade. Um máximo de três dessas citações será permitido.

### **Formatação de referências:**

#### **Artigo de jornal:**

Reis RF, Vai A, Timmer LW (2006) Efeito da temperatura, umidade foliar e precipitação sobre a produção de ascosporos de *Guignardia citricarpa* e sobre a severidade da mancha preta em laranja doce. *Fitopatologia Brasileira* 31: 29-34.

Furlan CRC, Dantas ACM, Denardi F, Becker WF, Mantovani A (2010) Genetic resistance of accessions of apple tree germplasm bank from Epagri to gala leaf spot of *Glomerella* (*Colletotrichum gloeosporioides*). *Revista Brasileira de Fruticultura* 32:507–514

Arnold AE, Medjía LC, D Kylló, Rojas EI, Maynard Z, Robbins N, EA de Herre (2003) Endófitos fúngicos limitam dano de patógeno em uma árvore tropical. *Proceedings da Academia Nacional de Ciências, EUA* 26: 15649-15654.

#### **Capítulo de livro:**

Campos VP, Villain L (2005) Nematoides parasitas de café e cacau. Em: Luc M, Sikora RA, Ponte J (Eds.) *Plante nematóides parasitas em agricultura subtropical e tropical*. Wallingford, Reino Unido. CAB International. p. 529-580.

#### **Livro:**

Agrios GN (2005) *Plant Pathology*. 5a ed. Amsterdã, Holanda. Elsevier Academic Press.

#### **Livro editado:**

Kimati H, Amorim L, Rezende JAM, Bergamin Filho A, Camargo LEA (Eds.) (2005) *Manual de Fitopatologia*. Vol. 2. Doenças das Plantas Cultivadas. 4ª. Ed. São Paulo, SP. Ceres.

#### **Artigo eletrônico:**

CONAB. Cana-de-açúcar, safra 2006 -2007. Disponível em: [www.conab.gov.br/conabweb/download/safra/BoletimCana-Novembro2006-07.pdf](http://www.conab.gov.br/conabweb/download/safra/BoletimCana-Novembro2006-07.pdf). Acessado em 12 de outubro de 2008.

#### **Tese:**

(Os autores devem evitar a citação de teses, anais de congressos ou relatórios técnicos, principalmente por razões de acessibilidade. No máximo três citações serão permitidas.)

Zerbini FM (1996) Aspectos da epidemiologia do mosaico de alface no Vale do Salinas, Califórnia, e a produção de plantas de alface transgênica resistentes ao LMV. Tese de Doutorado, Universidade da Califórnia. Davis, CA, EUA.

#### **Processo de conferência:**

Igarashi S, Utimada CM, LC Igarashi, Kazuma AH, Lopes RS (1986) Ocorrência de *Pyricularia* sp. em trigo no estado do Paraná. In: 14ª Reunião Nacional de Pesquisa de Trigo, Resumos ... Londrina, PR. IAPAR p. 57

#### **Relatórios técnicos:**

Fawcett HS (1911) Casca escamosa ou ferrugem da unha dos cítricos. Boletim da Estação Experimental da Agricultura da Flórida 106.

g) Tabelas: Coloque tabelas após a seção Referências. Cada tabela deve começar em uma nova página. Um título conciso deve ser fornecido acima da tabela. As tabelas devem ser numeradas consecutivamente em algarismos arábicos. Cada coluna deve ter um título no cabeçalho da caixa. Notas de rodapé digitadas diretamente abaixo da tabela devem ser indicadas preferencialmente em números sobrescritos em letras minúsculas, mas letras minúsculas podem ser usadas quando os títulos das colunas contiverem números.

h) As figuras devem ser numeradas consecutivamente em algarismos arábicos e devem ser dimensionadas para caber aproximadamente nas colunas do diário. As legendas devem estar no texto principal, depois das tabelas. Por favor, insira chaves e barras de escala, quando aplicável, diretamente na figura. Figuras digitalizadas não devem ser enviadas. As imagens devem estar no formato TIFF ou JPEG e fornecidas como arquivos separados. Figuras em formato Word não podem ser publicadas. A reprodução de qualidade de diário exigirá tons de cinza e cores com resolução de 300 dpi. Os autores devem enviar arte de linha de bitmap em resolução que produza 600 a 1200 dpi.

i) A nomenclatura de nomes científicos deve aderir aos padrões internacionais atuais para cada classe de organismos. Os nomes científicos devem aparecer na íntegra e seguidos pela autoridade na primeira vez em que aparecerem no corpo do texto (mas não seguidos pela autoridade no título, resumo, palavras-chave, tabelas ou legendas) e abreviados e sem autoridades mais tarde. Sempre que um nome científico aparecer no início de uma frase, ele deve ser dado na íntegra.

j) Culturas e outro material de referência: A fonte e o depósito das culturas devem ser indicados. Culturas de vales e espécimes documentando suas pesquisas, bem como seqüências de nucleotídeos, devem ser depositados em instituições internacionais certificadas ou reconhecidas e os números de acesso e o local de depósito indicados no texto ou como uma nota de rodapé na página de título.

k) Acesso aos dados: Deve ser feita referência à disponibilidade de dados detalhados e materiais utilizados para estudos relatados.

l) Abreviaturas e Unidades: devem ser utilizadas unidades do SI, como mg, g, m, mm, L, mL, µL, h, min, s, mol, kg / ha. Se for utilizada uma abreviatura não padrão, esta deve ser definida na íntegra quando citada no texto pela primeira vez.